

Uluslararası Katılımlı

Türkiye Jeoloji Kurultayı

with international participation

Geological Congress of Turkey

Jeoloji ve Jeopolitika / *Geology and Geopolitics*

24-28 Mayıs 2021 / May *24-28, 2021*

Çevrimiçi/*Online*

BİLDİRİ ÖZLERİ VE TAM METİN BİLDİRİLER KİTABI

THE PROCEEDINGS AND ABSTRACTS BOOK

Editörler / *Editors*

Osman Parlak

Kaan Sayıt

B. Levent Mesci

Hafize Akıllı

Mustafa Akyıldız

TMMOB

JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

CHAMBER OF GEOLOGICAL ENGINEERS OF TURKEY

Uluslararası Katılımlı

Türkiye Jeoloji Kurultayı

with international participation

Geological Congress of Turkey

Jeoloji ve Jeopolitika / *Geology and Geopolitics*

24-28 Mayıs 2021 / *May 24-28 2021*
Çevrimiçi / *Online*

BİLDİRİ ÖZLERİ
VE
TAM METİN BİLDİRİLER KİTABI

PROCEEDINGS OF ABSTRACTS
AND
EXTENDED ABSTRACTS

Editörler / *Editors*

Osman Parlak

Kaan Sayıt

B. Levent Mesci

Hafize Akıllı

Mustafa Akyıldız

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
CHAMBER OF GEOLOGICAL ENGINEERS OF TURKEY

550.4
73. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı: Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2021
s.:, 24 cm (Jeoloji Mühendisleri Odası Yayın No: 144
jeoloji kurultayı, yer bilimleri, jeopolitika, jeoloji
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası

TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINLARI NO: 143

ISBN: 978-625-7653-17-6

Teknik Düzenleme / *Technical layout by*
İlhan ULUSOY

Baskı

KURULTAY DÜZENLEME KURULU
Organising and Executive Committee

Osman PARLAK
Başkan / *President*

Nurgül ÇELİK BALCI
II. Başkan
Vice-president

Aykut AKGÜN
II. Başkan
Vice-president

Kaan SAYIT
II. Başkan
Vice-president

Bekir Levent MESCİ
Sekreter
Secretary

Mustafa AKYILDIZ
Sekreter
Secretary

Hafize AKILLI
Sekreter
Secretary

Güzide ÖNAL
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Emine ŞEKER ZOR
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Burcu KARATAŞ
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Süleyman KARAHAN
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Emre PINARCI
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

Emrah ŞİMŞEK
Sosyal ve Kültürel Etkinlikler
Social and Cultural Affairs

D. Malik BAKIR
Sayman / *Treasury*

İlhan ULUSOY
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

Deniz IŞIK GÜNDÜZ
Basın ve Halkla İlişkiler
Public Relations

KURULTAY TEKNIK ALTYAPISINI HAZIRLAYAN VE SUNUMLARDA GÖREV ALANLAR

SUNUMLARDA GÖREV ALANLAR

Özgecan IRICIOĞLU AYDIN
Sibel AKARPINAR MERAL
Neslihan ASLAN
Esra ARIK SAYGI
Saliha Macide CEBECİ
Gamze GÜÇTEKİN
Emine KİRTİŞ
Serap ERDOĞAN
Sema ERİLMEZ
Yasemin DEMİR
Fatma ŞİMŞEK
İlkay TIRLAN
Kadriye KUM
Gülşen KAYA
Hünkar AYDIN BUGUR
Yıldız KUŞ GÜLLER

DESTEK VERENLER

Neşe DEĞİRMENCİ
Aynur SOYDAN
Şennur KIZIL
İnci ERÖNEM
Meryem TOPTAŞ HAYIRLI
Aysun DÖNER
Merve UYTUN
Kadriye ENGİN
İlhan ESİM
Bayram DOĞAN
Suzan ANGI
Mehmet YILDIRIM
Hüsniye YAŞAR
Çiğdem KAYA ALAGÖZ
Barış İLGAR
Kadriye ENGİN

TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
BİLİMSEL VE TEKNİK KURUL
Chamber of Geological Engineers
Scientific and Technical Committee

Erdin Bozkurt
Jeoloji Eğitimi Üyesi/*Geological Education Member*

Gürol Seyitoğlu
Genel Jeoloji ve Mesleki Etik Üyesi/*General Geology and Professional Ethics Member*

Bülent Özmen
Doğa Kaynaklı Afetler ve Afet Yönetimi Üyesi/*Natural Hazards and Disaster Management Member*

Ali Yılmaz
Çevre Jeolojisi Üyesi/*Environmental Geology Member*

Ali Demirer
Petrol Jeolojisi Üyesi/*Petroleum Geology Member,*

Ahmet Apaydın
Hidrojeoloji Üyesi/*Hydrogeology Member*

Alper Baba
Tıbbi Jeoloji Üyesi/*Medical Geology Member*

Ayhan Kösebalaban
Kömür Jeolojisi Üyesi/*Coal Geology Member*

Can Ayday
Uzaktan Algılama ve CBS Üyesi/*Remote Sensing and GIS Member*

Cüneyt Şen
Jeokimya Üyesi/*Geochemistry Member*

Erol Sarı
Deniz, Göl ve Kıyı Jeolojisi Üyesi/*Marine, Lake and Coastal Geology Member*

Hasan Sözbilir
Yapısal Jeoloji ve Tektonik Üyesi/*Structural Geology and Tectonics Member*

İbrahim Akkuş
Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Üyesi/*Geothermal Resources & Nat. Mineral Waters Member*

İsmet Cengiz
Metalik Madenler Üyesi/*Metallic Mines Member*

M. Ruhi Akçıl
Sondaj Uygulamaları Üyesi/*Drilling Applications Member*

Nihat Sinan Işık
Jeoteknik ve Mühendislik Jeolojisi Üyesi/*Engineering Geology and Geotechnics Member*

Nizamettin Kazancı
Jeo-Turizm, Jeolojik Miras ve Jeo-Arkeoloji Üyesi/*Geotourism, Geological Heritage and Geo-Archaeology Member*

Osman Parlak
Mineraloji-Petrografi Üyesi/*Mineralogy-Petrography Member*

Sabah Yılmaz Şahin
Değerli ve Yarı Değerli Taşlar Üyesi/*Precious and Semi Precious Stones Member*

Tolga Çan
Jeolojik Tehlikeler Üyesi/*Geological Hazards Member*

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YÖNETİM KURULU
Chamber of Geological Engineers Executive Committee

Hüseyin ALAN
Başkan/*President*

Faruk İLGÜN
II. Başkan/*Vice President*

Buket YARARBAŞ ECEMİŞ
Yazman Üye/*Secretary*

D. Malik BAKIR
Sayman Üye/*Treasury*

M. Emre KIBRIS
Mesleki Uygulamalar Üyesi/*Member of Professional Activities*

Seçkin GÜLBUDAK
Yayın Üyesi/*Member of Publications*

Düzgün ESİNA
Sosyal İlişkiler Üyesi/*Member of Social Affairs*

OTURUM YÜRÜTÜCÜLERİ VE BİLİM KURULU

(Session Conveners and Scientific Committee)

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: MUHARREM SATIR
ERDİN BOZKURT – OSMAN PARLAK – HEINRICH TAUBALD

DOĞU ANADOLU FAYI (DAF) VE SİVRİCE (ELAZIĞ) DEPREMİ
FUAT ŞAROĞLU – ORHAN TATAR – HASAN SÖZBİLİR – ERDİN BOZKURT

AKDENİZ BÖLGESİ VE CIVARININ TETİS EVRİMİ
BORA ROJAY- OSMAN PARLAK

ANTROPOSEN VE ANTROPOJENİK KİRLİLİK
ÖKMEN SÜMER – NURAY ÇAĞLAR – DENİZ ŞANLIYÜKSEL YÜCEL – EROL SARI
FATMA TOKSOY KÖKSAL

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ-UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
KAAN ŞEVKİ KAVAK – ENGİN ÖNCÜ SÜMER – TOLGA ÇAN – BEKİR TANER SAN
CAN AYDAY

BÖLGESEL JEOLOJİ-TEKTONİK
ARAL İ. OKAY – HALİL GÜRSOY – İBRAHİM UYSAL – MUALLA CENGİZ ÇİNKU

ÇEVRE JEOLOJİSİ
ALİ YILMAZ – İRFAN YOLCUBAL – DİLEK TÜRER – PROSUN BHATTACHARYA

DEĞERLİ VE YARI DEĞERLİ TAŞLAR
SABAH YILMAZ ŞAHİN – FETULLAH ARIK – MELTEM GÜRBÜZ – KORAY SÖZERİ

DOĞA KAYNAKLI AFETLER VE AFET YÖNETİMİ
BÜLENT ÖZMEN – SELİM ÖZALP

DOĞAL YAPI TAŞLARI VE ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER
ATİYE TUĞRUL – MURAT YILMAZ – OSMAN SERKAN ANGI

ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ
ZÜHTÜ BATI – SADETTİN KORKMAZ – HÜSEYİN KARAKUŞ

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ
AYKUT AKGÜN – KAAN SAYIT – MUSTAFA AKYILDIZ – BEKİR LEVENT MESCİ

GEZEGEN JEOLOJİSİ
NURGÜL ÇELİK BALCI – ERSİN GÖĞÜŞ – MEHMET YEŞİLTAŞ

HİDROJEOLOJİ, SU KAYNAKLARI VE YÖNETİMİ
ALPER BABA – MEHMET EKMEKÇİ – AHMET APAYDIN – DURSUN YILDIZ
LUIS ANTONIO BITTAR VENTURI

JEODEZİ
HALUK ÖZENER – BAHADIR AKTUĞ – İBRAHİM TİRYAKİOĞLU

JEODİNAMİK
OĞUZ GÖĞÜŞ – EBRU ŞENGÜL ULUOCAK – HANS THYBO

JEOFİZİK YÖNTEMLER VE JEOLOJİK UYGULAMALARI
SEMİH ERGİNTAV – DOĞAN KALAFAT – ONUR TAN – EMİN ULUGERGERLİ

JEOMORFOLOJİ
CENGİZ YILDIRIM – TOLGA GÖRÜM – MUSTAFA SOFTA – HASAN ELMACI
JOEL SPENCER

KENT JEOLOJİSİ-MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ-JEOTEKNİK
REMZİ KARAGÜZEL – NİHAT SİNAN IŞIK – ERGÜN TUNCAY

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOLOJİK MİRAS VE JEOARKEOLOJİ
ERHAN ALTUNEL – NAZİRE ÖZGEN ERDEM – RAİF KANDEMİR – HÜLYA İNANER – YILDIRIM GÜNGÖR

MAGMATİK VE METAMORFİK PETROLOJİ
EMRAH YALÇIN ERSOY – ERCAN ALDANMAZ – OSMAN CANDAN
ERDİNÇ YİĞİTBAŞ

MESLEĞE EMEK VERENLER
AYHAN KÖSEBALABAN – HİKMET TÜMER – MİNE ALTA

METALİK MADEN YATAKLARI
İLKAY KUŞCU – ALİ RIZA ÇOLAKOĞLU – CAHİT DÖNMEZ – İSMAİL CİHAN
NAİL YILDIRIM

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ
OSMAN PARLAK - MUSTAFA AKYILDIZ

NEOTEKTONİK VE DEPREMSELLİK
HASAN SÖZBİLİR – GÜROL SEYİTOĞLU – ORHAN TATAR – LAURA GREGORY

PALEONTOLOJİ, PALEOCOĞRAFYA, PALEOİKLİM
ATİKE NAZİK – MEHMET SERKAN AKKİRAZ – UĞUR KAĞAN TEKİN – ERCAN ÖZCAN - DARIA K. IVANOVA

SONDAJ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİSİ
CELALETTİN ŞİMŞEK – MEHMET RUHİ AKÇIL

STRATİGRAFİ-SEDİMANTOLOJİ
İSMAİL ÖMER YILMAZ – FARUK OCAKOĞLU – ULVİ CAN ÜNLÜGENÇ
MEHMET AKİF SARIKAYA

TIBBİ JEOLOJİ
MUZAFFER METİNTAŞ – MUSTAFA NECMİ İLHAN – HÜSEYİN YALÇIN

Kurultaya Çağrı

Ülkemizin yerbilimleri alanında bir geleneği haline gelen ve 1947 yılından beri olarak devam eden uluslararası katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayları`nın yetmiş üçüncüsü 24-24 Mayıs 2021 tarihleri arasında, çevrimiçi (*online*) olarak düzenlenecektir.

Kurultayın bu yıl öne çıkarılan ana teması "Jeoloji ve Jeopolitika"dır. Jeopolitika, devletlerin sınırları içerisindeki ve uluslararası arenadaki politik davranışlarını, coğrafi ve doğal nitelikleri çerçevesindeki değişkenler aracılığıyla anlamak, açıklamak ve geleceği tahmin etmek üzerine kurulu bir disiplin olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla birbirinden ayrılmaz bir kavram birlikteliği oluşturan "Jeoloji ve Jeopolitika", devletlerin bulunduğu coğrafya ve sahip olduğu doğal kaynaklar (petrol, doğal gaz, metalik madenler, nadir toprak elementleri, su, çevre, yenilenebilir enerji vb.) çerçevesinde dış politikasını belirlemek için en önemli temeli oluşturmaktadır. Türkiye'nin Avrupa, Asya, Ortadoğu ve Afrika kıtalarının kesişim noktasında yer alması, üç tarafının denizlerle çevrili olması, Boğazları içinde barındırması, Karadeniz-Akdeniz ve Hazar Denizi havzası ile olan yakınlığı, Doğu Akdeniz bölgesinde münhasır ekonomik alan sınırları yakınında son yıllarda yapılan doğal gaz ve petrol keşifleri, zengin bor madeni rezervine sahip olması, dünyanın en büyük enerji üreticileri ile tüketicileri arasında köprü vazifesi görmesi; Türkiye'nin dış politikasını şekillendirmede belirleyici rol oynamaktadır.

"Jeoloji ve Jeopolitika" kavramları içerisinde yer alan konular 73. Türkiye Jeoloji Kurultayı`nda ayrıntılarıyla tartışılacaktır. Kurultay boyunca düzenlenecek olan panelde de konunun çeşitli uzmanlarıyla ülkemizin jeopolitik sorunlarının aşılmasında jeolojinin rolü ve öneminin vurgulanması ve yeni politikalar geliştirilmesi için geniş bir tartışma zemini oluşturulacaktır.

Kurultay`ın geleneksel temel konuları (Genel Jeoloji, Mineraloji-Petrografi, Maden Yatakları ve Jeokimya, Uygulamalı Jeoloji) her yıl olduğu gibi bu Kurultay`da da yerlerini korumaktadırlar. Yetmişbirinci Kurultay'da "Geleceğin Yerbilimcileri" adı altında gerçekleştirilen oturumlar ile yine 75 yaş ve üstünde bulunan, ülkemiz jeoloji bilim ve mühendisliğine önemli katkılar yapmış meslektaşlarımızı onore etmek amacıyla düzenlenen "75. Yıl Özel Şükran Oturumu" bu yıl da sürdürülecektir. Bunun yanı sıra, Yetmişbirinci Kurultay'da ilk kez düzenlenen "Ustalar Oturumu" bu yıl "Mesleğe Emek Verenler" şeklinde düzenlenmiş olup bu oturumda geçmişte yerbilimleri alanlarında fiilen hizmet vermiş tecrübeli isimler bilimsel, tarihsel, felsefe içerikli konuşmalarıyla deneyimlerini paylaşacaklardır.

Düzenleme Kurulu olarak; jeoloji bilimleri ve bilhassa "Jeoloji ve Jeopolitika" konularıyla doğrudan ya da dolaylı ilgili olan tüm bilim insanlarını Kurultayımıza en samimi duygularımızla davet ediyoruz. Unutmayınız ki; 73. Kurultayımızın yerbilimleri camiasına yakışır başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi, siz meslektaşlarımızın sözlü veya poster şeklinde bildiriler sunarak katkılarınızı koymanızla mümkün olacaktır. Ayrıca, yerbilimci dostlarımızın Kurultay içinde özel oturum, sergi, panel, teknik gezi ya da sosyal etkinlik düzenlemeye gönüllü olmalarından da mutluluk duyacağımızı belirtmek isteriz. Bilimi ve bilimsel düşünceyi içselleştirmiş herkesi yetmişüçüncü kez düzenlenecek olan Türkiye'nin en köklü bilimsel toplantısına; 73. Türkiye Jeoloji Kurultayı`na bekliyoruz…

Prof. Dr. Osman PARLAK

Düzenleme Kurulu Adına

Call for Papers/Invitation

On behalf of the organizing committee, it is my pleasure to invite you to the upcoming 73rd Geological Congress of Turkey (TJK) between 24 and 28 May 2021 organized as online. The TJK (acronym for the meeting) is known to be one of the most reputable and leading scientific meetings/organizations in the nation, which aims to gather researchers from all branches of geosciences.

The theme of the Congress for this year is "Geology and Geopolitics". Geopolitics is defined as a discipline based on understanding, explaining, and predicting the future of the political behaviors of states within their borders and in the international arena through variables within their geographical and natural characteristics. Therefore, "Geology and Geopolitics", which constitute an inseparable synergy concept, is the most important base for determining the foreign policy within the framework of the geography of the states and its natural resources (oil, natural gas, metallic mines, rare earth elements, water, environment, renewable energy, etc.). Factors that play a decisive role in shaping Turkey's foreign policy are (a) its location at the intersection of Europe, Asia, Middle East, and Africa continents, (b) surrounded by seas on three sides, (c) harboring the Bosphorus, (d) proximity to the Black Sea-Mediterranean Sea and Caspian Sea basins, (e) natural gas and oil discoveries made in recent years near the borders of exclusive economic areas in the Eastern Mediterranean region, (f) having large reserves of borate minerals, and (g) acting as a bridge between the world's largest energy producers and consumers.

Issues involved in "Geology and Geopolitics" concepts will be discussed in detail during the 73rd Geological Congress of Turkey. With the panels to be held during the congress, a wide discussion base will be established with various experts on the subject to emphasize the role and importance of geosciences in overcoming the geopolitical problems of our country and in developing new policies.

This year, we keep our traditional and common topics in geosciences (General Geology, Mineralogy-Petrography, Mineral Deposits and Geochemistry, Applied Geology). Besides this, the sessions held at the Seventy-first Congress under the name of "Geoscientists of the Future" for students as well as "Veteran Earth Scientists" will continue this year. The "75th Anniversary Special Thanksgiving Session", organized to honor our colleagues who have made significant contributions to geological science and engineering in our country, will also continue this year.

As the Organizing Committee; we warmly invite all scientists who are directly or indirectly interested in geological sciences and especially "Geology and Geopolitics" to our Congress. Please note that; the success of our congress (73rd TJK) will be possible with the contribution of our colleagues by presenting oral or poster presentations. Furthermore, we will appreciate and welcome any attempts for special session organizations, exhibitions, or plenary discussions. Again, you are cordially invited to this exciting geoscience meeting for the 73rd time. Hope to see you in Ankara.

Prof. Dr. Osman PARLAK

On behalf of the Organizing Committee

ÖNSÖZ

24-28 Mayıs 2021 tarihleri arasında çevrimiçi olarak gerçekleştirilecek olan Uluslararası Katılımlı 73. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nı TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) ile birlikte düzenlemenin gururunu yaşamaktayız. Kurultayın bu yılki ana teması **"Jeoloji ve Jeopolitika"** olarak belirlenmiş olup, birbirinden ayrılmaz kavramlar olarak; jeoloji ve ilişkili doğal kaynaklar (petrol, doğal gaz, metalik madenler, nadir toprak elementleri, su, çevre, yenilenebilir enerji vb.) devletlerin dış politikasını belirlemek için en önemli temeli oluşturmaktadır.

Ülkemizin son yıllarda özellikle Akdeniz ve Orta Doğu coğrafyasında yaşadığı sorunların temelinde enerji kaynaklarının paylaşımı ve güvenliğinin yattığı herkesçe bilinmektedir. Kurultay kapsamında bu ve benzeri konuları tartışmak üzere panel ve özel oturumlar düzenlenmiştir. Özellikle, *Doğu Akdeniz hidrokarbonlarının aranması ve üretimi, taşınması-pazarlanması ve doğal gaz jeopolitiği* (Jeoloji Yük. Müh., EMBA Özer Balkaş), *Doğu Akdeniz: Deniz Yetki Alanları Sorunları* (Prof. Dr. Sertaç Hami Başeren) ve *Doğu Akdeniz'de Jeopolitik Durum: Çatışma ve çözümler* (Emekli Tümamiral Deniz Kutluk) konularını tartışmak üzere bir panel düzenlenmiştir. Ayrıca, Doğu Akdeniz ve çevresinin güncel veriler ışığında jeolojik evrimini tartışmak üzere konusunda uzman bilim insanının yer alacağı altı adet davetli bildirinin sunulacağı *Akdeniz Bölgesi ve Civarının Tetis Evrimi* konulu özel bir oturum da bu kapsamda düzenlenmiştir.

Uluslararası Katılımlı 73. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nın düzenlenmesi sürecinde, 24 Ocak 2020 tarihinde Doğu Anadolu Fayı (DAF) üzerinde meydana gelen Mw-6.8 Sivrice (Elazığ) depremi sonrasında bilim insanlarının yaptığı güncel çalışmalar ışığında DAF'ın dünü-bugünü ve geleceğine ışık tutacak tartışmaların olacağı, davetli onüç konuşmanın yer aldığı "*Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Sivrice (Elazığ) Depremi*" konulu özel oturumu kurultay kapsamında düzenlenmiştir.

Uluslararası Katılımlı 73. Kurultay kapsamında "*75. Yıl Şükran Oturumu*" yerbilimlerinde aletsel analiz yöntemleri konusunda Türk Yerbilimcilerde büyük emeği olan Prof. Dr. Muharrem Satır onuruna düzenlenmiştir. Bu kapsamda yurtiçi ve yurtdışından hocamızın yakın çalışma arkadaşları ve öğrencileri davetli bildiriler sunacaklardır.

Çevrimiçi olarak 5 salonda 32'si Davetli Konuşmacı olmak üzere 312 sözlü, 48 poster ve toplamda 360 bilimsel tebliğ sunulacaktır.

Son yıllarda sunulan bildirilerin sayı ve kalite bakımından zenginliği, Türkiye Jeoloji Kurultaylarının uluslararası tanınırlık ve saygınlığını arttırmış ve ülkemizin en köklü organizasyonu olma hüvviyetini kazanmasını sağlamıştır. Kurultayların geçmişten günümüze yerbilimleri şenliğine dönüşmesine katkı sunan bilim insanları, JMO Yönetim Kurulu Üyeleri, JMO Bilimsel ve Teknik Kurul Üyeleri, JMO Görevlileri, Kurultay Başkanları, Kurultay Sekreterleri ve Kurultayların organizasyonunda görev alan öğrencilerimize şükranlarımızı sunuyoruz.

73. Türkiye Jeoloji Kurultayı Düzenleme Kurulu Başkan Yardımcıları Prof. Dr. Nurgül Çelik Balcı, Prof. Dr. Aykut Akgün ve Doç. Dr. Kaan Sayıt'a, Kurultay Sekreterleri Prof. Dr. Bekir Levent Mesci, Doç. Dr. Mustafa Akyıldız, Dr. Hafize Akıllı'ya, şükranlarımızı sunuyoruz. Sosyal ve Kültürel Etkinlik Üyeleri Dr. Öğretim Üyesi Güzide Önal, Araş. Gör. Dr. Emine Şeker Zor, Araş. Gör. Dr. Burcu Gören Karataş, Araş. Gör. Süleyman Karahan, Araş. Gör. Emre Pınarcı ve Araş. Gör. Emrah Şimşek, Sayman Üyeler D. Malik Bakır ve Damla Arık, Basın ve Halkla ilişkiler Üyeleri İlhan Ulusoy, Deniz Işık Gündüz ve Zeynep

Yelda Cuma'ya teşekkür ederiz.

Kurultayın başarısı için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan başta JMO Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin Alan ve Yönetim Kurulu Üyelerine, JMO Bilimsel ve Teknik Kurul Üyelerine içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Kurultayımızın gerçekleştirilmesi için maddi desteklerini esirgemeyen sponsorlarımıza (FUGRO SİAL Yerbilimleri Müş. ve Müh. Ltd. Şti.; ETİ Bakır A.Ş.; TTS Müh. ve Mim. A.Ş.; ETİ Krom A.Ş.; Yılmaden A.Ş.; 3S Kale Enerji Üretim A.Ş.; Seyhan Belediyesi-Adana) ve Delege desteği veren kuruluşlarımıza (Tüprag A.Ş.; Petoil Inc. Erbil Branch; Doğu Biga Madencilik San. ve Tic. A.Ş.; Dimin Madencilik San. Tic. A.Ş.; Oltu Belediyesi-Erzurum; Türkoğlu Belediyesi-Kahramanmaraş) teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, kurultayın organizasyonu sırasında fikir alışverişinde bulunduğum meslektaşlarıma ve hocalarıma şükranlarımı sunuyorum.

Prof. Dr. Osman PARLAK

73. Türkiye Jeoloji Kurultayı Başkanı

PREFACE

We are proud to organize and host the 73rd Turkish Geology Congress with International Participation, which will be held online between 24-28 May 2021, together with TMMOB Chamber of Geological Engineers (JMO). The main theme of the Kurultai this year has been determined as "Geology and Geopolitics", and as inseparable concepts; it constitutes the most important basis for determining the foreign policy of states within the framework of geography and natural resources (oil, natural gas, metallic mines, rare earths, water, environment, renewable energy, etc.).

It is well-known by everyone that the sharing of energy resources and their security lie at the root of the major problems that our country has been experiencing in recent years, especially in the Mediterranean and Middle East geography. Panels and special sessions are organized to discuss these and similar issues within the scope of the Kurultai. In particular, a panel will be held to discuss following topics: Exploration and production, transportation-marketing of Eastern Mediterranean hydrocarbons and natural gas geopolitics (Geological Engineer, MSc, EMBA Özer Balkaş), Eastern Mediterranean: Sea Jurisdiction Issues (Prof. Dr. Sertaç Hami Başeren) and Geopolitical Situation in the Eastern Mediterranean: conflict and resolutions (Retired Rear Admiral Deniz Kutluk). In addition, a special session on Tethys Evolution of the Mediterranean Region and its Surroundings is also organised where six invited papers will be presented to discuss the topics in the light of current data.

A special session with thirteen invited talks is also organized after the January 24, 2020 Sivrice (Elazığ) earthquake with Mw-6.8, along the Eastern Anatolian Fault (EAF). The papers will discuss past-present and future of the EAF in the light of the current research.

Within the scope of the 73rd Congress with International Participation, "75th Year Thanksgiving Session" is organised in honour of Prof. Dr. Muharrem Satır, who is a pioneering scientists for earthscience community not only in Turkey but worldwide. He is the one who introduced Turkish scientists to instrumental analytical techniques in geology. Professor Satır has always been a great help and a role model for all of us. In this context, close colleagues and students of Professor Satır will present invited papers.

312 oral, 48 posters, 32 of which are Invited Speakers, and a total of 360 scientific papers will be presented online in 5 sessions.

The richness of the papers presented in recent years in terms of number and quality has increased the international recognition and prestige of the Geology Congress of Turkey and enabled it to gain the identity of being the most rooted organization of our country. We present our gratitude to the scientists, JMO Board Members, JMO Scientific and Technical Board Members, JMO Officers, Congress Presidents, Assembly Secretaries and students who have contributed to the transformation of the congresses into geosciences festival from past to present.

We would like to thank 73rd Turkish Geology Congress Organizing Committee Vice Presidents (Prof. Dr. Nurgül Çelik Balcı, Prof. Dr. Aykut Akgün and Assoc. Dr. Kaan Sayıt), Congress Secretaries (Prof. Dr. Bekir Levent Mesci, Assoc. Dr. Mustafa Akyıldız, Dr. Hafize Akıllı), Social and Cultural Activity Members (Dr. Güzide Önal, Dr. Emine Şeker Zor, Dr. Burcu Gören Karataş, Dr. Emre Pınarcı, Research Assistant Süleyman Karahan, Research Assistant Emrah Şimşek), Treasures (D. Malik Bakır and Damla Arık), Press and Public Relations Members (İlhan Ulusoy, Deniz Işık Gündüz and Zeynep Yelda Cuma).

We would like to express our sincere gratitude to the Chairman of the JMO Board of Directors, Hüseyin Alan, and the Members of the Board of Directors, and the Scientific and Technical Board Members of the JMO, who did not spare any sacrifices for the success of the conference.

We would like to thank our sponsors (FUGRO SİAL Yerbilimleri Müş. ve Müh. Ltd. Şti.; ETİ Bakır A.Ş.; TTS Müh. ve Mim. A.Ş.; ETİ Krom A.Ş.; 3S Kale Enerji Üretim A.Ş.; Seyhan Belediyesi-Adana) for their financial support for the realization of our congress. We are grateful to following organizations that provide delegate support (Tüprag A.Ş.; Petoil Inc. Erbil Branch; Doğu Biga Madencilik San. ve Tic. A.Ş.; Dimin Madencilik San. Tic. A.Ş.; Oltu Belediyesi-Erzurum; Türkoğlu Belediyesi-Kahramanmaraş).

Finally, I would like to express my gratitude to my colleagues and professors with whom I exchanged ideas during the organization of the congress.

Prof. Dr. Osman PARLAK

President of 73rd Geological Congress of Turkey

İÇİNDEKİLER/*Contents*

GENEL KONUŞMALAR
PLENARY TALKS 3

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: MUHARREM SATIR
75th ANNIVERSARY HONORARY SESSION: MUHARREM SATIR 17

DOĞU ANADOLU FAYI (DAF) VE SİVRİCE (ELAZIĞ) DEPREMİ
EAST ANATOLIAN FAULT (EAF) AND SİVRİCE (ELAZIĞ) EARTHQUAKE .. 47

AKDENİZ BÖLGESİ VE CİVARININ TETİS EVRİMİ
TETHYAN EVOLUTION OF THE MEDITERRANEAN REGION AND THE SURROUNDINGS 87

ANTROPOSEN VE ANTROPOJENİK KİRLİLİK
ANTHROPOCENE AND ANTHROPOGENIC POLLUTION 103

ANTROPOSEN VE ANTROPOJENİK KİRLİLİK
ANTHROPOCENE AND ANTHROPOGENIC POLLUTION 123

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ-UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
INFORMATION TECHNOLOGIES, REMOTE SENSING AND GIS *129*

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK
REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS 151

ÇEVRE JEOLOJİSİ
ENVIRONMENTAL GEOLOGY 193

DEĞERLİ VE YARI DEĞERLİ TAŞLAR
PRECIOUS AND SEMI-PRECIOUS STONES 217

DOĞA KAYNAKLI AFETLER VE AFET YÖNETİMİ
NATURAL DISASTERS AND DISASTER MANAGEMENT 261

DOĞAL YAPI TAŞLARI VE ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER
NATURAL BUILDING STONES AND INDUSTRIAL MINERALS 275

ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ
ENERGY RESOURCES AND TECHNOLOGIES 321

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ
FUTURE GEOSCIENTISTS 357

GEZEGEN JEOLOJİSİ
PLANETARY GEOLOGY 363

HİDROJEOLOJİ, SU KAYNAKLARI VE YÖNETİMİ
HYDROGEOLOGY, WATER RESOURCES AND ITS MANAGEMENT 407

JEODİNAMİK
GEODYNAMICS 447

JEOFİZİK YÖNTEMLER VE JEOLOJİK UYGULAMALARI
GEOPHYSICAL METHODS AND GEOLOGICAL APPLICATIONS 455

JEOMORFOLOJİ
GEOMORPHOLOGY 479

KENT JEOLOJİSİ, MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK .....
URBAN GEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS 495

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOARKEOLOJİ
CULTURAL GEOLOGY, GEOLOGICAL HERITAGE AND
GEOARCHAEOLOGY *577*

MAGMATİK VE METAMORFİK PETROLOJİ
MAGMATIC AND METAMORPHIC PETROLOGY 623

MESLEĞE EMEK VERENLER
VETERAN GEOLOGICAL ENGINEERS 703

METALİK MADEN YATAKLARI
METALLIC ORE DEPOSITS 713

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ
RARE EARTH ELEMENTS 813

NEOTEKTONİK VE DEPREMSELLİK
NEOTECTONICS AND SEISMICITY 823

PALEONTOLOJİ, PALEOCOĞRAFYA, PALEOİKLİM
PALEONTOLOGY, PALEOGEOGRAPHY, PALEOCLIMATE 869

SONDAJ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİSİ
DRILLING METHODS AND TECHNOLOGIES 935

STRATİGRAFİ-SEDİMANTOLOJİ
STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY 943

TIBBİ JEOLOJİ
MEDICAL GEOLOGY 981

DİZİN/*İNDEX* 1007

BİLDİRİ ÖZLERİ
VE
TAM METİN BİLDİRİLER

PROCEEDINGS OF ABSTRACTS AND
EXTENDED ABSTRACTS

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
CHAMBER OF GEOLOGICAL ENGINEERS OF TURKEY

GENEL KONUŞMALAR
PLENARY TALKS

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

AÇILIŞ KONUŞMASI / *OPENING SPEECH*

Yenilenebilir Enerji Dönüşümünün Jeopolitiği

Geopolitics of Renewable Energy Transition

Volkan Ş. Ediger

Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma Merkezi (CESD), Kadir Has Üniversitesi, İstanbul

(volkan.ediger@khas.edu.tr)

Öz: Küresel enerji sistemi günümüzde çok önemli bir dönüşümün ortasındadır. Her ne kadar Endüstri Devrimi'nden bu yana fosil yakıtlar dünya enerji karışımını domine etmekteyse de, özellikle elektrik üretimindeki yenilenebilir enerjinin payı her yerde düzenli olarak artmaktadır. Ülkeler, sürdürülebilir bir gelecek için enerki tüketimlerindeki yerli ve yenilenebilir kaynakların payını artırmaya enerji etkinliğini ise geliştirmeye çabalamaktadır. Geçmişte odundan kömüre, oradan petrol ve doğalgaza doğru benzer enerji dönüşümleri yaşanmıştır, günümüzde ise fosil yakıt ağırlıklı enerji sistemleri yerini yenilenebilir ağırlıklı sistemlere bırakmaktadır.

Geçmişteki enerji dönüşümlerinden elde edilen deneyimler, hiç birinin sorunsuz gerçekleşmediğini göstermektedir. Bu sorunlar, önemli ekonomik, politik ve sosyal değişimleri içeren ciddi paradigma değişikliğini kapsamaktadır ve genellikle jeopolitik gerilimlerin arttığı dönemlerde gerçekleşmektedir. Bütün bu dinamikler günümüzdeki fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçiş döneminde de geçerli olup, özellikle büyük enerji tüketicisi konumundaki ülkeler ile hidrokarbon ihraç eden ülkelerde özgün sorunlar oluşturmaktadır.

Günümüzde enerji yer değişimi modellerindeki en kaydadeğer değişimlerden bir tanesi geçmiş trendlerde ve ana dinamiklerde görülen değişikliklerdir. Büyük küresel güçlerin arasındaki giderek artan jeopolitik rekabet günümüzde küresel enerji karışımında önemli değişikliklere neden olmuştur. Büyük güçler ülkelerinin enerji arz güvenliği sorunlarını yerli enerji kaynaklarıyla çözmeye çalışmaktadırlar. Enerji tüketimindeki yola bağımlılık (path dependency) da önemli hale gelmiştir: Çin ve Rusya'nın enerjide izlediği yol, ABD ve AB'ninkilerden oldukça farklılaşmıştır.

Uluslararası system de, büyük güçlerin enerji politikalarıyla uyumlu bir gelişme göstermektedir. Sovyetlerin dağılmasıyla birlite, uluslararası sistem soğuk savaş zamanındaki iki kutuplu dan ABD'nin hegemonyası altında tek kutupluya dönüşmüştür. Ancak, 2008 küresel finansal kriz sonrasında gücün bölgeler arasında dağılmasıyla uluslararası system, ABD, Çin, Rusya ve AB'nin kilit rol oynadığı çok kutuplu hale gelmiştir.

Bu sunum yenilenebilir enerji dönüşümünün jeopolitiğini değerlendirmektedir. Yeni enerji jeopolitiğinin ana dinamikleri, ülkelerin yenilenebilir enerji teknolojilerinin araştırma ve üretimine ne kadar kaynak ayırdıkları, bu teknolojilerin enerjileri için gerekli olan nadir toprak elementlerine erişim imkanları ve ülke sınırları içindeki yenilenebilir enerji üretimi ve enerji etkinliğini artırma potansiyellerine bağlı olacaktır. Sunumda, yenilenebilir enerji jeopolitiğinin geleneksel fosil yakıt jeopolitiğinden farklı olup olmayacağı ve önümüdeki on yıllarda yenile-

nebilir enerji jeopolitiğinin küresel jeopolitiği nasıl etkileyeceği sorularına cevap aranacaktır.

Anahtar Kelimeler: Enerji dönüşümü, yenilenebilir enerji, jeopolitik, çok kutuplu enerji

Abstract: *At present, the global energy system is in the midst of one of the most significant energy transitions. Although fossil fuels have dominated the world's energy mix since the Industrial Revolution, the share of renewable energy, especially in electricity generation, is gradually increasing everywhere. Countries are trying to use more domestic renewable energy sources and increase efficiency of their energy systems for a sustainable future. In the past, similar energy transitions have occurred from wood to coal and coal to oil and gas, but today the fossil fuel-dominated energy system will be replaced with a renewable-dominated one.*

The experiences gained from the previous energy transitions have shown that none of them occurred without disturbance. They constituted a paradigm shift with major changes in economy, politics, and sociology and generally occurred during periods of rising geopolitical tensions. These dynamics are also valid for today's energy transition from fossil fuels to renewables, creating unique problems in major energy consuming-countries and hydrocarbon-exporting countries alike.

Today, one of the most noteworthy changes in the global energy substitution models have occurred as significant alterations in the past trends and the major dynamics. The rise of geopolitical competition among the world's powers over fossil fuels has already reversed important trend in the global energy mix. Powers are increasingly trying to solve their energy-security problems with domestic energy sources. Path dependency in energy use also becomes important; the energy paths of China and Russia are diverging considerably from those of the United States and European Union.

The international system is also evolving parallel to the energy policies of the powers. The dissolution of the Soviet Union transformed the international system from a bipolar structure of the cold war era to a unipolar with the hegemony of the United States. However, since the global financial crisis of 2008, power has grown steadily more diffuse, and the international system is defined by multi polarity, of which power is shared almost equally among different regions while the United States, the People's Republic of China, Russia, and the European Union play pivotal roles.

This presentation briefly overviews the geopolitics of renewable energy transition. The major dynamics of the new energy geopolitics will be depended mostly upon how much countries invest in research and production of renewable energy technologies, their access to several rare earth minerals, which are needed to power these technologies, and their respective potential to generate renewable energy and increase energy efficiency within their borders. The presentation will try to answer two important questions: Will the geopolitics of renewable energy be similar or different compared to the traditional geopolitics of fossil fuels? How will renewable energy reshape global geopolitics in the coming decades?

Keywords: *Energy transition, renewable energy, geopolitics, multipolar energy*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Are We Alone? How Earth's Early Oceans and Atmosphere Help Guide the Search for Life Beyond Our Solar System

Yalnız mıyız? Güneş Sistemimizin Ötesinde Yaşam Arayışımıza Yerküre'nın İlksel Okyanus ve Atmosferi Nasıl Rehberlik Eder?

Timothy Lyons

Department of Earth Sciences, University of California, Riverside, USA

Alternative Earths Astrobiology Center

(timothy.lyons@ucr.edu)

Abstract: Life and life-sustaining environments, including oceans, have existed on a dynamic Earth for more than four billion years. Each of our many past planetary states was associated with a particular atmospheric composition, and those atmospheres contained gases such as oxygen and methane that were produced by Earth's early life. Using ancient Earth to understand when and how these biosignature gases accumulated is allowing us to select targets and techniques for exploring the many Earth-like planets beyond our solar system.

Keywords: Early Earth, atmospher, solar system, biosignature

Öz: *Yaşam ve okyanusların da dahil olduğu yaşam barındıran ortamlar dört milyar yılı aşkın bir süredir Yerküre'nin değişken koşullarında varlığını sürdürmektedir. Yerküre'nin gezegen olma yolundaki her aşamasına farklı atmosfer bileşimleri eşlik etmiş ve bu atmosferler Yerküre'nin ilksel dönemlerinde gelişen yaşam kaynaklı oksijen ve metan gibi gazları içermişlerdir. Antik Yerküre'yi kullanarak bu biyoiz gazların nasıl ve ne zaman birikim gösterdiklerini anlamak Güneş sistemimizin ötesinde Yerküre benzeri birçok gezegenin keşfi için uygun alan ve teknikleri seçmemize imkân sunacaktır.*

Anahtar Kelimeler: *İlksel Yerküre, atmosfer, güneş sistemi, biyoiz*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Current Trends in U-Pb Geochronology

U-Pb Jeokronolojisindeki Güncel Eğilimler

István Dunkl

Geoscience Center, Department of Sedimentology and Environmental Geology, University of Göttingen, Goldschmidtstrasse 3, 37077 Göttingen, Germany

(istvan.dunkl@geo.uni-goettingen.de)

Abstract: The currently widely used term "isotope" originates from the beginning of the XXth century by the intense work on the actinide elements and the discovery of the members of the uranium decay series (Soddy, 1913; Nagel, 1982). The study of radioactive decay and the highly variable time ranges of these newly detected processes inspired the approach to express the age of minerals and rocks (Boltwood, 1907; Holmes, 1911). Thus the U-Pb dating became one of the first geochronological method more than 100 years ago. It contributed significantly to the understanding of the timing of Earth's evolution already in the first half of the XXth century, and the earth scientists got used to that the millions of years is the dimension of the geological time scale and the processes in the lithosphere.

In the early decades the mostly used procedure based on the thermal ionisation mass spectrometry (TIMS) technique and the majority of the analysed phases was zircon. Due to the low sensitivity of the available analytical instruments the U-rich phases and old, early Phanerozoic and Precambrian formations were in the focus. By the improvement of the analytical technique the precision has improved significantly, the required sample mass had shrunk and in this way younger and younger samples yielded U-Pb ages with acceptable precision (Schoene, 2014). Thanks to the high accuracy this technique is mostly used for ultra-fine resolution of igneous/volcanic events nowadays (Wotzlaw et al., 2014). However, the preparation is a tedious procedure, and thus the TIMS method had a relatively low throughput.

The appearance of the in-situ analytical techniques resulted in significant changes in the concepts of the geochronological works (e.g. Compston et al., 1984; Ireland and Williams, 2003). First the secondary ion mass spectrometry (SIMS) allowed to date relatively high number of spots and thus it has opened the door both for dating multiple zones within one crystal and also for the single grain age-based characterisation of siliciclastic sediments. The age spectra became one of the most commonly used provenance analytical methods nowadays. Thus beyond the igneous petrologists dealing with the emplacement ages of felsic and intermediate formations and structural geologist dealing with geodynamic questions also the communities of sedimentologists and exploration geologists have started to use the detrital zircon (DZ) geochronology in their routine works on sedimentary formations. This resulted in a dramatic increase of the scientific communications using the U-Pb methods since the early nineties (Spencer et al., 2016).

The introduction of the laser ablation ICPMS technique contributed to the common application

of the U-Pb geochronology on very wide fields (e.g. Košler and Sylvester, 2003; Horstwood et al., 2003; Frei and Gerdes, 2009). The high number of the laboratories, the improvements in the laser ablation technique and the increasing sensitivity of the mass spectrometers triggered a rapid development in the last decade. We can say that the zircon-dominated analytical approach is over, the laser ablation U-Pb studies are more and more based on the dating of titanite, monazite, xenotime, rutile, carbonate minerals, columbite, garnet. In this way beyond the dating of the crystallisation from melt -by the usage of zircon- a wide spectrum of geological processes became dateable. One of the most commonly used approach is the petrochronology, when relatively long-lasting metamorphic processes can be described and dated by the combined application of mineral PT stability analysis, mineral-specific trace element analyses and in-situ U-Pb and Ar-Ar geochronology of minerals having different textural contexts and their zones. By the evaluation and modelling of the U-Pb ages and zonation e.g. in apatite, rutile or titanite the "high-T thermochronology" was developed, that contributes to the recognition of the time-temperature trajectories in mid-crustal conditions (Millonig et al., 2013). The analysis of diagenetic and hydrothermal mineralisations allow to extend the scope of U-Pb geochronology towards shallow crustal and even surficial processes. In case of proper Pb/U ratio (low common lead and relatively high U content) carbonate minerals, opal, goethite and hematite can yield the formation ages of these minerals precipitated in hydrothermal, ore-bearing regimes, or as veins along active faults, but also from descendent, meteoric fluids and in soils (Rasbury et al., 1997; Neymark et al., 2002, Woodhead et al., 2012; Walter et al., 2018).

The modern, in-situ applications requires different types of analyses and visualization of the intra-crystal structures and compositions, thus beyond the "classical" cathodoluminescence and EMP techniques the Raman "crystallinity", photoluminescence or laser ablation mapping can be used to characterise the trace element distribution and the variation of the state of the lattice within one crystal. The Raman spectra have especially high importance for the improvement of the precision of the laser ablation data, as the degree of metamictisation is influencing the ablation behaviour of zircon or titanite grains and accordingly some corrections may be necessary (Sliwinski et al., 2017). In order to compensate the effect of metamictisation and optimize the location of the analytical spots the so called "chemical abrasion" technique is also applied (Mattinson, 2005), when the dated grains re-crystallized by thermal annealing and the zones having different degree of lattice defects are outlined by acid treatment (Crowley et al., 2014).

The details of melt-generation and crystallisation processes can be traced by the Hf, O and Li isotopic composition of the dated zircon crystals (e.g. Hawkesworth and Kemp, 2006, Bouvier et al., 2012). The combination of U-Pb geochronology with other dating methods can extend both the accuracy and complexity of the age constraints generated. The integrated application of the in-situ U-Pb analyses with U-series and (U-Th)/He dating allow highly precise determination of Pleistocene and Holocene eruption events (Schmitt et al., 2014). Another thriving field of the combination of the methods is the so called "double dating" when the U-Pb ages deliver the datum of the crystallisation, while the fission track or (U-Th)/He age determined on the same grain refers the post-emplacement cooling history. This coupled dating is used mostly on zircon, but the details of the thermal history can also be detected by using apatite crystals (Danišík et al., 2010). The dominating application of the double dating is in the field of advanced provenance analysis (Reiners et al., 2005).

Keywords: Isotope, radioactive decay, U-Pb geochronology, thermochronology, LA-ICPMS technique

References

Bouvier A. S., Ushikubo T., Kita N., Cavosie A., Kozdon R., Valley J., 2012. Contributions to Mineralogy and Petrology, 163, 745-768.

Boltwood, B.B., 1907. American Journal of Science, 23, 77-88.

Compston, W., Williams, I.S., Meyer, C., 1984. Journal of Geophysical Research, 89, B525–B534.

Crowley, Q.G., Heron, K., Riggs, N., Kamber, B., Chew, D., McConnell, B., Benn, K., 2014. Minerals, 4, 503-518.

Danišík, M., Pfaff, K., Evans, N.J., Manoloukos, C., Staude, S., McDonald, B.J., Markl., G., 2010. Chemical Geology, 278, 58-69.

Frei, D., Gerdes, A., 2009. Chemical Geology, 261, 261-270.

Hawkesworth, C.J., Kemp, A.I.S., 2006. Chemical Geology, 226, 144-162.

Holmes, A., 1911. Proceedings of the Royal Society of London, 85, 248-256.

Horstwood, M.S.A., Parrish, R.R., Nowell, G.M., Noble, S.R., 2003. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 18, 837-846.

Ireland, T.R., Williams, I.S., 2003. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 53, 215-241. Washington, DC: Mineralogical Society of America.

Košler, J., Sylvester P.J., 2003. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 53, 43-275.

Mattinson, J.M., 2005. Chemical Geology, 220, 47-66.

Millonig, L.J., Gerdes, A., Groat, L.A., 2013. Chemical Geology, 353, 199-209.

Nagel, M.C., 1982. Journal of Chemical Education. 59, 739-740. doi:10.1021/ed059p739

Neymark, L.A., Amelin, Y., Paces, B., Peterman, Z.E., 2002. Applied Geochemistry, 17, 709-734.

Rasbury, E.T., Hanson, G.N., Meyers, W.J., Saller, A.H., 1997. Geochimica et Cosmochimica Acta, 61, 1525-1529.

Reiners, P.W., Campbell, I.H., Nicolescu, S., Allen, C.M., Hourigan, J.K., Garver, J.I., Mattinson, J.M., Cowan, D.S., 2005. American Journal of Science, 305, 259-311.

Schmitt, A.K., Danišík, M., Siebel, W., Elitok, Ö., Chang, Y.W., Shen, C.C., 2014. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 286, 24-29.

Sliwinski, J.T., Guillong, M., Liebske, C., Dunkl, I., von Quadt, A., Bachmann, O., 2017. Chemical Geology, 472, 8-21.

Schoene, B., 2014. Treatise on Geochemistry, 4, 341-378.

Soddy, F., 1913. Nature, 92, 399-400.

Spencer, C.J., Kirkland, C.L., Taylor, R.J.M., 2016. Geoscience Frontiers, 7, 581-589.

Walter, B.F., Gerdes, A., Kleinhanns, I.C., Dunkl, I., von Eynatten, H., Kreissl, S., Markl, G., 2018. Geochimica et Cosmochimica Acta, 240, 11-42.

Woodhead, J., Hellstrom, J., Pickering, R., Drysdale, R., Paul, B., and Bajo, P., 2012. Quaternary Geochronology, 14, 105-113.

Wotzlaw, J.-F., Buret, Y., Large, S.J.E., Szymanowski, D., von Quadt, A., 2017. Journal of analytical atomic spectrometry, 32, 579-586.

Öz: *Halen yaygın olarak kullanılan "izotop" terimi, 20. yüzyılın başlarında, aktinit serisi elementler üzerindeki yoğun çalışma ve uranyum bozunma serisi üyelerinin keşfiyle ortaya çıkmaktadır (Soddy, 1913; Nagel, 1982). Radyoaktif bozunma ve bu yeni tespit edilen işlemlerin çok değişken zaman aralıklarının incelenmesi, mineral ve kayaçların yaşını ifade etme yaklaşımına ilham vermiştir (Boltwood, 1907; Holmes, 1911). Böylece U-Pb tarihlemesi, 100 yıldan daha uzun bir süre önce ilk jeokronolojik yöntemlerden biri oldu. 20. yüzyılın ilk yarısında Dünya'nın evriminin zamanlamasının anlaşılmasına önemli ölçüde katkıda bulundu ve yerbilimciler milyonlarca yılın jeolojik zaman ölçeğinin ve litosferdeki süreçlerin ölçüsü olduğuna alıştılar.*

İlk yıllarda, en çok kullanılan prosedür termal iyonizasyon kütle spektrometresi (TIMS) tekniğine dayanmakta ve analiz edilen fazların çoğu zirkon idi. Mevcut analitik cihazların düşük hassasiyeti nedeniyle U'ca zengin fazlar ve eski, erken Fanerozoyik ve Prekambriyen oluşumlara odaklanılmıştır. Analitik tekniğin gelişmesiyle, hassasiyet önemli ölçüde iyileşmiş, gerekli numune kütlesi küçülmüş ve bu şekilde gittikçe daha genç numuneler kabul edilebilir hassasiyetle U-Pb yaşları vermişlerdir (Schoene, 2014). Yüksek doğruluğu sayesinde bu teknik, günümüzde çoğunlukla magmatik/volkanik olayların yüksek hassasiyetle çözünürlüğü için kullanılmaktadır (Wotzlaw ve diğ., 2014). Bununla birlikte, hazırlık süreci zahmetli bir prosedürdür ve bu nedenle TIMS yönteminin nispeten düşük bir verimi vardır.

Yerinde analitik tekniklerin ortaya çıkması, jeokronolojik çalışmaların kavramlarında önemli değişikliklerle sonuçlanmıştır (örn. Compston ve diğ., 1984; Ireland ve Williams, 2003). Birincisi, ikincil iyon kütle spektrometrisi (SIMS) nispeten yüksek sayıda nokta yaşlandırmasını sağlamış ve böylece hem bir kristal içindeki birden fazla bölgeyi tarihlendirmek hem de silisiklastik sedimanların tek tane yaşa dayalı karakterizasyonuna olanak tanımıştır. Yaş spektrumları günümüzde en yaygın kullanılan provenans analitik yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Böylece, felsik ve ortaç oluşumların yerleşme yaşlarıyla ilgilenen magmatik petrologların ve jeodinamik sorularla ilgilenen yapısal jeologların ötesinde, sedimantologlar ve arama jeologları, tortul oluşumlar üzerindeki rutin çalışmalarında kırıntılı zirkon (KZ) jeokronolojisini kullanmaya başladılar. Bu durum, doksanlı yılların başından beri U-Pb yöntemlerini kullanan bilimsel çalışmaların dramatik bir şekilde artışına neden olmuştur (Spencer ve diğ., 2016).

Lazer ablasyon ICPMS tekniğinin tanıtılması U-Pb jeokronolojisinin çok geniş alanlarda yaygın olarak uygulanmasına katkıda bulunmuştur (örn. Košler ve Sylvester, 2003; Horstwood ve diğ., 2003; Frei ve Gerdes, 2009). Çok sayıda laboratuvar, lazer ablasyon tekniğindeki gelişmeler ve kütle spektrometrelerinin artan hassasiyeti son on yılda hızlı bir gelişmeyi tetiklemiştir. Zirkona dayalı analitik yaklaşımın bittiğini söyleyebiliriz, lazer ablasyon U-Pb çalışmaları gittikçe daha fazla titanit, monazit, ksenotim, rutil, karbonat mineralleri, kolumbit, garnet yaşlandırılmasına dayanmaktadır. Bu yolla eriyikten kristalleşmenin - zirkon kullanımıyla - tarihlendirilmesinin ötesinde, geniş bir spektrumda jeolojik süreçlerin tarihlendirilmesi olanaklı hale gelmiştir. En yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan biri petrokronoloji olup, nispeten uzun ömürlü metamorfik işlemler, mineralde basınç-sıcaklık duraylılık analizi, minerale özel iz element analizleri ve farklı dokusal özellikler ve zonlanma gösteren minerallerin yerinde U-Pb ve Ar-Ar jeokronolojisinin birlikte uygulanmasıyla tanımlanabilmekte, ve tarihlendirilebilmektedir. Apatit, rutil veya titanit gibi minerallerde U-Pb yaşlarının ve zonlanmalarının değerlendirilmesi ve modellenmesi, orta-kabuk koşullarında zaman-sıcaklık eğ-

rilerinin tanınmasına katkıda bulunan "yüksek-T termokronolojisi" geliştirilmiştir (Millonig ve diğ., 2013). Diyajenetik ve hidrotermal mineralizasyonların analizi, U-Pb jeokronolojisinin kapsamını sığ kabuktaki ve hatta yüzeydeki olaylara doğru genişletmeye izin vermiştir. Uygun Pb/U oranı (düşük ortak kurşun ve nispeten yüksek U içeriği) durumunda, karbonat mineralleri, opal, götit ve hematit, hidrotermal sistemlerde cevher taşıyan ortamlarda veya aktif faylar boyuncaki damarlarda, veya aynı zamanda süzülen meteorik sıvılarda ve toprakta çökelen bu minerallerin oluşum yaşlarını verebilir (Rasbury ve diğ., 1997; Neymark ve diğ., 2002, Woodhead ve diğ., 2012; Walter ve diğ., 2018).

Modern, yerinde uygulamalar, kristal içi yapıların ve bileşimlerin farklı analiz türlerini ve görselleştirilmesini gerektirir, bu nedenle "klasik" katodolüminesans ve EMP tekniklerinin ötesinde, Raman "kristallite", fotolüminesans veya lazer ablasyon haritalaması bir kristal içindeki eser element dağılımı ve kristal kafesin durumunu ortaya çıkarmada kullanılabilir. Raman spektrumları, lazer ablasyon verilerinin hassasiyetinin iyileştirilmesi için özellikle yüksek öneme sahiptir, çünkü kristal yapısının tahrip edilme derecesi zirkon veya titanit tanelerinin ablasyon davranışını etkilemektedir ve buna göre bazı düzeltmeler gerekli olabilir (Sliwinski ve diğ., 2017). Kristal yapısının tahrip edilme etkisini telafi etmek ve analitik noktaların konumunu optimize etmek için, tarihlendirilmiş taneler termal tavlama ile yeniden kristalize edildiğinde ve farklı derecelerdeki kafes kusurları asit muamelesi ile sınırlandığında (Crowley ve diğ., 2014) "kimyasal aşınma" tekniği de uygulanır (Mattinson, 2005).

Eriyik oluşumu ve kristalleşme işlemlerinin ayrıntıları, tarihlendirilmiş zirkon kristallerinin Hf, O ve Li izotopik bileşimi ile izlenebilir (örn. Hawkesworth ve Kemp, 2006, Bouvier ve diğ., 2012). U-Pb jeokronolojisinin diğer tarihleme yöntemleriyle kombinasyonu, doğruluğu arttırmakta ve daha sofistike yaş kıstaslarının elde edilmesine olanak vermektedir. Yerinde U-Pb analizlerinin, U-serisi ve (U-Th)/He tarihlendirme ile entegre uygulaması, Pleyistosen ve Holosen püskürme olaylarının son derece hassas bir şekilde belirlenmesine izin verir (Schmitt ve diğ., 2014). Yöntemlerin kombinasyonunun bir başka hızla gelişen alanı, U-Pb yaşları kristalizasyon verisini verdiğinde, aynı tanede belirlenen fisyon izi veya (U-Th)/He yaşı yerleşme sonrası soğuma geçmişini veren "çift tarihlendirme"dir. Bu birleştirilmiş tarihlendirme çoğunlukla zirkonda kullanılır, ancak termal geçmişin detayları apatit kristalleri kullanılarak da tespit edilebilir (Danišík ve diğ., 2010). Çifte tarihlendirmenin hakim uygulaması, gelişmiş provenans analizi alanındadır (Reiners ve diğ., 2005).

Anahtar Kelimeler: *İzotop, radyoaktif bozunma, U-Pb jeokronolojisi, termokronoloji, LA-ICPMS tekniği*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

IODP beyond 2023, Ophiolites and the Thermal Boundary Layer in the Oceanic Crust

2023'ün Ötesindeki IODP, Ofiyolitler ve Okyanusal Kabukta Termal Sınır Tabakası

Eric Ferré[1], Osman Parlak[2], Abigail Choisser[1], Elham Hosseinzadehsabeti[1], Tamer Rızaoğlu[3]

[1]School of Geosciences, University of Louisiana at Lafayette, Lafayette, LA, United States

[2]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balcalı, Adana 01330, Türkiye

[3]Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-46100, Türkiye

(eric.ferre@louisiana.edu)

Abstract: Fragments of the oceanic lithosphere occasionally becomes accessible above sea-level in the form of ophiolitic massifs. These massifs offer unparalleled opportunities to investigate a wide range of geological, tectonic and biological processes that currently are and have been taking place in the ocean floor at water depths of thousands of meters. Studying ophiolites on land has three key advantages over drilling through the seafloor: access to 3-D exposures, greater accessibility, and lower cost (an Integrated Ocean Discovery Program [IODP] drilling expedition costs ≈US$15M). Yet, drilling below the seafloor is the only possible way to active and short-lived, biological or chemical processes. As the IODP program is up for renewal after 2023, the urgency of redefining its leading research themes requires the input of all those interested in ophiolites. Since the ophiolite concept was developed during the 1972 Penrose Conference, we have learned that these assemblages are not truly typical examples of the oceanic lithosphere but instead form in supra-subduction zone settings. With such caveat in mind, comparative investigations of ophiolites and regular oceanic lithosphere have already advanced our knowledge of the oceanic side of our planet. For the past 40 years, two singular ophiolites have occupied the scientific spotlight: Oman and Troodos. The Anatolian ophiolites have received considerable attention but still hold a tremendous potential to advance our understanding of key geological concepts.

Here we present a simple example showing how combined investigations of ophiolites and oceanic seafloor can solve important scientific questions. The Earth exchanges heat through various processes: convection from the outer core to the asthenospheric mantle, conduction in the inner core, mantle and crust, and advection in the crust and oceans. In oceanic regions, the lower limit for advective processes lies in the crust, somewhere between the gabbros (seismic layer 3) and the sheeted dike complex (seismic layer 2b). IODP Expedition 335 drilled through this thermal boundary layer (TBL) and revealed striking similarities with its equivalent in Oman, Troodos and many other ophiolites. The most striking discovery at the TBL was the existence of a zone of granoblastic dikes that underwent multiple successive episodes of seawater alteration and contact metamorphism (up to 7 episodes). These materials, a 60-100 m thick zone of oceanic hornfels, elsewhere referred to as beerbachites, preserve the structural,

petrological and geochemical record of protracted alteration, potentially millions of years after their formation at the ridge. Understanding the vertical, lateral and temporal extent of this zones is needed to model fluid-assisted heat extraction in the oceans and overall the oceanic heat budget of our planet.

Our preliminary investigations on 25 samples of the Göksun (Kahramanmaraş) ophiolite show the existence of such a granoblastic dikes layer and present new petrological, structural, magnetic and image analysis data to constrain their alteration and metamorphic evolution.

Keywords: IODP, ophiolite, granoblastic, sheeted dike, oceanic, Anatolia

Öz: *Okyanus litosferinin parçaları nadiren deniz seviyesinin üzerinde ofiyolitik masifler şeklinde erişilebilir hale gelir. Bu masifler okyanus tabanında binlerce metre derinlikteki su derinliklerinde şu anda gerçekleşmekte ve gerçekleşmiş olan ve jeolojik, tektonik ve biyolojik süreçleri araştırmak için eşsiz fırsatlar sunmaktadır. Karadaki ofiyolitleri incelemek, deniz tabanı sondajına kıyasla üç önemli avantaja sahiptir: 3-B yüzleklere erişim, daha fazla erişilebilirlik ve daha düşük maliyet (Entegre Okyanus Keşif Programı [IODP] sondaj keşif masrafı US$15M). Ancak, deniz tabanı altının sondajı, aktif ve kısa ömürlü, biyolojik veya kimyasal işlemlerin mümkün olan tek yoludur. IODP programı 2023'ten sonra yenilenmeye gideceği için, önde gelen araştırma temalarını yeniden tanımlama aciliyeti ofiyolitlerle ilgilenen herkesin girdisini gerektirir. Ofiyolit kavramı 1972 Penrose Konferansı sırasında geliştiğinden, bu toplulukların okyanusal litosferin gerçekten tipik örnekleri olmadığını, bunun yerine supra-subduction zon ortamlarında oluştuğunu öğrendik. Bu tür bir uyarı göz önüne alındığında, ofiyolitlerin ve düzenli okyanus litosferinin karşılaştırmalı incelemeleri, gezegenimizin okyanus tarafı hakkındaki bilgilerimizi şimdiden geliştirmiştir. Geçtiğimiz 40 yıl boyunca, iki tekil ofiyolit bilimsel sahneyi işgal etti: Umman ve Troodos. Anadolu ofiyolitleri büyük ilgi gördü ancak önemli jeolojik kavramlar hakkındaki anlayışımızı ilerletmek için muazzam bir potansiyele sahipler.*

Burada, ofiyolitlerin ve okyanusal deniz tabanının birlikte incelenmesinin önemli bilimsel soruları nasıl çözebileceğini gösteren basit bir örnek sunuyoruz. Dünya ısıyı çeşitli işlemlerle transfer eder: dış çekirdekten astenosferik mantoya konveksiyon, iç çekirdek, manto ve kabukta iletim, kabuk ve okyanuslarda adveksiyon. Okyanus bölgelerinde, advektif süreçler için alt sınır kabukta, gabrolar (sismik tabaka 3) ve tabakalı dayk kompleksi (sismik tabaka 2b) arasında bir yerde bulunur. IODP Expedition 335, bu termal sınır katmanını (TBL) delmiş ve Umman, Troodos ve diğer birçok ofiyolit eşdeğeri ile çarpıcı benzerlikler ortaya koymuştur. TBL'deki en çarpıcı keşif, art arda birden fazla evre deniz suyu alterasyonu ve dokanak metamorfizması geçirmiş bir granoblastik dayk bölgesinin varlığı olmuştur (7 evreye kadar). Beerbachit olarak adlandırılan, 60-100 m kalınlığındaki okyanusal hornfels bölgesi olan bu malzemeler, potansiyel olarak sırtlarda oluşmalarından milyonlarca yıl sonra, uzun süreli değişimlerin yapısal, petrolojik ve jeokimyasal kayıtlarını korurlar. Okyanuslardaki sıvı destekli ısı ekstraksiyonunu ve genel olarak gezegenimizin okyanus ısı bütçesini modellemek için bu bölgelerin dikey, yanal ve zamansal boyutunu anlamak gerekir.

Göksun (Kahramanmaraş) ofiyolitinin 25 örneği üzerindeki ön araştırmalarımız, böyle bir granoblastik dayk katmanının varlığını göstermektedir ve alterasyon ve metamorfik evrimini sınırlamak için yeni petrolojik, yapısal, manyetik ve görüntü analiz verilerini sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *IODP, ofiyolit, granoblastik, levha dayk, okyanus, Anadolu*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Quantification of Geological Evidence for the Operation of Plate Tectonics Throughout the Archean: Records from Archean Paleo-Plate Boundaries

Arkeen Boyunca Plaka Tektoniğinin Çalışması İçin Jeolojik Kanıtların Ölçülmesi: Arkeen Eski-Plaka Sınırlarından Kayıtlar

Timothy Kusky[1], Brian F. Windley[2], Ali Polat[2,3]

[1]State Key Lab for Geological Processes and Mineral Resources, Center for Global Tectonics, School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
[2]Center for Global Tectonics, School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
[3]Department of Earth and Environmental Sciences, University of Windsor, Ontario, Canada
(tkusky@gmail.com)

Abstract: Plate tectonics describes the horizontal motion of plates away from mid-oceanic ridges and parallel to transforms, towards deep-sea trenches, where the oceanic lithosphere is subducted. This process is the surface expression of modern-day heat loss from the Earth, and can be quantified in terms of the size of the largest plates (related to the scale of the driving mantle convection cells), depths of subduction, time durations of specific tectonic cycles, and relative balances of different phenomena such as rates of magma supply and extension at divergent plate boundaries. We present and evaluate data that documents Archean plate boundaries from the rock record constrained by relevant geological, structural, geochemical-isotopic data, that shows 1) the formation of continental rifts (>3.1 Ga) and > 1,600 km long passive margins into the late Archean (>2740 Ma), 2) magma-rich and magma-poor type oceanic lithosphere was produced at oceanic ridges, travelled thousand of kilometers laterally along strike-slip faults, and was accreted along with the overlying ocean plate stratigraphy (OPS) in Archean accretionary orogens back to 4.0 Ga, 3) that oceanic lithosphere was subducted to at least the mantle transition zone (410 km) in the late Archean, 4) this subduction produced characteristic thrust-imbricated accretionary prisms paired with magmatic arcs with Phanerozoic-style geochemical signatures, at least as far back as the Eoarchean. Precambrian metamorphism generally reflects higher geotherms, but isolated eclogites occur as xenoliths in kimberlites, and have been suggested to occur in late Archean and Proterozoic collisional orogens, including along the north margin of the North China craton in the Northern Hebei orogen. Map patterns of gneiss domes penetrating and refolding intervening volcano-sedimentary sequences are shown to be not diagnostic of Archean times as many modelers suggest, but to reflect a specific tectonic environment in the roots of arc terranes, with examples shown from Archean, Proterozoic, Paleozoic, Mesozoic, and Cenozoic orogens, including some presently growing in the Menderes massif of SW Turkey, the Zagros of Iran, and in Kohistan. From the above geologically-constrained observations, we are able to place quantitative boundary conditions on Archean plate tectonics, including 1) some plates were at least 1,600 km in diameter, oceanic lithosphere was subducted to at least 410 km at 2.55 Ga, 3) the duration of "Wilson cycle" type orogenic cycles was tens to hundreds of Ma, similar to the Phanerozoic time span, 4) the range of the rate of oceanic spreading/magma supply was similar to that in today's oceans, and 5) mantle temperatures and continental geotherms were slightly higher at 3.0 Ga (<200 °C) than those on

the modern Earth. These data can be used to place basic constraints on numerical models of Archean geodynamics. We conclude that the evidence shows indubitably that plate tectonics has been operating at least since the formation of the oldest rocks, albeit with some differences in processes, compositions, and products in earlier times of higher heat generation and mantle temperature, weaker oceanic lithosphere, and weaker subduction zones caused by more slab-melt generation, and under different biological and atmospheric conditions.

Keywords: Plate tectonics, continental rifts, oceanic ridges, subduction, accretionary prism, Wilson cycle

Öz: *Levha tektoniği, okyanus-ortası sırtlardan uzaklaşan ve transformlara paralel, okyanusal litosferin yitime uğradığı derin deniz hendeklerine doğru olan yatay hareketi tanımlar. Bu işlem Dünya'dan ısı kaybının yüzey ifadesidir, ve en büyük levhaların boyutu (manto konveksiyon hücrelerinin ölçeği ile ilişkili), dalma-batmanın derinliği, belirli tektonik döngülerin zaman aralığı, ve magma girdisinin oranı ve uzaklaşan levha sınırlarındaki gerilme gibi değişik olayların göreceli dengeleri nicelleştirilebilir. Biz, konu ile ilgili jeolojik, yapısal, jeokimyasal-izotopik veriler ile sınırlanan kayaç kayıtlarından Arkeen levha sınırlarını belgeleyen verileri sunuyor ve değerlendiriyoruz. Bu veriler 1) Geç Arkeen'de (>2740 My) kıtasal riftlerin (>3.1 Milyar yıl) ve >1.600 km uzunlukta pasif kıta kenarlarının oluşumunu, 2) magmaca zengin ve magmaca fakir-tip okyanusal litosferin, okyanus ortası sırtlarda oluşup, doğrultu atımlı faylarca yatayda binlerce kilometre mesafe kaydedip, ve 4 milyar öncesine giden Arkeen yığışım orojenleri içinde, üzerleyen okyanus levha stratigrafisi (OPS) boyunca eklendiğini, 3) Geç Arkeen'de, okyanusal litosferin en azından manto geçiş bölgesine kadar (410 km) dalıp-battığını, 4) Bu dalma-batmanın, en azından Eoarkeen'e kadar uzanan, karakteristik Fanerozoyik tipi jeokimyasal özelliklere sahip magmatik yaylar ile ilişkili bindirme-imbrike yığışım prizmasını oluşturduğunu göstermektedir. Prekambriyen metamorfizması genellikle daha yüksek jeoterm göstermektedir. Fakat, izole eklojitler ksenolit olarak kimberlitler içinde bulunmakta olup, bunun Kuzey Hebei orojenindeki Kuzey Çin kratonunun kuzey kenarını da içeren, Geç Arkeen ve Proterozoyik çarpışmalı orojenlerde meydana geldiği önerilmektedir. Araya karışmış volkano-sedimenter istifleri kesen ve tekrar kıvıran gnays domlarının harita desenleri, birçok modelcinin de önerdiği üzere Arkeen zamanının tipik bir özelliği olmayıp, bazısı halen Menderes Masifi (GB Türkiye), Zagros (İran), ve Kohistan'da büyümeye devam etmekte olanları da içeren, Arkeen, Proterozoyik, Paleoyozik, Mesozoyik, ve Senozoyik orojenlerdeki örneklerde de görülen yay birliklerinin köklerinde, belirli bir tektonik bölgeyi yansıtmaktadır. Yukarıda belirtilen jeolojik olarak sınırlanmış gözlemlere dayanarak, Arkeen levha tektoniğine şu şekilde nicel sınır koşulları koyabiliyoruz; 1) bazı levhalar en az 1.600 km çapında idi, 2,55 milyar yıl önce okyanusal litosfer en azından 410 km derinliğine daldı, 3) "Wilson çevrimi" tipi orojenik döngülerin süresi, Faneroyozik zaman aralığına benzer şekilde, onlarca, binlerce My idi, 4) okyanusal yayılma/magma girdisi oranının aralığı, bugünkü okyanuslarda görülen değerlere benzerdi, ve 5) 3 Milyar yıl öncesinde manto sıcaklığı ve kıtasal jeotermler, günümüz Dünyası'ndan nazaran biraz daha fazlaydı (<200 °C). Bu veriler Arkeen jeodinamiğinin sayısal modellerine temel sınırlamalar koymak için kullanılabilir. Kanıtların kesin olarak, daha fazla ısı oluşumu ve manto sıcaklığının, daha zayıf okyanusal litosferin, okyanusal litosfer türevli ergiyiklerden kaynaklı daha zayıf yitim zonlarının, ve değişik biyolojik ve atmosferik koşulların bulunduğu daha önceki zamanlardaki işlemlerde, içeriklerde, ve ürünlerdeki bazı farklılıklara rağmen, levha tektoniğinin en azından en eski kayaçların oluşumundan beri işlediğini gösterdiği sonucuna varıyoruz.*

Anahtar Kelimeler: *Plaka tektoniği, kıtasal riftler, okyanusal sırtlar, yitim, yığışım prizması, Wilson çevrimi*

75. YIL ÖZEL ŞÜKRAN OTURUMU: MUHARREM SATIR

75th ANNIVERSARY HONORARY SESSION: MUHARREM SATIR

ERDİN BOZKURT – OSMAN PARLAK – HEINRICH TAUBALD

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Environmental Stable Isotope Tools

Çevresel Kararlı İzotop Araçları

Heinrich Taubald

University of Tübingen, Isotope Geochemistry, Wilhelmstr. 56, 74074 Tübingen, Germany (taubald@uni-tuebingen.de)

Abstract: A significant number of elements comprise two or more stable isotopes, from the very light elements, e.g. H, C, O to heavy elements like Pb. In environmental case studies ratios of stable isotopes and/or δ-values are extremely helpful tools to address questions (processes, sources, sinks, transport pathways, fingerprints, etc.), that could not be answered by conventional methods, e.g. measurement of concentration or speciation.

Since the middle of the last century, due to improved analytical facilities after the second world war, measurements of stable isotope ratios in geoscience became an important factor and were applied ubiquitously. These very early used isotopes of the elements H, C, N, O, S are therefore also called "traditional" stable isotopes.

With the onset of new analytical techniques, e.g. MC-ICP-MS instrumentation, established now in geoscience for approximately 20 years, also isotope variations of heavy elements (e.g. Fe, Cr, Mo, etc.) became applicable in environmental case studies.

Environmental processes occur usually in the low, ambient temperature field, where mass dependent isotope fractionation is significantly higher compared to high temperature processes, like in magmatic or metamorphic settings. This fact furthermore corroborates the advantages of stable isotope systems as environmental tools.

I will give an overview of Muharrem Satir´s impact on the performance of the Tübingen Geochemistry group in the application of stable isotope systems, with special focus on the three following publications:

Satır, M., Taubald, H., 2001. International Journal of Earth Sciences, 89, 4, 812-821.

van Geldern, R., Kuhlemann, J. Schiebel, R., Taubald, H., Barth, J.A.C., 2014. Isotopes in Environmental and Health Studies, 50, 2, 184-200.

Tonderski, K; Andersson, L; Lindstrom, G; St Cyr, R; Schonberg, R; Taubald, H., 2017. Science of the Total Environment, 607, 1-10.

Keywords: Environment, stable isotope, fingerprint, water, pollution

Öz: *H, C, O gibi çok hafif elementlerden, Pb gibi ağır elementlere kadar, birçok element iki veya daha fazla kararlı izotop içermektedir. Çevresel vaka çalışmalarında, kararlı izotop oranları ve/veya δ değerleri, konsantrasyon veya türleşme ölçümü gibi konvensiyonel metodlarla cevaplanamayan soruları (işlemler, kaynaklar, yutaklar, taşınma yolları, parmak izleri gibi) cevaplamada çok yardımcı olan araçlardır.*

Geçtiğimiz yüzyılın ortalarından bu yana, ikinci dünya savaşından sonra gelişen analitik tesislerden ötürü, kararlı izotop oranlarının yerbiliminde ölçülmesi önemli bir faktör haline geldi ve yaygın bir şekilde uygulandı. Bundan dolayı, H, C, N, O, S elementlerinin bu çok önce kullanılan izotopları ayrıca "geleneksel" kararlı izotoplar olarak adlandırılmıştır.

Şu anda yerbiliminde yaklaşık 20 yıldır kurulmuş, MC-ICP-MS gibi yeni analitik tekniklerin başlangıcı ile birlikte, ayrıca ağır elementlerin (ör: Fe, Cr, Mo vb.) izotop varyasyonları çevresel vaka çalışmalarında uygulanır hale gelmiştir.

Çevresel süreçler genelde, magmatik veya metamorfik ortamlardaki gibi, kütle bağımlı izotop fraksiyonlaşmasının yüksek sıcaklık işlemlerine nazaran oldukça yüksek olduğu, düşük, ortam sıcaklığı alanında gerçekleşmektedir. Bu gerçek ayrıca, çevresel araçlar olarak kararlı izotop sistemlerinin avantajlarını desteklemektedir.

Muharrem Satır'ın, Tübingen Jeokimya grubunun kararlı izotop sistemlerinin uygulamaları konusundaki performansı üzerindeki etkisine, aşağıdaki üç yayına özel vurguda bulunarak genel bir bakış sunacağım:

Satır, M., Taubald, H., 2001. International Journal of Earth Sciences, 89, 4, 812-821.

van Geldern, R., Kuhlemann, J. Schiebel, R., Taubald, H., Barth, J.A.C., 2014. Isotopes in Environmental and Health Studies, 50, 2, 184-200.

Tonderski, K; Andersson, L; Lindstrom, G; St Cyr, R; Schonberg, R; Taubald, H., 2017. Science of the Total Environment, 607, 1-10.

Anahtar Kelimeler: *Çevre, kararlı izotop, ipucu, su, kirlilik*

İzmir-Ankara Kenedi Boyunca Uzun Süreli Dalma-Batmaya Dair İzotopik ve Diğer Veriler

Isotopic and Other Data for Prolonged Mesozoic Subduction Along the İzmir-Ankara Suture

Aral İ. Okay

İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(okay@itu.edu.tr)

Öz: İzmir-Ankara kenedi, Pontidler ile Anatolid-Torid Bloku arasındaki sınırı tanımlar, ve aynı zamanda bu iki eski levha arasında geçmişte var olan Tetis okyanusunun izini temsil eder. İzmir-Ankara Tetis okyanusunun yaşı ve dalma-batma tarihçesi, kenet boyunca mostra veren dalma-batma kompleksleri ve Pontidler'de yüzeyleyen magmatik yayların yaşları incelenerek ortaya konabilir.

Geç Triyas'ta bir dalma-batmanın varlığı, Alt Karakaya Kompleksi içindeki eklojit ve mavişistlerden elde edilen Ar-Ar beyaz mika yaşlarına (210-203 Ma) dayanır. Karakaya Kompleksi içerisindeki ofiyolitik gabrolardan elde edilen zirkon U-Pb yaşları (274 Ma, 262 Ma, Permiyen), ve kompleks içindeki çörtlerdeki radyolarya yaşları (Devoniyen, Karbonifer ve Permiyen), Geç Triyas'ta kuzeye Pontidlerin altına dalan okyanusal litosferin yaşının Devoniyen-Permiyen veya daha geniş aralıklı olduğuna işaret eder. Pontidler'de Triyas yaşlı granitik kayalar çok seyrektir; buna karşın Pontidlerin Mesozoyik yaşlı klastik istiflerinde bol miktarda Triyas zirkonlarının bulunması, bugün Karadeniz kuzeyinde, genç örtü altında kalan bir Triyas magmatik yayının varlığını göstermektedir.

Alt Karakaya Kompleksi'ndeki yeşilşist, mavişist ve eklojit fasiyesindeki başkalaşım yaşları genellikle Geç Triyas'tır. Buna karşın, kuzeybatı Anadolu'da Nallıhan bölgesindeki Alt Karakaya Kompleksi'nden yeni elde edilen, 210 Ma ile 145 Ma arasında değişen beyaz mika Ar-Ar yaşları, metamorfizmanın Geç Jura başlangıcına kadar uzandığını göstermiştir. Jura metamorfizma yaşları Orta Pontidler'deki eklenir prizmalardan da tanımlanmıştır. Bu durum Karakaya Kompleksi ile temsil edilen dalma-batmanın Geç Triyas'tan Geç Jura'ya kadar uzandığını göstermektedir. Jura yaşında dalma-batmayı destekleyen bir diğer veri, bilhassa Doğu ve Orta Pontidler'de iyi gelişmiş olan Jura yaşında magmatik yay kayalarıdır.

Erken Kretase dalma-batmasına dair izotopik veriler Orta Pontidler'den bilinmektedir. Orta Pontidler'de geniş alanlarda yüzeyleyen eklojit, mavişist ve yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş okyanusal kökenli birimlerin (Orta Pontid Metamorfik Kompleksi), başkalaşım yaşları Ar-Ar beyaz mika verilerine göre Erken Kretase'dir (112-104 Ma). Buna karşın Pontidler'de Erken Kretase'de magmatik bir yayın varlığına dair herhangi bir veri bulunmamaktadır. Bu durum, Erken Kretase'de dalma-batmanın düşük açılı olması ile açıklanabilir. Düşük açılı bir dalma-batma, sıkışma ve yükselme yaratacağı için, Pontidler'de Alt Kretase (Havteriviyen-Albiyen) istiflerinin genel olarak bulunmamasını da açıklar.

Geç Kretase dalma-batmasına dair en iyi veri, Pontidler boyunca gözlenen Senoniyen magmatik yayının varlığıdır. Izotopik ve stratigrafik veriler, Geç Kretase dalma-batmasının Turoniyen'den Kampaniyen'e kadar aktif olduğuna işaret etmektedir. Dalma-batma komplekslerindeki çörtlerden elde edilen radyolarya yaşları, dalan okyanusun yaşını Triyas-Kretase olarak tanımlamaktadır. Kampaniyen'de Anatolid-Torid Bloku'nun kuzey kenarının bir kesimi, okyanus içi bir dalma-batma zonuna girmiş, ve mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Rb-Sr beyaz mika yaşları bu olayın yaklaşık 80 Ma'de meydana geldiğini göstermektedir. Kıtasal kabuğun dalma-batma zonuna girmesi, ve bunun sonucunda meydana gelen levha hareketlerindeki değişim, Pontidler'de Üst Kretase magmatizmasının neden büyük ölçüde Kampaniyen sonunda bittiğini açıklayabilir. Buna karşın, Pontider'in bazı kesimlerinde, bilhassa İstanbul çevresinde magmatizma Maastrihtiyen sonuna kadar devam etmiştir.

Izotopik ve stratigrafik veriler, İzmir-Ankara okyanusunun Pontidler'in altına doğru dalma batmasının, hiç olmazsa Geç Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar uzandığına işaret eder. Bu uzun dönemde dalma-batma düzenli ve sürekli bir süreçten ziyade, Pontid kenarına büyük eklenme olayları ile karakterize olur. Büyük eklenme olayları özellikle Geç Triyas (Karakaya Kompleksi) ve Geç Kretase'de (ofiyolitli melanj) meydana gelmiştir. İzmir-Ankara okyanusunun dalma-batma evrimi, aynı zamanda Pontidler'in Anatolid-Torid Bloku'ndan hiç olmazsa Geç Triyas'dan beri bir Tetis okyanusu ile ayrılmış olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İzmir-Ankara kenedi, dalma-batma, izotopik yaşlar, eklojit, mavişist

Abstract: *The İzmir-Ankara suture forms the boundary between the Pontides and the Anatolide-Tauride block. It represents the trace of a wide Tethyan ocean, which closed in the early Tertiary, when the Anatolide-Tauride Block collided with the Pontides. The age and subduction history of this İzmir-Ankara ocean can be deduced from the subduction-accretion complexes, which crop out close to the suture, and from the age of the magmatic arcs in the Pontides.*

Late Triassic subduction is shown from the age of the eclogites and blueschists in the Lower Karakaya Complex (201-203 Ma). The Permian zircon U-Pb ages of the ophiolitic gabbros (274 Ma, 262 Ma) in the Karakaya Complex, and the radiolarian ages from the cherts (Devonian, Carboniferous and Permian) indicate that the subducting ocean had an age range of at least from Devonian to Triassic. A long-ranging Triassic magmatic arc is inferred from the detrital zircons in the Pontides, which are common in all Mesozoic clastic rocks. General absence of Triassic granitic rocks in the Pontides indicates that the Triassic magmatic arc is in subsurface north of the Black Sea.

The age of greenschist, blueschist and eclogites facies metamorphism in the Lower Karakaya Complex was considered as Late Triassic, however, recent Ar-Ar white mica data from the Nallıhan region in northwest Turkey, which ranges from 210 Ma down to 145 Ma, indicate that the metamorphism extends into the early Late Jurassic. This indicates that subduction extending at least from Late Triassic to Late Jurassic. This is supported by the presence of a Jurassic magmatic arc, which is well developed in the Eastern and Central Pontides.

Isotopic evidence for Early Cretaceous subduction is found in the Central Pontides, where eclogites, blueschists and greenschist from a large region of the Central Pontide Metamorphic Complex have yielded Early Cretaceous Ar-Ar white mica ages. There is no evidence for an Early Cretaceous magmatic arc in outcrop or in the detrital zircon record. Early Cretaceous was probably a time for flat subduction, which also explains non-deposition along much of the Pontides in this period.

Best evidence for the Late Cretaceous subduction is the Senonian magmatic arc, which can be followed all along the Pontides. Isotopic and stratigraphic data indicate that the subduction ranged at least from the Turonian to Campanian. Radiolaria ages from the Upper Cretaceous subduction-accretion complexes (ophiolitic mélange) indicate that the subducting oceanic crust was Triassic to cretaceous in age. The age of In the Campanian a part of the northern continental margin of the Anatolide-Tauride Block was pulled down into an intra-oceanic subduction zone, and was metamorphosed in blueschist facies. Rb-Sr white mica data indicate that this event took place in the Campanian (ca. 80 Ma). The attempted subduction of the Anatolide-Tauride Block and the ensuing plate reorganization might explain the general end of arc magmatism in the Pontides at the end of the Campanian. However, in the western part of the Pontides, particularly in the Istanbul region, magmatism continued until the end of the Maastrichtian.

Isotopic and stratigraphic evidence indicate northward subduction of the İzmir-Ankara ocean under the Pontides from at least the Late Triassic to the Late Cretaceous for a period of x million years. The subduction was not a continuous regular process but was interrupted by major accretional events especially during the Late Triassic and Late Cretaceous. The subduction history also implies that the Pontides and the Anatolide-Tauride Block were separated by oceanic lithosphere at least from the Late Triassic to Late Cretaceous.

Keywords: *İzmir-Ankara suture, subduction, isotopic ages, eclogites, blueschist*

How Hot Can Be a Final Disposal Site for High-level Radioactive Waste?

Yüksek Seviyeli Radyoaktif Atıklar İçin Nihai Atık Sahası Ne Kadar Sıcak Olabilir?

Guido Bracke, Ute Maurer-Rurack

Federal Office for the Safety of Nuclear Waste Management (BASE), 50667 Köln, Germany

(guido.bracke@bfe.bund.de)

Öz: Almanya'da, yüksek seviyeli radyoaktif atık (HLRW) için, bir nihai bertaraf sahasına 1 milyon yıl boyunca en uygun yeri bulmak adına, Yer Seçim Yasası'na (StandAG 2017) göre bir yer seçim prosedürü oluşturulmuştur. Bunun politik ve teknik implikasyonları olmuş ve olmaktadır. HLRW'nin nihai bertarafı, oturma, seçim, kullanım ve güvenlik söz konusu olduğunda, her zaman gözde bir konu olmuştur.

Yer Seçimi Yasası, nihai bertaraf sahasındaki HLRW'li konteynerlerin dış yüzeyinde, 100 °C'lik ihtiyati bir sıcaklık limiti şartı aramaktadır. Bu ihtiyati sıcaklık limiti, ilgili ana kayaçlarda "maksimum fiziksel olarak mümkün sıcaklıklar"ın, bekleyen araştırmadan dolayı belirlenmemiş olması koşuluyla, ön güvenlik analizlerinde uygulanacaktır.

Derin jeolojik yeraltındaki yükselen sıcaklıklar – HLRW'nin ısı üretmesinden kaynaklanan – nihai bertaraf sahasının ilgili ana kayalarında termohidrolik, mekanik, kimyasal ve biyolojik işlemleri (THMCB işlemleri) tetikleyebilir ve dolayısıyla güvenliği tehlikeye atabilir. Bu tür işlemler, özellikler, olaylar ve süreçler için veritabanlarında ayrıntılı olarak açıklanmıştır (FEP-veritabanları). Buna ek olarak, yüksek sıcaklıklar HLRW'yi nihai bir bertaraf sahasından geri alma ve geri kazanma fizibilitesini engelleyebilir. Nihai bertaraf tesisinin tekil öğeleri veya bariyerleri, özelliklerinin korunması için, nihai bir bertaraf sahasının uzun vadeli güvenliği için bir konsept oluşturulduktan sonra, özel tasarım sıcaklıkları gerektirebilir. Öte yandan, konteyner dış yüzeyi için belirli bir sıcaklık sınırı elde edildiğinde, nihai bir bertaraf sahası konseptindeki tüm ilgili işlemlerin etkileşimleri dikkate alınmalıdır. Bundan dolayı, bu sıcaklık sınırı, belirli güvenlik ve nihai bertaraf konseptleri için, şu ana kayalarda değişebilir: kaya tuzu, kil taşı ve kristalen kaya.

Sonuç olarak, konteynerlerin dış yüzeylerine ilişkin sıcaklık limitleri, herbir güvenlik ve nihai bertaraf konsepti için, özel olarak elde edilmeli ve sağlam bir güvenlik analizi ile desteklenmelidir. Ancak, spesifik güvenlik konseptlerini veya nihai bertaraf sahasının özel tasarımını hesaba katmadan, sıcaklık limitleri bertaraf tesisinin optimizasyonu için olasılıkları daraltabilir ve en uygun yerin bulunmasında yer seçim işlemini olumsuz etkileyebilir.

Bu nedenle, güvenlik açısından, HLRW için nihai bir bertaraf sahasının ne kadar "sıcak" olacağı hala yanıtlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Radyoaktif atık, son tasfiye, güvenlik analizi, sıcaklık

Abstract: *A site selection procedure for a final disposal site for high-level radioactive waste (HLRW) was established in Germany by the Site Selection Act (StandAG, 2017) to find the best suitable site for 1 million years. This had and still has political and technical implications. Final disposal of HLRW is always a "hot" topic when it comes to siting, selection, operation and safety.*

The Site Selection Act stipulates a precautionary temperature limit of 100 °C on the outer surface of the containers with HLRW in the final disposal site. This precautionary temperature limit shall be applied in preliminary safety analyses provided that the "maximum physically possible temperatures" in the respective host rocks have not yet been determined due to pending research.

Increasing temperatures in the deep geological underground - caused by the heat generation of the HLRW - can trigger thermo-hydraulical, mechanical, chemical and biological processes (THMCB processes) in the respective host rocks of a final disposal site and thus endanger safety. Such processes are described in detail in databases for features, events and processes (FEP-databases). Furthermore, high temperatures may hamper the feasibility to retrieve and recover HLRW from a final disposal site.

Single components or barriers of a final disposal facility may require specific design temperatures for the preservation of their features once a concept for long term safety of a final disposal site is established. However, the interactions of all relevant processes in a concept for a final disposal site must be considered when a specific temperature limit for the outer surface of the containers is derived. Therefore, this temperature limit may vary for particular safety and final disposal concepts in the following host rocks: rock salt, clay stone and crystalline rock.

The conclusion is that temperature limits regarding the outer surface of the containers should be derived specifically for each safety and final disposal concept and should be supported by a solid safety analysis. However, temperature limits without reference to specific safety concepts or the particular design of the final disposal site likely narrow down the possibilities for optimisation and could adversely affect the site selection process in finding the best suitable site.

So, from a safety point of view it is still not answered how "hot" a final disposal site for HLRW will be.

Keywords: *Radioactive waste, final disposal, safety analysis, temperature*

Troya Kazılarında Çok Disiplinli Çalışmalar ve Prof. Dr. Muharrem Satır

Multidisciplinary Studies in Troy Excavations and Prof. Dr. Muharrem Satır

Rüstem Aslan

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(rustemaslan@comu.edu.tr)

Öz: 1863 yılında Frank Calvert ile başlayan ve 1871 yılında Heinrich Schliemann'nın büyük ölçekli kazıları ile devam eden çalışmalar, bir anlamda Hisarlık Tepe'yi (Troya) arkeolojinin bilime dönüştüğü bir yer haline de getirmiştir. Schliemann, kazılarıyla Troya höyüğünü affedilmeyecek bir şekilde tahrip etmiş ve bulduğu eserleri yasa dışı yollarla Türkiye dışına çıkarmıştır. Karakteri ve 19. yüzyıldaki Avrupa aydınlarındaki tipik Philhelenist yaklaşım tarzı, neredeyse Schliemann'ı 'hastalıklı' bir amatör arkeoloğa dönüştürmüş olsa da, özellikle 1882 yılı sonrasında kazılarda çalışan mimarı Willhelm Dörpfeld'in de çabalarıyla 19. yüzyıldaki ilk çok disiplinli çalışmaların örneğini ortaya koymuştur. Uzun bir aradan sonra 1932-38 yılları arasında Cinninatti Üniversitesi'nden Carl Blegen ve ekibi 20. yüzyılın en modern çok disiplinli çalışmalarını Troya'da gerçekleştirmişlerdir. Söz konusu bu çalışmalar halen örnek gösterilmektedir. Troya'daki çalışmaları 50 yıllık bir aradan sora yeniden başlatan Tübingen Üniversitesi'den Manfred Korfmann, Troya'daki çok disiplinli çalışma geleneğini devam ettirmiştir. Dünyanın farklı üniversitelerinden davet ettiği farklı alanlardan uzmanlar palecoğrafya, arkeozooloji, arkeobiyoloji ve jeoarkeolji vd. diğer alanlarda Troya kazılarına katılmışlardır. Muharrem Satır da, Tübingen Üniversitesi'nden söz konusu bu çok disiplinli çalışmalara aralıksız bir şekilde katılmıştır. 2005 yılında Manfred Korfmann'nın ölümü sonrasında, söz konusu çalışmaları aralıksız devam ettirmiş, ama aynı zamanda Troya Vakfı ve Korfmann Kütüphanesi'nin kurulmasında büyük emek harcamıştır.

Anahtar Kelimeler: Troya, Korfmann, çok disiplinli çalışma, arkeometri

Abstract: *The works that started with Frank Calvert in 1863 and continued with the large-scale excavations of Heinrich Schliemann in 1871 also made Hisarlık Tepe (Troy) a place where archeology turned into science. Schliemann excavated Troy mound with the works that have destroyed so in a way that will not be forgiven and he smuggled the finds out of Trukey, which he found in Troy. Although his character and the typical Philhelenist approach in European intellectuals in the 19th century almost transformed Schliemann into an 'ill' amateur archaeologist, but he also exemplified the first multidisciplinary work in the 19th century, especially with the efforts of Willhelm Dörpfeld, who worked in excavations after 1882. After a long time, between 1932 and 38, Carl Blegen and his team from Cinninatti University carried out the most modern multidisciplinary studies of the 20th century in Troy. Blegens studies are still shown as the best examples for a archeological project. Manfred Korfmann from Tübingen University, who restarted the studies in Troy after a 50-year break in 1988, continued the multi-disciplinary tradition in Troy. During Korfmanns era experts from different disciplins and from different universities of the world are (paleogeography, archaeozoology, archaeobiology, geoarchaeology, archaeometry etc.) work together. Muharrem Satır also participated in these multidisciplinary studies without any interruption from Tübingen University from the from the beginning on. After the death of Manfred Korfmann in 2005, Muharrem Satır continued the works without interruption, but he also he made great efforts in the establishment of the Troya Foundation and the Korfmann Library in Çanakkale.*

Keywords: *Troia, Korfmann, multidisciplinary study, archeometry*

Hatırlayabildiklerim

Ones I Can Remember

Mustafa Sevim

Troya Vakfı, Fevzipaşa Mah., Tıflı Sokak No 12, 17100 Çanakkale, Türkiye
(mustafasevim17@gmail.com)

Öz: Hatırladığım kadarıyla 1994 yılıydı. O tarihlerde Çanakkale İl Kültür Müdürü olarak görev yapıyordum. Her yıl olduğu gibi o yılda Troya Ören Yeri'nde kazı ve resterasyon çalışmaları Prof. Dr. Manfred Korfmann başkanlığında devam ediyordu. Kazı başkanı bir gün beni arayarak, beni önemli biriyle tanıştırmak istediğni söyledi. Kazı heyetini ziyarete gittiğimde, Korfmann beni Muharrem Bey ile tanıştırdı ve kendisinin önemli biri olduğunu söyledi. Hakkında başkada bir şey söylemedi. Daha sonra Muharrem Hocamla diyaloğumuz ilerledi. Kendisi çok yoğun çalışıyordu ve ancak yaz aylarında Troya kazılarına gelebiliyordu. Bu kazı ziyaretleri sırasında yılda en az iki kez bir araya gelip fikir alışverişinde bulunabiliyorduk. Muharrem Hocamı tanıma fırsatını bana sağladığı için Prof. Dr. Manfred Osmann Korfmann'ı burada saygıyla anmak istiyorum.

Muharrem Hocamın Korfmann ile birlikte bir projeleri vardı ve onu gerçekleştirmek için çok gayret ettiler. Üniversitelerde Jeo-Arkeoloji Bölümlerinin açılmasını istiyorlardı. Troya Kazıları bunun için iyi bir uygulama alanı oldu.

2005 yılında Troya Kazı Başkanı Korfmann'ın aramızdan erken ayrılmasıyla Muharrem Hocamın Troya'ya ilgisi artarak devam etti. 2004 yılında birlikte kurduğumuz Troya Vakfının, Korfmann'ın vefatı sonrası mütevelli heyeti başkanlığını üstlendi. Sayesinde vakıf önemli projeler gerçekleştirdi. Bu projelerin en kalıcı olanlarından bahsetmek istiyorum. En başta Troya kazı heyeti tarafından yapılmış tüm görsel ve yazılı yayınların telif haklarının vakfa devredilmesini sağladı. Bunun dışında Troya Kazı Başkanının vasiyeti olan Çanakkale'de bir kütüphane kurulması ve Korfmann'ın Almanyadaki kitaplığının bu kütüphaneye taşınması için tüm bürokratik işlemleri tamamladı ve 2007 yılında Vakıf Kütüphanesi okuyucu hizmetine sunuldu. Kütüphanenin açılışı iç ve dış basında yer aldı. Bu haberi okuyan Korfmann'n Zürih'te yaşayan meslektaşı Prof. Dr. Hans Jucker'in eşi İnes Jucker Scherrer de bizzat kütüphaneyi ziyaret ederek eşinin kitaplığını bağışladı. Bu işlemleri ve nakliye işini de Muharrem Hocam gerçekleştirdi.

Sayın Muharrem Hocam, Troya kazılarına, Troya Vakfına ve Korfmann Kütüphanesine her zaman ilgi göstermiş ve desteğini eksik etmemiştir. 2007 yılında Tübingen Ünüversitesi'nde yapılan Korfmann'ı anma toplantsına katılma olanağım oldu. Muharrem Hocamın bizzat içinde yer aldığı bu anma toplantısının bende unutulmaz anıları vardır.

2015 yılında Hakime Hanım Sayın Nermin Satır'ın Çanakkale'ye Yargıç olarak atanmasıyla dostluğumuz daha da pekişti. Birlikte daha sık bir araya gelme imkanlarmız oldu.

Sayın Hocamı ve değerli eşleri Nermin Hanımefendiyi tanımaktan dolayı çok mutluyum. Ken-

dilerine sonsuz teşekkür ediyor sağlıklı ve mutlu uzun ömürler diliyorum.

Anahtar Kelimeler: Muharrem Satır, Manfred Osmann Korfmann, Troya Kazısı, Troya Vakfı

Abstract: *As I recall, it was 1994. At that time, I was acting as the Cultural Director of Çanakkale Province. As in every year, the excavation and restoration works in the Troia Ruins were being done under the supervision of Prof. Dr. Manfred Korfmann. Prof. Korfmann called me one day and said that he wanted to introduce me to someone important. When I went to visit the excavation team, Korfmann introduced me to Muharrem Bey and said that he was an important person. He didn't say anything else about it. Then, our dialogue with Muharrem progressed. He was working very hard and could only come to the Troia Excavations in summer. During these excavations, we were able to come together and exchange ideas at least twice a year. I would like to commemorate here Prof. Dr. Manfred Osmann Korfmann for providing me the opportunity to get to know Professor Muharrem.*

Professor Muharrem had a project with Korfmann and they tried hard to make it happen. They wanted Geo-Archeology Departments to be founded in the universities. Troia Excavations was a good practice for this.

In 2005, with the early passed away of Korfmann as the Head of Troia Excavation, Professor Muharrem's interest in Troia increasingly continued. After the death of Korfmann, Muharrem Satır became the chairman of the board of trustees of the Troia Foundation, which we established together in 2004. Thanks to him that the foundation realized important projects. I want to talk about the most permanent of these projects. In the first place, he provided the copyrights of all visual and written publications made by the excavation team of Troia to the foundation. Apart from this, he completed all the bureaucratic procedures in order to establish a library in Çanakkale, which was the will of Troia Excavator, and to move the Korfmann's library in Germany to this library, and in 2007 the Foundation Library was offered to reader service. The opening of the library took place in the internal and external press. Having read this news, Ines Jucker Scherrer, Hans Jucker's (Prof. Korfmann's colleague in Zurich) wife, personally visited the library and donated her husband's library. These procedures and transportation work were done by Muharrem Satır again.

Muharrem Satır has always been interested in and supported the Troia excavations, the Troia Foundation, and the Korfmann Library. In 2007, I had the opportunity to attend the Korfmann commemoration meeting at the University of Tübingen. This memorial meeting, in which Muharrem Satır himself took part, has unforgettable memories for me.

In 2015, our friendship was further reinforced by the appointment of Judge Nermin Satır as Judge to Çanakkale. We were able to get together more often.

I am very happy to get to know Professor Muharrem and his esteemed wife Nermin. I thank them forever. I wish them a healthy and happy longevity.

Keywords: *Muharrem Satır, Manfred Osmann Korfmann, Troia Excavation, Troia Foundation*

Provenance Identification of Late Bronze Age Black Lustrous Wheel-made Ware (BLW) from Tell Atchana in Amuq Valley (Southern Anatolia): Petrographic, Elemental and Sr-Nd Isotope Analysis

Amik Vadisi'ndeki (Güney Anadolu) Tell Atchana'dan Geç Tunç Çağı Siyah Parlak Tekerlek Yapımı Eşya (BLW)'nın Provenans Tanımlaması: Petrografik, Elementel ve Sr-Nd İzotop Analizleri

Mustafa Kibaroğlu[1], Ekin Kozal[2], Andreas Klügel[3], Gerald Hartmann[4]

[1]Institute for Pre- and Protohistory and Medieval Archaeology, University of Tübingen, Germany

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

[3]Department of Geosciences, University of Bremen, Germany

[4]GZG-Geochemie, Georg-August-University Göttingen, Germany

(kibaroglu@gmail.com)

Abstract: The lustrous wares of the Late Bronze Age are very distinctive pottery groups excavated in a large geographic area in the Eastern Mediterranean. The term refers to three ware types; the Red Lustrous Wheel-made wares (RLW), Black Lustrous Wheel-made Ware (BLW) and White Lustrous Wheel-made wares (WLW). A most prominent member of this group is the Red Lustrous Wheel-made ware circulated in a vast area in the Eastern Mediterranean including Anatolia, Cyprus, the Levant, and Egypt. The Black Lustrous ware (BLW) is also found in Cyprus, the Levant, Anatolia and Egypt in very low quantity. Unlike the Red Lustrous ware, the Black Lustrous ware has only been produced during the Late Bronze I period. Questions regarding the origin and as its relation to the Red Lustrous ware has not yet been fully clarified.

In this paper, we report results of petrographic, elemental and Sr and Nd isotope analysis carried out on Black Lustrous ware sherds collected from Tell Atchana located in Amuq Valley in Southern Anatolia. The archaeometric data suggests that the BLW is Cypriot origin and is not associated with Red Lustrous ware in terms of the material characteristics. Probably this ware is an imitation of Red Lustrous ware, or it belongs to another Cypriot ware group.

Keywords: Eastern Mediterranean archaeology, Late Bronze Age Black Lustrous Wheel-made ware, Archaeometry, Ceramic provenance study, Sr and Nd isotope analysis

Öz: *Geç Bronz Çağı'nın parlak eşyaları, Doğu Akdeniz'de geniş bir coğrafik alanda kazılan çok farklı çömlek gruplarıdır. Terim üç çeşit eşya tipini ifade etmektedir; Kırmızı Parlak Tekerlek yapımı eşyalar (RLW), Siyah Parlak Tekerlek yapımı eşyalar (BLW) ve Beyaz Parlak Tekerlek-yapımı eşyalar (WLW). Bu grubun en belirgin üyesi, Doğu Akdeniz'de Anadolu, Kıbrıs, Levant ve Mısır'ı içeren geniş bir alanda dolaşan Kırmızı Parlak Tekerlek yapımı eşyadır. Siyah Parlak eşya, Kıbrıs, Levant, Anadolu ve Mısır'da çok az miktarda bulunmaktadır. Kırmızı Parlak eşyadan farklı olarak, Siyah Parlak eşya sadece Geç Bronz I döneminde üretilmiştir. Kökeni ve Kırmızı Parlak eşya ile olan ilişkisine dair sorular tamamen açıklık kazanmamıştır.*

Bu yazıda, Güney Anadolu'da Amik Vadisi'ndeki Tell Atchana'dan toplanan Siyah Parlak eşya parçaları üzerinde gerçekleştirilmiş, petrografik, elementel, ve Sr ve Nd izotop analizlerinin sonuçlarını sunuyoruz. Arkeometrik veriler, BLW'nin Kıbrıs kökenli olduğunu ve materyal karakteristikleri bakımından Kırmızı Parlak eşya ile ilişkili olmadığını önermektedir. Muhtemelen bu eşya, Kırmızı Parlak eşyanın bir imitasyonudur veya başka bir Kıbrıs eşya grubuna aittir.

Anahtar Kelimeler: *Doğu Akdeniz arkeolojisi, Geç Tunç Çağı siyah parlak tekerlek yapımı, arkeometri, seramik köken analizi, Sr ve Nd izotop analizi*

Precambrian Fossils in Pegmatites from Volyn, Ukraine - or: A Praise for International Cooperation

Volyn (Ukrayna)'den Pegmatitlerde Prekambriyen Fosiller - Veya: Uluslararası İşbirliği İçin Bir Övgü

Gerhard Franz[1], Peter Lyckberg[2], Vsevolod Chernousenko[3], Vladimir Khomenko[4], Ullrich Struck[5], Ullrich Gernert[1], Masafumi Sudo[6], Hans-Martin Schulz[7], Richard Wirth[7], Johannes Glodny[7], Nicolaj Mahlstedt[7], Leonid Shumlyanksyy[8], Sarah Glynn[9]

[1]Technical University of Berlin, Department of Applied Geosciences, Germany

[2]National Natural History Museum, Department of Mineralogy, Luxembourg

[3]JSC Kvartssamovit, Khoroshiv, Ukraine

[4]Ukrainian Academy Science Kyiv, Ukraine

[5]Museum für Naturkunde, Berlin

[6]University of Potsdam, Institute of Geosciences, Germany

[7]GFZ German Research Center for Geosciences, Potsdam, Germany

[8]Curtin University, School of Earth and Planetary Sciences, Perth, Australia

[9]University of Witwatersrand, School of Geosciences, Johannesburg, South Africa

(gerhard.franz@tu-berlin.de)

Abstract: The Volyn chamber pegmatites, associated with the ~1.8-1.75 Ga old anorthosite-gabbro-granite Korosten plutonic complex (NW Ukrainian Shield) was the main producer of piezo quartz for the Soviet Union, mined from giant miarolitic pockets. It is also the source of world-famous gem beryls of the color variety heliodor and topaz with blue-wine red sector zoning. Furthermore, it hosts Precambrian fossils known in the literature as 'kerite', in perfect preservation of their original shape, in different stages of fossilization, and as decayed organic matter, such as hydrocarbons in fluid inclusions in beryl, hydrocarbons incorporated in opal as brown-black pigment; liberated nitrogen from the organic matter was responsible for the formation of buddingtonite and tobelite.

The majority of the fossils are hair-like fibers, with a length of up to 1 cm, but reportedly also up to 30 cm, and a typical diameter of approximately 20 µm. Many fibers have a central, 200 x 600 nm wide open channel, are simply or multiply branched, though not anastomosing; their ends are mostly convex-round, others thinning out, others with ball-like ends and outgrowths. This morphology is consistent with fungi-like organisms. In addition to fibers, the samples also contain shell-like, round, objects (some reminiscent of spores), others are reniform, others completely irregular reminiscent of relict biofilms.

Pristine fibers consist of ~85 atom% C, 10 atom% O, up to 8 atom% of N, traces of S, P. Typical elements, which were introduced during fossilization via fluid-rock interaction are Al, Si, Zr, Y, Sc, U, Th, and others. Results of d13C, d14N, and the molar C/N show a large variation.

All d13C values are negative, and for kerite fossils vary between -47 0 and -31 0; d14N vary between ~3 to 4 and ~10.

Microanalytical investigations by TEM, SEM and EMP showed that the organic matter is amorphous, that rims of the fibers are enriched in Al and Si, and that Zr can be present in nm-sized zircon crystals within the hollow channels.

The intrusion age of the fossil-bearing pegmatites was determined by U/Pb SIMS dating on zircon giving an age of 1760.0±3.3 Ma, which is slightly younger than the host granite (1765.5±2.9 Ma). Uncertainties on the ages are 1 standard deviation. A minimum age is given by Ar/Ar determination of the buddingtonite, which yielded a reset age of up to 560 Ma, and a similar (minimum) age was obtained by U/Pb on the organic matter. Textural arguments, however, are in favor of an older age, nearer to the intrusion age.

In summary, our findings show an excellent example of a Proterozoic continental deep biosphere. Accepting the hypothesis that the fibers are hyphae of fungi-like organisms, and that other organic matter is relict biofilm material, it also an example of an endolithic ecosystem of microorganisms.

Keywords: Chamber pegmatites, kerite, heliodor, deep biosphere, U/Pb-Ar/Ar-ages

Öz: *1.8-1.75 milyar yaşındaki anortosit-gabro-granit Korosten plütonik kompleksi (KB Ukrayna Kalkanı) ile ilişkili Volyn oda pegmatitleri, Sovyet Birliği için, dev miyarolitik ceplerden çıkarılan piezo kuvarsın ana üreticisi olmuştur. Bunlar ayrıca, beril mücevherlerinin dünyaca ünlü renkli çeşitleri olan heliodor ve mavi-şarap kırmızısı sektör zonlanmalı topazın da kaynağıdır. Buna ek olarak, orijinal şekli mükemmel olarak korunmuş, fosilleşmenin çeşitli evrelerini içeren, bozunmuş organik madde olarak, literatürde 'kerit' olarak bilinen Prekambriyen fosillerini barındırmaktadır, ör: berilin sıvı kapanımları içindeki hidrokarbonlar, kahverengi-siyah pigment olarak opal içinde bulunan hidrokarbonlar. Organik maddeden serbest kalan nitrojen, buddingonit ve tobelit oluşumundan sorumludur.*

Fosillerin çoğunluğu, uzunluğu 1 cm'ye kadar ulaşan, ayrıca 30 cm'ye kadar ulaştığı bilinen, ve yaklaşık 20 µm'lik tipik çapta, saç benzeri liflerdir. Çoğu lifler, merkezi, 200 x 600 nm boyutlarında açık bir kanala sahip olup, örgülü olmasa da basit veya çok dallıdır. Uçları çoğunlukla dışbükey yuvarlak, bazıları incelen şekilde olup, diğerleri ise top benzeri uçları ve büyümelere sahiptirler. Bu morfoloji is mantar benzeri organizmalar ile uyumludur. Liflere ek olarak, örnekler ayrıca bazıları kabuk-benzeri, yuvarlak (bazıları sporları anımsatan), bazıları böbreksi, diğerleri ise düzensiz, biofilmleri anımsatan objeler içermektedir.

Pristin lifler yaklaşık % 85 atom C, % 10 atom O, % 8 atoma kadar N, ve iz miktarda S, P içerir. Al, Si, Zr, Y, Sc, U, Th ve diğerleri sıvı-kaya etkileşimi sırasındaki fosilleşme esnasında dahil olan tipik elementlerdir. d13C, d14N ve molar C/N sonuçları geniş varyasyon göstermektedir. Bütün d13C değerleri negatiftir ve kerit fosilleri -47 ‰ and -31 ‰, d14N ise yaklaşık 3'ten 4-10'a kadar değişmektedir.

TEM, SEM ve EMP ile gerçekleştirilen mikroanalitik araştırmalar, organik maddenin amorf olduğunu ve liflerin çeperlerinin Al ve Si bakımından zengin ve Zr'nin içi boş kanallardaki nm boyutunda zirkon kristallerinin içerisinde olabileceğini göstermiştir.

Fosil içeren pegmatitlerin sokulum yaşları, U/Pb SIMS zirkon yaşlandırması ile 1760.0±3.3 My bulunmuştur. Bu yaş, ana kaya olan granitin yaşından (1765.5±2.9 My) biraz daha gençtir. Yaşlardaki belirsizlikler 1 standart sapmadır. Minimum yaş, 560 My'ya kadar sıfırlanma yaşı veren buddingonitin Ar/Ar ölçümünden verilmekte olup, benzer bir minimum yaş organik madde üzerinde U/Pb yoluyla da elde edilmiştir. Öte yandan, dokusal argümanlar, sokulum yaşına yakın, daha yaşlı bir yaşı desteklemektedir.

Özet olarak, bulgularımız, Proterozoic kıtasal derin biosferin çok güzel bir örneğini sergilemektedir. Liflerin mantar benzeri organizmaların iplikcikleri ve organik maddenin kalık biofilm materyal olduğunu hipotezini kabul edersek, bu ayrıca mikroorganizmaların endolitik ekosisteminin bir örneğidir.

Anahtar Kelimeler: *Pegmatit yatağı, kerite, heliodor, engin biyosfer, U/Pb-Ar/Ar yaşları*

Doğu Anadolu'da Silüriyen'de Anorojenik Siyenit–Granit Oluşumu

Anorogenic Syenite to Granite Genesis in the Eastern Anatolia During Silurian Time

Gültekin Topuz[1], Osman Candan[2], Jiamin Wang[3]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[3]State Key Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China

(topuzg@itu.edu.tr)

Öz: Anatolid-Torid Bloğu Gondwana kökenli kıtasal bir blok olup, bütün Paleozoyik'ten Geç Mesozoyiğe kadar pasif kıta kenarı konumundadır. Bunun sonucu olarak Paleozoyik'ten Geç Mesozoyiğe kadar tortulaşma ile karater olmaktadır. Doğu Anadolu, Anatolid-Torid Bloğu'nun doğuya doğru uzanımı teşkil etmekte olup, bölgede Anatolid-Torid Bloğu'nun Paleozoyik-Erken Mesozoyik kayaçlarının Üst Kretase'de yüksek sıcaklık-orta düşük basınç başkalaşımına uğramış bölümü yüzeylenmektedir. Bu çalışmada, Doğu Anadolu'nun temel yüzeylemelerinden birini oluşturan Diyadin-Taşlıçay yöresinde Üst Kretase yaşlı amfibolit-fasiyesli metamorfitleri içinde, takriben 60 km^2'lik yüzeylenme alanlı metasyenit ve metagranitlerin petrolojileri ve ilksel kayaçlarının yaşları ele alınmaktadır.

Metasyenit ve metagranitlerde magmatik dokular yersel olarak metamorfizmadan çok iyi korunmuştur. Bazı yerlerde ise, magmatik dokular metamorfizma sonucu bütünüyle silinmiştir. Kayaçların ana mineral bileşenleri mezopertit, kuvars, ±klinopiroksen, ±sodik amfibol, ±kalsik amfibol ve ±biyotittir. Tali mineraller olarak Fe-Ti oksit, ortit, florit, zirkon, apatit, allanit ve titanit içerirler. Magmatik dokuların iyi korunmuş olduğu örneklerde, feldispat yalnızca mezopertit tarafından temsil edilmektedir. Bu da birincil kayacın hipersolvus nitelikte olduğuna işaret eder. İyi derecede yeniden kristallenmiş örnekler, hem plajiyoklas hem de K-feldispat içerir.

Metasiyenit–granitlerdeki zirkonlar tümüyle magmatik nitelikte olup, metamorfizma sırasında büyümüş olan zirkon tanınamamaktadır. Bu magmatik zirkonlar üzerinde yapılan U-Pb yaş tayinleri, birbiri ile uyumlu olarak 430-442 My arasında değişen yaşlar (Siluriyen) vermektedir. Aluminyum doygunluk indisi değerleri 0.77 ile 1.04 arasında (metalumin-peralumin) değişmektedir. Yalnızca iki örnekte magmatik sodik amfibol saptanmış olup, bu örnekler peralkalin nitelik sunmaktadır. Bileşim olarak, siyenit ve granit göreceli olarak yüksek FeO, Na2O, K2O, Nb, Ga, Zr, Ce ve Zn bolluklarına, ve düşük MgO, CaO ve Sr derişimlerine sahiptirler. Bu jeokimyasal nitelikleri ile metasiyenit ve metagranitler, A-tipi granitlere benzemektedir. Y/Nb, Yb/Ta ve Ce/Nb oranları bakımından, sözkonusu kayaçlar okyanus adası bazaltlarına benzerdirler. Magmatik zirkonların ilksel eHf değerleri 2.70 ± 1.14 ve 2.40 ± 1.29'dir. Bu durum, metasiyenit ve granitlerin türemiş oldukları magmaların juvenil nitelikte olduğuna ve önemli bir kabuksal bileşen içermediğine ve muhtemelen okyanus adası benzeri alkali bazaltik magmaların kesirlenme ürünleri olduğuna işaret eder.

Literatur verileri, Orta Ordovisiyen-Siluriyen anorojenik magmatizmasının Anatolid-Torid Bloğu ve Sakarya Zonu'nda yaygın olduğuna işaret etmektedir. Anatolid-Torid Bloğu Gondvana'dan Erken Triyas'ta kopmuş olduğu öngörülürken, Sakarya Zonu'nun (Armorika) Geç Ordovisiyen-Siluriyen'de riftleşmiş olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, Anatolid-Torid Bloğu'ndaki Geç Ordovisiyen - Siluriyen magmatizması, Sakarya Zonu ve onun Batı Avrupa'daki eşleniğinin Gondvana'nın kuzey kenarından riftleşmesi ile ilişkili olmalıdır. Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (Proje No: 114Y234).

Anahtar Kelimeler: A-tipi granit, zirkon Hf izotopisi, U-Pb zirkon, Anatolid-Taurid Bloğu, Türkiye

Abstract: *The Anatolide-Tauride Block is a Gondwana terrain, and had a position of passive continental margin from Paleozoic to mid-Mesozoic. Hence, the Paleozoic to mid Mesozoic stratigraphy is characterized by clastic to carbonate sedimentation. The East Anatolia forms the eastward elongation of the Anatolide-Tauride Block. The Paleozoic to Mid Mesozoic rocks of the Anatolide-Tauride Block were subjected to Late Cretaceous high-temperature/middle to low-pressure metamorphism in the Eastern Anatolia. Here, we report on a metamorphosed syenite to granite of Silurian igneous crystallization age with an exposure area of 60 km^2'in the Late Cretaceous amphibolite-facies metasedimentary rocks from the Taşlıçay-Diyadin metamorphic rocks in Eastern Anatolia (Turkey).*

Igneous textures in the metasyenite to –granite are variably preserved, ranging from well-preserved ones to the totally obliterated ones. In the samples with well-preserved igneous textures, they comprise mesoperthite, quartz, ±clinopyroxene, ±sodic amphibole, calcic amphibole and ±biotite. Fe-Ti oxide, orthite, fluorite, zircon, apatite, allanite and ±titanite are common accessories. Mesoperthite is the sole feldspar, pointing to the hypersolvus nature of syenite to granite. In the well-recrystallized samples, discrete plagioclase and K-feldspar occur together with local relics of mesoperthite.

Metasyenite to granite contain igneous zircons. No metamorphic zircon domains were recognized. U-Pb dating on igneous zircons from three samples consistently yielded ages of 430-442 Ma (Silurian). The rock types are metaluminous to slightly peraluminous with aluminum saturation indices ranging from 0.77 to 1.04. Only two samples which contain igneous sodic amphibole are peralkaline. Compositionally, the syenite and granite are characterized by relatively high abundances of FeO, Na2O, K2O, Nb, Ga, Zr, Ce, and Zn, and low abundances of MgO, CaO and Sr, resulting in high ratios of Fe/Mg and Ga/Al, similar to those in A-type (ferroan) granites. A relationship with the ocean island basic magmas is also indicated by comparable ratios of Y/Nb, Yb/Ta and Ce/Nb. Initial eHf values of the igneous zircons are 2.70 ± 1.14 and 2.40 ± 1.29, suggesting that the primary melts of the quartz syenite to granite were juvenile with insignificant crustal component.

This is the first record of the A-type quartz syenite to granite genesis in the Anatolide-Tauride block. Literature data indicate that the Middle Ordovician to Silurian anorogenic magmatism are common in both Anatolide-Tauride Block and the Sakarya Zones, which were detached from Gondwana during Early Triassic and Late Ordovician-Silurian, respectively. Therefore, the formation of Late Ordovician A-type granite in the Anatolide-Tauride Block was probably related to a rifting event at the northern margin of Gondwana leading to the detachment of Sakarya Zone (Armorica) and opening of the Paleo-Tethys. *This research presented was funded by TUBITAK (Project No: 114Y234).*

Keywords: *A-type granite, zircon Hf isotopy, U-Pb zircon dating, ocean island basalt, Anatolide-Tauride block, Turkey*

Using Boron Isotopes to Track Fluid-Rock Interaction

Kayaç-Akışkan Etkileşiminin İzini Aramak İçin Bor İzotoplarının Kullanımı

Robert B. Trumbull

GFZ German Research Center for Geosciences, Telegrafenberg, Potsdam, Germany
(robert.trumbull@gfz-potsdam.de)

Abstract: Boron is an incompatible lithophile element that is readily transported by hydrous fluids. The relatively large mass difference between the two stable boron isotopes 11B and 10B means that isotopic fractionation can be considerable during geological processes. The full range of $\delta^{11}B$ in crustal fluids, minerals and rocks is almost 100 delta-units, with positive values typical for rocks influenced by seawater interaction and negative values found mostly in rocks of the continental crust. The diversity of B-isotope ratios in nature allows one to trace fluid-rock interactions in favorable cases where the fluid provenance and the rocks in question have a distinctive isotope signature (e.g., marine-sourced brines penetrating clastic metasediments) and where secondary processes related to B-isotope fractionation do not overprint the original compositions. Fractionation of boron isotopes depends on temperature and the bonding environment in mineral, melt or fluid phases. For boron, by far the most common mineral host is tourmaline, which has the advantage of being resistant to alteration, widely stable in igneous, metamorphic and hydrothermal rocks, and easy to analyse with in-situ methods like ion-microprobe (SIMS) or laser-ablation ICPMS. Tourmaline is also chemically diverse and commonly zoned, so it acts as a tape-recorder of changing conditions during growth.

This contribution highlights case studies where the chemical and B-isotopic composition of tourmaline was key to solving questions about hydrothermal ore genesis and about fluid evolution during metamorphism. One is the iron oxide-copper-gold deposits of the Carajás Mineral Province in Brazil, which are associated with coeval granite intrusions. The high-salinity ore fluids in these deposits could have a magmatic origin or represent basement brines (1). Tourmaline from two deposits in Carajás province has heavy boron ($\delta^{11}B$ from +14 to +26‰), indicating marine brines as the dominant fluid. A third deposit yielded much lower values (-8 to +11‰), attributed to mixing of brines with magmatic-hydrothermal fluid from the granites. A second example is from metamorphic rocks in the Austrian Alps (2) where tourmaline in metasediments is isotopically zoned, with $\delta^{11}B$ from -8 to -11‰ in cores to -17 to -20‰ in rims. This tourmaline seems to record the breakdown of mica during prograde metamorphism, releasing isotopically-light boron to the fluid that is incorporated in the tourmaline rims.

Keywords: Tourmaline, stable isotopes, metamorphism, ore formation

References

(1) Xavier, R.P., Wiedenbeck, M., Trumbull, R.B., 2008. Geology, 36, 743-746.

(2) Berryman, E.J., Kutzschbach, M., Trumbull, R.B., Meixner, A., van Hinsberg, V., Kasemann, S.A., Franz, G., 2017. Lithos, 284-285, 138-155.

Öz: *Bor sulu sıvılarca taşınabilen uyumsuz litofil bir elementtir. İki kararlı bor izotopu 11B and 10B arasındaki nispeten büyük kütle farkı, jeolojik işlemler sırasında izotopik fraksiyonlaşmanın önemli boyutta olabileceğini ifade etmektedir. $\delta^{11}B$'nin kabuksal sıvı1arda, minerallerde ve kayalardaki tüm aralık neredeyse 100 delta-birimi olup, pozitif değerler deniz suyu etkileşiminden etkilenmiş olan kayalar için tipik iken, negatif değerler ise çoğunlukla kıtasal kabuk kayalarında bulunmaktadır. Doğadaki B-izotop oranlarının çeşitliliği, sıvı provenansı ve söz konusu kayaların ayırt edici bir izotop imzası olduğu (klastik metasedimanlara nüfuz eden deniz-türevli tuzlu sular gibi) ve B-izotop fraksiyonlaşmasına bağlı ikincil işlemlerin orijinal kompozisyonları üzerlemediği uygun durumlarda, sıvı-kaya etkileşimlerinin izlenebilmesini sağlar. Bor izotoplarının fraksiyonlaşması, mineral, ergiyik veya sıvı fazlarındaki sıcaklık ve bağlanma ortamına bağlıdır. Bor için açık ara en yaygın konak mineral, alterasyona dirençli olması avantajına sahip, magmatik, metamorfik, ve hidrotermal kayalarda yaygın olarak stabil, ve ion-mikroprob (SIMS) veya lazer-ablasyon ICPMS gibi yerinde metotlarla analiz edilmesi kolay olan turmalindir. Turmalin ayrıca kimyasal olarak çeşitli ve yaygın olarak zonludur, bu nedenle büyüme sırasındaki değişen koşulların kaset kaydedicisi olarak işlev görür.*

Bu katkı, turmalinin kimyasal ve B-izotop kompozisyonun, hidrotermal cevher oluşumu ve metamorfizma sırasındaki sıvı evrimi hakkındaki soruları çözmede anahtar olduğu vaka çalışmalarını vurgulamaktadır. Bunlardan biri, eş yaşlı granit intrüzyonları ile ilişkili, Brezilya'daki Carajás Mineral Provensi'nin demir oksit-bakır-altın yataklarıdır. Bu yataklardaki yüksek tuzlulukta cevher sıvıları magmatik kökenli olabilir veya temel tuzlu sularını temsil edebilir (1). Carajás provensindeki iki yataktan gelen turmalin ağır bor ($\delta^{11}B$ +14 ila +26‰ arasında) içeriğine sahip olup, denizel tuzlu suların baskın sıvılar olduğunu göstermektedir. Üçüncü yatak daha düşük değerler (-8 ila +11‰ arasında) vermiş olup, tuzlu suların granitten türeyen magmatik-hidrotermal sıvı ile karışmasına bağlanmaktadır. İkinci örnek Avusturya Alpleri'ndeki metamorfik kayalardan gelmekte olup (2), burada metasedimanlardaki turmalin, $\delta^{11}B$ çekirdekte -8 ila -11‰, çeperlerde -17 to -20‰ değerleri ile, izotopik olarak zonlanmalıdır. Bu turmalin, ilerleyen metamorfizma sırasında mikanın bozulmasını kaydetmekte olup, turmalin çeperlerine dahil olan sıvıya, izotopik olarak hafif bor salmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Turmalin, kararlı izotoplar, metamorfizma, cevher oluşumu*

Kırka (Eskişehir) Havzası Bor Minerallerinin Oksijen-Hidrojen İzotop Sistematikleri ve Doğal İzotop Rezervuarları ile Karşılaştırılması

Oxygen-Hydrogen Isotope Systematics of Boron Minerals in Kırka (Eskişehir) Basin and Comparison with Natural Isotope Reservoirs

Yeşim Yücel Öztürk, Cüneyt Akal

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(yesim.yucel@deu.edu.tr)

Öz: Batı Anadolu'da bulunan Orta-Üst Miyosen yaşlı Kırka borat yatağı volkano-sedimenter gölsel kayaçlardan oluşan havzaya ait dolomitli kiltaşı/marn birimleri içinde mercekler şeklinde bulunmaktadır. Bu çalışmada, Borat yatağından alınan boraks, kolemanit, üleksit, inyoit ve smektit türü kil örneklerinin oksijen ve hidrojen izotop analizleri boraks-H_2O, smektit-H_2O ve klorit-H_2O çiftlerine ait sabitler kullanılarak ve tahmini oluşum sıcaklıkları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde bor minerallerini oluşturan akışkanın oksijen ve hidrojen izotop değerleri hesaplanmıştır. Kırka borat yatağından alınan 9 adet Ca-, Na- ve Ca-Na-borat mineralinin δ^{18}O-değerleri (bir kolemanit örneği dışında K3/4 = -4.7), 10.0 ve 18.8‰ arasında değişmektedir. Kolemanit, üleksit ve inyoit örneklerine ait δ^{18}O değerleri 10.7-13.0‰ arasında değişirken, iki boraks örneğine ait δ^{18}O değerleri 18.7 ve 18.8‰'dir. Boraks ve diğer bor minerallerinin δ^{18}O-değerleri arasındaki fark, bunların aralarındaki oksijen izotop ayrımlaşmasından kaynaklanmakta, ya da farklı evrelerde ve/veya sıcaklıklarda oluştuklarına işaret etmektedir. Kırka borat yatağında boraksın birincil olarak oluştuğu dikkate alındığında, kolemanit ve üleksit minerallerinin daha düşük δ^{18}O değerleri, boraks mineraline göre daha düşük oluşum sıcaklıklarına sahip olması ile uyumludur. Benzer şekilde incelenen bor minerallerine ait δD değerleri -64 ve -88‰ arasında değişmektedir. Ölçülen örneklerin δD değerleri arasında δ^{18}O değerlerinin aksine belirgin bir farklılık gözlenmemektedir. Bunun yanında Kırka borat yatağında bor mineralleri ile birarada bulunan smektit türü killerin O ve H izotop değerleri sırasıyla 19.5-31.3‰ (sadece K3/1 örneği 10.1‰) ve -106 ile -125‰ arasında değişmektedir.

Bor yataklarının oluşum sıcaklıkları göz önüne alınarak 100, 60 ve 35 ^oC tahmini sıcaklıklarda bor mineralleri ile dengedeki akışkanın oksijen ve hidrojen izotop bileşimi hesaplanmıştır. Buna göre bor minerallerini oluşturan akışkanın hesaplanan oksijen ve hidrojen izotop değerleri sırasıyla -19.04 ile 9.34‰ ve -89 ile -64‰ arasında bulunmuştur. Smektit ile dengedeki akışkan için hesaplanan oksijen ve hidrojen izotop değerleri ise sırasıyla -14.4 ile 16.96‰ ve -126 ile -67.39‰ arasındadır.

Bor mineralleri ve bunlardan hesaplanan akışkanın hesaplanan değerleri, doğal oksijen ve hidrojen izotop rezervuarları ve Türkiye'de bulunan önemli evaporit yataklarında gözlenen jips ve anhidrit minerallerine ait oksijen ve hidrojen izotop değerleri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre elde edilen oksijen izotop değerleri andezit, riyolit ve gölsel evaporitlerin oksijen izotop değerlerine yakın ancak daha düşük ve aynı zamanda meteorik suların oksijen izotop değerleri içindedir. Analizi yapılan minerallerle dengedeki akışkanın hidrojen izotop bileşiminin ise magmatik su katkılı meteorik su aralığı içinde olduğu gözlenmiştir. Akışkanın hesaplanan oksijen ve hidrojen izotop değerleri birlikte değerlendirildiğinde, meteorik su çizgisine yakın

olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda Kırka bor minerallerine ait oksijen izotop değerleri hidrojen izotop değerlerinin aksine Türkiye'de bulunan önemli evaporit yataklarında gözlenen jips ve anhidrit minerallerine ve Bigadiç borat yatağında gözlenen bor minerallerine ait oksijen izotop değerlerinden bir miktar daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Borat yatakları, bor minerali, duraylı izotop jeokimyası, oksijen-hidrojen

Abstract: *Middle-Upper Miocene Kırka borate deposit in western Anatolia is in the form of lenses within dolomitic claystone/marl units belonging to the basin consisting of volcano-sedimentary lacustrine rocks. In this study, oxygen and hydrogen isotope analyses of borax, colemanite, ulexite, inyoite and smectite clay samples taken from the borate deposit were evaluated by using constants of borax-H_2O, smectite-H_2O and chlorite-H_2O pairs and their estimated formation temperatures. In this way, oxygen and hydrogen isotope values of the fluid forming the boron minerals were calculated. The $\delta^{18}O$ values of Ca-, Na- and Ca-Naborate minerals taken from the Kırka borate deposit (K3/4 = -4.7 except for one colemanite sample) range between 10.0 and 18.8‰. The difference between the $\delta^{18}O$ values of borax and other boron minerals is due to the oxygen isotope fractionation among them, or indicate that they formed at different stages and/or temperatures. Considering that borax is formed primarily in the Kırka borate mine, lower $\delta^{18}O$ values of colemanite and ulexite minerals are compatible with their lower formation temperatures than that of borax. Similarly, the δD values of boron minerals vary from -64 to -88‰. Unlike the $\delta^{18}O$-values, no significant difference was observed among the δD-values of the measured samples. Besides, O and H isotope values of smectite-type clays which are associated with boron minerals vary from 19.5 to 31.3 (only K3/1 sample 10.1‰) and from -106 to -125 at respectively.*

Considering the formation temperatures of borate deposits, the oxygen and hydrogen isotope compositions of the fluid in equilibrium with the borate minerals were calculated by using the estimated temperatures of 100, 60 and 35°C. Calculated oxygen and hydrogen isotope values of the fluid range from -19.04 to 9.34‰ ve -89 to -64‰, respectively. Calculated oxygen and hydrogen isotope values of the fluid in equilibrium with smectite range from -14.4 to 16.96‰ and from -126 to -67.39‰, respectively.

The boron minerals and the calculated oxygen and hydrogen isotope values of the fluid in equilibrium with these minerals were compared with the natural oxygen and hydrogen isotopes reservoirs and the oxygen isotope values of the minerals, such as gypsum and anhydrite, obtained from the important evaporite deposits in Turkey. It is determined that all the measured and calculated oxygen isotope values are close but lower to the oxygen isotope values of those andesite-rhiyolite and lacustrine evaporites, these values are also similar to that of meteoric water. It is also determined that the hydrogen isotope values of the fluid in equilibrium the analysed minerals are close to hydrogen isotope values of meteoric waters, which are thought to be mixed of magmatic water. However, unlike hydrogen isotope value, the oxygen isotope values of the Kırka boron minerals are lower than that of boron minerals observed in Bigadiç borate mine.

Keywords: *Borate mine, borate mineral, oxygen-hydrogen, stable isotope geochemistry*

Senkrotron XRF Analiz Yöntemi ile Zirkon Jeokimyası: Batı Anadolu'dan (Türkiye) Örnekler

Zircon Geochemistry with Synchtron XRF Analysis: Examples from the Western Anatolia (Turkey)

Altuğ Hasözbek[1], Badri Shyam[2], Erhan Akay[3], Wolfgang Siebel[4], Muharrem Satır[4], Lawrie Skinner[5], Axel Schmitt[6], Thomas Zack[7], Burhan Erdoğan[3], Fırat Şengün[8], Güllü Deniz Doğan Külahcı[9]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, 35860 Torbalı, İzmir, Türkiye

[2]Dayton Üniversitesi Araştırma Enstitüsü, Columbia, ABD

[3]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir. Türkiye

[4]Tubingen Universitesi,Yer Bilimleri, Tübingen, Almanya

[5]Stanford Tıp Bilimi, Tıp Fiziği Anabilim Dalı, California, ABD

[6]Heidelberg Üniversitesi, Yer Bilimleri Enstitüsü, Heidelberg, Almanya

[7]Göteborg Üniversitesi, Yer Bilimleri Enstitüsü, Göteborg, İsveç

[8]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, 17400 Çan, Çanakkale, Türkiye

[9]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

(altug.hasozbek@deu.edu.tr)

Öz: Batı Anadolu'yu temsil eden Sakarya Kıtası ve Anatolid-Torid Bloğu'nun farklı parçaları (Tavşanlı Zonu, Afyon Zonu ve Menderes Masifi) içerisinde yer alan magmatik birlikler farklı metamorfizma koşullarının etkisi altında kalmıştır. Kuzeyden güneye, bu magmatik birlikler içerisinde, yüksek-orta ve düşük basınç/sıcaklık metamorfizma özelliklerini temsil eden kaya grupları yer alır. Bu çalışmada, yaklaşık 17 yıldır devam eden çalışmalarda bu meta-magmatik birliklerden elde edilen zirkon minerallerinin TIMS, SIMS, LA_ICP-MS ve Senkrotron XRF yöntemi ile elde edilmiş jeokimya verilerinin kıyaslanması konu edilmiştir. Zirkon örnekleri, kuzeyden güneye, Kazdağı Masifi metagranitlerinden (Sakarya Kıtası), Afyon Zonu gnaysik granitlerinden ve Menderes Masifi'ni oluşturan gnayslardan (Anatolid-Torid Platformu) alınmıştır. Kazdağı Masifi, Afyon Zonu ve Menderes Masifi'ne ait metamagmatiklerden elde edilmiş zirkonlar daha önce Tübingen Üniversitesi Jeokimya Bölümü'nde yer alan TIMS izotop seyreltme ve evaporasyon yöntemleriyle yaşlandırılmış zirkonlardan oluşur. Bu zirkonlarda, tipik magmatik büyüme zarfları yer alırken radyometrik yöntemlerle elde edilen tüm yaş aralıkları metamorfizma ve/veya kalıntı yaşları işaret etmektedir. Bu tartışmalı durum konu edilerek, farklı metamorfizma koşullarının zirkon minerali üzerindeki etkilerini elementer bazda saptamak üzere, gelişmiş senkrotron foton kaynağı (Argonne Ulusal Laboratuvarı, ABD) kullanarak multi-element XRF analizleri yapılmıştır. SR-XRF ışıması sonucunda elde edilen multi-element haritalamaları yüksek hassasiyette, 1-5 µm alanında (bazı örneklerde bir birim piksel karede), iki ayrı enerji seviyesi (2-10; 10-17 keV) kullanılarak analizler yapılmıştır. Ayrıca, kullanılan zirkon minerallerine zarar vermeden, elementer matriks karışımından

türeyebilecek olan (interferans) çok düşük hata oranları ile analitik ölçüm gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre, özellikle Sakarya Kıtasını temsil eden, Kazdağı Masifi metagranitlerinden elde edilen yaşların ilksel magmatik koşulları değil, metamorfik koşulları yansıttığı ortaya çıkmıştır. Kazdağı metamagmatiklerindeki zirkonların çeperine doğru artan Zr-element konsantrasyonundaki artışın, metamorfizmanın en düşük sıcaklıklarındaki OH-zengin akışkanlardaki zenginleşmeye işaret ettiği anlaşılmıştır. Menderes Masifi ve Afyon Zonu'ndaki düşük metamorfizma koşullarına eşlik eden süreçlerdeki ağır toprak element duraylılığı da ortamdaki zirkonyum elementi içeren mineallerin (ör. rutil, titanit) katkısını göstermektedir.

Sonuç olarak, yüksek sıkcaklık koşullarından (800-700 °C) daha düşük sıcaklıklara (400 °C) kadar geçen metamorfizma süreçlerinde zirkon büyümesinin gerçekleştiği ve zirkonlardan elde edilebilecek yaşların farklı sıcaklık koşullarını yansıtabileceği ortaya çıkmıştır. Senkrotron XRF analitik tekniği geleceğin kimyasal jeolojisinin en modern analitik tekniklerinden biri olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Senkrotron XRF, zirkon, Kazdağı Masifi, Afyon Zonu, Menderes Masifi

Abstract: *The magmatic associations located within the Sakarya Continent, and the Anatolide-Tauride Block (Tavşanlı, Afyon Zone and Menderes Massif), representing the western Anatolia, were effected by different grade metamorphic conditions. From north to the south of the western Anatolia, characteristic high-medium to low P/T-metamorphic rock groups are represented in these magmatic associations. In this study, geochemical characteristics of the zircon minerals enriched from these meta-magmatic associations and analyzed by TIMS, SIMS; LA_ICP-MS methods for 17 years, are subjected in comparison with the synchrotron XRF based geochemical characteristics. Zircon samples were collected from, north to south, metagranites of the Kazdağı Massif (Sakarya Continent), gneissic granites of the Afyon Zone, and gneisses of the Menderes Massif (Anatolide-Tauride Platform). The zircons enriched from the metamagmatic associations of the Kazdağı Massif, Afyon Zone and the Menderes Massif were previously dated in the Dept. of Geochemistry, Tubingen University by TIMS (isotope dilution and evaporation methods). In most of the zircon minerals, characteristic magmatic (oscillatory) envelopes were observed, however the radiometric age data obtained from these zircons clearly imply either metamorphic or inherited ages. From this contradictory point of view, to deeply observe the metamorphism effect on the zircon minerals, here we employ advanced synchrotron photon source (Argonne National Lab. USA) to do XRF multi-element analysis. These analyses were performed by using synchrotron technique in a tiny spot-size resolution around 1-5 μm (in some samples, pixel square meter size), and in two distinct energy level synchrotron radiation (2-10; 10-17 keV). Moreover, this synchrotron technique is a non-destructive method, in where the elemental interference matrix expanded uncertainty is likely too low. According to the collected data, especially from the metagranites of the Kazdağı Massif (Sakarya Continent), it is stated that the radiometric age data more likely indicates metamorphic than initial magmatic conditions. High Zr-concentrations increasing through the rims of the zircons from the Menderes Massif and Afyon Zone are related to the enrichment even in the lowest temperature OH-state during the retrograde metamorphism conditions. In addition to that, metamorphism related HREE stability in the zircons of the Afyon Zone and the Menderes Massif are likely due to the zirconium based minerals (e.g. rutile, titanite) contribution in the low temperature state.*

Consequently, the new zircon envelope growth can be related whether from high (800-700 C°) and or low temperature grades (400 C°), therefore yielded radiometric ages from the western Anatolian metamagmatic rocks more likely represent the various temperature conditions during the metamorphism. Synchrotron XRF multi-element analysis promises state of the art analytical technique in terms of chemical geology in the future.

Keywords: *Synchrotron, XRF, zircon, Kazdağı Massif, Afyon Zone, Menderes Massif*

Türkiye'deki Kretase Okyanusal Anoxic Olayları

Cretaceous Oceanic Anoxic Events in Turkey

İsmail Ömer Yılmaz

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ioyilmaz@metu.edu.tr)

Öz: Küresel Kretase Okyanusal Anoksik olayları Geç Valanjiniyen (Weissert), En Geç Hauteriviyan (Faroni), Orta-Barremiyan, Erken Apsiyen (OAE1a, Selli), Erken Albiyen OAE1b, (Paquier), Geç Albiyen (OAE1c, Toolebuc), En Geç Albiyen (Breistroffer), Senomaniyen-Turoniyen sınırı (OAE2, Bonarelli) ve Koniasiyen-Santoniyen (OAE 3) zaman dilimlerinde gözlenmektedir.

Türkiye'de Okyanusal Anoksik olayları genellikle farklı havzalarda Orta-Barremiyen, Apsiyen, Senomaniyen/Turoniyen, Orta-Geç Kampaniyen deki siyah şeyller kayıtları olarak ortaya çıkmaktadır. Orta-Barremiyen siyah şeylleri (MBE) Pontitler'in Orta Sakarya bölgesindeki derin denizel türbidit istiflerinde kaydedilmiştir (Yılmaz vd., 2012).

Türkiye'de MBE'nin karbon izotop eğrisindeki 2‰ lik değişim Avrupa havzalarındakine benzer fakat daha düşük TOC değeri ile kaydedilmiştir. Pontitler'in Orta Sakarya bölgesinde Apsiyen siyah şeylleri (OAE1a) pelajik karbonat yamaç ortamında kaydolmuş olup karbon izotop eğrisinde 2‰ lik sapma ve 2% lik TOC değerleri ile temsil edilmektedir (Yılmaz vd., 2004; Hu vd., 2012).

Avrupa basenlerinde kaydolmuş aynı karbon izotop eğrisi ortak eski okyanusal şartlarını işaret etmektedir. OAE2 Pontitler'in Orta Sakarya bölgesindeki pelajik karbonat yamaç istiflerinde karbon izotop eğrisinde 1‰ den fazla pozitif sapma ve 2% den az TOC değerleri ile kaydedilmiştir (Yılmaz vd., 2010). Diğer OAE2 kaydı Toroslar'ın Antalya Naplarında karbon izotop verisi mevcut olmadan fakat TOC değeri 20% den fazla olacak şekilde tespit edilmiştir (Yurtsever vd.. 2003, Bozcu vd., 2011).

Türkiye'de Orta-Geç Kampaniyen OAE olayı Mudurnu-Göynük havzasında ve Arap Platformu'nda kaydedilmiştir. Siyah şeyl ve marnların ve karbon izotop eğrisinin varlığı bu olayın bu havzalarda kaydı için çok tipiktir (Yılmaz vd., 2020). Fakat, bu olayın kaydı Türkiye'de OAE3'ün varlığını temsil etmemektedir.

OAE 2'nin sığ platform eşleniği GD Anadolu'da Arap Platformu karbonatlarında kaydedilmiştir (Mülayim vd., 2019; 2020).

Arap Platformunun kuzeyinde üst Senomaniyen sığ platform karbonatlarından alt Turoniyen yüksek organik karbon içeren yarı pelajik şeyller/killi kireç taşlarına ani bir geçiş vardır. Bu geçişin duraylı izotop değerleri çok iyi kaydedilmiştir, değişimin ortalama değeri +1,9 ‰ civarındadır ve sıcaklık farkı 2,2^{O} olarak hesaplanmıştır (Yılmaz vd., 2020).

Arap Platformu üzerindeki OAE2 kaydının ilginç yanı platform boğulma fazını takip etmesi ve alt Turoniyen siyah şeylleri ile örtülmesidir. Bir çok çalışmada OAE2 siyah şeylleri en üst Senomaniyen pelajik istifleri içerisinde kaydolmaktadırlar, fakat karbon izotop eğrisindeki sapma miktarı ve pozisyonu çok benzerdir.

Türkiye'deki OAE1a ve OAE2 kayıtları Avrupa kayıtları ile rahat karşılaştırlabilmektedir ve genellikle oluşumları büyük ölçekte deniz seviyesi değişimleri ve tektonik olaylarla küçük ölçekte ise iklim ve okyanusal değişimlerle kontrol edilmektedir. Fakat Pontitlerler'deki MBE boğulmuş platform karbonatları üzerinde kaydolmuştur ve genellikle tektonik olaylarla kontrol edildiği şeklinde yorumlanmıştır. OAE kayıtlarının Türkiye'deki en yaygın dağılımı OAE1a ve OAE2 kayıtları olarak gözükmektedir ve hidrokarbon araştırmaları için kaynak kaya potansiyeli taşımaktadırlar.

Anahtar kelimeler: Kretase anoksik olayları, Pontidler, Toroslar, Arap Platformu, Türkiye, siyah şeyller, duraylı izotoplar

Abstract: *Global Cretaceous Oceanic Anoxic events are observed in Late Valanginian (Weissert), Latest Hauterivian (Faroni), Mid-Barremian, Early Aptian (OAE1a, Selli), Early Albian OAE1b, (Paquier), Late Albian (OAE1c, Toolebuc), Latest Albian (Breistroffer), Cenomanian-Turonian boundary (OAE2, Bonarelli) and Coniacian-Santonian (OAE 3). Oceanic Anoxic events are mainly recorded in black shale deposits in Mid-Barremian, Aptian, Cenomanian/Turonian, Mid-Late Campanian stages in different basins in Turkey. The Mid-Barremian black shales (MBE) have been recorded within turbidite succession in deep marine setting in central Sakarya zone of Pontides (Yilmaz et al., 2012). 2 ‰ shifts in carbon isotope curve of MBE in Turkey is recorded as similar with European basins, but with low TOC value. The Aptian black shales (OAE1a) are recorded in pelagic carbonate slope environments in central Sakarya zone of Pontides and represented by a negative carbon isotope shift with 2 ‰, and TOC around 2% (Yılmaz et al, 2004; Hu et al, 2012). The same C isotope curve with European basins can sign for common paleoceanographic condition. In Sakarya zone of Pontides, OAE2 is recorded in pelagic carbonate slopes (Yılmaz et al, 2010) with carbon isotope curve more than 1 ‰ positive shift and >2 % TOC. Another OAE2 was recorded in Antalya Nappes of Taurides without carbon isotope curve but TOC >20% (Yurtsever et al. 2003, Bozcu et al. 2011).*

Mid-Late Campanian OAE is recorded in Mudurnu-Goynuk basin and Arabian Platform. Presence of black shales and marls and carbon isotope excursion are typical for this event in these basins (Yılmaz et al, 2020). However, this recorded does not represent OAE3 in Turkey.

Platform equivalents of OAE 2 have been recorded on the Arabian Platform carbonates in SE Turkey (Mulayim et al., 2019; 2020). In the north of Arabian Platform, there is a sudden change from upper Cenomanian shallow water platform carbonates to lower Turonian hemipelagic shales/clayey limestones with high organic carbon content. Stable isotope content of the transition is well recorded with change around +1,9 ‰, and the temperature difference is calculated around 2,2^{O} (Yılmaz et al, 2020). Interesting point of the OAE 2 on Arabian Platform is to follow a drowning phase and covered by black shales in lower Turonian. However, OAE2 black shales are recorded in upper most Cenomanian in pelagic successions in many studies. But position of carbon isotope peak and magnitude is quite similar.

The OAE1a and OAE2 levels recorded in Turkey can easily be correlated with European examples and mainly controlled by sea level and tectonics in large-scale and climate and oceanographic changes in small-scale. However, MBE was recorded on the drowned carbonate platform in Pontides and interpreted mainly controlled by tectonics. The most extensive distribution of the OAE records in Turkey belong to OAE1a and OAE2, and display potential for source rocks for hydrocarbon exploration.

Keywords: *Cretaceous anoxic events, Pontides, Taurides, Arabian Platform, Turkey, black shales, stable isotopes*

DOĞU ANADOLU FAYI (DAF) VE SİVRİCE (ELAZIĞ) DEPREMİ

EAST ANATOLIAN FAULT (EAF) AND SİVRİCE (ELAZIĞ) EARTHQUAKE

FUAT ŞAROĞLU - ORHAN TATAR - HASAN SÖZBİLİR
ERDİN BOZKURT

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Büyük Bir Diri Fay ile Birlikte Yaşamanın Koşulları

Conditions for Living with A Major Active Fault

Esen Arpat

Geomar Mühendislik Ltd. Şti., Kadıköy, İstanbul, Türkiye

(esenarpat@gmail.com)

GİRİŞ

Büyük faylar olmasa taptığımız, görkemli dağlar da olmazdı. Yaşam kaynağı olan denizler de çeşitlenemezdi. Öte yandan, fayların da bir yaşam döngüleri var. Ufacıktan yavaş yavaş büyürler, binlerce kilometre uzunluklara ulaşabilirler. Sonuçta onlar da ölürler; izleri kalır, yerbilimciler onların, yaşam sürelerince yapmış oldukları işleri anlamaya çalışırlar.

Depremleri ve onlarla bağlantılı dev deniz dalgalarını göz önüne getirince büyük diri faylara sevecen bir gözle bakmak çok zor. Ancak, onların bizden çok önce bizim şimdi bulunduğumuz yerde var olduklarını, çevremizi şekillendirdiklerini göz önüne alarak onlarla birlikte yaşamak üzere onları yakından tanımaya, özelliklerini öğrenmeye ve, biraz itici olabilir ama, onları benimsemeye çalışmak zorundayız. Bunu yapmak yerbilimciler için oldukça kolaydır; ama, tüm toplumun bu bilince ulaşması da önem taşıyor.

Büyük bir diri fay ile sağlıklı bir şekilde birlikte yaşamanın koşulları, doğal olarak çok sayıdadır. Bu kapsamda ön koşul ise, kanımca, onu yakından tanımaktır. Yakından tanımak fayın niçin orada olduğunu, bir anlamda neler yapmak istediğini anlamaya çalışmayı, onun varlığını doğru yoldan kabullenmeyi, denetleyemeyeceğimiz bu büyük enerji kaynağının özelliklerini, huyunu suyunu öğrenmeyi gerektirir. Kurultaydaki bildirilerin bu konuların bir bölümünü ele alacağını, yapılmış olan duyurulardan biliyorum. Ben de Doğu Anadolu Fayı'nın niçin orada var olduğu konusundaki tartışmalara katkıda bulunmak ve de öğretici olacağı inancı ile, Doğu Anadolu Fayı'nın varlığının doğru yoldan benimsenmesinde karşılaşılmış olan engeller dizisini sizlerle paylaşmak istiyorum.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, Karakaya barajı, Deprem Tehlike Haritası

Doğu Anadolu Fayı (DAF) niçin var?

Bu sorunun yanıtını, doğruluğuna güvenilir bir şekilde verebilmek için elimizdeki verilerin yeterli olmadığı kanısındayım. Örneğin, DAF'ın pek çok yerinde Zagros-Bitlis kenet kuşağına komşu olduğunu görüyoruz. Ancak Zagros'un, kalın çökel prizmasına sahip Arap levhasının ön ülkesi özelliğinin Bitlis kuşağının önünde de geçerliliği tartışmaya açıktır. Güneydoğu Türkiye'de Geç Eosen-Erken Oligosen istifinin ancak yer yer, o da kuzey kesimleri çok sığ ortam fasiyeslerinde gelişmiş olması da bu tartışmanın gerekliliğini güçlendirmektedir. Erken Miyosen havzalarının da parçalı olması, şu sırada bu kuşak için az-çok kabul edilmiş olan bir ön ülke fliş orta-

mının varlığının sorgulanmasını gerektirmektedir. Bir okyanusal hendekten çok, genişleme kökenli olup, sığ eşiklerle bağlantılı çökel havzalarından oluşan bir ortam modeli olasılığının hala gündemde olması gerekir. Bitlis ana bindirme kuşağı önünde bir molas havzasının oluşmamış olmasının da olağandışı bir durumu yansıttığı göz önünde tutulmalıdır.

Doğu Anadolu'nun kabuk ve litosfere ait mantosunun temel özelliklerini belirlemeye çalışan çok sayıdaki araştırmanın sonucunda ulaşılmış olan sonuçların bazıları şöyle özetlenebilir: Doğu Anadolu'da kabuk kalındır; ama, kalınlığı 50 km yi geçmemektedir. Ancak litosfer olağandışı ince olup litosferin mantosu çok incedir veya yer yer hiç yoktur. Bölgede kabuk içinde astenosfer özelliğinde düşük hız dilimlerinin varlığı bilinmektedir. Derin depremler oluşmamaktadır. Kuzey kesim dışında mantoda bir yitme diliminin var olmadığı yönündeki görüş egemendir. Bazı tersine yorumlar varsa da genel değerlendirme üst manto yapısında gerek Kuzey Anadolu Fayı (KAF), gerekse DAF kuşağında önemli bir kesintinin var olmadığı yönündedir.

Yüzey jeolojisinde dikkati çeken bazı özellikler ise şunlardır: Oligosende Bitlis masifinin hemen kuzeyindeki dar bir kuşakta derin denizel bir ortam egemen olmuştur. Bu masifin kuzeyindeki tüm Doğu Anadolu bölgesinde Erken Miyosen sığ denizel ortam kireçtaşların çökeldiği bir ortam niteliğindedir. Bu kireçtaşları Doğu Anadolu'da 2 bin ile 3 bin metre arasında değişen yükseltilerdedir. KAF'ın ve Karlıova kavşağından Van gölüne doğru KAF doğrultusunda uzanan oluğun kuzeyinde kalan bölgede Erken Miyosen kireçtaşları oluğun güneyindeki alandakilere göre belirgin olarak daha yükseklerde yer almaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde KAF ve DAF olmak üzere iki büyük doğrultu atımlı diri fay yer almaktadır. Bu ikisinin dışındaki diri faylar, uzunlukları 100-150 km yi geçmeyen tekçe faylar şeklindedir. Örneğin, Malatya-Ovacık Fayı altında bir fay sisteminden söz edilmekte ise de, günümüzde o sistemin bütünlüğü bozulmuştur ve o kuşakta ancak bazı fay parçaları diri nitelik taşımaktadır. Kuzeydoğu Anadolu Fay sistemi, Ecemiş Fay sistemi gibi adlar altında ele alınmakta olan kuşaklar da benzer yapılara sahiptirler.

Karlıova kavşağı bölgesi belirgin olarak bir genişleme bölgesi özelliği taşımaktadır. Zaten GPS ölçümleri kapsamında belirlenmiş olan hız vektörleri de o bölgede bir sıkışmaya işaret etmemektedir. Kavşaktan Van gölünün kuzeybatısına doğru uzanan oluğun batı kesimlerinde de, örneğin Varto ile Karlıova arasındaki kesimde yüzeyde yanal hareketlere ek olarak sıkışma değil, genişleme yapıları görülmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından dağ-arası havza olarak yorumlanan bu oluk KAF'ın doğuya doğru devamı görüntüsü vermektedir. Zaten geçmişte bu şekilde değerlendirildiği de olmuştur. Günümüzde kuzey sınırı boyunca güney-güneybatıya bakan dik eğimli ters fay parçaları da içeren bu oluğun kısa ömürlü bir genişleme kamasının parçası olarak gelişmiş olma olasılığı da vardır. Bu oluğa kabaca koşut olan, daha güneydeki Muş havzası da, kabaca, benzer özellikler göstermektedir. Bu oluk şeklindeki iki havzanın, belki Van gölü çukurluğunu da içeren bir sistem içinde açıklanmaları olanaklı olabilir.

Yukarıda özetlemeye çalıştığım tablo Anadolu levhasının davranışı konusunda farklı modeller oluşturmak için hareket serbestisi verebilir; ama, bana göre bu olası modeller içinde, Anadolu levhasının Ege yitme kuşağında oluşması kaçınılmaz olan çekme kuvvetini Anadolu levhasının batıya hareketinde baskın neden olarak seçen bir model eldeki verilere en güçlü uyumu sağlamaktadır. Böyle bir model Anadolu levhasında, Ege yayına yaklaştıkça hızın artmasını, Karlıova kavşağı bölgesinde sıkışma değil genişleme yapılarının görülmesini kolay bir şekilde açıklayabilmektedir. Yiten dilimin geri çekilmesine bağlı

olarak gelişen bu tür mikrolevha hareketlerinin Anadolu'da yakın jeolojik geçmişte de meydana gelmiş olması güçlü bir olasılıktır. Ecemiş fay sisteminin ve Ovacık-Malatya fay sisteminin Kıbrıs yayındaki benzer mekanizmanın değişik evrelerinde, oradaki yitim bölgesine doğru yönelmiş levha parçalarının sınırlarını oluşturmuş olmaları beklenir.

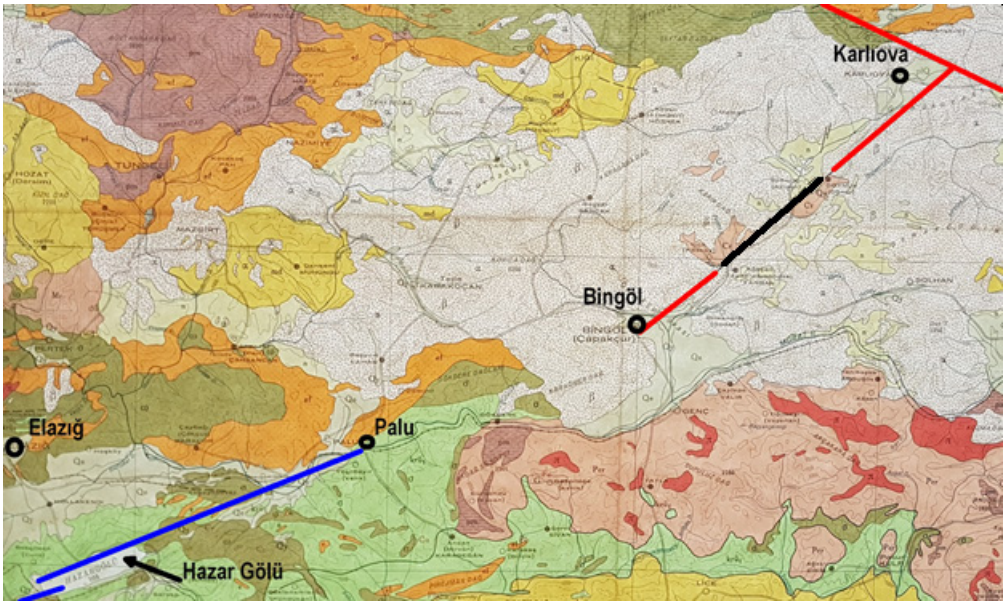
Tüm bu faylar KAF ile birleşmektedir. KAF'ın büyük bölümünde bir kenet kuşağını izlemekte olması her durumda hareketin kuzey sınırını oluşturuyor olması için oldukça geçerli bir gerekçe oluşturabilir. Bu durumda KAF, batı kesimi en genç olmak üzere farklı oluşum yaşlarında olabilir. Hatta bu kapsamda, Karlıova kavşağı ile Van gölü arasında KAF doğrultusunda uzanan fay zonunun da bir ara bir mikrolevhanın sınırını oluşturmuş olması olasılık dışı değildir. KAF'ın derin kökenli bir hırpalanma zonu içinde yer alma şeklindeki bu özelliğine karşın KAF'dan ayrılarak güneybatıya yönelmiş olan levha parçalarının sınırlarının belirgin ayrıcalıklı bir nitelikleri görülmemektedir. Onların yerlerinin yitme sisteminde zamanla oluşan düzen değişikliğinin oluşturduğu gerilim ortamlarına göre belirlenmiş olduğu düşünülebilir. DAF ise, Ölü Deniz Fay sistemi ile Ovacık-Malatya fay sistemi aracılığı ile sağlanmış olan dengeyi bozmadan, KAF ile bağlantıyı daha doğudan sağlamış olabilir. Ege yitim sisteminin doğurduğu çekme niteliğindeki gerilime yanıt veren Anadolu kamasının Erzincan'dan daha doğuya göç etmesi ise bir yaklaşıma göre Karlıova kavşağı bölgesinde ve daha doğusunda giderek kalınlaşan kabuğun sahip olduğu potansiyel yerçekimi enerjisinin ek katkısından kaynaklanmaktadır. O bölgede astenosferin çok yükselmiş olması ve de kabuk içinde astenosfer özelliğine sahip kanalları varlığı bu göçü kolaylaştırmış olabilir.

Görüleceği üzere DAF'ın varlık nedenini aydınlatmak için kat edilmesi gereken daha epey yol vardır.

Nereden Çıktı Şimdi, Bu Fay?:

1970 li yıllarda Doğu Anadolu Fayı'nın ortaya konması bu şekilde özetlenebilecek bir tepki yaratmıştı. Fayın yeri ve üretebileceği depremlerin büyüklüğü yöneticileri her zaman zorlamıştır da, büyük ve diri bir fayın varlığı en çok o sıralar projelendirme aşamasında olan Karakaya barajı ile doğrudan ilgilenmekte olanları rahatsız etmişti. Nereden çıkmıştı bu fay, şimdi? Rahatsızlık doğaldır denebilir, ama bu tepki fayın varlığını reddetme yönünde yoğunlaşmıştı. Biraz daha insaflı olanlar ise, fayın yerini 25-30 km kadar ötelemek ve önemini törpülemek çabası içindeydiler. Bu yaklaşım resmi yazışmalara ve bant kayıtlarına geçmiş, panel konuşmalarına yansımıştı. Bilim toplumu olmanın önündeki ulusal direncin bir belirtisi olarak düşündüğüm bu davranış biçimini bu yazıda özetlemek ve bu durumun günümüzde ne ölçüde değiştiğini, şu sıradaki İstanbul kanalı tartışmaları üzerinden değerlendirmeyi okuyucuya bırakmak istiyorum.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde görev yaptığım sırada her hasar yapan depremin olduğu bölgeye gidiyor, depremin nedenlerini inceliyor ve bir rapor düzenliyordum. 22 Mayıs 1971 tarihinde Bingöl il merkezini de büyük ölçüde etkileyen, büyüklüğü 6,8 olarak önerilen bir deprem meydana geldi. 878 kişinin yaşamını kaybettiği bu deprem varlığı bilinen ve o günün Türkiye jeoloji haritalarında da yer alan bir fayın bitişiğinde, yakın güneybatısındaki yörede büyük hasar yaptı. 1962 yılında basılmış ve 2002 yılında yenileninceye kadar kullanılmış olan 1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasında o gün için bilinmeyen Doğu Anadolu Fayı'nın Bingöl ile Karlıova arasında kalan çok ufak bir bölümü bir fay olarak işaretlenmişti. Şekil 1 de söz konusu bu haritanın Karlıova ile Hazar Gölü arasındaki bölümü görülmektedir.



Şekil 1. 1971 Bingöl depreminden 9 yıl önce MTA Genel Müdürlüğü'nün yayımlamış olduğu jeoloji haritasının ilgili bölümü. Bu haritada yalnız Karlıova ile Bingöl arasındaki kırmızı çizgi parçaları arasında yer alan fay görülmekteydi (siyah kalın çizgi). Kırmızı çizgiler bu haritanın üzerine günümüzde bilinen durumu yalın olarak yansıtmak için tarafımdan eklenmiştir. Sol alt köşede Doğu Anadolu Fayı (DAF)'nın üzerinde yer alan Hazar gölü görülmektedir. Bu kesimdeki DAF bölümünü de koyu mavi bir çizgi ile işaretlenmiştir.

Haritanın yayımlanmasını izleyen yıllarda Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Erzincan'dan Karlıova'ya kadar uzandığı, hatta bazı araştırmacılar tarafından daha doğuya uzanıp İran'daki fay sistemleri ile birleşebileceği belirtilmişti. Deprem bölgesinde yaptığım inceleme Bingöl depremine neden olmuş olan fayın Karlıova'da Kuzey Anadolu Fayı ile birleştiğini ve Bingöl'den güneybatıya doğru da devam ettiğini gösterdi. Bunun üzerine bu görüşümü "22 Mayıs 1971 Bingöl depremi; Ölü Deniz Fay Sistemi'nin Karlıova ilçesi ile Hazar Gölü arasındaki bölümü" adı altında bir rapor ile MTA'ya sunmuştum. Bölgenin depremselliği üzerinde düşüncelerini belirtmiş olan araştırmacılardan İhsan Ketin (1969) bölgenin depremselliğini Muş-Bingöl çöküntü havzası içinde açıklamaya çalışmış, buna karşın Kaliforniya Caltech üniversitesinden Clarence Allen (1969) yayınlanmamış bir kurum-içi raporunda KAF'nın Karlıova'da sonuçlandığı görüşünü savunmuş, Karlıova'dan başlayarak Bingöl-Hazar Gölü üzerinden Suriye'deki Ölü Deniz Fay Sistemi'ne bağlanabilecek bir fayın Karlıova'da KAF ile birleşen bir sistem oluşturabileceği düşüncesini ortaya koymuştu. Saha bulgularımın Allen'in bu düşüncesini doğrular yönde olması üzerine depremi izleyen arazi mevsimi içinde fayın Palu ile Hazar gölü arasındaki kesimi ile daha batıya doğru olan uzantısını, yine MTA da görevli Fuat Şaroğlu ile, hava fotoğraflarında ve sınırlı bölgelerde de sahada inceleyerek elde ettiğimiz sonuçları "Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler" adı altında yayımladık (Arpat ve Şaroğlu, 1972). Böylelikle bu fayın bir de adı oldu. 1975 yılında

da Doğu Anadolu Fayı (DAF) 'nın, yine Fuat Şaroğlu ile, ayrıntılı bir haritasını hazırladık* (Arpat ve Şaroğlu, 1975). Bilim çevresinden olumlu veya olumsuz bir tepki almadık; taa ki, Elazığ'ın güneybatısında Fırat ırmağı üzerinde yapılması planlanan Karakaya barajının DAF hiç hesaba katılmadan projelendirilmiş olduğu anlaşılıncaya kadar. Karakaya barajı günümüzde bile, az bir fark ile, Atatürk barajından sonra Türkiye'nin en yüksek elektrik üretimine sahip hidroelektrik barajıdır. Barajın DAF'ın 14 km yakınında ve ondan habersiz yapılmakta olduğunu öğrenince işe Devlet Su İşleri'ndeki meslektaşları bilgilendirmekle başladık. Bu projenin de, her büyük projede olduğu üzere, bir danışmanlık firması vardı. Türk, İsviçre ve Amerikan şirketlerinin birliğinden oluşan bir yönlendirici-danışman niteliğindeki "Karakaya Engineers Joint Venture" ın teknik elemanları DSİ nin uyarması üzerine fay konusunda devreye girdi. Sorun onlara anlatıldı. Bir iki ay sonra bir rapor ile çıka geldiler (Karakaya Engineers Joint Venture, 1977). O raporun özeti niteliğindeki üç bölümü aşağıya aktarıyorum.

Any way no typical earthquakes features can be observed in this area as this is for instance the case in Chile. This is also confirmed by the plotting of the recorded earthquakes epicenters which spread rather irregularly relatively far away over both sides of the fault and do not follow a rounting concurring with the fault development (Appendix 2).

Finally it must be kept in mind that no feature could be found in the field, evidencing a major seismic activity, which is certainly a good proof that in spite of the neighbourhood of large faults no extraordinary shocks have been incurred in this area in a geologically recent past. Therefore according to the know-

Such a possibility can obviously not be excluded but, looking at the geographical distribution, it appears rather unlikely because no major event has ever been reliably recorded in a radius of 100 km from Karakaya. On the other side an epicenter

Barajın planlanması ve yapımı sırasında en önemli konularda akıl vermek görevini üstlenmiş olan bu kuruluşa göre, sahada, baraj bölgesine ciddi etki yapabilecek bir alanda, önemli deprem üretebilecek hiçbir jeolojik yapı bulunmamaktadır. Oysa fayın tam konumu harita üzerinde işaretlenmiş ve kendilerine verilmişti ve kendileri de sahaya gidip oraları incelediklerini belirtmektedirler. Bunun üzerine "Karakaya barajı çok büyük depremlerle sınanacaktır" başlığını taşıyan bir bildiri hazırladım, yayımlandı (Arpat, 1977b). Bundan sonra bu konuda bir savaş ilan edildi. Bu savaşa o sıralarda MTA nın bağlı olduğu Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı da dahil oldu. MTA ya "bu gibi konularla uğraşmak

MTA'nın görevleri arasında mıdır" içerikli olup gözdağı veren bir soruşturma girişiminde bulundu. DAF'tan kurtulmak isteyen cephenin kendilerine göre güvenilir silahları vardı. İmar İskan Bakanlığı 1963 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nı 1972 yılında, yani bizim DAF yazımızı yayımlamamızdan sonra yenilemiş, ancak haritada DAF'ı görmezden gelmişti. DAF'ın 24 Ocak 2020 de meydana gelmiş olan depremi üretmiş olan bölümü 1972 tarihli o haritada bütünüyle 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. 1972 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'ında Doğu Anadolu Fayı yer almamakta, 24 Ocak 2020 de Elazığ depremini üretmiş olan fay parçası (Hazar Gölü'nün batısında kalan kesim) tümüyle 3. derece deprem kuşağında kalmaktadır.

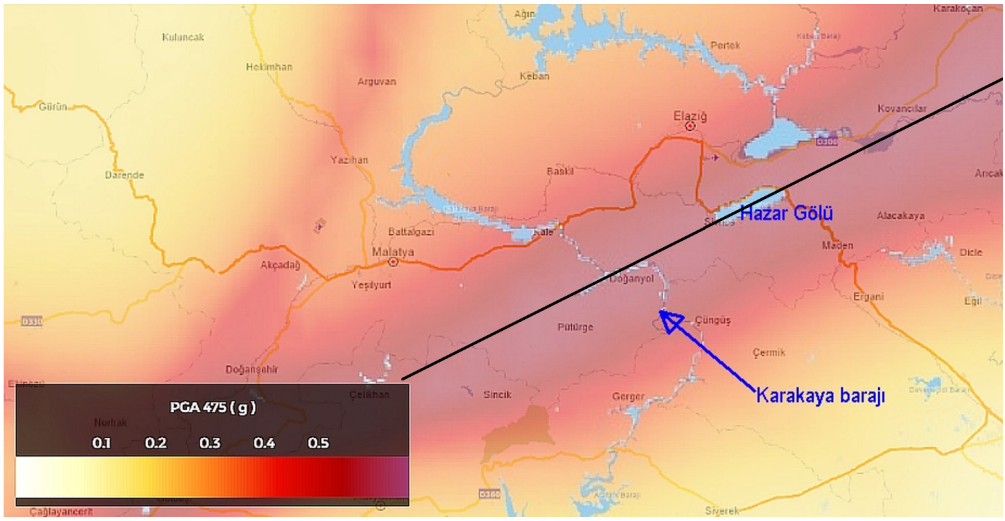
DAF'ın varlığına karşı çıkanların diğer bir silahları da 1972 depreminden sonra sahada inceleme yapmış ve sonuçlarını 1972 yılında yayımlamış olan Seymen ve Aydın'ın (1972) Bingöl depremini oluşturan fayın KAF'ın sonlanma bölgesinde oluşturduğu yerel gerilim ortamının ürünü olduğu şeklindeki görüşleridir. Bu yazarlar fayı Bingöl'den güneybatıya uzatmamaktadırlar. Her iki yazarın da İhsan Ketin'in asistanları olmaları ve bildirilerinde Ketin'in bildirilerini okuyup, düzelttiğini belirtmiş olmaları yazılarına o günlerde ağırlık kazandırmaktaydı. Cephe bir diğer desteği de barajın depremsellik hesaplamalarına katılmış olan bir akademisyenden almaktaydı. Konunun iyice alevlenmesi üzerine İnşaat Müh. Odası, Türkiye Jeofizik Derneği ve Türkiye Jeoloji Kurumu birlikte bu konuda bir panel düzenledi (Panel, 1978). Bu panele konuşmacı olarak benim dışımda katılanlar arasında barajın depremsellik hesaplarını yapmış olan akademisyen ve o tarihlerde var olan İmar İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü'nün uzmanı da vardı. Bu paneldeki konuşmalar banda alındı. Bu bandın çözümünden birkaç paragrafı aşağıya almak o günkü ortamı canlandırmak için yeterli olacaktır.

Depremsellik hesaplarını yapmış akademisyen:

- Karakaya barajında ana kaya için 0,5 g yi hesaplarımızda bulamadık.
- Elimde Japon Büyük Barajlar Ulusal Komitesi'nin bir yayını var. Sismik bakımdan etkin yerlerde beton ve kaya barajlar için 0.12-0,20g değerleri alınmaktadır.
- Biz Deprem Mühendisliği Milli Komitesi olarak maksimum 0,20g yi önerdiğimiz zaman, birçok meslek kuruluşu bizim karşımıza çıkarak Türkiye'nin ekonomisi bunu kaldırmaz demişlerdi.
- DAF aktivitesini yürütüyor, bu fay aktiftir, değildir tartışmasını yapmıyoruz. Bu fayın aktivitesini kabul ediyoruz. Çünkü dediğim gibi 1945 den beri yapılan haritalarda bu hat kendisini bariz olarak göstermiştir.
- Deprem Araştırma Enstitüsü'nün uzmanı:
- DAF önemli bir fay olabilir; ama, bunun derecesi ne? Biz Türkiye'de birinci derece deprem bölgelerinin alanlarını büyütürsek ekonomik olarak bunun altından kalkamayız.

Paneldeki konuşmalar banda alınmış olduğu için harfi harfine aktarmak olanağından yararlanarak yukarıya aktarılmış olan bu görüşleri değerlendirmekte yararlı olacak birkaç açıklama yapmak gerekir. 0,2g dolayında bir uç değere göre projelendirilmiş olan barajın 0,5g dolayında ivme üretebilecek bir faya 14km uzakta olduğunu konu ile ilgili raporumda (Arpat, 1977a) belirtmiş olmamdan ve aynı görüşü panel sırasında da dile getirmiş olmamdan dolayı barajın depreme karşı güvenliği hesaplamalarını yapmış olan akademisyen baraj bölgesi için 0,2g den daha büyük bir değerin gerekli olmadığını savunmaktadır. Oysa, yaklaşık yarım yüzyıl sonra, 2018 de Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe girmiş olan yeni Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda Karakaya bölgesi 0.5g den büyük ivmelerin meydana gelebileceği bir kuşakta yer almaktadır (Şekil 3). "Zaten 1945 den beri haritalarda bariz olarak kendini göstermektedir" denilmiş olan fay 1972 ile 1996 yılları arasında, 24 yıl süreyle, DAF'ın gerçek yerinin 30 km kadar kuzeyinde ve ancak 2. dereceden önemi olan bir fay olarak belirmektedir. DAF'ın Elazığ depremini üretmiş olan bölümü de günümüzdeki yerine taşınmadan önce, 1972 yılı ile 1996 yılları arasında tümüyle 3. derece deprem bölgesinde kalmaktadır (Şekil 2).

1971 yılında yayımlanarak duyurulmuş, disiplinlerarası ortamda tartışılmış olan ve KAF kadar tehlikeli olan bir fay ancak 24 yıl sonra, 1996 da resmi haritaya girebilmiştir. Bu fayın 0,5g lik deprem üretebileceği gerçeği ise 2018 yılında, yani 48 yıl sonra, resmen kabul görmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. 2018 de yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası. Bu haritada deprem bölgeleri uygulamasından vazgeçilmiş, depremin yaratacağı tehlike bu harita üzeri yer ivmesinin uç değeri ile gösterilmiştir. Her deprem tehlike haritasında olduğu üzere, bu gösterim genel bir yaklaşımı yansıtmakta, bu değerler, zemin özellikleri başta olmak üzere, çeşitli nedenlerle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu harita Karakaya barajı bölgesi 0,5g den daha büyük ivmelerin meydana gelebileceği öngörüsünü yansıtmaktadır.

Bilimsel verilere karşı bu direncin kaynağı bilime sırt çevirmiş bir sistemde geçirilmiş yüzlerce yılın mirası olmalıdır. Cumhuriyetimizin ilk yıllarında egemen olan, ancak kısa süren aydınlanma atılımının, söz konusu yüzlerce yılın olumsuz mirasına yenik düştüğü görülmektedir. Toplumsal yapımızın gerçek anlamda bilim toplumu olma yolunda evrilmesi için önümüzde çok uzun bir yolun bulunduğu gerçeği, çağdışı bir kanal çılgınlığının günümüzde topluma dayatılabiliyor olması ile de sergilenmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Allen,C.R., 1969. Active faulting in northern Turkey:Contribution no 1577. Division of Geological Sciences, California Institute of Technology A. B.D. Yayımlanmamış kurum-içi rapor.

Arpat, E., 1971. 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi; Ölü Deniz Fay Sistemi'nin Karlıova ilçesi ile Hazar Gölü arasındaki bölümü (ön rapor). M.T.A. Enst. Rap. No. 4697, 10 Haziran 1971 (yayınlanmamış rapor).

Arpat, E., 1977a. Karakaya yöresinin depremselliği ve büyük bir depremin Karakaya barajının eksen bölgesine olası etkisi. MTA raporu, yayınlanmamış. 38 s, 8 şekil.

Arpat, E., 1977b. Karakaya barajı çok büyük depremlerle sınanacaktır. Yeryuvarı ve İnsan, sayı 2/1. s.59-62.

Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler, MTA Dergisi , sayı 78, sayfa 44-50.

Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975. Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar. Türkiye Jeoloji Kurumu Bül., 18, s. 91-101.

* DAF'ın, çevresindeki kuşağın jeolojisi ile birlikte gösterildiği bir atlas Erdal Herece tarafından hazırlanmış ve MTA tarafından 2009 yılında yayımlanmıştır.

Introduction: *If there were no major faults, there would be no magnificent mountains that we adore, and the seas, the source of life, could not be diversified. On the other hand, faults also have a life cycle. They grow slowly from the tiny, but by the time they can reach thousands of kilometers in length. After all, they also die; their traces remain. Earth scientists try to understand what they have done during their lifetime. Given the earthquakes and the giant sea waves associated with them, it is very difficult to look at big active faults with a loving eye. However, taking into account that they existed where we are now long before us and shaped our environment, we must try to get to know them closely, to learn about their characteristics and to adopt them. This is quite easy for earth scientists; but it is also important that the whole society reaches this awareness. The conditions for living in harmony together with a large active fault are naturally numerous. In this context, the prerequisite is to know it closely. Getting to know closely requires trying to understand why the fault is there, in other words, what it wants to do. It is equally imporant to accept its existence in the right way. We have to learn the characteristics of this great, uncontroble energy source. I know from the announcements made that the papers in this congress will deal with some of these issues. I would like to contribute to the discussions about why the Eastern Anatolian Fault (EAF) exists and to share with you the series of obstacles encountered in the correct adoption of the existence of the EAF.*

Keywords: *East Anatolian Fault, Karakaya Dam, Earthquake Risk Map*

Why does the EAF exist?

I think the available data we have is not enough to give a precise answer to this question. Below, I will try to give examples to the difficulties we face in trying to place EAF within a reasonable tectonic frame. For example, in many parts of EAF, we see that it is adjacent to the Zaros-Bitlis suture belt. Zagros belt with its thick sedimentary prism displays characteristics of a foreland environment for the Arabian plate. It is highly questionable that the belt with a its thin sedimentary pile, to the south of the Bitlis massive points to a similar environment. Late Eocene-Early Oligocene sequences have limited extent in this belt with their northern parts having been developed in very shallow facies environments. This fact also reinforces the need for discussions on the foreland situation of the belt located in front of the Bitlis massive. The fragmented nature of the Early Miocene basins in this area, also requires the review of the existence of a foreland flysch environment. It can be said that an environment model based on extensional sedimentary basins connected with shallow thresholds, rather than a model requiring a foredeep structure, is a more realistic one for this region. It should also be noticed that the absence of a molasse basin in front of the Bitlis main thrust belt reflects an unusual situation for a proposed suture belt.

Some of the conclusions reached as a result of many researches focused on the determination of basic characteristics of the crust and upper mantle of the Eastern Anatolia can be summarized as follows: The crust is thick in Eastern Anatolia; but its thickness does not exceed 50 km. However, the lithospheric mantle is very thin or absent. Low velocity layers of asthenospheric properties are known to occur in the crust of the Eastern Anatolia.

No deep earthquake has been recorded in the region. The view that there is no feature, outside of the northern margin of the Eastern Anatolia, that can be unarguably attributable to subducted slabs is dominant. Despite to some contrary comments, the general evaluation is that there is no significant interruption in the upper mantle domain, neither by

the North Anatolian Fault (NAF) nor by the EAF belts.

Some of the remarkable features of the surface geology of the region are as follows: In Oligocene, a deep marine environment dominated in a narrow belt just to the north of the Bitlis massif. In the entire Eastern Anatolian region, to the north of this massif a limestone sequence deposited in a shallow marine environment during the Early Miocene. In the Eastern Anatolia, limestones of this epoch are now encountered at altitudes ranging between 2 and 3 thousand meters. Early Miocene limestones are located at significantly higher elevation to the north of the linear depression extending from Karlıova junction to the Lake Van, compared to those located to the south of it.

There are two major strike-slip active fault systems in the Eastern Anatolia region: NAF and EAF. The faults outside these two systems behave as solitary ones rather than forming fault systems. Their lengths do not exceed 100-150 km. For example, although a fault system is mentioned under the name of Malatya-Ovacık fault, only some segments of it, being favorably oriented within the actual stress field, are active. Similarly, fault segments, sometimes grouped under the names of Northeast Anatolian Fault system and Ecemiş Fault system, also exhibit disparate behavior.

Karlıova junction region exhibits a strikingly extensional morphological scheme. GPS velocity vectors do not indicate a compressional environment for this area. In the western part of the Karlıova-Lake Van linear depression, extensional, not compressional tectonics accompanies the main deformation of a right lateral character. Karlıova-Lake Van linear depression, interpreted as inter-mountain basin by some researchers, gives the impression of being the eastward continuation of the NAF. It has already been evaluated in this way, in the past. There is also the possibility that this depression, bounded from the north by a range with south-southwest facing reverse-fault segments, might have been developed as part of a short-lived extensional wedge. Muş basin, located to the south of this linear depression also shows, roughly, similar features. It may be worth to try to explain these two linear depressions, parallel to each other, in a system which also include Lake Van basin.

The data I tried to summarize above give the freedom of approach to design different models regarding the behavior of the Anatolian plate. However, in my opinion, the model that chooses the slab-pull forces initiated in the Hellenic subduction system, as a main driving force for the westward movement of the Anatolian plate satisfactorily matches with the data at hand. This model can easily explain the increase in the GPS velocities as the Anatolian plate approaches the Aegean arc. It is also in accord with the occurrences of extensional structures rather than the compressional ones in the Karlıova junction region. It is a strong possibility that similar microplate movements had been developed due to the slab-pull forces developed in different subduction mechanisms that affected Anatolia in the near geological past. The Ecemiş fault system and the Ovacık-Malatya fault system might have been developed and were active during retreating period of the Cyprus arc and they were forming boundaries of microplates directed towards the subduction zone. All these microplates possibly had NAF as their northern boundary.

The fact that NAF is in its most parts located in a major suture zone could be a valid

explanation for its persistent northern boundary position for several different ancient microplates. Consequently, NAF may have different age of formation for its different parts, the western part being the youngest. In this context, it is not unlikely that the fault zone extending from Karlıova to Lake Van is forming an abandoned part of the NAF. The boundaries of the ancient microplates bifurcated from NAF and headed to the southwest, unlike to NAF, do not correspond to any distinct geological feature. The location of these boundaries might have been determined according to the changing stress environments depending on the changes occurring over time in the configuration of the subducting slabs. On the other hand, in order to compensate the movement along the newly formed northern prolongation of the Dead Sea Fault a new connection, the EAT, might have been established further east of the Malatya-Ovacık system changing the role of this fault system of being an active boundary to an abandoned microplate boundary. It is also suggested that the eastward migration of the Anatolian wedge is also facilitated by the gravitational potential energy originated by the progressive eastward thickening of the crust and, also helped a very thin lithosphere and by the existence of intracrustal asthenosphere.

*This translation covers only the first part of the original text in Turkish.

Doğu Anadolu Fayı: Geometri – Segmentasyon Açısından Genel Bir Bakış ve 24 Ocak 2020 Mw 6,8 Sivrice Depremi Sonrasında Deprem Potansiyelinin Değerlendirilmesi

The East Anatolian Fault: An Overall Look to Geometry – Segmentation and Implication to Earthquake Hazard Following the January 24, 2020 Sivrice Earthquake of Mw 6.8

Tamer Y. Duman[1], Ömer Emre[1], Fuat Şaroğlu[2]

[1]Fugro Sial Yerbilimleri Müşavirlik ve Mühendislik Ltd., Şti., 06680 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MAGTUR A.Ş. Çankaya, Ankara Türkiye

(t.duman@fugro.com)

Öz: Doğu Anadolu fayı Arabistan ve Anadolu levhaları arasındaki hareketi karşılayan kıta içi, sol yanal doğrultu atımlı aktif bir dönüşüm fayıdır. Batı yarısında, kuzey ve güney olmak üzere iki kola ayrılır. Yılda 10 mm olan kayma hızının 1/3'ü kuzey kol ile paylaşılır. Güneydeki ana kol Karlıova ve Amik üçlü eklemleri arasında 580 km uzunlukta olup Ölü Deniz fayı ve Kıbrıs yayı ile bağlantılıdır. Batı devamında Girne–Misis fay zonuna katılan kuzey kol ise Çelikhan–İskenderun Körfezi arasında 350 km mesafede dokuz fay segmentinden oluşur. Bu segmentler; doğudan batıya sırasıyla Sürgü, Çardak, Savrun, Çokak, Toprakkale, Yumurtalık, Karataş, Yakapınar ve Düziçi–İskenderun fay segmentleridir. Güney, ana kol, sekme ve büklüm yapılarıyla birbirinden ayrılan yedi fay segmentinden oluşur. Doğudan batıya doğru bunlar; Karlıova, Ilıca, Palu, Pütürge, Erkenek, Pazarcık ve Amanos fay segmentleridir. Alt geometrik bölümlerden oluşan bu fay segmentlerinin uzunlukları 31–112 km arasında değişir. Segmentler arası sekme ve büklüm yapılarının uzunluk ve genişlikleri sırasıyla 4–45 km ve 1,8–25 km arasındadır. Fay boyunca belirgin doğrultu değişimleri bu yapılar nedeniyle gerçekleşir. DAF tarihsel ve aletsel dönemde yüzey faylanması ile sonuçlanan büyük depremler üretmiştir. 19. ve 20. yüzyılda fayın değişik segmentleri üzerinde Ms 6,7'den büyük 6 deprem (1866, 1874, 1875, 1893, 1905 ve 1971) meydana gelmiştir. Son 500 yıldır deprem üretmemiş Amanos, Pazarcık ve Pütürge segmentleri ve Gökdere büklümü DAF zonunda deprem olasılığı yüksek sismik boşluklar olarak tanımlanmıştır. Mw 6,8 büyüklüğündeki 24 Ocak 2020 Sivrice depremi bu sismik boşluklardan biri olan Pütürge segmentinden kaynaklanmıştır. Toplam 97 km uzunluğundaki bu segment genişliği 0,5 km'yi geçmeyen aralı–aşmalı sola sekmelerle birbirinden ayrılan alt geometrik bölümlerden oluşmaktadır. En son 2020 Sivrice depremi öncesinde, fay uzunluğu ve deprem büyüklüğü arasındaki görgül bağıntılardan hareketle, Pütürge segmentinin tamamının kırılması ile sonuçlanacak en büyük deprem Mw 7,3 olarak tahmin edilmiştir. Artçı şokların dağılımı 2020 depreminin Sivrice–Pütürge arasında kalan yaklaşık 40–45km uzunluğundaki doğu bölümünden kaynaklandığına işaret etmektedir. Bu nedenle, 2020 Sivrice depremi, Pütürge segmenti üzerinde beklenilen en büyük depremi yansıtmamaktadır. İlk sismolojik ve jeodezik veriler ile fay geometrisi deneştirildiğinde Pütürge segmentinin yaklaşık 40 km uzunluktaki batı bölümünün bu depremde kırılmadığı, dolayısıyla fayın bu bölümünün yıkıcı büyüklükte (≥M 6,5) deprem üretebileceği söylenebilmektedir. Buna ek olarak, 521 ve 1513 tarihsel depremlerinden bu yana üzerinde büyük deprem

meydana gelmemiş Amanos ve Pazarcık fayları da DAF zonunda deprem olasılığı en yüksek segmentler olarak değerlendirilmektedir. Uzunlukları dikkate alındığında bu iki fay segmentinden kaynaklanabilecek depremlerin büyüklüğü Mw 7,0 ve üzeri olarak öngörülebilmektedir. Ayrıca, Ilıca ve Palu segmentleri arasında karmaşık fay geometrisi ile karakteristik Gökdere büklümü 2010 Kovancılar depremi gibi yıkıcı büyüklükte deprem üretebilecek özelliktedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, fay segmenti, deprem boşluğu, deprem tehlikesi

Abstract: *The East Anatolian fault is an intra–continental active strike–slip fault that accommodates the left–lateral movement between Arabian and the Anatolian plates. In the western half, it is divided into two strands: southern and northern. At the rate of the 1/3, the average of the 10 mm a^{-1} slip of the DAF zone is partitioned by the northern strand. The main fault, southern strand, is 580 km long from Karlıova to Amik triple junction and is linked to the both Dead Sea fault and the Cyprus Arc. The northern strand, merged with the Kyrenia-Misis fault zone, is 350 km long and consists of nine fault segments, from east to west, the Sürgü, Çardak, Savrun, Çokak, Toprakkale, Yumurtalık, Karataş, Yakapınar and Düziçi–İskenderun, respectively. The southern strand consists of seven fault segments separated by restraining and releasing fault jogs. These are, from east to west, Karlıova, Ilıca, Palu, Pütürge, Erkenek, Pazarcık and Amanos fault segments. The lengths of the fault segments range from 31 to 112 km long, the sub geometric sections included. The lengths and widths of the fault jogs vary from 4 to 45 km and from 1.8 to 25 km, respectively. Fault jogs results in considerable changes in the general orientation of the fault segment. The DAF generated major earthquakes accompanying with surface faulting in historical and instrumental periods. During the 19th and 20th centuries, 6 major earthquakes larger than Ms 6.7 (1866, 1874, 1875, 1893, 1905, and 1971) have occurred on the different segments of the DAF zone. The Amanos, Pazarcık and Pütürge segments that have not produced earthquakes for the last 500 years and the Gökdere bend have been defined as seismic gaps with high potential in the DAF zone. The January 24, 2020 Sivrice earthquake of Mw 6.8 originated from the Pütürge segment, one of these seismic gaps. The 97 km long segment consists of sub–geometric sections separated by left–stepping en echelon, the width of which does not exceed 0.5 km. Before the 2020 Sivrice earthquake, the largest earthquake that will be resulted from the entire Pütürge segment breaking was estimated as Mw 7.3, based on the empirical relation between fault length and earthquake magnitude. The distribution of aftershocks indicates that the 2020 earthquake generated from the 40–45 km long eastern part between Sivrice and Pütürge. Therefore, the 2020 earthquake does not meet characteristics of the expected earthquake for the Pütürge segment. According to the preliminary seismological and geodetic evaluation and fault geometry, it can be concluded that the 40 km long western part of the Pütürge segment has not been broken during the 2020 earthquake, therefore, this part of the fault may produce a devastating earthquake (≥ Mw 6.5). In addition, the Amanos and Pazarcık fault segments, which have not generated large typical earthquakes since the 521 and 1513 earthquakes, are considered having the highest earthquake potential along the DAF. Considering their length, the magnitude of earthquakes that may result from these two fault segments may be around Mw 7.0. Additionally, the Gökdere bend that is characteristic with the complex fault geometry between the Ilıca and Palu segments is capable of producing devastating earthquakes such as the 2010 Kovancılar event.*

Keywords: *East Anatolian Fault, fault segment, seismic gap, earthquake hazard*

Bütünleşik Afet Yönetimi Açısından Sivrice Depreminin Değerlendirmesi

Assessment Sivrice Earthquake in Terms of Integrated Disaster Management System

Murat Nurlu

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(murat.nurlu@afad.gov.tr)

Öz: Bilindiği gibi ülkemiz gerek jeolojik gerekse topografik özellikleri açısından deprem olayı ile oldukça sık karşılaşmakta ve tarihten günümüze kadarki süreçte de büyük can ve mal kaybına uğramaktadır. Çağdaş afet yönetimlerinde doğa kaynaklı olaylar için özellikle afet yönetiminin çeşitli evreleri önceden planlanarak olayın afete dönüşmesi önlenebilmektedir. Ülkemizin afet ve acil durum konularında yetkili kurumu olan AFAD Başkanlığıda özellikle deprem olayı karşısında ülke genelinde bu çağdaş afet yönetiminin gereklerini yerine getirmekte olayın afete dönüşmesini veya mümkün olan en az zararla atlatılabilmesi için gerekli çalışmaları yapmakta, ülkemizin ilgili kurumlarının, yerel yönetimlerin, özel sektörün ve sivil toplum kuruluşlarının kapasitesini koordine ederek ortak gücü etkin ve verimli kullanmaya harcamaktadır.

AFAD Deprem Dairesi Başkanlığınca işletilen ve Avrupa'nın 2. Büyük deprem gözlem istasyonu olan Türkiye Deprem Gözlem Ağından 24 Ocak 2020 tarihinde TS ile 20:55:11'de 38.3593 enlem ve 39.0630 boylamında (Elazığ ili, Sivrice ilçesi, Çevrimtaş Köyü 800 m. kuzeyinde), 8.06 km. derinliğinde, 6.8 moment magnitüd büyüklüğünde, MMI şiddet cetveline göre IX şiddetinde bir deprem saptanmıştır. Bu depremin teknik değerlendirmeleri hızlıca yapılmış olup özellikle artçı deprem dağılımları afet yönetiminin farklı aşamalarında kullanılmıştır. Depremin teknik değerlendirmesinde özellikle AFAD Başkanlığının ülke geneline yayılmış olan 800 e yakın ivme istasyonlarından elde edilen veriler bilimsel açıdan ilginç sonuçlar vermiş, depreme neden olduğu düşünülen Sivrice-Pütürge segmentindeki kırılma mekanizmasının farklı davranışlar gösterdiği belirlenmiştir.

Depremden hemen sonra devreye giren TAMP (Türkiye Afet Müdahale Planı) kapsamında hem AFAD merkezde bulunan 28 hizmet grubunun üyesi hemde afet bölgesinde konumlanan yerel afet ve acil durum yönetim merkezi ve tamp grubu çok hızlı şekilde afet olayına müdahalede bulunmuş, gerek ilgili kurumlarla işbirliğinde gerekse bölgeye gönderilen teknik ekiplerin çalışmalarıyla zararın minimum seviyede gerçekleşmesi, afet bölgesindeki hayatın normale dönmesi sağlanmıştır. Bütünleşik afet yönetiminin öngördüğü çok paydaşlı, planlı ve kapsamlı hedefleriyle Elazığ ve Malatya illerimizi etkileyen bu deprem olayının müdahale boyutu hazla neticelendirilmiş, iyileştirme aşamasında kararlı ve hızlı bir şekilde önce kalıcı çadır hemen arkasından konteyner kentler oluşturulmuş, hak sahipleri belirlendikten sonrada yer seçimi aşamaları sonrası kalıcı konutların yapımına başlanmıştır. Yine afet yönetiminin temel öğelerinden olan zarar azaltma ve hazırlık aşamaları için Başkanlıkça deprem olayı öncesi yapılan farkındalık çalışmaları, deprem istasyonlarının bölgede yoğunlaştırılması, tehlike haritalarının hazırlanması, bina deprem yönetmeliklerinin güncellenmesi, kritik yapılarla ilgili güçlendirme ve izolatörlerin devreye alınması, afet gönüllülük çalışmasının başlatılması, AFAD-Red programını kullanarak deprem odaklı senaryoların hazırlanarak illerde haberli veya habersiz tatbikatların düzenlenmesi 24 Ocak 2020 tarihli 6.8 büyüklüğündeki Sivrice depreminin hızlı bir şekilde sonuçlandırıldığının bir ispatıdır.

Sonuç olarak, AFAD Başkanlığının kurulduktan sonraki afet ve acil durumlarla ilgili ortaya koyduğu stratejik planlar, uygulamalar ve konusunda yaptığı çalışmalar toplum odaklı bütünleşik afet yönetimi açısından önemlidir. Ancak tüm bu gayretlere rağmen ülkemizin bir deprem ülkesi olduğunu, yapı stoğumuzun çok kaliteli olmadığını ve birey olarak her zaman afet ve acil durumlara hazır olmak zorunda olduğumuzu unutmamız gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, afet yönetimi, TAMP, Sivrice, AFAD

Abstract: *Our country, in terms of geological and topographic features, has frequently exposed to earthquakes and has experienced great human and property losses since ancient times. Modern disaster management applications may pave the way for any natural hazard to become a disaster by applying preventive measures and planning. Disaster and Emergency Management Authority, the sole governmental institution responsible from the disaster and emergency management issues, implements modern earthquake risk management practices in Turkey, performs necessary activities for mitigation by coordinating the all stakeholders including governmental institutions, private sector, local authorities and NGOs.*

According to the National Earthquake Observation Sytem of Turkey, operated by AFAD which is the second biggest network in Europe, an earthquake with magnitue Mw: 6.8 with 8.06 depth occured at 800 m North of Çevrimtaş Village, Sivrice, Elazığ. The maximum intensity of this earthquake was calculated as IX (MMI scale). Radip technical evaluation of earthquake parameteres especially the regular distribution of aftershocks were used at different phases of emergency management. Acceleration values of this earthquaked calculated from extensive accelerometer network of AFAD (almost 800 stations) resulted in interesting scientific information on the characteristic features of this event. Outcomes of the analysis also revealed that different rupture mechanisms occured on the Sivrice-Pütürge Segment.

Following the earthquake, the Response Plan of Turkey (TAMP) process was started with the participation of national level 28 service groups. Local and regional level teams contributed to the plan and rapid response to the event was achieved. With the rapid and effective reaction of all stakeholders, rapid get back to normal life was provided in the region. Future losses were also avoided with rapid and effective response to the earthquake. With planned and comprehensive targets of integrated disaster management , response phase was achieved rapidly and effective recovery was initiated first with the set up of tents than with the construction of prefabricated houses. Site selection of permanent housing was also started promptly after response activities. Mitigation and preparedness activities including public awareness campaigns, capacity development of earthquake monitoring systems, hazard mapping, revision of building codes, reinforcement of critical infrastructure, scenario preparations by using AFAD-RED preliminary damage assessment software, and different scaled drills implemented by AFAD during several years, have contributed to better response and recovery activities after Sivrice Earthquake.

Finally; following the establishment of AFAD strategic plans, practices and projects in the field of disaster and emergency management are important activities in terms of community based disaster management. However,it is important not to forget that we are living on an earthquake prone country, we do not have good quality of building stock and we need to personally get prepared to disasters and emergencies.

Keywords: *Earthquake, disaster management, disaster response plan of Turkey, Sivrice, AFAD*

24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depremi (Mw=6,8) Saha Gözlemleri ve Sismotektonik Değerlendirme, Doğu Anadolu Fay Zonu, Türkiye

Field Observations and Seismotectonic Evaluation of January 24, 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake (Mw=6.8), East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey

Akın Kürçer[1], Hasan Elmacı[1], Nail Yıldırım[2], Selim Özalp[1], Hilal Domaç Yalçın[3], Önder Kayadibi[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü,Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü, 44900 Yeşilyurt, Malatya, Türkiye

[3]Altınşehir Mahallesi, Tomurcuk Sokak, Ümraniye, İstanbul

(akin.kurcer@mta.gov.tr)

Öz: 24 Ocak 2020 tarihinde, yerel saat ile 20.55'de, Sivrice'de (Elazığ-Türkiye) Mw=6,8 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Ana depremin moment tensör çözümleri ve artçı şokların dağılımları gibi sismolojik veriler, depremin kaynak fayının Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Pütürge Segmenti olduğunu göstermiştir. Ana ve artçı şokların, Pütürge Segmenti'nin kuzeybatı bloğunda kümelenmesi, deprem kaynak fayının eğim yönünün kuzeybatıya doğru olduğunu göstermektedir.

Deprem kaynak fayının tanımlanması, deprem sırasında meydana gelen eş sismik yüzey deformasyonunun haritalanması ve hasara neden olan jeolojik faktörlerin belirlenmesi amacıyla, 25 – 31 Ocak 2020 tarihleri arasında, Hazar Gölü ile Pütürge arasında kalan bölgedeki toplam 45 lokasyonda saha gözlemi yapılmıştır.

Saha gözlemlerimize göre, yüzey deformasyonu Pütürge Segmenti'nin Hazar Gölü ile Pütürge ilçesi arasında kalan yaklaşık 48 km uzunluğundaki bölümünde meydana gelmiştir. Yüzey deformasyonları, genellikle ana deformasyon zonu ile ilişkili Riedel makaslama kırıkları, aralı-aşmalı tansiyon çatlakları ve en fazla birkaç yüz metre uzunluğunda yüzey kırıkları olarak gelişmiştir. Yüzey deformasyonları ile ilişkili en güvenilir veriler, depremin merkez üssüne çok yakın bir alanda yer alan Ilıncak Köyü ve dolayından toplanmıştır. Bu alanda haritalanan yüzey kırığı üzerinde, iki adet paleosismolojik hendek çalışması gerçekleştirilmiştir. Tarihsel depremlerin yaşlandırılması amacıyla hendeklerden derlenen numuneler, radyokarbon analizi için TÜBİTAK-MAM'a gönderilmiştir.

Bu çalışmada ilk defa, bir deprem yüzey kırığının su yüzeyindeki izi video ve fotoğraflar ile kayıt altına alınmıştır. Doğu Anadolu Fayı'nın Fırat Nehri'ni kestiği bu alanda, su yüzeyinde, 500 m uzunluğunda eşsiz bir çizgisellik meydana gelmiştir. 30 Ocak 2020'de yerel saat ile 12.40'ta gerçekleşen bu muhteşem doğa olayı yaklaşık 10 dakika sürmüştür. Aynı zamanda, Karakaya Barajı'nın rezervuar alanı olan Fırat Nehri'nin bu bölümündeki su kolonu yüksekliği 145,94 metredir (DSİ). Su yüzeyindeki bu çizgiselliğin, deprem yüzey kırığından püsküren

gazlar nedeniyle meydana geldiği değerlendirilmiştir. Bu gözlem aynı zamanda, bu deprem sırasında yüzey kırığı geliştiğinin en açık jeolojik kanıtıdır.

16.01.2020 ve 28.01.2020 tarihli, descending (kuzeyden güney uçuş yönünde) C–bant Sentinel-1A Suni Açıklı Radar (SAR-Synthetic Aperture Radar) görüntü çifti kullanılarak yapılan DInSAR (diferansiyel interferometri) analizi sonucuna göre uydunun bakış çizgisi (LOS) yönündeki deformasyon miktarı -23 ile 16 cm arasında değişmektedir. Interferogramda fayın kuzeybatı bloğunda fringelerin (gökkuşağı renk serisi) çok olması, deformasyonun bu blokta gerçekleşmiş olduğuna işaret etmektedir. Yanal deformasyonun yanı sıra, en yüksek LOS düşey deformasyon miktarı, fayın kuzeybatı bloğunda -23 cm olarak hesaplanmıştır.

Sismolojik çalışmalar kapsamında, 2020 Sivrice (Elazığ) deprem serisine ait 30 depremin (Mw>3,5) moment tensör çözümü yapılmıştır. Bu deprem serisinin kaynağı K60-70°D doğrultulu, çok küçük oranda normal bileşene sahip sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Artçı şokların zamansal ve mekânsal dağılımları, kırılmanın iki taraflı ilerlediğine işaret etmektedir. Gerilme tensör analiz sonuçları bölgesel sıkışma yönünün KKD-GGB olduğunu göstermiştir. 2020 Sivrice (Elazığ) deprem serisi, bölgesel gerilmenin Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde, Pütürge Segmenti'nden komşu segmentlere aktarıldığına işaret etmektedir. Komşu segmentlerde son depremlerden günümüze kadar geçen süreler ve bölgesel gerilme aktarımı, komşu segmentlerin bu bölge için potansiyel birer deprem tehlikesi olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: 24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depremi, Doğu Anadolu Fay Zonu, Pütürge segmenti, moment tensör çözümü, gerilme tensor analizi, paleosismoloji, DInSAR

Abstract: *An earthquake of Mw=6.8 magnitude occurred in Sivrice (Elazığ - Turkey) on January 24, 2020, at 20.55 local time. Seismological data such as moment tensor solutions of the main shock and distribution of aftershocks indicated that the earthquake source fault was the Pütürge Segment of the East Anatolian Fault Zone. Clustering of main and aftershocks on the northwest block of the Pütürge Segment shows that the deep direction of the earthquake source fault is towards northwest.*

We carried out field observations in total 45 locations in the region between Lake Hazar and Pütürge between January 25 and 31, 2020 to identify the earthquake source fault, map the co-seismic surface deformation that occurred during the earthquake and determine the geological factors causing the damage.

According to our field observations, surface deformation occurred in the approximately 48 km long part of the Pütürge Segment between Hazar Lake and Pütürge. Surface deformations are generally developed as principle deformation zone-related Riedel shear fractures, en-echelon tension cracks and surface ruptures up to several hundred meters long. The most reliable data associated with surface deformations has collected from Ilıncak village and its vicinity, which is located in an area very close to the epicentre area of earthquake. Two paleoseismological trench studies were carried out on the surface fracture mapped in this area. Samples collected from the trenches for the dating of historical earthquakes were sent to TUBITAK-MAM for

radiocarbon analysis.

In this study for the first time, the trace of an earthquake surface rupture on the water surface was recorded with videos and photographs. In this area where the East Anatolian Fault cut the Euphrates River, a unique lineament of 500 m length occurred on the water surface. This magnificent natural event that took place at 12.40 local time on January 30, 2020, lasted about 10 minutes. At the same time, the height of the water column in this part of the Euphrates River, which is the reservoir area of Karakaya Dam, is 145.94 meter (DSİ). It was evaluated that this lineament on the water surface was caused by gases rising from the earthquake surface rupture. This observation is also the clearest geological evidence that a surface developed during this earthquake.

According to the result of DInSAR (differential interferometry) analysis, which is carried out by using descending Sentinel-1A (C-band) Synthetic Aperture Radar (SAR) image pair dated 16.01.2020 and 28.01.2020, the amount of deformation in LOS (Line of Sight) varies between -23 and 16 cm. The high number of fringes in the northwest block of the fault in the interferogram indicates that the deformation occurred in this block. In addition to the lateral deformation, the highest LOS vertical deformation amount was calculated as -23 cm in the northwest block of the fault.

*We have obtained a total of 30 earthquake (Mw> 3.5) moment tensor solutions that belong to the 2020 earthquake sequence within the scope of seismological studies. The source of this earthquake sequence is a N71°*E trending *sinistral strike-slip fault with minor normal component. The temporal and spatial distributions of aftershocks indicate that the rupture propagation is bilaterally. The stress tensor analysis shows that the direction of the regional compressive stress is NNE–SSW. 2020 Sivrice (Elazığ) earthquake sequences indicate that the regional stress has been transferred to the neighboring segments of Pütürge Segment of East Anatolian Fault Zone. The elapsed time on the neighboring segments and the regional stress transfer point out that the neighboring segments are the potential earthquake hazard for this region.*

Keywords: *January 24, 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake, East Anatolian Fault Zone, Pütürge Segment, moment tensor solution, stress tensor analysis, paleoseismology, DInSAR*

Doğu Anadolu Fayı-Pütürge Segmenti Üzerinde Meydana Gelen 24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depreminin (Mw=6.8) Yüzey Kırığı Özellikleri ve Sismik Jeomorfolojisi

Seismic Geomorphology and Surface Rupture Features of 24 January 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake (Mw=6.8) Along the Pütürge Segment of the East Anatolian Fault Zone

Orhan Tatar[1], Hasan Sözbilir[2], Ercan Aksoy[3], Fikret Koçbulut[1], Bülent Özmen[4], Hüseyin Alan[5], Yüksel Metin[6], Semih Eski[7], Erdin Bozkurt[8]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, 35390, Buca, İzmir, Türkiye

[3]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

[4]Gazi Üniverstesi, Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, Türkiye

[5]TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, Türkiye

[6]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[7]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390, Buca, İzmir, Türkiye

[8]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(orhan.tatar@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: 24 Ocak 2020 Cuma günü yerel saatle 20.55'de merkez üssü Elazığ'ın Sivrice ilçesi olan Mw=6.8 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Depremin dış merkezi ve sol yanal doğrultu atımlı fay niteliğindeki odak mekanizma çözümü, faylanmanın Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Pütürge Segmenti üzerinde geliştiğini göstermektedir. Ana şoktan bir gün sonra deprem bölgesine giden çalışma ekibi tarafından 10 günlük bir arazi çalışması gerçekleştirilmiş ve Pütürge Segmenti boyunca meydana gelen yüzey deformasyonları haritalanarak, deprem sırasında oluşan yüzey kırığının geometrisi ile diğer sismik jeomorfolojik yapılar yerinde incelenmiştir. Arazi verileri uydu görüntüleri ile desteklenmiştir. Bu çalışmada, sismik jeomorfolojik yapılar sınıflandırılarak, fay geometrisi ve bölgedeki gerilim durumuyla olan ilişkileri tartışılacaktır. Sivrice (Elazığ) depremiyle ilişkili gelişen sismik jeomorfolojik deformasyonlar Pütürge Segmentinin Gezin (Elazığ) ile Ormaniçi (Pütürge) köyleri arasındaki bölümünde gözlenmiş ve sismotektonik ile sismo-gravitasyonal olmak üzere iki ana sınıf altında toplanmıştır. Sismotektonik yüzey şekilleri tektonik streslere bağlı olarak gelişen yüzey kırığı ve çatlağı, yükselme-çökme ve basınç sırtları şeklindeki yüzey deformasyonlarıdır. Sismo-gravitasyonal yüzey şekilleri ise kütle hareketleri, yanal yayılma ve sıvılaşma şeklindeki deformasyonlardır. Yapılan arazi gözlemlerine göre Gezin-Sivrice-Doğanbağı hattı boyunca sismo-gravitasyonal yapıların geliştiğini, Doğanbağı-Çevrimtaş-Ilıncak-Koldere-Ormaniçi hattında ise sismo-gravitasyonal yapıların yanısıra yüzey kırığı niteliği sunan sismotektonik

yapıların da oluştuğunu göstermektedir. Fay zonu boyunca gelişen sismo-gravitasyonal yapılar küçük ölçekli heyelanlar, kaya düşmeleri ve yollar boyunca gözlenen kılcal çatlaklar ile yanal yönde devamsızlık sunan zemin yenilmeleridir. Bunun yanında özellikle faya dik gelişmiş derelerin Karakaya Baraj gölüyle birleştiği kesimlerde küçük ölçekli yanal yayılmalar ve sıvılaşma yapıları da olağandır. Deprem sırasında gelişen yüzey kırıkları Çevrimtaş Köyü ile Doğanbağı Köyü arasındaki uzamış sırt boyunca, Ilıncak Köyü kuzeybatısında, Topaluşağı ile Doğanyol arasında uzanım sunan 1.5 km uzunluğundaki basınç sırtı boyunca, Doğanyol kuzeybatısındaki yelpaze üzerindeki basınç sırtı boyunca, Koldere ve Ormaniçi Köyü çevresinde aralı, aşmalı ve kademeli (en-echelon) dizilimli çatlaklar şeklinde gözlenmektedir. Basınç sırtlarının yamaçları boyunca sırta paralel uzanım sunan yüzey kırıkları pop-up yapısı oluşturacak şekilde ters bileşenlidir.

Interferometrik SAR (DInSAR) çalışmaları fayın kuzeybatı bloğunda 10 cm yükselmeye ve güneydoğu blokta 6 cm çökmeye işaret etmektedir. İki blok arasındaki söz konusu düşey hareket farkı Sivrice güneybatısı ile Pütürge arasındaki en az 30 km'lik fay parçasının kırıldığını göstermektedir. Ana şokun odak mekanizma çözümünün saf sol yanal doğrultu atım bileşeni vermesine rağmen yüzeyde belirgin bir yanal atım miktarının ölçülememesi i) sol yanal atımın yüzeye kadar gelemediği, ii) deprem sırasındaki faylanmanın düşey eksen etrafında gelişen sol yanal bir tork hareketi oluşturduğu, iii) Pütürge Segmentinin sıkışmalı bir büklüm niteliğinde oluşu veya iv) Pütürge segmentinin geçtiği güzergahta yüzlek veren Pütürge metamorfitlerinin varlığı ile açıklanabilir. Bunun yanında, yüzey kırığının izlenebildiği yerdeki litolojilerin çoğunlukla pekişmemiş yamaç molozu, kolüvyal malzeme ve alüvyon yelpazesi çökellerinden yapılı oluşu da fayın atımını soğurabildiğini gösterebilir.

Anahtar Kelimeler: Sivrice (Elazığ) Depremi, Doğu Anadolu Fay Zonu, Pütürge segmenti, sismik jeomorfoloji

Abstract: *On Friday, January 24, 2020 at 20.55 local time, an earthquake with a magnitude of Mw = 6.8 has occurred in Sivrice district of Elazığ. The focal mechanism solution is consistent with pure left-lateral strike-slip faulting; the location of the epicenter and fault mechanism suggest deformation along the Pütürge Segment of the East Anatolian Fault Zone. A 10-day fieldwork was carried out along the Pütürge Segment to study surface deformation; the geometry of the surface rupture and other seismic geomorphological structures were mapped and studied. The field data is also correlated with satellite images. This paper therefore presents classification of seismic geomorphological structures and discuss intimate relationship between fault geometry and stress field in the region.*

Seismic geomorphological deformation and related features of the Sivrice (Elazığ) earthquake are observed in the area between Gezin (Elazığ) and Ormaniçi (Pütürge) villages; they are classified into two as seismotectonic and seismo-gravitational features. Surface rupture and cracks, uplifted and subsiding topography and elongated pressure ridges are common seismotectonic surface features. Seismo-gravitational surface features include structures related to mass movements, lateral spreading and liquefaction. Field observations confirm that seismo-gravitational structures develop along both Gezin-Sivrice-Doğanbağı and Doğanbağı-Çevrimtaş-Ilıncak-Koldere-Ormaniçi sections of the Pütürge Segment while surface rupture

is mapped as seismotectonic structures only along the Doğanbağı-Çevrimtaş-Ilıncak-Koldere-Ormaniçi section. Small-scale landslides, rock falls, feather cracks along asphaltic roads, and laterally discontinues ground failure-related features are common seismo-gravitational structures that developed along the fault zone. In addition, small-scale lateral spreading and liquefaction structures are common especially in areas where fault-perpendicular streams meet the Karakaya Dam reservoir. The surface rupture is mapped as stepping and overlapping en echelon fractures along elongated pressure ridge between Çevrimtaş and Doğanbağ villages, to northwest of Ilıncak village, along 1.5-km-long pressure ridge between Topaluşağı and Doğanyol, across the elongated hill that developed on an alluvial fan to the northwest of Doğanyol and in the area between Koldere and Ormaniçi villages. Surface fractures deforming the pressure ridges are all aligned parallel to the long axes of the ridges. They also display reverse components and define small-scale pop-up structures.

Interferometric SAR (DInSAR) studies indicate a 10-cm uplift in the northwestern block of the fault and a 6-cm subsidence in the southeast block. The difference in vertical movements between two blocks of the fault is interpreted to suggest that at least 30-km-long section of the Pütürge Segment in the area between southwest of Sivrice and Pütürge is broken during the main shock. Although the focal mechanism solution of the main shock gives pure left-lateral strike-slip faulting, there is no significant left-lateral displacement observed during the fieldwork. This can be explained by followings: (i) left-lateral strike-slip displacement was not able to reach the surface; (ii) left-lateral torque movement of the fault around a vertical axis during the earthquake, (iii) restraining bend nature of the Pütürge Segment, or (iv) the presence of Pütürge metamorphics along the fault strike. It is also important to note that along most part of the Pütürge Segment where surface rupture is observed, talus, colluvial or alluvial fan sediments are exposed; unconsolidated and/or poorly consolidated nature of these sediments may also be counted as one of the main reason for not observing horizontal displacement on the surface.

Keywords: *Sivrice (Elazığ) Earthquake, East Anatolian Fault Zone, Pütürge segment, seismic geomorphology*

24.01.2020 Mw 6.8 Sivrice (Elazığ) Depremi Sonrasında Makro ve Mikro Ölçekte Arazi Gözlemleri

Macro- and Micro-Scale Field Observations After the 24 January 2020 Mw 6.8 Sivrice (Elazığ) Earthquake

Müge Yazıcı[1], Cengiz Zabcı[1], Mehmet Köküm[2], H. Serdar Akyüz[1], A. M. Celâl Şengör[1,3]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, 34469 İstanbul, Türkiye

[2]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

[3]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak 34469 İstanbul, Türkiye

(yazicimug@itu.edu.tr)

Öz: 24 Ocak 2020 tarihinde Elazığ – Sivirce merkez üstünde Türkiye saati ile 20:55'te Mw=6.8 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Yaklaşık 5 - 10 km derinliğinde meydana gelen ana şok ve peşinden gerçekleşen artçı şoklar Sivrice-Pütürge arasında yaklaşık 60 km'lik bir yayılım göstermiştir. Anadolu'nun batıya kaçış hareketinin doğu sınırını oluşturan sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı'nın Pütürge Segmenti bu depremle kırılmıştır. Pütürge Segmenti, Hazar Gölü'nün GB kenarı ile Doğanyol kuzeyi arasında yaklaşık K70°D doğrultusuna sahipken, bu noktada GB'ya doğru doğrultusu boyunca saat yönünün tersinde yaklaşık 10°'lik yayvan bir büklüm yaparak K60°D doğrultusunda devam eder. Bölgede özellikle Fırat nehri kenarlarında fayın geliştirdiği uzamış sırtlar ve eğer yapıları, fayın morfolojisini açık bir biçimde gösterir.

Pütürge Segmenti üzerinde, depremi takip eden gün başlayan ve 4 gün süren arazi gözlemlerinde birçok yüzey deformasyonu belirlenmiş ve haritalanmıştır. Yaklaşık 60 km boyunca aralıklarla takip edilen bu yüzey deformasyonlarının çoğunlukla kütle hareketleri ile ilişkili olduğu yorumlanmıştır. Ancak, Sivrice ilçe merkezinin 12 km GB'sında yer alan Kösebayır Köyü'nün güneyinde (38.38°K/39.18°D), buzlaşmış karların içinde sol yanal doğrultu atımlı makaslama sistemine uyumlu kinematik özelliklere sahip açılma çatlakları belirlenmiş ve haritalanmıştır. Bu yapılar, DJI Phantom Pro 4 marka ve model bir İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanılarak, farklı yükseklikten (50 m ve 10 m) çekilen fotoğraf setleri ile ayrıntılı bir şekilde görüntülenmiştir. Birinci sette çekilen 863 aşmalı fotoğraf kullanılarak, inceleme alanının birleştirilmiş ortofotosu oluşturulmuş, belirlenen yapılar ayrıntılı ve koordinatlı bir şekilde haritalanmıştır. İkinci sette çekilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflar sayesinde, açılma çatlakları ayrıntılı analiz edilmiş, belirli çizgisellikler boyunca küçük ölçekli yanal atımlar gözlenmiştir. Çoğunluğu X-makaslaması üzerinde oluşmuş ve toplamda yaklaşık 15 cm lik yerdeğiştirmeye işaret eden bu yapılar, Sivrice Depremi'nin bu bölgedeki hareketi ile ilgili bilgi vermektedir. İlk kar yağışı ile silinen bu 'geçici' yapılar, fayın çok yüksek hassasiyetle haritalanmasının yanı sıra deformasyon analizi için veri sağlama özelliği taşımaktadır. Bu ve benzeri geçici yapıların belgelenmesi, fay üzerinde palaeosismolojik hendek kazıları, aletli post-sismik deformasyon gözlemi gibi daha sonra gerçekleştirilecek çalışmaların konumlandırılması için büyük öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Elazığ-Sivrice depremi, Doğu Anadolu Fayı, aktif tektonik, yüzey deformasyonu

Abstract: *On January 24, 2020 a Mw = 6.8 magnitude earthquake struck Sivrice (Elazığ) at 20:55 by local time. The main shock, which had focus of about 5 to 10 km depth, and its aftershocks are distributed along ~60 km section of the East Anatolian Fault (EAF) between Sivrice in the northeast and Pütürge in the soutwest. The N70°E strike of the fault rotates 10° in counter clockwise fashion towards the southwest along its strike and becomes N60°E, making a gentle bend to the north of Doğanyol (Malatya). The elongated ridges, linear depressions and cumulative fault scarps clearly mark the surface trace of the EAF along both flanks of the Euphrates River close to the epicentre of the earthquake.*

We identified and mapped many surface ruptures, which are mostly connected to mass movements such as landslides and lateral spreading features, during our 4 days-long field studies. We also noticed poorly-developed fractures at limited places where tiny cracks were continuous only about a few tens of meters and did not permit any kinematic analysis. We found the most continuous and informative surface deformations in forms of tension gashes to the south of the Kösebayır Village (38.38 ° N / 39.18 ° E), 12 km SW of Sivrice, where the total strain is confined to a narrow fault strand. These structures were observed only in ice cover and the asphalt road, both acting as a thin-brittle layer above a material of unconsolidated sediments. We used an Unmanned Air Vehicle (UAV) to take two different sets of photographs, of which the first set covers a broader region from an altitude of 50 meters above the take-off point and the second set includes only a few pictures with a higher resolution from ~10 meters above the ground. We mapped all tension gashes within the coverage of 863 overlapping UAV-based photos of the first set, whereas the second set was used for kinematic analysis. The offset across the axes of tension gashes suggest a total displacement of about 15 cm along the X-shear planes. Our fast reaction in documenting these 'ephemeral' structures, gave us the opportunity to establish unequivocally the ultra-precise location of the fault, which will aid in locating further studies on faulting, such as palaeoseismic trenching and/or instrumental post-seismic monitoring.

Keywords: *Elazığ-Sivrice Earthquake, East Anatolian Fault, Active tectonics, surface deformation*

M6.8, 2020, Sivrice Depremi, Sismolojik Bulgular

M6.8, 2020, Sivrice Earthquake, Seismological Observations

Sezim E. Güvercin[1], Özgün Konca[2], Figen Eskiköy[2], Hayrullah Karabulut[2], Uğur Doğan[1], Ziyaddin Çakır[3], Semih Ergintav[4], Cengiz Zabcı[3], Mehmet Köküm[5], Alpay Özdemir[1], Seda Özarpacı[1]

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul, Türkiye

[2]Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeofizik Ana Bilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[4]Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeodezi Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul, Türkiye

[5]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

(sezim.guvercin@gmail.com)

Öz: Doğu Anadolu Fayı (DAF) Türkiye'nin sismotektonik davranışını belirleyen en önemli elementlerden biridir. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile beraber, yaklaşık 400 km uzunluğundaki DAF, Anadolu'nun batıya hareketini KAF'ın 25 mm/yıl olan hızından çok daha yavaş olan 10 mm/yıl kayma hızıyla karşılamaktadır. Yaklaşık olarak 140 yıldan beri DAF üzerinde yıkıcı bir deprem meydana gelmemiştir. Bu suskunluğun öncesinde meydana gelmiş olan tarihsel depremler fay boyunca farklı arastırmacılar tarafından farklı fay dilimleri ile ilişkilendirilmiştir. Bununla beraber 400 km'lik fay boyunca son 20 yıllık sismik aktivitenin depremsellik sıklığına bakıldığında belirgin bölgesel değişimler gözlenmektedir. Son çalışmalar DAF üzerinde meydana gelmiş depremlerin, farklı fay dilimleri ile ilişkili geometrik sınırları ifade ettiğini göstermekle birlikte, bu dilimlerin kinematik özelliklerinin (kayan-kilitli) değişken olabileceğinin önemini vurgulamıştır.

24 Ocak 2020, Mw6.8 Sivrice depremi krip ve kilitli fay dilimlerinin davranışını anlamak için önemlidır. Bu çalışma kapsamında ana şokun ve artçılarının konumları yeniden hesaplanmış ve M>4 olan depremlerin kaynak mekanizmaları bölgesel dalga biçimlerinin ters modellenmesi ile elde edilmiştir. Telesismik veriler, InSAR görüntüleri ve GPS kampanya verileri kullanılarak ana şokun yarattığı kayma dağılımı hesaplanmıştır. İyileştirilmiş depremsellik kataloğu DAF boyunca dilimlenme gösteren fay geometirisini ortaya cıkarmak ve bu geometrinin kayma dağılımı ile ilişkisini anlamak için kullanılmıstır. Kaynak mekanizmları çözümleri ile de Sivrice diliminin kinematiği çıkarılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışma TUBİTAK no: 118Y435 projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, Sivrice Depremi, depremsellik, krip

Abstract: *The seismotectonic behavior of the Eastern Anatolia is predominantly controlled by the East Anatolian Fault (EAF). Together with the North Anatolian Fault (NAF), this ~400 km long sinistral transform fault, accommodates the westward motion of Anatolia between Anatolian and Arabian plates with a slip rate of ~10 mm/yr which is significantly slower than the motion of the NAF (25 mm/yr). Except for the several earthquakes with Mw > 5, there were no devastating earthquakes during the last 140 years along the EAF. The absence of large earthquakes during the last ~50 years along the EAF indicates presence of significant seismic gaps and potential seismic hazard in the region. Recent studies indicate segmentation of the EAF with varying lengths of creeping and locked segments. Some details of the geometries and the slip rates of these segments have been estimated by the InSAR observations.*

Jan, 24th 2020, Mw6.8, Sivrice earthquake is important to understand the interaction between creeping and locked segments. In this study, seismicity catalog with improved locations to date and present a uniform and high quality focal mechanism catalog down to M4 completeness, using regional waveforms. Using telesismic data, InSAR images and GPS campaigns, co-seismic fault slip distribution is calculated. The seismicity catalog is used to estimate the geometry of the segmentation and its relationship with the co-seismic slip distribution of M6.8, Sivrice Earthquake, while the novel earthquake source mechanisms are used to understand the kinematics of the segments and interactions.

Supported by TUBITAK no: 118Y435 project.

Keywords: *East Anatolian Fault, Sivrice Earthquake, seismicity, creep*

Sismotektonik ve Jeodezik Veriler Işığında 24 Ocak 2020 Sivrice-Elazığ (Mw=6.8) Depreminin Değerlendirilmesi

Evaluation of the 24 January 2020 Sivrice-Elazığ (Mw=6.8) Earthquake in the Light of Seismotectonic and Geodetic Data

Recai Feyiz Kartal, Filiz Tuba Kadiroğlu, Ramazan Demirtaş

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(rfkartal@gmail.com)

Öz: 24 Ocak 2020 günü, saat 20:55'de Elazığ'ın Sivrice İlçesi yakınlarında Mw 6.8 büyüklüğünde hasar yapıcı bir deprem meydana gelmiştir. Depremin merkez üssü kuzeydoğuda Karlıova ile güneybatıda Hatay arasında uzanan yaklaşık 600 km uzunlukta sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Sistemi'ne (DAFS) ait yaklaşık 85 km uzunluktaki "Sivrice-Pütürge" Segmentinin Doğanyol alt segmenti üzerinde yer almaktadır. Ana şoktan sonra 31 Ocak tarihine kadar büyüklükleri 0.8 ile 5.1 arasında değişen 1600 artçı deprem meydana gelmiş olup, bu depremlerden 22'sinin büyüklükleri 4.0 ve üzerindedir. Sivrice-Pütürge Segmenti boyunca uzanan artçı depremler ana şokun KD sunda çizgisellik sunarken, GB sında kümelenme göstermektedir.

Sivrice-Pütürge Segmenti boyunca meydana gelen M ≥ 4.0 depremlerin odak mekanizması çözümleri sol yanal doğrultu atımlı faylanma vermiş olup, bölgenin genel tektoniği ile çok iyi bir uyumluluk göstermektedir. Mw 6.8 büyüklüğündeki depremden sonra bölgede meydana gelen olası ko-sismik deformasyonları gözlemlemek amacıyla, ESA Copernicus Sentinal 1A-B verilerinden (C-band ~6 cm wavelength)yararlanılmıştır. Track 116 Ascending (yükselen geçiş güneyden kuzeye tarama) verisinden deprem öncesi ve sonrası olmak üzere alınan görüntü çiftlerinin GmtSAR Paralel Programı yardımıyla çakıştırılması ile elde edilen interferogramda, Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) "Sivrice-Pütürge" segmentini içine alan bölümünde deformasyonlar olabileceği tespit edilmiştir. Tahmini yırtılmanın DAFS'nin Sivrice-Pütürge Segmentine ait Doğanyol altsegmenti üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Deprem sonrasında bölgedeki stress değişimini anlamak amacı ile yapılan Coulomb gerilme analizine göre, Pütürge İlçesinin kuzeybatısı ve Sivrice İlçesi ile Hazar Gölü'nü kapsayan alanlarda 1-5 bar arasında değişen gerilim birikimi gözlenmiştir.

InSAR, artçı depremler, coulomb ve odak mekanizması verileri ile Sivrice-Pütürge parçası segmantasyon açısından üst üste çakıştırıldığında; 24 Ocak 2020 depreminde yırtılmanın, ortada ve güneybatıdaki artçı deprem kümelenmesi arasında uzanan yaklaşık 25-30 km uzunluktaki Doğanyol alt segmentinde derinlerde gerçekleştiği düşünülmektedir.

24 Ocak 2020 depreminde deprem kırığının yüzeye çıkıp çıkmadığı ya da yüzey kırığının Doğanyol alt segmentinde Fırat nehrinin yaklaşık 10 km sol yanal olarak değiştirdiği kesimde, su altında kalıp kalmadığı ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Artçı depremler, Coulomb gerilme analizi, Doğu Anadolu Fay Sistemi, InSAR, odak mekanizması, segmentasyon

Abstract: *A destructive earthquake occurred near Sivrice district of Elazığ with magnitude Mw=6.8 on January, 24, 2020, at local time 20:55. The epicenter of the earthquake is located Doğanyol sub-segment of the 85 km long "Sivrice-Pütürge" segment of the East Anatolian Fault which is 600 km left lateral strike slip fault extending from Karlıova in the northeast to the Hatay in the southwest. After the main shock, 1600 aftershock occurred that magnitudes vary between 0.8 and 5.1 until 31 January. 22 of these earthquakes are 4.0 and above. Aftershocks extending along the Sivrice-Pütürge Segment represent linearity in the NE of the main shock, while clustering in the SW. The focal mechanism solutions of $M \geq 4.0$ earthquakes along the Sivrice-Pütürge Segment have provided a left lateral strike-slip faulting solution and indicate a very good compatibility with the general tectonics of the region. After the Mw=6.8 main shock, in order to observe potential co-seismic deformation, it is benefited from ESA Copernicus Sentinal 1A-B data (C-band ~6 cm wavelength). Including pre and post-earthquake, 2 images were evaluated on ascending Track 116 by the help of the GmtSAR Parallel Program. According to obtained interferogram, it is confirmed that deformations were observed in the section of the East Anatolian Fault that includes the "Sivrice-Pütürge" segment. It has been observed that the estimated rupture is on the Doğanyol sub-segment of the Sivrice-Pütürge Segment of EAFS.*

According to the Coulomb stress analysis performed to understand the stress change in the region after the earthquake, stress accumulation was observed ranging from 1 to 5 bars in the northwest of Pütürge District and Sivrice District and Hazar Lake.

When InSAR, aftershocks, coulomb and focal mechanism data and Sivrice-Pütürge part are overlapped in terms of segmentation; it is thought that the rupture that occurred in the January 24 earthquake happened deep in the sub-segment of Doğanyol, which is approximately 25-30km long, between the middle and southwestern aftershocks cluster.

In the 24 January earthquake, it should be investigated in detail whether the earthquake rupture has surfaced or whether the surface rupture remains underwater in the sub-segment of Doğanyol where the Fırat River has moved 10 km left laterally.

Keywords: *Aftershocks, Coulomb stress analysis, East Anatolian Fault System, focal mechanism, InSAR, segmentation*

Doğu Anadolu Fayı (DAF) Üzerinde Yerel Deprem Ağları ile Yapılan Sismolojik Çalışmalar ve 24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depremi

Seismological Studies along the East Anatolian Fault Zone Using Data from Local Networks and the 24th January 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake

M. Cengiz Tapırdamaz, Ahmet Ökeler, Ekrem Zor, Mehmet Ergin, Adil Tarancıoğlu, Ahmet Yörük

TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, 41470 Gebze, Kocaeli, Türkiye

(mustafa.tapirdamaz@tubitak.gov.tr)

Öz: Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), kuzeydoğu ucunda Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile oluşturduğu üçlü eklemden başlayarak güneybatı yönünde Hatay'a kadar devam eden yaklaşık 600 km uzunluğunda oldukça aktif bir fay zonudur. Ana karakteri sol yönlü doğrultu atımlı tanımlanmış olan DAFZ, uzanımı boyunca bazı yerlerde sıkışmalı ya da açılmalı bazı yerlerde ise sıçramalı olarak devam eden farklı segmentlerden oluşmaktadır. Tanımlandıktan sonra üzerinde çok sayıda araştırma yapılmış ve Doğu Akdeniz' in tektonik evriminin anlaşılmasında Ölü Deniz Fayı ile birlikte önemli bir rolünün olduğu ortaya konmuştur. Tarihsel deprem katalogları DAFZ boyunca tarihsel dönemde çok sayıda yıkıcı depremin meydana geldiğini göstermektedir. Aletsel dönem katalogları üzerinden büyük depremler (M>6) incelendiğinde, KAFZ'na kıyasla DAFZ daha düşük fakat dikkate değer bir sismik etkinliğine sahiptir. Aletsel dönemde, 1999 yılı öncesi ulusal ağın sınırlı gözlem kapasitesi ve yerel artçı deprem gözlemlerinin eksikliği nedeni ile DAFZ'unun mikrodeprem etkinliği konusunda yeterli ayrıntıda bilgiye sahip değiliz.

DAFZ üzerinde kurulan ilk yerel deprem ağı, 25 Mart 1977 Palu depremi (M=5.0) sonrası İTÜ ve MIT ortak projesi ile Malatya, Sivrice ve Pütürge arasında kurulan 5 istasyondan oluşan deprem gözlem ağıdır. DAFZ üzerinde bundan sonra uzunca bir süre yerel ağlarla yapılan sismolojik gözlemler bulunmamaktadır ve bölgede 2000 yılına kadar kurulan ulusal deprem gözlem ağı ise oldukça zayıf kalmıştır. 2000 yılı öncesine ait aletsel dönem deprem kataloğu incelendiğinde, bu bölge için tamlık değerinin M=3.5'ten büyük, deprem konumlarındaki yatay/düşey hataların ise oldukça yüksek olduğu görülür. 2000 yılından sonra DAFZ boyunca kurulan istasyon sayılarının artmaya başlaması ile hem tespit edilen mikrodeprem sayısının arttığı hem de yatay/düşey hataların iyileşmeye başladığı görülür. 2007 yılında başlayan TÜRDEP(*) projesi ile DAFZ' unun Elazığ ile Hatay arasındaki mikrodeprem etkinliğini izlemek üzere daha sonra AFAD'a devredilen 30 istasyonluk yerel bir deprem gözlem ağı kurulmuştur. Bu proje süresince DAFZ üzerindeki çalışmada büyüklüğü (ML) 0.2 İle 5.9 arasında değişen toplam 10554 deprem konumlandırılmıştır. Ağ ile deprem belirleme kapasitesi ulusal ağa göre artmış, hatalar düşmüş ve DAFZ' unun depremselliği daha güvenilir bir şekilde ortaya konmuştur. TÜRDEP projesinin başarı ile tamamlanmasının ardından AFAD'a devredilen bu istasyonlar ulusal deprem izleme ağının bu bölgedeki omurgası oluşturulmuştur. Bunun yanısıra, aynı yıllarda başlatılan ve DEPAR projesine dönüşen 2003 Bingöl ve 2010 Kovancılar artçı deprem çalışmaları için fay segmenti gözlemi amaçlı geçici süreli yerel ağlar da kurulmuştur. Bu dönemlerde, TÜBİTAK MAM DAFZ' una yakın Elazığ, Malatya, Kah-

ramanmaraş, Adana, Hatay ve Diyarbakır il merkezlerinde zemin özelliklerinin belirlenmesi için kabaca bir örnekleme ile zemin hakim periyodu ölçümleri alarak sonuçları raporlamıştır. Bu çalışmaların daha ayrıntılı olarak projelendirilerek zemin etkilerinin dahil edildiği deprem tehlike-risk haritalarının oluşturulması bölge illeri için oldukça önemli konulardan birisidir. Bununla birlikte, sismolojik gözlemlerin yanısıra GNSS istasyonları ile deformasyon gözlemleri ve hendek çalışmaları ile paleosismolojik gözlemler yapılarak bölgenin deprem tarihçesinin ortaya çıkartılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu sayede deprem tehlike-risk çalışmalarında senaryo depremlerin daha doğru tanımlanması ve bölgedeki hasar dağılımlarının doğru olarak belirlenebilmesi mümkün olabilecektir.

Bu çalışmada, DAFZ boyunca kurulan yerel ağlar ve belirlenen deprem etkinliği konusunda bilgi verilecek ve ileride meydana gelecek depremlerin sebep olacağı kaybı azaltmak için izlenmesi gereken yollar ana hatları ile tarif edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fay Zonu, DAFZ, TÜRDEP, yerel deprem ağı, deprem katalogları

(*)Türkiye'nin Deprem Riski Yüksek Jeo-Stratejik "Ancak Tektonik Rejimleri Farklı" Bölgelerinde Deprem Davranışının Çok Disiplinli Yaklaşımlarla Araştırılması Projesi (TÜRDEP) (2005-2010)

TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, BİB AFET Deprem Araştırma Dairesi, Boğaziçi Üniversitesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Dicle Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fırat Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, İnönü Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi.*

Abstract: *East Anatolian Fault Zone (EAFZ) is seismically very active and approximately 600 km long fault extending from the Karlıova triple junction in the northeast to Hatay region in the southwest. EAFZ is a sinistiral segmented fault system with some step-over, extensional and contractional bends. Many research studies has been carried out on EAFZ following its discovery and it is generally presented as an important component to understand the tectonic evolution of the Anatolia and Eastern Mediterranean together with the Dead Sea Fault System. The historical earthquake catalogs show that many destructive earthquakes occurred along the EAFZ. For the instrumental period, we have very limited information about the micro-seismic characteristics of the EAFZ prior to 1999 due to the inadequate national network and local/aftershock seismic monitoring studies. Although we observe less activity on EAFZ for the earthquakes M>6.0 from instrumental catalogs compared to KAFZ, there is considerable amount of small magnitude events along the EAFZ proving its nature to create devastating earthquakes.*

The first aftershock monitoring network with only 5 stations along the EAFZ was installed between Malatya, Sivrice and Pütürge by a group of researchers from the İstanbul Technical University and Massachusetts Institute of Technology right after March 25th, 1977 (M=5) Palu earthquake. There was unfortunately no other local network deployment since then for a

very long time besides the National Seismic Network coverage was also very poor before 2000. As a consequence, the completeness of earthquake catalog for the instrumental period only reaches the magnitude of 3.5 with large vertical and horizontal errors in their locations. Following the devastating 1999 İzmit and Düzce earthquakes, more stations were installed to better monitor the earthquake activity throughout the country and the EAFZ, which is resulted in an improvement on the location errors and catalog completeness. A multi-institutional project, TÜRDEP, is started in 2007 to investigate the seismic activity of the EAFZ segments extending from Elazığ to Hatay. A regional network of 30 online broad-band seismic stations was installed along the EAFZ and used to locate 10000+ earthquakes with magnitudes ranging between 0.2 and 5.9. The presence of such a dense network lowered the earthquake detection threshold in the region and allowed researchers to map the EAFZ as a, more or less, continuous zone of micro-seismic activity throughout its entire length. TÜRDEP stations were delivered to AFAD after the completion of the project by TÜBİTAK Earth and Marine Sciences Institute (EMSI), and formed the southeastern backbone of the Turkish National Seismic Network. Another important program, DEPAR, was also started following the successful deployment of temporary seismic stations to monitor the aftershocks of 2003 Bingöl and 2010 Kovancılar earthquakes along the EAFZ. Not only earthquake monitoring studies but also soil amplification studies has been done with the co-operation with local universities during these years and reported natural resonance frequencies around main cities such as Elazığ, Malatya, Kahramanmaraş, Adana, Hatay and Diyarbakır, located around the EAFZ. In the future, site classification studies in a broad sense for cities around the EAFZ have to be supported to produce "Seismic Hazard and Risk Maps" using local site effect. Beside seismological studies, geodetic and paleoseismic studies have to be supported to observe the surface deformation, find evidences for historical earthquakes to better assess the seismic hazard for the region. The success in scenario-based earthquake hazard and risk assessments depends highly upon the completion of each and every element of the aforementioned steps.

In this study, we summarise the distribution of micro-seismic observations along the EAFZ using data from local seismic networks and present general outlines of how to reduce the losses for future earthquakes.

Keywords: *East Anatolian Fault Zone, EAFZ, TURDEP, local earthquake network, earhquake cataloque*

24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Depremi: Sığ Sürünmenin Fay Yırtılmasına Bariyer Etkisi Yaptığını Gösteren İlk Örnek

The January 24, 2020 Sivrice-Elazığ Earthquake: First Observation of Shallow Creep Acting As Barrier to Rupture Propagation

Ziyadin Çakır[1], Semih Ergintav[2], Uğur Doğan[3], Ahmet M. Akoğlu[1], Cengiz Zabcı[1], Seda Özarpacı[3], Alpay Özdemir[3], Sezim Güvercin[2], Hayrullah Karabulut[2]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeodezi Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul, Türkiye

[3]Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul, Türkiye

(ziyadin.cakir@itu.edu.tr)

Öz: 24 Ocak 2020 tarihinde Doğu Anadolu Fay (DAF) zonu üzerinde, Sivrice-Elazığ merkezli ve 41 kişinin ölümüne yol açan Mw 6.8 büyüklüğünde yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Kıtasal kabuk içinde bulunan doğrultu atımlı faylar üzerinde oluşan bu büyüklüklerdeki depremlerin normalde en az 30 km yüzey kırığı oluşturması beklenir. Ancak yapılan tüm saha gözlemleri şaşırtıcı bir şekilde depremin yer yüzünde net bir sol yanal yüzey kırığı geliştirmediğini göstermiştir. Bu durum Avrupa Birliği'nin Sentinel 1A/B SAR uydularından elde edilen deprem anı yüzey yer değiştirme haritaları tarafından da teyit edilmiştir. InSAR verileri depremde DAF'nın Sivrice-Pütürge arasındaki yaklaşık 40 km'lik bir bölümünün kırıldığını, ancak 10 km derinliklerde başlayan ve genel olarak fay boyunca tek yönlü olarak batıya doğru devam eden yırtılmanın yüzeye birkaç km kala durduğunu göstermektedir. Sol yanal yüzey faylanma belirtileri, makaslamaya bağlı olarak gelişen açılma çatlakları şeklinde sadece depremin odak merkezi civarında buz tutmuş kar yüzeyi üzerinde küçük bir alanda gözlenebilmiştir.

2003-2010 yılları arasında 4 ayrı çerçevede elde edilen Envisat ve 2014-2019 yılları arasında 3 ayrı çerçevede elde edilen Sentinel 1A/B uydu radar görüntülerinin InSAR zaman serileri analizi Doğu Anadolu Fayının Palu-Çelikhan arasında kalan yaklaşık 250 km uzunluğundaki bölümünün yüzeyde asismik olarak kaydığını göstermektedir. Yer yer plaka hızlarına (12-13 mm/yıl) ulaşan bu sürünme hareketi ortalama 5 km derinliklere kadar devam etmektedir. InSAR gözlemleri derinde ani olarak gerçekleşen kaymanın deprem sonrasında gecikmeli olarak da olsa sürünme biçiminde yüzeye kadar ulaştığını yani yüzeyde sürünmenin tetiklenmesine neden olduğunu göstermektedir. Ancak bunlar şimdilik desimetre ölçeğindeki kaymalar olup ne kadar ve ne zamana kadar süreceğini devam eden InSAR çalışmaları gösterecektir. Bu deprem uzay jeodezi döneminde (yaklaşık son 30 yıl) sığ sürünme gösteren bir fay üzerinde meydana gelmiş 6'dan büyük ilk depremdir. Diğer bir deyişle krip ettiği özellikle InSAR ve GPS yöntemiyle kesin olarak bilinen sürünme gösteren bir fayda oluşmuş en büyük depremdir. Daha büyük depremler olduğu ileri sürülse de o faylar üzerinde deprem öncesinde bir sürünmenin olup olmadığı jeodezi veya saha gözlemleri ile ortaya konmamıştır.

Uzun zamandır sürünen fayların deprem kırıklarının ilerlemesine bariyer oluşturabileceği dile

getirilmekteydi ancak 24 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen Sivrice depremine kadar bu teorik bir varsayım olarak kalmıştır. Bu depremle birlikte sürünen fayların fay yırtılmasını durdurabildiği dünyada ilk kez gözlenmiştir. Fayın ilerleyen safhalarda nasıl bir davranış sergileyeceği ve sürünme, artçı kayma ve depremler arasındaki ilişkilerin detayları devam eden GPS ve InSAR çalışmaları ile daha iyi anlaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: InSAR, GPS, sürünme, fay yırtılması, deprem bariyerleri

Abstract: *In January 24th, 2020, a destructive, Mw 6.8 earthquake took place on the East Anatolian Fault (EAF) near the town of Sivrice (Elazı**ğ**-Turkey), killing 41 people and injuring hundreds. Normally, earthquakes of this size on continental strike-slip faults are expected to produce surface ruptures of at least 30 km long. Surprisingly, field observations following the earthquake showed no clear evidence of the expected surface rupture with a left-lateral sense of slip along the fault trace, but instead wide-spread fissures, landslides and cracks related with lateral spreading. The absence of surface rupture was confirmed by InSAR observations based on European Union's Sentinel 1A/B satellites. Observation and modelling of InSAR data reveal that about 40 km long section of the EAF between Sivrice and Doğanyol was broken during the earthquake. The coseismic slip that nucleated at a depth of around 10 km propagated mostly towards the west along the fault but did not quite reach to the surface, terminating a few kilometers beneath the surface. Surface features associated with left lateral faulting are manifested as en-echelon tension gashes on frozen snow cover along a small section of the fault near the epicenter.*

*Time series analysis of the Envisat ASAR images on 4 tracks between 2003 and 2010 and Sentinel IW SAR images between 2014 and 2019 reveal that about 250 km long section of the East Anatolian Fault between Palu (Bing**ö**l) and Çelikhan (Malatya) is creeping at rates reaching up to 12-13 mm/year far field plate velocity from the surface down to a depth of 5 km on average. Continuing InSAR observations reveal that coseismic stresses triggered creep at the surface, implying that in a way deep coseismic slip has reached to surface with some delay, producing decimeter-scale displacements. Future InSAR observations will determine the duration and amount of this aseismic motion at the surface. The January 24, 2020 Sivrice earthquake happen to be the first and also the largest earthquake to occur on a creeping fault in the era of satellite geodesy that span the last 3 decades. Although some larger events are claimed to take place on creeping faults, there are no geodetic or field evidence of surface creep prior to these earthquakes.*

For over several decades, it has been thought that creeping faults may act as barriers to earthquake rupture propagation. However, not until the January 24th, 2020 Sivrice earthquake was this idea confirmed by geodetic observations. Thus, the Sivrice earthquake on the EAF has shown for the first time that a creping fault may indeed arrest an earthquake. Our ongoing InSAR and GPS measurements will shed light on the relationship between surface creep, afterslip and earthquakes.

Keywords: *InSAR, GPS, creep, fault rupture, earthquake barriers*

24 Ocak 2020 Mw 6.8 Sivrice-Elazığ Depremi: InSAR'dan Öğrendiklerimiz

24 January 2020 Mw 6.8 Sivrice-Elazığ Earthquake: Insights from InSAR

Ahmet M. Akoğlu, Ziyadin Çakır, Cengiz Zabcı

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (akoglua@outlook.com)

Öz: Ülkemizde yüzey kırığı oluşturmayan büyük depremlerde meydana gelen faylanmanın özelliklerinin tespiti için Sentetik Açıklık Radar İnterferometrisi (InSAR) tekniğinin önemi (bilhassa GPS ve sismik istasyonların yine sık olmadığı) 2011 Van Depremi'nden sonra 24 Ocak 2020 Sivrice-Elazığ Depremi'nde bir kez daha açığa çıkmıştır. Kuzey Anadolu Fayı ile birlikte ülkemizin en önemli iki büyük fay zonundan biri olan Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Pütürge segmenti üzerinde meydana gelen depremi takiben yapılan arazi çalışmaları sonucunda bu depremde de yüzey kırığı oluşmadığı anlaşılmıştır. Mw 6.8 büyüklüğündeki depremin kaç kilometre uzunluğunda bir fay parçasını kırdığı gibi temel bilgiler bu nedenle yüzey çalışmalarından anlaşılamamıştır.

Depremden 3 ve 4 gün sonra alınan ilk radar verileri, depremde Pütürge segmentinin 40 km'ye varan bir parçasının kırılmış olduğunu ortaya koymaktadır. 2016 yılında Sentinel-1 radar uydularının ikincisinin fırlatılması ile sağlanan kısa ziyaret aralığı sayesinde bölgede kar yağışı başlamadan kosismik yüzey yer değiştirmelerin tamamının hesaplanabilmesi mümkün olmuştur. Bu çalışmada, radar verilerinden üretilen interferogramların bizlere deprem hakkında ne gibi bilgiler sunduğu, hesaplanan nihai atım dağılımı ve derinlikle değişimi tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, InSAR, kosismik model

Abstract: *The significance of the Synthetic Aperture Radar Interferometry (InSAR) technique for determining the parameters of faulting for large earthquakes that do not rupture the surface (especially in regions where GPS and seismic stations are sparse) is once again emphasized by the 24 January 2020 Sivrice-Elazığ earthquake. The initial field reconnaissance studies showed that the Mw 6.8 earthquake did not produce a surface rupture just like the 2011 Mw 7.1 Van case. Therefore crucial information such as the length of faulting could not be determined with field based studies.*

The first batch of radar data captured on the third and fourth days following the earthquake revealed that a ~40 km long section of the Pütürge segment was broken during the earthquake. The improved revisit times of the Sentinel-1 radar satellites since 2016 allowed the mapping of the coseismic surface displacements just before it started snowing in the region. In this talk, we will discuss our observations based on these interferograms, the final fault model and the distribution of slip with depth.

Keywords: *East Anatolian Fault, InSAR, coseismic model*

24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Deprem Anı ve Öncesi Yüzey Deformasyonlarının GPS İle Belirlenmesi

Determining of Surface Deformations Due to the 24 Ocak 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake and Interseismic Loading

Uğur Doğan[1], Semih Ergintav[2], Seda Özarpacı[1], Alpay Özdemir[1], Hilmi Erkoç[1], Efe Ayruk[1], Ziyadin Çakır[3], İlay Farımaz[1], Hayrullah Karabulut[4], Cengiz Zabcı[3]

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 Esenler, İstanbul, Türkiye

[2]Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeodezi Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[4]Boğaziçi Üniversitesi, KRDAE, Jeofizik Anabilim Dalı, 34684 Çengelköy, İstanbul, Türkiye

(dogan@yildiz.edu.tr)

Öz: 24 Ocak 2020 tarihinde Sivrice (Elazığ)'de meydana gelen Mw=6.8 büyüklüğündeki deprem anı oluşan yüzey deformasyonları GPS ölçüleri kullanılarak araştırılmıştır. Bu amaçla, öncelikle bölgede TUSAGA-AKTİF ağına ilişkin sürekli veri toplayan 35 GPS istasyon verisi analiz edilmiş ve maksimum depremin merkez üssüne en yakın (yaklaşık 35 km) Elazığ istasyonunda 58.93 ± 1.81mm deprem anı yer değiştirme belirlenmiştir. Bu istasyonlar yakın alanda deprem anı oluşan yüzey deformasyonları belirlemede yetersiz kaldığından dolayı, Doğu Anadolu Fayı (DAF)'nın Hazar-Palu segmentinde kripin varlığını belirlemek amacı ile önceden oluşturulan 25 noktalı GPS ağında yapılan ölçümler ile yakın alan deprem anı yatay yer değiştirme alanı belirlenmiştir. Fay kırığına yakın yerlerde daha önceden ölçüldüğü belirlenen birkaç GPS noktası yakın gelecekte ölçülerek yakın alanda daha detaylı deformasyonlar ortaya çıkartılacaktır.

Elde edilen ön bulgulara ve saha gözlemlerine göre TÜBİTAK tarafından desteklenen 114Y250 and 118Y450 numaralı projeler ile takip edilen krip segmentinin bölgedeki kayma dağılımını sınırlandırdığı, deprem anında oluşan yüzey kayma dağılımına ait büyüklüğün krip nedeni ile beklenenden az olduğunu göstermektedir. An şokun kırılan fayın doğusunda kalan fay segmentlerinde krip tetiklenmelerine yola açtığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ocak 2020 Sivrice Depremi, GPS, deprem anı ve öncesi yüzey deformasyon, krip

Abstract: *Surface deformations that occurred in January 24, 2020 Sivrice (Elazığ) earthquake with the magnitude of Mw=6.8 were investigated using GPS measurements. For this purpose, firstly we analyzed 35 GPS stations data in TUSAGA-ACTIVE network and a maximum of 58.93 ± 1.81mm coseismic displacement was determined at the Elazig station, the closest station, about 35 km to the epicenter of the earthquake. Since the stations in this continuous GPS network are too far to determine the surface deformation in the near field and hence source paramters of the earthquake, we re-measured 25 GPS benchmarks that were created in order to determine the presence of creep in the Hazar-Palu segment of the Eastern Anatolian Fault (EAF). Some preexisting geodetic benchmarks near the fault rupture will be re occupied in the near future to constrain the near field surface deformation.*

The preliminary GPS study and field observations supported by our ongoing and recently completed TÜBİTAK projects (114Y250 and 118Y450) show that the surface slip of the earthquake is controlled by creeping segments, and is less than expected due to the pre earthquake creep motions. Following the earthquake, accelerations and creep events were observed in the creeping section of the EAF between Sivrice and Palu.

Keywords: *24 January 2020 Sivrice Earthquake, GPS, coseismic and interseismic surface deformation, creep*

Elazığ-Sivrice Depremi (M_w:6.8) Sonrası Zeminlerin Durumuna ve Meydana Gelen Yapısal Hasarlara İlişkin İnceleme ve Araştırma Sonuçları

Investigation and Research Results Related to the Ground Conditions and Regarding the Structural Damages Occurred After Elazig-Sivrice Earthquake (Mw:6.8)

Candan Gökçeoğlu[1], Mustafa Şahmaran[2], Alper Aldemir[2], Berna Unutmaz[2], Mustafa Kerem Koçkar[2], Mustafa Abdullah Sandıkkaya[2], Abdullah İçen[2]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[2]Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

(mustafakockar@hacettepe.edu.tr)

Öz: Merkez üssü Elazığ Sivrice'de 24 Ocak 2020 tarihinde Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde moment büyüklüğü 6.8 (M_w) olan bir deprem meydana gelmiştir. Deprem, Elazığ Merkez ve Sivrice, Malatya Pütürge ve Doğanyol ile Diyarbakır'ın ilçelerinde şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. DAFZ üzerinde meydana gelen depremin, KD-GB sol yanal doğrultu atımlı Sivrice-Pütürge fay segmenti üzerinde meydana geldiği ve Hazar Gölü'nün hemen güney batısında bulunan yaklaşık olarak 55-60 kilometre uzunluğundaki fayın bir bölümünün bu depreme kaynaklık ettiği düşünülmektedir. Depremin hemen ardından bu bölgelerde saha çalışmaları yapılmıştır. Ekiplerimiz gerek Elazığ Merkez'de depremden etkilenen yapılar ve zeminler üzerinde çalışmalarda bulunmuş gerekse de depremin odak merkezi olan Sivrice ve Doğanyol ilçeleri ile çevresindeki zeminlerde ve yapılarda incelemeler yapmışlardır. Yapılan saha çalışmaları sonucunda zeminlerde ve özellikle yapılarda büyük hasarlar tespit edilmiştir. Bölgede özellikle Hazar Gölü çevresi ile Doğanyol güzergâhı arasında kalan faya yakın alanlardaki zayıf ve suya doygun zeminlerde; sıvılaşma, yanal ötelenme, yüzey çatlakları, oturmalar vb. zemin deformasyonlarına rastlanmıştır. Ayrıca bölgede Sivrice ile Doğanyol ilçeleri arasında, özellikle dağ köylerine ulaşımın sağlandığı yollardaki dik yamaçlardaki aşırı eklemli ve ayrışmış kaya kütlelerinde depremin etkisiyle kaya düşmesi vakalarına da rastlanmıştır. Depremin ana sarsıntısının ardından yapılan saha çalışmaları sonucunda hasarların şehrin farklı bölgelerinde (örneğin, Sürsürü Mah., Mustafa Paşa Mah. ve Abdullah Paşa Mah.) yoğunlaşmış olduğu ve özellikle eski bina yönetmeliklere göre inşa edilmiş yapı stokunun çoğunun hasar aldığı gözlemlenmiştir. Genel olarak yapıların dıştan hasarsız ya da az hasarlı olduğu görülmekte, fakat yapı iç mekân incelemeleri sonrası çoğunun bölme duvar çatlaklarının yanı sıra bir kısmında yapısal hasar da aldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle hasarlı binaların büyük bir çoğunluğunun tamir edilmenin yanı sıra özellikle yapısal hasar alanlarının hasar seviyelerine göre güçlendirilmesi veya yıkılması gerekliliği de ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, Elazığ şehrinin geri kalan kısımlarında gözlemlenen hasarsız ya da az hasarlı bina miktarının çokluğu nedeniyle, hasarın yoğunlaştığı bölgelerin diğer bölgelerden ne ölçüde farklılıklar gösterdiğinin daha detaylı incelenmesi gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle yerel zemin özelliklerinin yapı stoku ile karşılaştırılması ve sonrasında konutlaşma zaman dilimlerinin bina deprem yönetmeliklerine göre incelenmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, depremin yapılarda

hasara neden olmasının temel sebepleri bölge planlamasındaki ve mühendislik hatalarından ve/veya eksikliklerinden kaynaklı olduğu söylenebilir. Özellikle donatı detaylarındaki eksiklikler, kalitesiz beton ve nervürsüz donatı kullanımı depremde ciddi miktarda yapısal hasar oluşmasına sebep olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fay Zonu, Elazığ-Sivrice Depremi, yapısal hasarlar, zemin deformasyonları

Abstract: *On January 24, 2020, an earthquake with a magnitude of 6.8 (Mw) occurred on the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ) with an epicenter at Elazığ-Sivrice. The earthquake was strongly felt in the city center of Elazığ and Sivrice, Malatya- Pütürge and Doğanyol and the districts of Diyarbakır. The earthquake on EAFZ occurred on the NE-SW left lateral strike slip Sivrice-Pütürge fault segment and an approximately 55-60 km long fault section part of the Hazar Lake just south-west is thought to be the cause of this earthquake. Field studies were carried out in these areas immediately after the earthquake. Our teams not only worked on the structures and grounds that were affected by the earthquake in Elazig city center but also examined the ground and structures of Sivrice and Doğanyol districts, which was the focal center of the earthquake. As a result of the field studies, major damages were detected on the ground and especially the buildings. In the region, especially on loose and water-saturated soils in areas close to the fault between the Hazar Lake and the Doğanyol route; liquefaction, lateral spreading, surface cracks, settlement, etc. ground deformations were encountered. In the region, there were also cases of rock falls between Sivrice and Doğanyol districts, especially in the extreme jointed and weathered rock masses on steep slopes on the roads where mountain transportation is provided. In addition, the cases of rock falls were also encountered in the region on the roads to the mountain villages between Sivrice and Doğanyol districts, especially in the heavily jointed and weathered rock masses on steep slopes. As a result of the field studies conducted after the mainshock of the earthquake, it was observed that the damages were concentrated in different parts of the city (i.e., Sürsürü, Mustafa Paşa and Abdullah Paşa) and that most of the building stock that was built in accordance with the old building regulations were damaged. Generally, it is observed that the buildings are either undamaged or slightly damaged from the outside, but after the building interior investigations, it has been observed that most of them also have structural damage accompanied with moderate partition wall cracks. For this reason, it is necessary to retrofit or demolish especially buildings having severe structural damage. In addition, due to the high number of undamaged or slightly damaged buildings observed in the rest of the city of Elazig, it is necessary to examine in detail how the regions where the damage concentrates differ from other regions. For this purpose, it is necessary to first compare the local soil conditions with the building stock and then to examine the housing time frames based on the building regulations. As a result, it can be concluded that the main reasons for the earthquake to damage the buildings are due to regional planning and engineering errors and/or deficiencies. Especially, the lack of proper seismic reinforcement details, the use of poor quality concrete and the use of plain reinforcement bars caused serious structural damage in the earthquake.*

Keywords: *East Anatolian Fault Zone, Elazığ-Sivrice Earthquake, structural damage, ground deformation*

AKDENİZ BÖLGESİ VE CİVARININ TETİS EVRİMİ

TETHYAN EVOLUTION OF THE MEDITERRANEAN REGION AND THE SURROUNDINGS

BORA ROJAY - OSMAN PARLAK

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Anadolu'da Paleo- ve Neo-Tetis'in Evrimi

The Geological Evolution of the Paleo- and Neo-Tethys in Anatolia

Aral İ. Okay

İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(okay@itu.edu.tr)

Öz: Geç Paleozoyik – Mesozoyik paleocoğrafya haritaları, kuzeyde Lavrasya ile güneyde Gondwana arasında geniş bir Tetis okyanusunun varlığını göstermektedir. Bu Tetis okyanusu veya okyanuslarının dalma-batma ile yitilmesi ve bunu takip eden kıta-kıta çarpışmaları sonucunda Kimmerid ve Alpid orojenezleri meydana gelmiştir. Geçmişteki Tetis okyanuslarının izlerini tanımlayan Tetis kenet veya kenetlerinin nereden geçtiği Anadolu jeolojisinin önemli bir problemidir.

Pontidler ve Anatolid-Torid Bloku çok farklı Paleozoyik-Mesozoyik tektono-stratigrafilere sahiptir; bu durum bu tektonik birimlerin Tetis okyanusunun karşılıklı iki kenarında yer aldığına, ve hiç bir zaman yan yana, bitişik, olmadıklarına işaret eder.

Pontidler ile Anatolid-Torid Bloku arasındaki sınırı tanımlayan İzmir-Ankara kenedi ile ilgili olarak iki farklı dalma-batma kompleksi tanımlanmıştır. Karakaya Kompleksi olarak bilinen Permo-Triyas yaşındaki dalma-batma kompleksi, Orta Permiyen ofiyolit parçaları, Permo-Triyas yaşta bazaltlar, Devoniyen, Karbonifer ve Permiyen radyolaryalı çörtler, Geç Triyas eklojit ve mavişistleri kapsar. Alt Karakaya Kompleksi'nin metamorfizma yaşı Geç Triyas'tan Geç Jura'ya kadar değişir. Karakaya Kompleksi, Geç Paleozoyik – Geç Triyas yaşındaki Tetis okyanusunun, Geç Triyas ve Jura sırasında kuzeye Pontidler'in altına dalma-batması sırasında oluşmuştur. Detritik zirkon yaş verileri Triyas yaşındaki bir magmatik yayın, Karadeniz kuzeyinde yer aldığına işaret eder. Jura magmatik yayı ise Gürcistan'dan Orta Pontidler'e kadar uzanır.

Genellikle Karakaya Kompleksi ile doğrudan tektonik dokanaklı olan ofiyolitli melanjlar ise, Triyas, Jura, Kretase yaşında bazalt, radyolaryalı çört, serpantinit ve gabrodan meydana gelir; bu litolojiler yersel olarak Geç Kretase yaşında bir mavişist fasiyesi metamorfizması geçirmiştir. Ofiyolitli melanj, Mesozoyik yaşlı bir okyanusun (Neo-Tetis), Geç Kretase'de kuzeye Pontidler'in altına dalma-batması sırasında meydana gelmiştir. Anadolu'da Paleo-Tetis (Karakaya Kompleks) ve Neo-Tetis'e (ofiyolitli melanj) ait eklenir prizmalar, arada kıtasal bir tektonik birim olmadan, doğrudan tektonik dokanaklıdır; bu durum Tetis okyanusunun Geç Triyas'tan beri Pontidler'in altına doğru daldığına işaret eder. İzmir-Ankara kenedi, hem Paleo-Tetis hem de Neo-Tetis kenedini temsil etmektedir. Bazı tektonik haritalarda gösterildiği gibi, Pontidler'in kuzeyinden, veya Toroslar içinden geçen Permiyen-Mesozoyik yaşlı bir okyanusun varlığına dair herhangi bir jeolojik veri bulunmamaktadır. Tetis okyanusunun Triyas'tan beri kuzeye Pontidler'in altına dalma-batmasını öngören basit bir model, eldeki jeoloji verilerini en iyi şekilde açıklamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tetis, dalma-batma, İzmir-Ankara kenedi, magmatik yay

Abstract: *Late Paleozoic – Mesozoic paleogeographic reconstructions show a wide ocean between Laurasia and Gondwana. The demise of this Tethyan ocean(s) by subduction and the ensuing continental collisions gave rise to the Cimmeride and Alpide orogenies. The locations of the Paleo- and Neo-Tethyan sutures, which represent the traces of the former Tethyan ocean(s), are one of the main problems of the Anatolian geology.*

The Pontides and the Anatolide-Tauride Block show very different Paleozoic-Mesozoic tectono-stratigraphies indicating that they were located on opposite sides of the Tethyan ocean, and that they were not conjugate margins. The İzmir-Ankara suture, which marks the boundary between the Pontides and the Anatolide-Tauride Block, is marked by two distinct subduction-accretion complexes. The Permo-Triassic subduction-accretion complex, the Karakaya Complex, includes Middle Permian ophiolites fragments, Permo-Triassic basalts, Devonian, Carboniferous and Permian radiolarian cherts, and Late Triassic eclogites and blueschists. The regional metamorphism of the Lower Karakaya Complex is dated to Late Triassic to Late Jurassic. The Karakaya Complex has formed during the Late Triassic to Jurassic subduction of a Late Paleozoic to Late Triassic ocean under the Pontides; this ocean can be called as the Paleo-Tethys. Detrital zircon data indicate the presence of a major Triassic magmatic arc, presently located north of the Black Sea, whereas a Jurassic magmatic arc can be followed from Georgia to the Central Pontides.

The Karakaya Complex is directly juxtaposed with ophiolitic mélanges with Triassic, Jurassic, Cretaceous basalts, radiolarian cherts, and ophiolites, which show local Late Cretaceous blueschist facies metamorphism. The ophiolitic mélange has formed during the Late Cretaceous subduction of a Mesozoic Tethys ocean northward under the Pontides, which can be referred to as Neo-Tethys. The Paleo-Tethyan (Karakaya Complex) and Neo-Tethyan (ophiolitic mélange) accretionary complexes are tectonically juxtaposed without an intervening continental terrane, which points to semi-continuous northward subduction of the Tethyan ocean under the Pontides at least since the Late Triassic. Thus, the İzmir-Ankara suture represents the traces of both the Paleo- and Neo-Tethys. There is no evidence of a Permian to Mesozoic suture north of the Pontides, or in the Taurides, as depicted in some tectonic maps. A simple model involving northward subduction of the Tethyan ocean under the Pontides with episodic accretion events best explains the available geological data.

Keywords: *Tethys, subduction, İzmir-Ankara suture, magmatic arcs*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Late Palaeozoic-Neogene sedimentary and tectonic development of the Tauride continent and adjacent Tethyan ocean basins in eastern Turkey: new data and integrated interpretation

Doğu Anadoluda Torid Kıtası ve Çevreleyen Tetis Okyanusal Havzalarının Geç Paleozoyik-Neojen Sedimanter ve Tektonik Gelişimi: Yeni Veriler ve Entegre Yorumu

A.H.F. Robertson[1], Osman Parlak[2], Timur Ustaömer[3], Kemal Taslı[4], Paulian Dumitrica[5]

[1]School of GeoSciences, University of Edinburgh, Grant Institute, West Mains Rd., EH9 3JW, UK

[2]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[4]Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy, Mersin, Türkiye

[5]Dennigkofenweg 33, CH-3037 Guemligen, Switzerland

(Alastair.Robertson@ed.ac.uk)

Abstract: The eastern Taurus region exemplifies continental rifting, passive margin development, Late Cretaceous melange genesis and ophiolite emplacement. Following Triassic rifting, a carbonate platform developed in the south (Munzur unit) near sea level, whereas its northern extension (Neritic-pelagic unit) subsided into deep water during Late Jurassic-Late Cretaceous. Triassic-Cretaceous deep-water sediments and volcanics restore as distal deep-water slope/base of slope units. Jurassic-Cretaceous basic volcanics, interbedded with pelagic sediments, represent emplaced oceanic seamounts. Supra-subduction zone ophiolites formed to the north (c. 93 Ma), probably within an Inner Tauride ocean, and were emplaced southwards by trench-margin collision during latest Cretaceous (c. 75-66 Ma). The margin underwent flexural uplift/erosion, and then subsidence/foredeep-infill. Part of the Tauride continent in the south (Malatya Metamorphics) deeply underthrust/subducted northwards, then exhumed rapidly by late Maastrichtian (c. 65 Ma). Farther south, oceanic lithosphere (e.g., Göksun ophiolite) was thrust northward beneath Malatya metamorphic crust from a more southerly oceanic basin (Berit ocean) and intruded by Late Cretaceous subduction-related granitic rocks (88-82 Ma). The allochthonous units were assembled regionally during the latest Cretaceous, followed by thick-skinned folding/thrusting, generally southwards, during Mid-Late Eocene, related to regional collision tectonics. Part of the unmetamorphosed Tauride platform and its over-riding Late Cretaceous allochthon were apparently displaced >60 km eastwards at this stage. Late Miocene collision-driven contraction drove variable folding and re-thrusting, in places northwards. Regional comparisons suggest that the Tauride carbonate platform (Geyik Dağ) narrowed eastwards and offset northwards, resulting in a regional palaeogeography in the E Taurides that differed from farther west and influenced the late Mesozoic-Cenozoic structural development. Wider implications will also be indicated.

Keywords: E Anatolia, Tethys, palaeogeography, tectonics, ophiolites, melange, deep-sea sediments

Öz: *Doğu Toroslar; kıtasal riftleşme, pasif kıta kenarı gelişimi, Geç Kretase melanj oluşumu ve ofiyolit yerleşimi olaylarının incelenebileceği doğal bir laboratuvardır. Triyas dönemindeki riftleşmeyi takiben güney alanlarda sığ bir karbonat platformu (Munzur birimi) gelişirken, bu platformun kuzey uzantısı (Neritik-pelajik birim) Geç Jura-Geç Kretase sırasında çökerek derin deniz koşulları altına girmiştir. Triyas-Kretase yaşlı derin deniz sedimanları ve volkanikler ıraksak derin deniz kıta yamacı/yamaç tabanı çökellerini oluşturmaktadır. Jura-Kretase yaşlı pelajik sedimanlarla arakatkılı bazik volkanikler yerleşmiş okyanus adalarını temsil etmektedirler. Kuzeyde, büyük bir olasılıkla İç Toros Okyanusu içinde yitim zonu üzerinde ofiyolitler oluşmuş (~93 My) ve Geç Kretase (75-66 My) döneminde kıta kenarı-okyanus çukuru çarpışması ile güneye doğru yerleşmişlerdir. Bu sırada kıta kenarı bükülmeye bağlı yükselip erozyona maruz kalmış, sonrasında da çökerek ön çukur türü sedimanlar ile örtülmüştür. Toros platformunun güney kesimi (Malatya metamorfikleri) kuzeye doğru dalmış/gömülmüş ve Maastrihtiyen (65 My) öncesinde hızlı bir şekilde yükselmiş ve yüzeylemiştir. Daha güneyde, Berit okyanusuna ait okyanusal litosfer (Göksun ofiyoliti) Malatya metamorfiklerinin altına dalmış ve sonrasında da yitimle ilişkili granitoyidler tarafından kesilmiştir (88-82 My). Allokton birimler en geç Kretasede bölgesel ölçekte bir araya gelmiş, sonrasında Orta-Geç Eosen döneminde çarpışma tektoniğine bağlı olarak çoğun güneye doğru kıvrımlanmış ve dilimlenmiştir. Metamorfik olmayan Toros platformunun bir kısmı ile üzerindeki Geç Kretase alloktonları aynı dönemde doğuya doğru 60 km'den fazla yer değiştirmişlerdir. Geç Miyosen dönemindeki çarpışma tektoniğine bağlı sıkışma bazı yerlerde kuzeye doğru kıvrımlanma ve yeniden bindirmelere neden olmuştur. Bölgesel deneştirmeler Toros karbonat platformunun (Geyikdağ) doğuya doğru hem daraldığını hem de kuzeye doğru atıldığını, o nedenle de Doğu Torosların paleocoğrafyasının batıdaki eşleniklerinden farklılaştığını, bu durumun da bölgenin Geç Mesozoyik-Senozoyik yapısal gelişimini etkilediğini düşündürmektedir. Daha geniş çıkarımlara sunumda yer verilecektir.*

Anahtar Kelimeler: *Doğu Anadolu, Tetis, paleocoğrafya, tektonik, ofiyolitler, melanj, derin deniz sedimanları*

Metamorphic Sediments: A Long Term Memory

Metamorfik Çökeller: Uzun Süreli Bir Bellek

Roland Oberhänsli

University of Potsdam, Institute of Geosciences, 14476 Potsdam, Germany
(roob@geo.uni-potsdam.de)

Abstract: Low grade metamorphic sediments in the Anatolian belt revealed a good preservation of fossils as well as sedimentologic phenomena. Over the last decades we were able to prove several continuous HP belts that extend along the Southern branch of the Neothethys. These are the Tavşanlı Zone as the northern most element extending all the way and around the Kırşehir massif. To the South the Afyon zone represented mainly by continental platform parallels this. A third HP zone is less well defined but occurs south of the Taurus platform in the Alanya region as well as the Bitlis complex. Age indications of the HP overprint all point to simultaneous subduction events. Intriguingly in these metamorphic zones the sediments are well preserved and often seem to build coherent sedimentary sequences with respect to their lateral extension. We started to recognize an interesting phenomenon never reported by the geologist interested in the stratigraphy of the sediments not by the petrologist. Our investigation revealed gypsum pseudomorphs at all stages of preservation from clear cut selenite to spotty fibrous calcite crystal that we named Rosetta marbles. Such relics occur in Permo-Triassic sequences as well as in Late-Mid-Cretaceous pelagic deposits.

The successions were studied in detail by combining field observations and geochemical data. By comparison of the field observations and geochemical data with modern semi-equivalent analogues, conclusions on the primary mineral, the preserved environmental information, the unconventional formation set-up and the tectonic and paleoenvironmental framework were made. Growth orientations and crystal morphologies allowed reconstructing paleo-environmental parameters. They were checked by isotope and trace element investigations. The age of meta-evaporites correlate with the marginal evaporites of the proto-Atlantic. In terms of thickness (>2km), lateral extension (~600km) and rock forming character of the meta-evaporites, the studied successions seem to be comparable to the Messinian saline giants. Since the successions were formed much deeper in the ocean than modern selenite, the depth-discussion of the Messinian may be animated.

Keywords: HP metamorphism, sedimentary structure, pseudomorphs, gypsum, paleogeography

Öz: *Anadolu kuşağındaki düşük dereceli metamorfik çökeller, fosillerin ve ayrıca sedimantolojik olayların iyi bir şekilde korunduğunu ortaya koymuştur. Son on yıllar boyunca, Neotetis'in güney kolu boyunca uzanan, devamlılığı olan birçok yüksek basınç (YB) kuşaklarını ortaya koyabildik. Bunlardan Tavşanlı Zonu, Kırşehir masifi boyunca uzanan en kuzeydeki bölgedir. Güneyde ise yoğunlukla kıtasal platform ile temsil edilen Afyon bölgesi buna paraleldir. Üçüncü bir yüksek basınç (YB) kuşağı, daha az tanımlanmış olup, Alanya bölgesindeki Toros platformunun güneyinde ve Bitlis metamorfiklerinde görülür. YB metamorfizma yaş verilerinin hepsi eşzamanlı yitim olaylarına işaret etmektedir. Bu metamorfik bölgelerde ilgi çekici bir şekilde, çökeller iyi korunmuştur ve genellikle yanal yöndeki uzanımları ile uyumlu sedimanter diziler oluşturuyor gibi görünmektedir. Petroloji çalışanlar tarafından değil ama, sedimanların stratigratigrafisine ilgi duyan jeologlar tarafından hiç bildirilmeyen ilginç bir olayı tanımaya başladık. Araştırmamız, Rosetta mermerleri adını verdiğimiz kayalarda, düzgün şekilli selenitten benekli lifli kalsit kristaline kadar değişen jips psödomorflarının korunduğu bütün evreleri ortaya çıkarmıştır. Bu kalıntılar Permo-Triyas birimlerinde ve Geç-Orta Kretase pelajik sedimanlarında bulunmaktadır.*

Birimler, saha gözlemleri ile jeokimyasal veriler birleştirilerek ayrıntılı olarak incelenmiştir. Saha gözlemleri ve jeokimyasal verilerin modern yarı-eşdeğer benzerleri ile karşılaştırılmasıyla; birincil mineral, korunmuş çevre bilgisi, alışılmadık oluşum durumu, tektonik ve paleo-ortamsal çerçeve ile ilgili sonuçlar çıkarılmıştır. Büyüme yönelimleri ve kristal morfolojileri paleo-ortam parametrelerinin ortaya çıkarılmasına izin vermektedir. Bunlar izotop ve iz element incelemeleri ile kontrol edilmiştir. Meta-evaporitlerin yaşı proto-Atlantik'in kıta kenarı evaporitleriyle ilişkilidir. Meta-evaporitlerin kalınlığı (> 2 km), yanal devamlılığı (~ 600 km) ve kayaç oluşturma özelliği bakımından, çalışılan birimlerin Messiniyen kalın tuz seviyeleri ile karşılaştırılabilir olduğu görülmektedir. Çalışılan birimler okyanusta güncel selenitten çok daha derinlerde oluştuğu için, Messsiniyen'in derinliği hakkındaki tartışmalar canlandırılabilir.

Anahtar Kelimeler: *YB metamorfizması, sedimanter yapı, psödomorflar, jips, paleocoğrafya*

Subduction Initiation in the Neotethys and the Formation of the Eastern Mediterranean Ophiolites

Neotetis Okyanusunda Yitimin Başlaması ve Doğu Akdeniz Ofiyolitlerinin Oluşumu

Marco Maffione

School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, UK

(m.maffione@bham.ac.uk)

Abstract: A major subduction initiation event occurred within the Neo-Tethys Ocean in the Late Cretaceous, accommodating on-going convergence between Gondwana and Eurasia. Supra-subduction zone ophiolites (i.e., emerged fragments of ancient oceanic lithosphere formed at supra-subduction spreading centers) were generated during this subduction initiation event, and are today distributed in the eastern Mediterranean region, including Anatolia (modern Turkey). Several models have been proposed to explain the formation of these ophiolites and the origin, geometry, and evolution of the associated Neo-Tethyan subduction zone, yet no quantitative data have ever been provided to fully support the different scenarios. Here we present new paleospreading directions from Upper Cretaceous ophiolites of Turkey, Cyprus, and Syria, obtained using new and existing paleomagnetic data from sheeted dyke complexes. Paleospreading directions have then been used to infer the in-situ geometry of the subduction zones responsible for the formation of the studied ophiolites. Our results reveal an unexpected geometry of the subduction zone forming a major step-shaped subduction system composed of ~NNE-SSW and ~WNW-ESE segments. We argue that this subduction system formed within old, thick lithosphere, along fracture zones and perpendicular weakness zones, rather than at the spreading ridge as previously proposed. Our new results depict an alternative plate kinematic scenario which calls for future research on the mechanisms of subduction inception within old (and cold) lithosphere, as well as the formation of metamorphic soles below supra-subduction zone ophiolites formed far away from an active spreading ridge.

Keywords: Neo-Tethys, subduction initiation, ophiolite, Cretaceous, Eastern Mediterranean

Öz: *Gondwana ve Avrasya plakaları arasında devam eden yakınlaşmaya bağlı olarak Neo-Tethys Okyanusu'nda Geç Kretase'de büyük bir okyanus içi yitim başlamıştır. Okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşan ofiyolitler (okyanus içi yitim zonu üzerindeki yayılma merkezlerinde oluşup su yüzüne çıkan eski okyanusal litosfer parçaları) sözü edilen okyanus içi yitim üzerinde oluşmuşlar ve bugün Anadolu'yu da içine alan Doğu Akdeniz bölgesinde dağılım sunmaktadırlar. Bu ofiyolitlerin oluşumunu ve ilişkili Neo-Tetis okyanus içi yitim bölgesinin kökeni, geometrisi ve evrimini açıklamak için birkaç model önerilmiştir, ancak farklı senaryoları tam olarak destekleyecek hiçbir nicel veri sunulmamıştır. Bu çalışmada, levha dayk komplekslerinden elde edilen yeni ve mevcut paleomanyetik veriler kullanılarak Türkiye, Kıbrıs ve Suriye'deki Üst Kretase ofiyolitlerinin eski yayılma yönlerine yönelik veriler sunulmaktadır. Çalışılan ofiyolitlerin oluşumundan sorumlu yitim zonlarının asıl yerlerinin geometrisi çıkarmak amacıyla eski yayılma merkezi yönleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar beklenmedik şekilde ~KKD-GGB ve ~ BKB-DGD segmentlerinden oluşan büyük bir basamak şekilli yitim sistemi oluşturan bir geometri ortaya koymaktadır. Bu yitim sisteminin, daha önce önerildiği gibi yayılma sırtından ziyade, kırılma zonları boyunca ve zayıflık zonlarına dik olacak şekilde yaşlı, kalın litosfer içinde oluştuğu fikrini ileri sürüyoruz. Yeni sonuçlarımız, gelecekteki araştırmalara yitimin yaşlı (ve soğuk) litosfer içinde başladığı, okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşan ofiyolitlerin tabanındaki metamorfik dilim kayalarının aktif yayılma merkezlerinden uzakta olduğuna çağrı yapan alternatif bir plaka kinematiği senaryosunu göstermektedir.*

Anahtar Kelimeler: *Neo-Tetis, yitim başlangıcı, ofiyolit, Kretase, Doğu Akdeniz*

Tectonic evolution of Caucasus and its correlation with Pontides

Kafkasların Tektonik Evrimi ve Pontidlerle Korelasyonu

Marc Sosson

On Behalf of the International Research Group (South Caucasus Geosciences) and the Caucasus-Black Sea Working Group of the Darius Programme

Université Côte d'Azur, CNRS, Observatoire de la Côte d'Azur, IRD, Géoazur

250 rue a. Einstein, 06560, Sophia Antipolis, France

(marc.sosson@univ-cotedazur.fr)

Abstract: Since two decades significant jump has been made in our understanding of the Tectonic evolution of the Caucasus and the Black Sea regions. Various scientific programs were held with the aim to reconstruct the tectonic evolution of the "Tethys realm" since the beginning of its closure in Paleozoic. International research groups of several countries: Armenia, Azerbaijan, France, Georgia, Italia, Russian Federation, Switzerland, Turkey, Ukraine, and United-Kingdom) in the frame of the DARIUS programme worked together with this aim in the regions of the Caucasus Caucasus-Black Sea (C-BS) . Thanks to new geophysical data (seismic lines, gravity and magnetic data, seismic tomography) geochemistry and radiochronological data (isotopic data on magmatic and metamorphic rocks, new absolute ages), paleomagnetic data (reconstruction of paleolatitude, rotation of domains), and field geological data (new maps, new stratigraphic data, paleostress field reconstructions) in the C-BS Domain we obtained an updated and more detailed version of the Tethys realms reconstruction since 250 Ma (cf. DARIUS maps, Barrier et al., 2018).

The C-BS domain has a long and complex tectonic history determined by the subduction of the Tethyan oceanic plate beneath the Eurasian continental margin. In consequence of this long-lived subduction opened the back-arc basin (BAB): the Black Sea (BS). The first source in attempts to reconstruct the Tethys realm and the history of the BS BABs always stays the geological data from the mountains around: the Caucasus, Crimea, Dobrogea, Balkans, the Strandja Zone and Pontides. Development of the Triassic trough within the Greater Caucasus, the Crimea and the Northern Dobrogea served structures used during the opening of the BS BAB during the Mesozoic. The consequence of the Tethys ocean closure revealed by subductions zones (one south of Eurasia and one intra-oceanic) and obduction of the Tethys oceanic plate on the Gondwanian continental microplate is well evidenced in the Lesser Caucasus, the Anatolides and the Pontides.

We defined the following factors influenced the main tectonic events set up in the overriding plate during this very long-living geodynamical process:

1) the inherited structures within the Eurasia, active during different tectonic events;

2) the obduction of the Tethys oceanic plate on Gondwanian continental microplates

3) the subduction of spreading centers, magmatic plateau (LIP) and sea mounts,

4) the occurrence of several decollement levels in the sedimentary basins (BABs and Foreland

Basins) during the collision of the Gondwanian continental microplates with Eurasia.

Giving all these features we have to accept that each region around the BS have been affected differently by final closure of Tethys and therefore differently reacted on changes in the tectonic conditions. To establish the chronology of these tectonic deformations within the rheologically strong Eurasian continental lithosphere is the analytical task number one in the geology of the C-BS Domain. To be successful and to reach this challenge only possible in a close international collaboration which we see in attaching partners from Bulgaria, Romania, Russia Federation and Turkey.

Keywords: *Caucasus, Black Sea, Pontides, Back arc basin, Tethys*

Öz: *Yirmi yıldan beri Kafkaslar ve Karadeniz bölgelerinin tektonik evrimini anlayışımızda önemli ölçüde bir sıçrama oldu. Tetis alanının, Paleozoyik'de başlayan kapanışından beri, tektonik evriminin rekonstrüksiyonunu yapmak amacıyla çeşitli bilimsel programlar gerçekleştirildi. Bu amaçla DARIUS çervesinde, Ermenistan, Azerbaycan, Fransa, Gürcistan, İtalya, Rusya Federasyonu, İsviçre, Türkiye ve İngiltere'yi kapsayan, çeşitli ülkelerden uluslararası araştırma grupları, Kafkaslar-Karadeniz (C-BS) bölgelerinde birlikte çalıştılar. C-BS alanında, yeni jeofizik verileri, (sismik hat, gravite ve magnetik verisi, sismik tomografi), jeokimya ve radyokronoloji verileri (magmatik ve metamorfik kayaçlar üzerinde izotopik veriler, yeni mutlak yaşlar), paleomagnetik verileri (paleoenlem rekonstrüksiyonu, alan rotasyonu), ve saha jeolojisi verileri (yeni haritalar, yeni stratigrafik verileri paleostres alan rekonstrüksiyonu) sayesinde, 250 My'den beri Tetis alanlarının rekonstrüksiyonunun, güncel ve daha ayrıntılı bir versiyonunu elde ettik (bkz. DARIUS haritaları, Barrier vd., 2018).*

C-BS alanı, Tetis okyanusal levhasının Avrasya kıtasal kenarının altına dalmasıyla belirlenen, uzun ve karmaşık bir tektonik tarihçeye sahiptir. Bu uzun süreli dalma-batmanın bir sonucu olarak bir yay-gerisi havza (BAB) açılmıştır: Karadeniz (BS). Tetis alanının ve BS BAB'nin tarihçesinin rekonstrüksiyonu girişimlerinde birinci kaynak, her zaman çevre dağlardan (Kafkaslar, Kırım, Dobruja, Balkanlar, Istranca Zonu ve Pontidler) gelen jeolojik bilgiyi tutar. Büyük Kafkaslar, Kırım, ve Kuzey Dobruja içinde Triyas çukurluğunun gelişmesi, Mesozoyik'de BS BAB'nin açılması esnasında kullanılan yapıları sunmuştur. Yitim zonlarından (bir tanesi Avrazya'nın güneyinde, bir tanesi okyanus-içi) açığa çıkan Tetis okyanusunun kapanması ve Tetis okyanusal levhasının Gondwana kıtasal mikrolevhasının üzerine yerleşiminin sonuçları, Küçük Kafkaslar'da, Anadolu'da ve Pontidler'de iyi bir şekilde gözlenmektedir.

Bu çok uzun süreli jeodinamik işlem sırasında, üzerleyen levhada meydana gelen ana tektonik olayları etkileyen aşağıdaki faktörleri tanımladık:

1) Avrazya içerisindeki kalıtsal, fakat başka tektonik olaylar sırasında aktif yapılar

2) Tetis okyanusal levhasının Gondwana kıtasal mikrokıtalarının üzerine üzerlemesi

3) Yayılma merkezlerinin, magmatik platoların (LIP) ve denizdağlarının dalma-batması

4) Gondwana kıtasal mikrolevhalarının Avrazya ile çarpışması sırasında, sedimanter havzalarda (BAB ve Önülke havzaları) birçok dekolman seviyesinin oluşması

Bütün bu özelliklere bakarak, Karadeniz çevresindeki her bölgenin, Tetis'in son kapanışına değişik şekilde etkilendiğini, ve bu yüzden tektonik koşullardaki değişikliklere değişik şekillerde tepki verdiğini kabul etmek gerekir. Reolojik olarak kuvvetli Avrazya kıtasal litosferi içerisinde meydana gelen bu tektonik deformasyonların kronolojisini belirlemek, C-BS alanının jeolojisinde ilk olarak yapılması gereken analitik iştir. Bu zorlu göreve ulaşmanın ve başarılı olmanın yolunu ancak Bulgaristan, Romanya, Rusya Federasyonu ve Türkiye ile gerçekleştirilecek yakın bir işbirliğinde görmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: *Kafkaslar, Karadeniz, Pontidler, Yay gerisi havza, Tetis*

Tectonic Evolution of Iran within the Tethyan Orogeny and its Correlation with Anatolia

Tetis Orojeni İçinde İran'ın Tektonik Evrimi ve Anadolu ile Korelasyonu

Hossein Azizi

Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

(azizi1345@gmail.com)

Abstract: Northwest Iran, known as the northern part of the Sanandaj Sirjan zone (SaSZ) and northwestern Iran block, has more similarities to the geology of Turkey than to the geology of Iran. The Anatolide–Tauride (AT) block, which is surrounded by the Pütürge–Bitlis–Zagros (PBZ) suture zone in the south and Izmir–Ankara–Erzincan suture zone (IAE) in the north, continues to the Kermanshah area known as the Biston-Avoraman block (BAVB) in western Iran. The BAVB is squeezed between two narrow ophiolite belts, similar to the AT block in Turkey. In addition, the magmatic activities in the Pontides in the northern IAE suture zone are more consistent with the Saveh-Taftan Eocene volcanic arc in the eastern SaSZ.

Due to the existence of some strong similarities between the AT and BAVB basements and tectonic regime, the Zagros suture zone is not the boundary of the Arabian and Iranian plates in the northwest of Iran; it represents the boundary in the southwestern part of Iran. In northwestern Iran, the oceanic ophiolite, which extends in a SSE to NNW trend, starts from the Sanandaj-Oshnaviah and Khoy area, and joins to the IAE ophiolite belt in northern Turkey in the IAE suture zone. The wide extension of the ophiolite sequences in NW Iran at the junction of AT and NW Iran blocks, and also some clear relative resemblance between the magmatic activities in northwest Iran and northern IAE, such as Cretaceous volcanic and Paleocene-Eocene adakites support us to think about new geodynamic models in NW Iran. The distribution of the parallel ophiolite belts with three clear arc volcanic activities; Late Cretaceous, Paleocene-Eocene and Miocene-Pliocene infer the junction or collision of the AT and the NW Iran blocks. Besides, this has made an essential role for magmatic activities from the Late Cretaceous to Quaternary in the NW Iran.

Considering all geological evidence, double collision systems such as the northern and southern AT block is not unexpected in northwestern Iran in the Late Cretaceous?-Cenozoic. To solve this important problem, detailed structural mapping and correlation of the magmatic activities would be much useful to understand the junction of AT and NW Iran block.

Keywords: Northwestern Iran block, İzmir–Ankara–Erzincan suture zone, Eocene adakites, Neotethys, Zagros suture zone, Collision zone

Öz: *Sanandaj Sirjan Zonu (SaSZ)'nun kuzey kısmı ve kuzeybatı İran bloğu olarak bilinen Kuzeybatı İran, İran jeolojisinden daha çok Türkiye jeolojisine benzerlik göstermektedir. Güneyde Pütürge–Bitlis–Zagros (PBZ) kenet zonu, kuzeyde ise İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu (IAE) ile çevrelenen Anatolid-Torid (AT) bloğu, batı İran'da Biston-Avoraman bloğu (BAVB) olarak bilinen Kermanshah bölgesine kadar devam eder. BAVB, Türkiye'deki AT bloğuna benzer bir şekilde, iki dar ofiyolit kuşağı arasına sıkışmıştır. Buna ek olarak, kuzey IAE sütür zonunda, Pontitler'de gerçekleşen magmatik aktiviteler, doğu SaSZ'deki Saveh-Taftan Eosen volkanik yayı ile daha uyumlu gözükmektedir.*

TA ve BAVB'nin temelleri arasındaki kuvvetli benzerlikler and tektonik rejimden ötürü, Zagros sütür zonu, kuzeybatı İran'da Arap ve İran levhalarının sınırını değil, İran'ın güneybatı kısmının sınırını temsil etmektedir. Kuzeybatı Irak'da, GGD-KKB doğrultuda uzanan okyanusal ofiyolit, Sanandaj-Oshnaviah ve Khoy bölgelerinden başlar, ve kuzey Türkiye'de IAE sütür zonunun IAE ofiyolit kuşağı ile birleşir. KB İran'da, ofiyolit serilerinin AT ve KB İran bloklarının kesişimlerindeki geniş yayılımları ve ayrıca Kretase volkanikleri ve Paleosen-Eosen adakitlerinde olduğu gibi net bir şekilde gözlenen kuzeybatı İran ve kuzey IAE magmatik aktivileri, KB İran ile ilgili yeni jeodinamik modelleri düşünmemizi desteklemektedir. Geç Kretase, Paleosen-Eosen ve Miosen-Pliosen olmak üzere üç belirgin volkanik aktiviteyi içeren paralel ofiyolit kuşaklarının dağılımı, AT ve KB İran bloklarının kesişmesini veya çarpışması öne sürmekte olup, KB İran'da Geç Kretase'den Kuvaterner'e kadar uzanan magmatik aktiviteler için de önemli rol oynamaktadır.

Bütün jeolojik kanıtlar çerçevesinde, kuzey ve güney AT bloğu gibi çift çarpışma sistemleri, Geç Kretase-Senozoyik aralığında KB İran'da beklenilmedik bir durum değildir. Bu önemli problemi çözmede, ayrıntılı yapısal haritalama ve magmatik aktivitelerin korelasyonu, AT ve KB İran bloklarının kesişimini anlamakta çok faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Kuzeybatı İran bloğu, İzmir–Ankara–Erzincan kenet zonu, Eosen adakitleri, Neotetis, Zagros kenet zonu, Çarpışma zonu*

ANTROPOSEN VE ANTROPOJENİK KİRLİLİK
ANTHROPOCENE AND ANTHROPOGENIC POLLUTION

ÖKMEN SÜMER – NURAY ÇAĞLAR – DENİZ ŞANLIYÜKSEL YÜCEL – EROL SARI – FATMA TOKSOY KÖKSAL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Marmara Denizi'nin Batısında (Şarköy Kanyonu) Ağır Metal Kirliliğinin Karot Sedimentleri Kullanılarak Araştırılması

Investigation of Heavy Metal Pollution in the Western Marmara Sea by Using Core Sediments

Mustafa Ergin[1], Özlem Argun Aktan[2]

[1]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(mergin@ankara.edu.tr)

Öz: Bilindiği gibi, Marmara Denizi'ni Çanakkale Boğazı'na bağlayan Şarköy Kanyonu Akdeniz-Ege Denizi-Marmara Denizi-Karadeniz arasında çift ve zıt akıntılı bir su geçiş yolu olup, bu denizlere ulaşan çeşitli jeojenik ve antropojenik malzemelerinde deniz dibinde birikebileceği bir bölgedir. Şarköy Kanyonu ve çevresinde takriben son 1000 yıllık jeojenik ve olası antropojenik etkileşimleri araştırmak amacı ile gerçekleştirilen bu proje TÜBİTAK (YDA-BAG 102Y113)-MTA-Ankara Üniversitesi bilimsel işbirliğinin sonuçlarını sunmaktadır. Bu çerçevede, 2002 yılında MTA Sismik-1 Araştırma Gemisi ile Şarköy Kanyonu'nun 50-400 m arasında değişen su derinliklerinde ve 12 farklı noktasından alınan sediment karotlarından 10 tanesi burada değerlendirilmiştir. Karotların üst 25 cm seviyeleri 5'er cm'lik dilimlere bölünmüş ve jeokimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Ana/esas elementlerin (Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na ve K) miktarları XRF yöntemi ile, iz/eser elementlerin miktarları ise ICP teknolojileri ile tesbit edilmiş olup, analizlerin doğruluğu ve güvenirliliği jeolojik standart/referans örnekler ve tekrarlamalı analizler ile kontrol edilmiştir. Sonuçlar farklı istatiksel ve grafiksel yöntemler ile tartışılmış ve yorumlanmıştır. Jeojenik (antropojenik etkiye maruz kalmamış) referans olarak yerkabuğu/magmatik kayaç ve sedimanter şeyl ortalamaları ile incelenen karotların derin seviyelerine ait element miktarları veri karşılaştırmalarında değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, radyokarbon (C-14) ile tarihlendirilmiş karotların tesbit edilebilen ana element (Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na ve K) miktarlarının büyük bir kısmı ortalama yerkabuğu kayaçlarına benzemekte ve karotlarda üstten alta doğru önemli salınımlar göstermemektedir. Bu durum, Marmara Denizi ve çevresindeki karasal jeolojik kaynakların takriben son 1000 yılda karotların alındığı çökelme alanına benzer tür ve miktarda kırıntılı sediment sağladığını göstermektedir (jeojenik aluminyum silikat faktörü). Bazı iz elementlerin (Zn, Pb, Hg, Cr, Cu ve Ni) miktarları karotlarda üst seviyelere doğru nisbeten fazla artış eğilimi sergilemektedir. Bu artışların genelde ana element profillerine benzememesi, çalışma alanında karasal jeolojik kaynaklara ilaveten az da olsa değişen oranlarda antropojenik karışımlara (evsel, kentsel, tarımsal ve petrol atıkları; maden-mineral ve kömür işletmeleri gibi) işaret etmektedir (jeojenik+antropojenik faktör). Bazı sediment örneklerinde U, Hf, Y, Ce, Zr ve Th gibi elementlerin miktarları arasında pozitif ve önemli ilişkilendirme katsayıları tesbit edilmiştirki, bu da kısmen benzer radyoaktif kaynaklar ile izah edilebilir. Kanyon sedimentlerinde hesaplanan element zenginleşme faktörleri genelde 1,5 değerinin altında olup, ağır metal kirliliğini düşük bir ihtimal dahilinde göstermektedir. Buna karşın, bazı karotlarda Cr, Ni, Cu, Zn, ve Pb için hesap-

lanan zenginleşme faktörleri 1,5-2,4 arasında seyretmekte ve kanyonda antropojenik kaynaklı kirleticilerin artan bir etkisi olarak kabul edilebilir. Marmara Denizi'nde hakim farklı akıntı sistemlerinin bu denize taşınan kirletici ağır metallerinin miktarlarını seyrelttiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, antropojenik, kirlilik, Marmara Denizi, sediment

Abstract: *As known, The Şarköy Canyon which connects the Marmara Sea with the Çanakkale Strait (Dardanelles) is situated between the Mediterranean-Aegean-Marmara-Black Sea's. The canyon of this sea-way is characterized by double and opposite currents where also geogenic and anthropogenic materials reaching the sea are being deposited on the bottom of this region. This study aims to investigate the geogenic and possible anthropogenic interrelationships within and around the Şarköy Canyon lasted during the last about 1000 years. The results of a scientific cooperation achieved between the institutions of TÜBİTAK (YDABAG 102Y113)-MTA-Ankara University are presented here. In this context, in 2002 using the Research Vessel MTA Sismik-1 and at water depths of between 50 and 400 meters 12 sediment cores were taken at different sites of which 10 cores were studied here. Upper 25 cm sections of the cores were then sliced at 5 cm intervals and subjected to geochemical analyzes. The concentrations of major elements (Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na ve K) were determined with the XRF technique and the contents of minor elements were measured using the ICP method. The accuracy and reliability of analyzes were checked using geological standard/reference materials and replicate measurements. The results were discussed with different statistical and graphical methods and interpreted. As geogenic (not affected by anthropogenic influences) reference, average concentrations of earth's crust/magmatics and sedimentary shales as well as values from deeper sections of the studied cores were evaluated for comparisons.*

In this study, major element concentrations (Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na ve K) in the radiocarbon-dated cores by C-14 were largely comparable with those of average earth's crustal rocks and do not display important changes down the cores. This state points out that during about last 1000 years, geological terrestrial sources in and around the Sea of Marmara supplied to the depositional sites similar types and amounts of clastical materials (geogenic aluminium silicate factor). The concentrations of some of the trace elements (Zn, Pb, Hg, Cr, Cu ve Ni) displayed upward increases within the cores. These increases did not follow pattern of major elements which could indicate, in addition to geolological sources even at small amounts, anthropogenic mixtures (wastes of domestic, urban, agricultural, oil, mine and coal) (geogenic + anthropogenic factor).). The positive and significant correlations found among elements (U, Hf, Y, Ce, Zr ve Th) in some samples can be interpreted with similar radioactive sources. The calculated element enrichment factors in canyon sediments were mostly lower than 1,5 and this could be related to lesser possibility for heavy metal pollution. On the contrary, the enrichment factors calculated for Cr, Ni, Cu, Zn, and Pb in some cores varied between 1,5-2,4 and could be suggestive of incresing anthropogenic influences with pollutants. It is also believed that prevailing different current systems in the Marmara Sea are likely responsible and thus dillution for heavy metal pollutants.

Keywords: *Heavy metals, anthropogenic, pollution, Marmara Sea, sediment*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Karamürsel Havzası Karot Sedimentlerinde Antropojenik Metal Kirliliği

Anthropogenic Metal Pollution in the Core Sediments of the Karamursel Basin, Turkey

Erol Sarı[1], Tuğçe Nagihan Arslan Kaya[1], Taylan Kösesakal[2], Mehmet Ali Kurt[3], Önder Kılıç[2]

[1]İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34134 Fatih, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 34134 Vezneciler, İstanbul, Türkiye

[3]Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy, Mersin, Türkiye

(erolsari@istanbul.edu.tr)

Öz: Batı, Karamürsel ve Gölcük havzalarından oluşan İzmit Körfezi, Marmara Denizi'nin Kuzey doğusunda yer alan 2-10 km genişliğinde ve doğu batı uzanımlı bir körfezdir. Karamürsel Havzası; hızlı nüfus artışı, endüstriyel atıklar, tarım alanlarında kullanılan bir takım kimyasallar ve evsel atıklardan gelen kirlilikten etkilenmektedir. Karamürsel Havzası'nın kirlilik durumu ve tarihçesini belirlemek için havzanın en derin yerinden IK2 karotu alınarak, karot boyunca seçilmiş element (Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V ve Zn) konsantrasyonları ölçülmüştür. Sediment karot örnekleri toplam çözünürleştirme işleminden sonra ICP-MS kullanılarak metal ölçümleri yapılmıştır. Metal analizlerinin doğruluğu NIST SRM 2710(Montana sedimenti) referans malzemesinin ölçümüyle kontrol edilmiştir. Referans örnekteki elementlerin ölçülen değerleri ile verilen referans değerleri arasında 0,1 ile %7 arasında değişen farklılıklar bulunmuştur. Sediment kalite rehberi (SQGs) ve zenginleşme faktörü (EF), kirlilik faktörü (CF) ve kirlilik yük indeksi (PLI) kullanılarak çökel kalitesi ve ekolojik risk değerlendirilmiştir. Karotun 30 cm'den daha derin kirlilikten etkilenmemiş bölümünde, her bir elementin ortalama değeri hesaplanmış ve bulunan değerler zenginleşme faktörü hesabında temel değer (background) olarak kullanılmıştır.

Elli yedi sediment örneğinde Al, As, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V ve Zn konsantrasyonları belirlenmiştir. Ortalama ve değişim aralığı (parantez içinde) değerleri $mgkg^{-1}$ olarak sırasıyla: Al için 730010 (52055-92091), As için 28.12 (12.2-50.6), Co için 20 (15-27), Cr için 150 (21-227), Cu için 35 (25-64), Mn için 2184 (696-4372, Pb için 44 (26-151) ve Zn için 122 (54-370) olarak belirlenmiştir.. Genellikle Cu, Pb ve Zn değerleri sediment karotunun ilk 20 cm'sinde artmaktadır. Metallerin düşey dağılım eğrisi ile EF, CF ve PLI verilerine göre Karamürsel Havzası Cu, Pb ve Zn ile orta derecede kirletilmiştir. Cu, Pb ve Zn'nun yüksek kirlilik değerleri karot sedimentlerinin en üstünde tespit edilirken, karot tabanına doğru bu değerler düşmektedir. Bu sonuçlar, Karamürsel Havzası'na arıtılmamış endüstriyel ve evsel atıksu girdisinin neden olduğu antropojenik etkiyi göstermektedir. Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FBA 29524 numaralı projeyle desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Karamürsel Havzası, karot sediment, kirlilik, zenginleşme faktörü

Abstract: *The Izmit Gulf is an E-W elongated 2-10 km wide inlet in the North-Eastern of the Marmara Sea, which consist of Western, Karamursel and Golcuk basins. The Karamursel Basin have been adversely affected by ever increasing population, industrial activities, densely used chemical drugs and fertilizer heavily used in agriculture as well as domestic wastes. IK-2 core sediment sample was collected from the deepest part of the basin to assess the pollution status and historical trends for selected elements (Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn) concentrations along the core sediment. Sediment samples were analyzed for metals using ICP-MS after a total digestion. The accuracy of the selected elements analyses was checked by analyzing the reference material NIST SRM 2710 (Montana soil). The difference between the measured and reference concentrations were generally between 0.1 and 7%. We used the sediment quality guidelines (SQGs), enrichments factor (EF), contamination factor and Pollution Load Index (PLI) for assessment of the sediment quality and ecotoxicological risk. For EF calculations, average values of each element for the unpolluted part of the cores below 30 cm are used as the background values.*

The concentrations of Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn were determined in 57 sediment samples. Mean values and variation ranges (in parentheses) of these elements in $mg.kg^{-1}$ *are 730010 (52055-92091) Al, 28.12 (12.2-50.6) As,20 (15-27) Co, 150 (21-227) Cr, 35 (25-64) Cu, 2184 (696-4372 Mn, 44 (26-151) Pb and 122 (54-370) Zn. Generally, the concentrations of Cu, Pb and Zn show an overall increasing trend from 20 cm to top of the sediment cores. Based on the vertical distribution of trace metals and their EF, CF and PLI values, the Karamursel Basin sediments are moderately polluted with Cu, Pb and Zn. The highly polluted values of Cu, Pb and Zn were found in the upper part of core with a decrease toward the bottom. These results show the anthropogenic effect caused by the input of untreated industrial wastewater and domestic sewage from the area around the Karamursel Basin. The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University, project numbers FBA 29524.*

Keywords*: Heavy metals, Karamursel Basin, core sediment, pollution, enrichment factor*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Afşin-Elbistan Termik Santral Çevresindeki Topraklarda Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması

Investigation of Heavy Metal Contents in Soils Around of Afşin-Elbistan Thermal Power Plant

Mert Arıkanoğlu, Mustafa Akyıldız

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana, Türkiye
(akyildizm@cu.edu.tr)

Öz: Afşin-Elbistan Termik Santrali tam kapasite ile çalıştığında yılda yaklaşık 16 milyon ton kömüre ihtiyaç duymaktadır. Kömürün yakılması sonucunda oluşan kül ve uçucular Elbistan ovasını etkilemektedir. Uçucu küllerin bünyesinde; As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Mo, Sb, Zn, Al, Fe gibi elementler bulunmaktadır. Bu amaçla topraklardaki ağır metal içeriklerinin araştırılması yapılmıştır. Afşin-Elbistan Termik santrali çevresinden toprak örnekleri alınarak atomik Absorbsiyon yöntemi ile Cu, Co, Ni, Cr, Cd, Hg, Pb, Zn Fe, Al element analizleri yapılmıştır. Zenginleşme Faktörü (EF), Kirlilik Faktörü (CF) ve Jeolojik Birikim İndeksi (lgeo) hesaplanmıştır. Zenginleşme faktörüne göre, Cu elementi için orta zenginleşme, Ni, Co ve Cd elementleri için belirgin zenginleşme göstermektedir. Kirlilik faktörüne göre ise, Cu için orta derecede kirlenme, Co için önemli derecede kirlenme, Cd ve Ni elementleri için aşırı derecede kirlenme belirlenmiştir. Jeolojik birikim indeksine göre ise, Zn, Mn, Ni, Co, Cu, Cr elementleri aşırı kirlenmiş, As Çok-aşırı kirlenmiş, Al ise çok kirlenmiş sınıfında yer almaktadır.

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi Bap birimi tarafından FYL-2018-11187 nolu proje ile desteklenmiştir

Anahtar Kelimeler: Afşin-Elbistan, Ağır metal, Jeo – akümülasyon indeksi, kirlilik faktörü

Abstract: *Afşin-Elbistan Thermal Power Plant needs about 16 million tons of coal annually when it operates at full capacity. Ash and particules formed as a result of coal burning affect the Elbistan plain. Fly ash contains elements such as As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Mo, Sb, Zn, Al, Fe. For this purpose, heavy metal contents of soils were investigated. Soil samples were taken from Afşin-Elbistan Thermal Power Plant and Cu, Co, Ni, Cr, Cd, Hg, Pb, Zn Fe, Al element analyzes were performed by atomic absorption method. Enrichment Factor (EF), Pollution Factor (CF) and Geological Accumulation Index (lgeo) were calculated. According to the enrichment factor, showed the moderate enrichment for Cu element, significant enrichment for Ni, Co and Cd elements. According to the pollution factor, moderate contamination for Cu, significant contamination for Co and excessive contamination for Cd and Ni were determined. According to the geological accumulation index, Zn, Mn, Ni, Co, Cu, Cr elements are classified as highly contaminated, very- highly contaminated for As and very contaminated for Al.*

This research was supported by the project of FYL-2018-11187 by BAP Department of Çukurova University.

Keywords: *Afşin-Elbistan, Heavy metals, geo-accumulation index, contamination factor*

Akışkan Yataklı Termik Santral Atığı Uçucu Küllerin Karakterizasyonu

Characteristics of Fly Ash Generated from Fluidized Bed Thermal Power Plant

Deniz Ay[1], Deniz Şanlıyüksel Yücel[2]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Kaynakları ve Yönetimi Anabilim Dalı, 17100 Çanakkale, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(m.m.denizay@gmail.com)

Öz: 2005 yılından beri faaliyet gösteren, 2x160 MW kapasiteli Çan Termik Santrali (ÇTS), Türkiye'deki ilk akışkan yataklı termik santraldir. Çan kömür havzasındaki yüksek sülfür içerikli linyit kömürleri kullanılan termik santralin yılda yaklaşık olarak ürettiği kül atık miktarı yarım milyon tondur. Uçucu küller herhangi bir önlem alınmadan termik santralin yaklaşık 1 km KD'sundaki kül barajında depolanmaktadır. Uydu görüntüleri ile Mart 2007 tarihinde kül depolama alanının 21,6 ha olduğu ve bu alanın yaklaşık 5 kat artarak Temmuz 2019 tarihinde 101,1 ha'a ulaştığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ÇTS uçucu küllerinin fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri belirlenerek, liç karakteristiği incelenmiştir. Uçucu külün tane boyutu 1,45 ve 186 µm arasında olup, yüzey alanı 14,6 m^2/g'dır. Başlıca bileşenleri SiO_2 (% 32,16), CaO (% 29,05), $A1_2O_3$ (% 19,22) ve Fe_2O_3 (% 7,03) olan uçucu külün ateşte zayiatı % 4,7'dir. Külün toplam kükürt ve karbon içeriği sırasıyla % 5,88 ve % 1,43'dir. Uçucu külün içerdiği metal konsantrasyonu Al> Fe> Mn> Zn> Cr> Cu> Pb> Co> Ni olarak saptanmış olup, Al ve Mn konsantrasyonlarının kıtasal kabuk ortalamasının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Uçucu külün mineralojik bileşimi anhidrit, kireç, hematit, kristobalit, kuvars, kalsit ve feldspat minerallerinden oluşmaktadır. SEM analizlerinde uçucu kül düzensiz şekilli ve köşeli taneli olup, yanmamış karbon mikro gözenekli yapıdadır. EDX analizleri ile uçucu külün O, C, Si, Al, Fe, Ca, S, Na ve Ti elementlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Liç testleri sonucunda uçucu kül liçinin yüksek pH (12,19) ve EC (4,83 mS/cm) değerleri ve SO_4^{-2} konsantrasyonunun (675 mg/l) Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği limit değerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uçucu kül liçinin metal konsantrasyonu (Al, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) ise Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği limit değerlerini sağlamaktadır. Uçucu külün yüksek pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin yanı sıra yüksek SO_4^{-2} konsantrasyonu, zamana bağlı olarak artan alansal değişimi ve önlem alınmadan yapılan depolama ile kül depolama alanı çevresindeki toprağın, yüzey ve yeraltı sularının olumsuz etkilenme olasılığı yüksektir. Gelecek çalışmalarda uçucu küllerin çevresindeki yüzey ve yeraltı suyu kaynaklarına olan etkisinin belirlenmesi için su örneklemeleri yapılacaktır. Uçucu küllerin kullanım alanlarının geliştirilerek farklı sektörlerde kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çan termik santrali, çevresel etki, liç, uçucu kül

Abstract: *Operating since 2005, the 2 x 160 MW capacity Çan Thermal Power Plant (ÇTS) was the first fluidized-bed thermal power plant in Turkey. Using high sulfur content lignite from the Çan coal basin, the ÇTS produces nearly half a million tons of fly ash waste each year. Fly ash is stored in an ash dam nearly 1 km NE of the thermal power plant without any precautions. Satellite images identified the fly ash storage area covered 21.6 ha in March 2007 and this area increased by nearly 5 times to reach 101.1 ha in July 2019. In this study, the physical, chemical and mineralogical properties of fly ash from the ÇTS were determined and leaching characteristics were investigated. The particle size of fly ash is between 1.45 and 186 μm, with surface area of 14.6 m^2/g. The main components of the fly ash are SiO_2 (32.16%), CaO (29.05%), $A1_2O_3$ (19.22%) and Fe_2O_3 (7.03%), and the loss on ignition value is 4.7%. The total sulfur and carbon contents of fly ash are 5.88% and 1.43%, respectively. The metal concentration contained in the fly ash was identified as Al> Fe> Mn> Zn> Cr> Cu> Pb> Co> Ni. The Al and Mn concentrations of the fly ash were identified to be above the average for continental crust. The mineralogical composition of the fly ash comprises anhydrite, lime, hematite, cristobalite, quartz, calcite and feldspar. SEM analyses observed the ash particles has irregular morphology and micropores were found on unburned carbon. EDX elemental composition of fly ash indicated that the ash was mainly composed of O, C, Si, Al, Fe, Ca, S, Na and Ti. The results of leaching tests identified the fly ash leachate had high pH (12.19) and EC (4.83 mS/cm) values and SO_4^{-2} concentration (675 mg/L) above the limit value for the Turkish inland water quality regulations. The metal concentration (Al, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn) in the leachate abided by limit values in the Turkish inland water quality regulations. The high pH and electrical conductivity values for the fly ash, along with high SO_4^{-2} concentration, time-dependent areal increase and storage without precautions mean there is high possibility that the soil, surface and groundwater surrounding the ash storage site are negatively affected. Future studies will perform water sampling to determine the effect of the fly ash on surrounding surface water and groundwater resources. It is recommended that areas of use for fly ash be developed for use in different sectors.*

Keywords: *Çan thermal power plant, environmental effect, leaching, fly ash*

Antroposen Sınırının Tanımlanması İçin Optik Uyarımlı Lüminesans ve Radyokarbon Tarihleme Yöntemlerinin Beraber Kullanıldığı İlk Çalışma

First Study to Define Anthropocene Boundary with Combination of Optically Stimulated Luminescence and Radiocarbon Dating Techniques

Mustafa Softa[1], Joel Q.G. Spencer[2], Akın Alak[3], Büşra Yerli[1], Ökmen Sümer[1]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Kansas State University, Department of Geology, 66502, Manhattan, Kansas, USA

[3]MEBSİS Mühendislik, Mutlukent Mah., Angora Bulv. 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(mustafa.softa@deu.edu.tr)

Öz: Optik uyarımlı lüminesans (OSL) ve radyokarbon (^{14}C) gibi mutlak tarihleme tekniklerinin kullanımı, jeolojik birimlerin yaşlarını tespit edebilmek için son yıllarda geniş ölçüde artmıştır. Özellikle bu teknikler paleosismoloji, arkeoloji ve paleoklimatoloji gibi karot tabanlı çalışmalarda başarıyla gerçekleştirilmektedir. Hatta bu çalışmalarda dahi, tarihleme için daha çok ^{14}C'ün kullanıldığı, her iki tarihlendirme tekniğinin birlikte kullanıldığı çalışmalara ise literatürde çok az rastlandığı görülmektedir. Ayrıca bugüne kadar OSL ve ^{14}C yaşlandırma teknikleri Antroposen'in zamansal ayrımının belirlenmesi için birlikte denenmemiştir.

Bu çalışmada ilk kez Antroposen sınırını tanımlamak için, Doğu Karadeniz'in farklı bölgelerinden alınan iki karot içindeki beş örnekte bu iki tarihleme tekniği uygulanmıştır. OSL ve ^{14}C tarihleme verileri sırasıyla 0,45 ± 0,14 - 0,72 ± 0,21 ve 512 ± 28 GÖ - 730 ± 26 GÖ olarak saptanmıştır. Birbiri ile tam olarak örtüşen bu sonuçlar, olası Antroposen sınırının ~ 0,45 binyıldan daha erken bir dönemde olması gerektiğine işaret etmektedir. Bu çalışma, TÜBİTAK 117Y302'nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antroposen, OSL ve radyokarbon tarihleme, karot tabanlı çalışmalar, Doğu Karadeniz

Abstract: *In recent years, absolute dating techniques such as Optically Stimulated Luminescence (OSL) and Radiocarbon dating (^{14}C) widely increased to constrain the timing of identified layers worldwide. Especially these techniques have been successfully performed in core-based studies such as paleoseismology, archeology, and paleoclimatology. Even if many of such studies used ^{14}C to decipher time, only a few studies conduct both dating techniques in the literature. Besides, OSL and ^{14}C untested together to constrain the Anthropocene time interval so far.*

In this study, for the first time to define the Anthropocene boundary, we performed two dating techniques collected five samples in two cores at different sites in the Eastern Black Sea. The obtained data shows that OSL and ^{14}C dates yielded 0.45±0.14 ka-0.72±0.21 ka and 512±28 BP-730±26 BP, respectively. These results overlapped with each other, signify that possible Anthropocene boundary should be in a period earlier than ~ 0.45 ka. This research is supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) with project Number of 117Y302.

Keywords: *Anthropocene, OSL and radiocarbon dating, core-based studies, Eastern Black Sea*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Antropojenik Kirlilik Çalışmalarında Ardalan Değerinin Hesaplanması İçin Yeni Bir Yöntem: Jeojenik Katkı Oranı (JKO), Doğu Karadeniz Havzası'ndan Bir Örnek

A New Method to Determine Background Value in Anthropogenic Pollution Studies: Geogenic Effect Indice (GEI) an Example from Eastern Black Sea Basin

Ökmen Sümer[1], Mustafa Softa[1], Akın Alak[2], Joel Q.G. Spencer[3], Büşra Yerli[1]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]MEBSİS Mühendislik, Mutlukent Mah., Angora Bulv. 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Kansas State University, Department of Geology, 66502, Manhattan, Kansas, USA

(okmen.sumer@deu.edu.tr)

Öz: Antropojenik kirlilik çalışmalarında, sayısal olarak kirlilik miktarının belirlenmesindeki en önemli kriter, seçilecek olan ardalan (background) değeridir. Bilindiği gibi ardalan değeri, ilgili element için ortalama bir değere karşılık gelen, genellikle dünya ölçeğinde farklı bölgelerinden elde edilen değerlerin ortalaması alınarak istatiksel yaklaşımlarla belirlenmiş, kabuk ve/veya kaya türüne bağlı yapılan araştırmaların değerlerinden yola çıkılarak seçilmektedir. Fakat literatürde kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılan bu çalışmalara bakıldığında, ilgili elementler için birçok farklı değerde kabulün yanı sıra, bazı değerlerin karşılaştırmalı olarak oldukça geniş bir aralıkta sunulduğu görülmektedir. Diğer yandan, genel anlamda kabuk ya da kaya türüne bağlı bu ardalan değerleri dünya ölçeğinde ve benzer jeolojik özellik gösteren lokasyonlarda birbirleri ile tutarlı olsalar da bölgesel veya lokal ölçekte jeolojik birimlerin bu oranları etkilemesi kaçınılmazdır. Bu bağlamda kirlilik çalışmalarında o bölgeye özel bir ardalan değeri belirlemek, sonuçların doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında, Doğu Karadeniz Havzası içinde yüz ölçümleri 86 km^2 ile 1318 km^2 arasında değişen 10 adet akaçlama havzasında yüzlek veren jeolojik birimlerden alınan 24 kaya ve 59 dere sedimenti olmak üzere toplamda 83 örnekten elde edilen çoklu element (Ba, Cr, Ti, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn) analizleri değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, akaçlama havzaları içerisinde kalan birimlerin aşınma miktarları 30 m çözünürlüklü SRTM uydu görüntülerinden yararlanılarak, ana ve yan drenaj kollarının yatak genişlikleri coğrafi bilgi sistemi programlarında işlenerek, uzunlukları ve eğimleri belirlenmiştir. Sonrasında bu parametreler Matlab® yazılımı ile kaya dayanımı ve topoğrafya kodları oluşturularak, jeolojik birimlerin ardalan değerine olan jeojenik katkı oranı (JKO) hesaplanmıştır. Hesaplanan bölgeye ve her akaçlamaya özgü ardalan değerleri, kirlilik faktörü (CF: contamination factor), zenginleşme faktörü (EF; enrichment factor) ve jeobirikim indeksi (Igeo; geo-accumulation index) gibi kirlilik değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu çalışmada, literatürde sıklıkla kullanılan ardalan değerleri ile hesaplanan kirlik değerleri ile JKO göz önüne alınarak hesaplanan değerler arasındaki farklar ele alınacak ve yeni önerilen modelin ayrıntıları paylaşılarak, daha kaliteli bir ölçme tekniği olan JKO'nun geliştirilmesi adına konu bilimsel tartışmaya açılacaktır.

Bu çalışma, TÜBİTAK 117Y302'nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antropojenik kirlilik, ardalan değeri, çoklu element analizi, jeojenik etki, Doğu Karadeniz.

Abstract: *In anthropogenic pollution studies, to quantify amount of pollution numerically the most important criterion is background value to be selected. It is known that the background value is generally determined by statistical approaches by taking the average of values obtained from different studies at various regions on a global scale. However, when examined these studies, it is seen that some values offered in a comparatively quite wide range. In addition to that, even if the background values are consistent with each other, it is inevitable that geological units will influence these ratios on a regional or local scales. In this context, determination of a specific background value related to the study area in pollution studies is significant for the accuracy of the results. Within the scope of this study, multi-element analyzes (Ba, Cr, Ti, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn) obtained from a total of 83 samples, including 24 rocks and 59 stream sediments from the geological units in 10 drainage basins, whose acreage vary between 86 km^2 and 1318 km^2, were evaluated in the Eastern Black Sea Basin. In this context, erosion rates of the units in the drainage basins were determined by SRTM-30m resolution satellite images processed in geographic information system softwares using stream ordering of river, bed widths, lengths, and slopes. After that, geogenic effect indice (GEI) to the background value of geological units was calculated by creating rock strength and topography codes with these parameters using Matlab® software. The specific background value to the calculated area and each drainage was used to determine the pollution values such as contamination factor (CF), enrichment factor (EF) and geo-accumulation index (Igeo). In this study, the differences between the contamination values calculated by using the background values frequently used in the literature and the contamination values calculated by using GEI will be discussed and details of the proposed new model will be discussed. After all, the subject will be opened to scientific discussion for the development of GEI which is a better quality measurement technique.*

This research was supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) with project number of 117Y302.

Keywords: *Anthropogenic pollution, background value, multiple element analysis, geogenic effect, Eastern Black Sea*

Makrofiziksel İklim Modeli Sonuçları ve Vekil Veriler Işığında Göller Bölgesi'ndeki Antropojenik Değişimler

Anthropojenic Changes in the Lake District in the Light of Macrophysical Climate Model Results and Proxy Data

Arman Tekin

Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

(armantekin@hacettepe.edu.tr)

Öz: İnsanın, homo genusu olarak içinde yaşadığı doğa ile olan karşılıklı ilişkisi ilk olarak Pleistosen'de başlamıştır. Başlarda insan avcı-toplayıcı, sonra zaman içinde tarım ağırlıklı bir yapı kazanmıştır. Bu süreçte insanın biyolojik evrimi, yaşadığı doğal çevre üzerindeki etkisinde büyük bir rol oynamıştır.

Birçok araştırmacı insanlığın dünya üzerindeki dominant etkisine bağlı olarak antropojenik değişimlerin yaşandığını öne sürmektedir. Yaşanan bu değişimlerin başladığı dönem ise Antroposen olarak tanımlanmaktadır. Antroposen'in başlangıcına yönelik tarihleme önerileri, kontrolsüz tarımın başlaması ve verimsiz arazi kullanımındaki artışın öne sürüldüğü MÖ 8000'lerden, fosil yakıtların kullanımındaki artışın ve akabinde gerçekleşen Sanayi Devrimi'ne ve II. Dünya Savaşı sonrasındaki atom bombası ve nükleer denemelerin yapıldığı 20. yüzyıl ortalarına kadar değişiklik göstermektedir.

Günümüzde yapılan modern bilimsel çalışmaların ışığında, antropojenik etkilerin varlığının ve miktarının tespiti için, jeolojik araştırmaların yanı sıra iklim tabanlı araştırmalar da giderek artmaktadır. Antropoojenik değişimlerin iklim üzerindeki etkisini ortaya koyan bu araştırmalar, hem jeolojik tabakaların tarihlendirilmesi hem de iklimsel değişimlerin çeşitli iklim modelleri yardımıyla değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmektedir.

Bu kapsamdaki çalışmada, Burdur, Isparta ve Antalya merkezli Göller Bölgesi'nde yaşanmış iklimsel değişikler üzerindeki antropojenik etkinin, MİM (Makrofiziksel İklim Modeli) sonuçları ve bölgede yapılan araştırmalardan elde edilen vekil veriler yardımıyla incelenmesi amaçlanmıştır. Bölgede gerçekleştiği düşünülen 8.2 ky ve 4.2 ky iklim olayları ile Beyşehir Yerleşim Safhası (GÖ 3500-1200) gibi faktörler, olası antropojenik etkileri çerçevesinde irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Antroposen, antropojenik değişimler, makrofiziksel iklim modeli, Beyşehir Yerleşim Safhası, Göller bölgesi

Abstract: *As a homo genus, interrelation between human being and their nature began with the Pleistocene. At the beginning, they had a hunter-gatherer character but then it gained agriculture-based character in time. Human beings' evolution played a huge role in their natural habitat.*

Many researchers asserted that anthropogenic changes occurred according to human beings' effects on the earth. The period of these changes is called as Anthropocene. Dating suggestions for the beginning of the Anthropocene differ from 8000 BC when the start of unrestrained agriculture and rise of land use, increase of fossil fuels use supervened on Industry Revolution and to the middle of 20th Century when made atomic bomb and nuclear tests after II. World War.

In the light of modern scientific researches today, not only geological researches but also climate-based researches gradually increase for determining existence and amount of anthropogenic impacts. These researches which presents effect on climate are occurred with both dating geological layers and evaluating climate changes by the help of various climate models.

In the scope of the study, examining anthropogenic effects on climatic changes by means of MCM (Macrophysical Climate Model) results and proxy data which was taken from researches on the region in the Lake District which centered with Burdur, Isparta and Antalya are aimed within this study. Factors like 8.2 ky event, 4.2 ky climate event and Beyşehir Occupation Phase (3500-1200 BP) which thought to have occurred in this region will be evaluated within the frame of possible anthropogenic impacts.

Keywords: *Anthropocene, anthropogenic changes, macrophysical climate model, Beyşehir Occupation Phase, Lake District*

Vegetation changes in Northwest Rila (Bulgaria) Over the Last Four Millennia

Son Dört Bin Yılda Kuzeybatı Rila'da (Bulgaristan) Vejetasyon Değişimleri

Dimiter Ivanov, Maria Lazarova

Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Biodiversity and Ecosystem, BG-1113 Sofia, Bulgaria

(dimiter@gbg.bg)

Abstract: Based on the pollen analysis of peat sediments from lake Skakavitsa from the subalpine belt of the Rila Mountains and ^{14}C dating, a reconstruction of the Late Holocene vegetation was made. Palynological data allowed us to reconstruct plant succession and to determine major stages in vegetation dynamics. The first stage of vegetation development corresponds to the end of the subboreal (3440 BP) and it was characterized by widespread coniferous forests composed of Pinus sylvestris, Abies alba, Picea and Pinus peuce. The next stage coincides with the onset of the sub-Atlantic period and reflects the reduction in Abies at the expense of an increase in Picea abies (after 2420 BP). In the mid-subatlantic period, the maximum was recorded in the expansion of spruce, which permanently dominates in the coniferous belt. During the last stage modern vertical differentiation of the vegetation was formed. Picea abies, Pinus sylvestris and P. peuce outlined the upper forest limit. The discovered vegetation change is a result of continuous dynamic processes caused by the action of various environmental factors and anthropogenic pressure.

Acknowledgments: This work has been carried out in the framework of the National Science Program "Environmental Protection and Reduction of Risks of Adverse Events and Natural Disasters", approved by the Resolution of the Council of Ministers № 577/17.08.2018 and supported by the Ministry of Education and Science (MES) of Bulgaria (Agreement № D01-230/06.12.2018).

Keywords: Bulgaria, Holocene, pollen, vegetation change

Öz: *Rila Dağları'nın subalpin kuşağındaki Skakavitsa gölünden turba sedimanlarının polen analizlerine ve ^{14}C yaşlandırmasına dayanarak, Geç Holosen'in bir rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Palinolojik veriler, bitki istifinin rekonstrüksiyonunun ve vejetasyon dinamiğindeki önemli safhaların belirlenmesine olanak vermiştir. Vejetasyon gelişimindeki ilk safha, subborealin (3440 GÖ) sonuna karşılık gelmekte, ve Pinus sylvestris, Abies alba, Picea ve Pinus peuce'den oluşan yaygın iğne yapraklı ormanlar ile karakterize edilmiştir. Bir sonraki safha sub-Atlantik döneminin başlangıcı ile çakışmakta ve Picea abies'in artarken Abies'in azalmasını yansıtmaktadır (2420 GÖ sonrası). Orta-subatlantik döneminde, maksimum, iğne yapraklı kuşağına kalıcı olarak hakim olan ladinin yayılmasında kaydedilmiştir. En son safhada, vejetasyonun modern dikey farklılaşması oluşmuştur. Picea abies, Pinus sylvestris ve P. peuce üst orman limitini belirlemiştir. Keşfedilen vejetasyon değişikliği, çeşitli çevresel faktörlerin ve antropojenik baskıdan kaynaklanan sürekli dinamik işlemlerin bir sonucudur.*

Katkı belirtme: *Bu çalışma 577/17.08.2018 no'lu Bakanlar Kurulu Kararı ile onaylanan, Ulusal Bilim Programı "Çevresel Koruma ve Olumsuz Durumların ve Doğal Afetlerin Risklerinin Azaltılması" çerçevesinde gerçekleştirilmiş ve Eğitim ve Bilim Bakanlığı (MES) tarafından destenlenmiştir (Anlaşma no: D01- 230/06.12.2018).*

Anahtar Kelimeler*: Bulgaristan, Holocen, polen, vejetasyon değişikliği*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sucul Ekosistemlerde Biyoindikasyon Yollarıyla Kontaminasyon Değerlendirmesi: Ergene Nehri üzerinde Biyolojik Diatom İndeksi Uygulaması

Contamination Assessment of Water Ecosystems by Means of Bio-Indication: An Application of Biological Diatom Index on Ergene River

Cem Tokatlı[1], Cüneyd Nadir Solak[2], Elif Yılmaz[2], Hayri Dayıoğlu[2]

[1]Trakya Üniversitesi, İpsala MYO, Teknoloji Laboratuvarı Bölümü, İpsala, Edirne, Türkiye

[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 43000 Kütahya, Türkiye

(cemtokatli@trakya.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada, Ergene Nehri'nin epipelik (EPP) diatomeleri araştırılmış ve bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik veriler kullanılarak su kalitesi değerlendirilmiştir. Ergene Nehri'nin yukarı, orta ve aşağı kesimlerinden EPP diatomeler toplandı ve suda ÇO, oksijen doygunluğu, pH, EC, TDS, tuzluluk, bulanıklık, nitrat, nitrit, amonyum, fosfat, sülfat, flor, KOİ, BOİ ve ORP gibi bazı limnolojik parametreler ölçüldü. Ayrıca, Ergene Nehri'nin trofik durumunun EPP diyatomeleri açısından belirlemek için Biyolojik Diatom İndeksi (BDI) kullanıldı. Tespit edilen verilere göre, genel olarak, yukarı havzanın I. – II. Sınıf, orta ve aşağı havzaların ise III. – IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edildi. Ayrıca, yukarı havza için 24, orta havza için 4 ve aşağı havza için 7 diatome türü kaydedildi. *Cymbopleura amphicephala (Nägeli) Krammer, Nitzschia umbonata (Ehrenberg) Lange-Bertalot ve Nitzschia capitellata Hustedt, nom. inval.* sırasıyla yukarı – orta – aşağı kısımlarında en baskın taksonlar olarak kaydedilmiştir. BDI sonuçlarına göre, yukarı havzanın oligotrofik – yüksek su kalitesine sahip olduğu ve orta – aşağı havzanın ise ötrofik – düşük su kalitesine sahip olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ergene Nehri, bentik diatomeler, biyolojik diyatome indeksi, su kalitesi

Abstract: *In this study, the epipelic (EPP) diatoms of the Ergene River were investigated and the water quality was evaluated by using the some physical, chemical and biological data. EPP diatoms were collected from the up, middle and downstream of the Ergene River. Some limnological parameters including DO, oxygen saturation, pH, EC, TDS, salinity, turbidity, nitrate, nitrite, ammonium, phosphate, sulphate, fluorine, COD, BOD and ORP were measured. Also the Biological Diatom Index (BDI) was used to determine the trophic status of the Ergene River in terms of EPP diatoms. According to detected data, the upstream has Class I – II water quality and the middle – downstreams have Class III – IV water quality in general. Also 24 diatom species were recorded in the upstream, 4 diatom species were recorded in the middlestream and 7 diatom species were recorded in the downstream. Cymbopleura amphicephala (Nägeli) Krammer, Nitzschia umbonata (Ehrenberg) Lange-Bertalot and Nitzschia capitellata Hustedt, nom. inval. were recorded as the most dominant taxa in the up – middle – downstreams respectively. As a result of the BDI, the upstream of Ergene River was found to be in an oligotrophic state – has high water quality and the middle – downstreams of Ergene River were found to be in a eutrophic state – have poor water quality.*

Keywords: *Ergene River, bentic diatoms, biological diatom index, water quality*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Çan Kömür Havzasındaki Maden Göllerinin Hidrokimyası ve Zamana Bağlı Alansal Değişimi

Hydrochemistry and Time-dependent Areal Change of Mine Lakes in Çan Coal Basin

Deniz Şanlıyüksel Yücel[1], Mehmet Ali Yücel[2]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü , 17100 Çanakkale, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü 17100 Çanakkale, Türkiye

(denizsyuksel@comu.edu.tr)

Öz: Çan kömür havzasında açık ocak olarak işletilen yüksek sülfür içerikli kömür madenlerinin terk edilmesi ya da işletmeye ara verilmesi sonucu farklı büyüklükte maden gölleri oluşmuştur. Maden göllerinin konumu yerleşim alanlarına yakın olup, Çan ilçesi için önemli içme suyu kaynağı olan Kocabaş çayı havzasının beslenme alanında yer almaktadır. Günümüzde Etili ve Çomaklı kömür ocaklarında sırasıyla 9 ve 4 tane maden gölü vardır. Etili kömür ocağında 2016 yılından beri madencilik faaliyeti yapılmamakta, Çomaklı kömür ocağı ise halen aktif olarak işletilmektedir. Bu çalışmada Etili ve Çomaklı ocaklarındaki maden göllerinin hidrokimyasal karakterizasyonu ve zamana bağlı alansal değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Etili sahasındaki maden göllerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 2,59 ile 6,34 ve 1,88 mS/cm ile 6,62 mS/cm arasında değişmektedir. Çomaklı sahasındaki maden göllerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerleri ise sırasıyla 4,05 ile 8,11 ve 1,09 mS/cm ile 4,35 mS/cm arasındadır. Maden göllerinin SO_4^{-2} (4100 mg/l), Fe (255 mg/l), Al (208 mg/l), Mn (92 mg/l), Zn (9 mg/l) ve Ni (1 mg/l) konsantrasyonları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre çok kirlenmiş su kalitesine işaret etmektedir. Maden göllerinin genellikle düşük pH, yüksek metal ve SO_4^{-2} konsantrasyonu içeren büyük hacimli suları barındırması nedeni ile çevresindeki yüzey ve yeraltı sularına, tarım arazilerine karışarak çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Bu nedenle Etili ve Çomaklı kömür ocaklarındaki maden göllerinin sırasıyla Mayıs 1977 ile Temmuz 2019 ve Ağustos 2011 ile Temmuz 2019 yılları arasındaki farklı mekansal çözünürlüklü (30 m, 60 cm, 50 cm vb.) farklı uydu görüntüleri (Landsat, Qucikbird, Worldview, Pleiades vb.) kullanılarak alansal değişimi incelenmiştir. Maden göllerinin uydu görüntüleri ArcGIS 10.3 yazılımında sayısallaştırılarak alan ve çevre uzunluğu hesaplanmıştır. Eylül 1985 tarihli uydu görüntülerinden Etili sahasında madencilik faaliyetlerinin başladığı, Mayıs 1987 tarihinde 2 maden gölünün oluştuğu ve toplam alanlarının 1,9 ha olduğu tespit edilmiştir. 2011 yılı Mart ayı uydu görüntülerinde 9 maden gölünün oluştuğu ve 2019 yılı Temmuz ayında Etili sahasındaki maden göllerinin toplam alanının yaklaşık 7 kat artarak 13,1 ha'a ulaştığı saptanmıştır. Çomaklı sahasındaki maden göllerinin Ağustos 2011 tarihindeki toplam alanı 16,6 ha iken en büyük maden gölünün doldurulması ile 2019 yılı Temmuz ayında 11,6 ha olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile madencilik faaliyetlerinin ve çevresel açıdan risk taşıyan maden göllerinin zamana bağlı olarak izlenmesinde yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin hızlı ve pratik sonuçlar sağladığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asit maden gölü, alansal değişim, hidrokimya, uydu görüntüsü

Abstract: *As a result of open-pit coal mines with high sulfur content have been abandoned without rehabilitation in* Çan coal basin, *artificial mine lakes with different sizes formed. The location of mine lakes is close to settlement areas and within the Kocabaş river watershed which is an important drinking water source for Çan county. Currently, there are 9 and 4 mine lakes in the Etili and Çomaklı coal mines, respectively. The Etili coal mine has not been actively mined since 2016, while Çomaklı coal mine is still actively operating. This study, aimed to determine the hydrochemical characterization and time-dependent areal change of mine lakes in the Etili and Çomaklı coal mines. The mine lakes in the Etili have pH and electrical conductivity values varying from 2.59 to 6.34 and 1.88 mS/cm to 6.62 mS/cm, respectively. The pH and electrical conductivity values for the mine lakes in the Çomaklı vary from 4.05 to 8.11 and 1.09 mS/cm to 4.35 mS/cm, respectively. The mine lakes have very polluted water quality according to Turkish inland water quality regulations in terms of SO_4^{-2} (4100 mg/L), Fe (255 mg/L), Al (208 mg/L), Mn (92 mg/L), Zn (9 mg/L) and Ni (1 mg/L) concentrations. As mine lakes generally contain large volumes of water with low pH and high metal and SO_4^{-2} concentrations, they cause environmental pollution by mixing with surface water and groundwater in the area and agricultural land. The areal variation of mine lakes in the Etili and Çomaklı coal mines was investigated using different satellite images (Landsat, Quickbird, Worldview, Pleiades, etc.) with different spatial resolutions (30 m, 60 cm, 50 cm, etc.) from May 1977 to July 2019 and August 2011 to July 2019, respectively. The satellite images of the mine lakes were digitized with ArcGIS 10.3 software and area and perimeter changes were calculated. On satellite images from September 1985, mining activities were identified to begin in Etili, with 2 mine lakes forming by May 1987 and a total area of 1.9 ha. Satellite images from March 2011 identified that 9 mine lakes had formed and the total area of mine lakes in the Etili had increased nearly 7 times to reach 13.1 ha in July 2019. Mine lakes in Çomaklı had total area of 16.6 ha in August 2011 with the filling of the largest mine lake determined to reach 11.6 ha in July 2019. The results showed that high resolution satellite images provide rapid and practical applications for time-dependent monitoring of mining activities and mine lakes.*

Keywords: *Acid mine lake, areal change, hydrochemistry, satellite image*

ANTROPOSEN VE ANTROPOJENİK KİRLİLİK
ANTHROPOCENE AND ANTHROPOGENIC POLLUTION

ÖKMEN SÜMER – NURAY ÇAĞLAR – DENİZ ŞANLIYÜKSEL YÜCEL – EROL SARI – FATMA TOKSOY KÖKSAL

Poster/*Posters*

Güneydoğu Karadeniz Kıta Sahanlığı Sedimentlerinde Dane Boyutu Dağılımı ve Ağır Metal Kirliliğinin Jeoakümülasyon İndeksine Göre Değerlendirilmesi; Yomra Örneği

Grain Size Distribution and Evaluation of Heavy Metal Pollution According to Geoaccumulation Index in Southeast Black Sea Continental Shelf Sediments; Case Study of Yomra

Koray Özşeker[1], Coşkun Erüz[2]

[1]*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 61080 Ortahisar, Trabzon, Türkiye*

[2]*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Mühendisliği, 61530 Sürmene, Trabzon, Türkiye*

(ozseker.koray@gmail.com)

Öz: Bu çalışma; özellikle son zamanlarda kıyısal kentleşmenin yoğun bir artış gösterdiği Trabzon ilinin Yomra ilçesinde taban jeolojisi ve ağır metal kirliliği seviyesinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sediment örnekleri kıta sahanlığı alanında belirlenen 9 istasyonda 9- 92 m arasında değişen derinlik hattından elde edilmiştir. Örnekleme çalışmaları 2018 yılı Mayıs ve Haziran aylarında yürütülmüştür. Sediment örneklerinin metal içerikleri (V, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, As, La, Al ve Fe) ACME (KANADA) analitik kimya laboratuarında analiz edilmesi sonucu belirlenmiş olup boyut analizleri ise ıslak elek analiz yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Örnekleme alanındaki su sütununun fiziksel özellikleri de CTD kullanılarak belirlenmiş olup ve değişim grafikleri oluşturularak hidrografik özellikler detaylı olarak belirlenmiştir. Çalışma sahasında, farklı istasyonlarda su kütlelerinin yapısı önemli bir farklılık göstermemektedir. Sedimentin taşınımı ve de dağılımı üzerinde en önemli etkiye sahip unsur olan akıntılar irdelendiğinde; bölgenin tamamında yüzeyden 100 m' ye kadar olan derinlikte, akıntı yönü, 10-90° arasında, yani batı doğu yönlü olarak ölçülmüştür. Akıntının hızı ise yüzeyden derine azalmış ve hız 23 ile 8 cm/s arasında ölçülmüştür. Elek analizi eğrisinde ortalama üniformluk katsayısı (Cu=7,79) ve derecelenme katsayısı (Cg=2,30) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, çalışma alanınana ait sedimentlerin üniform olmayan iyi derecelenmiş malzemelerden meydana gelmiş olduğu belirlenmiştir. Sediment sınıflandırma yöntemine göre sedimentlerin yapısal özellikleri irdelendiğinde araştırma sahasına ait sediment malzeme yapısının % 23,2'sinin çakıl, % 59,4'nün farklı fraksiyonlardaki kum ve % 17,4'nün kil boyutlu malzeme yapısından oluştuğu görülmektedir. Jeoakümülason indeksi (I_{GEO})'ne göre metallerin ortamdaki kirlilik dereceleri irdelendiğinde Cu, Pb ve Zn elementlerinin bazı istasyonlarda I_{GEO} değerinin 0-1 arasında ($I_{GEO;}$ sınıf=1) bulunduğundan az derecede kirlenmiş kategoride olduğu tespit edilmiştir. Bunun haricinde çalışma alanına ait metal konsantrasyonları tüm istasyonlarda $I_{GEO}\leq 0$ değerlerinde ($I_{GEO;}$ sınıf=0) bulunduğundan dolayı konsantrasyonlarının kirlilik unsuru içermediği sonucu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Boyut analizi, jeoakümülasyon indeksi, metal, kirlilik

Abstract: *In this study was carried out in order to examine the level of ground geology and heavy metal pollution in Yomra District of Trabzon province, where coastal urbanization has increased intensively recently. Sediment samples were obtained from the depth line varying between 9 and 92 m at 9 stations determined in the continental shelf area. Sampling was carried out in May and June 2018. The metal concentration of sediment samples (V, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, as, La, Al and Fr) were determined in ACME (CANADA) analytical chemistry laboratory and the grain size analyses were performed by wet sieve analysis method. The physical properties of the water column in the sampling area were also determined by using CTD and hydrographic properties were determined in detail by creating change graphs. In the study area, the structure of the water bodies at different stations does not differ significantly. When the currents, which have the most important effect on sediment transport and distribution, were examined, the direction of discharge was measured between 10-90° and west-east direction at a depth of up to 100 m from the surface throughout the region. The velocity of the current decreased from surface to depth and the velocity was measured between 23 and 8 cm/s. The average uniformity coefficient (Cu = 7.79) and grading coefficient (Cg = 2.30) were found in the sieve analysis curve. According to these results, it is determined that the sediments of the study area are composed of non-uniform well graded materials. According to Sediment classification method, when the structural properties of sediments are examined, it is observed that 23.2% of the sediment material structure of the research area consists of gravel, 59.4% of the sand, which is different fractions, and 17.4% of the clay-sized material structure. According to the geoacumulation index (I_{GEO}), when the environmental pollution level of metals were examined, it was determined that Cu, Pb and Zn elements were in the least contaminated category, since I_{GEO} values were between 0-1 (I_{GEO}; Class=1) in some stations. In addition, since the metal concentrations of the study area were found to be $I_{GEO} \leq 0$ values (I_{GEO}; class = 0) at all stations, it was concluded that their concentrations do not contain any pollutants.*

Keywords: *Size analysis, geoaccumulation index, metal, pollution*

Meriç Nehri'nin Bentik Diyatomeleri ve Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Açıdan Değerlendirilmesi

Benthic Diatoms of Meriç River and Assessment of Water Quality by Physicochemical and Biological Approaches

Cem Tokatlı[1], Cüneyd Nadir Solak[2], Elif Yılmaz[2], Hayri Dayıoğlu[2]

[1]Trakya Üniversitesi, İpsala MYO, Teknoloji Laboratuvarı Bölümü, İpsala, Edirne, Türkiye

[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 43000 Kütahya, Türkiye

(cemtokatli@trakya.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada, Balkanlar'ın en uzun nehrinden biri olarak bilinen Meriç Nehri'nin epipelik (EPP) diyatomeleri araştırılmış ve su kalitesi fizikokimyasal ve biyolojik açıdan değerlendirilmiştir. EPP diyatome örnekleri 2018'in sonbahar mevsiminde, Meriç Nehri'nin (Edirne İli) orta kesiminden toplanmıştır ve sularda bazı fiziksel ve kimyasal su kalite parametreleri ölçülmüştür. Meriç Nehri'nin EPP diyatomeleri açısından trofik durumunu belirlemek için Biyolojik Diatom İndeksi (BDI) ve belirlenen taksonları sistemdeki baskınlık derecelerine göre sınıflandırmak amacıyla tespit edilen biyolojik verilere Kümeleme Analizi (CA) uygulanmıştır. Gözlemlenen verilere göre, Meriç Nehri'nin fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametreleri açısından genel olarak I. – II. Sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir ve nehir için toplam 403 kapakçık sayılarak 24 diyatome türü kaydedilmiştir. *Cyclotella atomus* Hustedt, *Navicula gregaria* Donkin, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith ve *Nitzschia subacicularis* Hustedt, nom. inval. en baskın türler olarak belirlenmiştir. CA sonuçlarına göre, istatistiksel olarak anlamlı üç küme oluşturulmuş ve BDI sonuçlarına göre, incelenen nehir mezo-ötrofik durumda bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bentik diatomeler, biyolojik diyatome indeksi, kümeleme analizi, Meriç Nehri

Abstract: *In the present study, epipelic (EPP) diatoms of Meriç River, where is known as one of the longest river of Balkans, were investigated and the water quality was evaluated in a physicochemical and biological view. EPP diatom samples were collected in autumn season of 2018 from the middlestream of Meriç River (Edirne Province of Turkey) and some physical and chemical water quality were measured. Biological Diatom Index (BDI) was used to determine the trophic status of Meriç River in terms of EPP diatoms and Cluster Analysis (CA) was applied to detected biological data in order to classify the identified taxa in terms of their dominance grades in the system. According to data observed, Meriç River has I. – II. Class water quality in terms of physical and chemical water quality parameters in general and a total of 24 diatom species were recorded for the river by counting a total of 403 valves. Cyclotella atomus Hustedt, Navicula gregaria Donkin, Nitzschia palea (Kützing) W. Smith and Nitzschia subacicularis Hustedt, nom. inval. were determined as the most dominant species. According to results of CA, three statistically significant clusters were formed and according to result BDI, the investigated river was found in meso-eutrophic state.*

Keywords: *Bentic diatoms, biological diatom index, cluster analysis, Meriç River*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Tunca Nehri'nin Epipelik Diyatome Florası Üzerine Bir Araştırma ve Su Kalitesinin Biyolojik Diyatome İndeksi Kullanılarak Değerlendirilmesi

A Study on the Epipelic Diatom Flora of Tunca River and Evaluation of Water Quality by Using Biological Diatom Index

Cem Tokatlı[1], Cüneyd Nadir Solak[2], Elif Yılmaz[2], Hayri Dayıoğlu[2]

[1]Trakya Üniversitesi, İpsala MYO,Teknoloji Laboratuvarı Bölümü, Edirne, Türkiye

[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 43000 Kütahya, Türkiye

(cemtokatli@trakya.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada, Tunca Nehri'nin epipelik (EPP) diyatome florası araştırılmış ve nehrin trofik durumunu belirlemek için Biyolojik Diyatom İndeksi (BDI) kullanılmıştır. Diyatome örnekleri 2018'in sonbahar mevsiminde, Tunca Nehri'nin aşağı kesiminden (Meriç Nehri'ne dökülmeden önce) toplanmış ve arazi çalışmaları sırasında sularda bazı limnolojik parametreler ölçülmüştür. Belirlenen taksonları sistemdeki baskınlık derecelerine göre sınıflandırmak amacıyla tespit edilen biyolojik verilere Kümeleme Analizi (CA) de uygulanmıştır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, Tunca Nehri'nin neredeyse tüm araştırılan parametreler açısından I – II. Sınıf su kalitesine sahip olduğu, NO_2 parametresi açısından ise III. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik araştırmaların sonuçlarına göre, toplam 409 diyatome valvesi sayılarak 19 diyatome türü tespit edilmiştir ve Navicula erifuga Lange-Bertalot, Navicula gregaria Donkin ve Navicula rostellata Kützing en baskın taksonlar olarak kaydedildi. BDI sonuçlarına göre, araştırılan nehir mezo-ötrofik durumda olduğu belirlendi ve CA sonuçlarına göre, "baskın taksonlar", "orta baskın taksonlar" ve "nadir taksonlar" olarak adlandırılan üç istatistiksel küme belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Diyatom İndeksi, Epipelik diyatom florası, küme analizi, Tunca Nehri

Abstract: *In this study, epipelic (EPP) diatom flora of Tunca River was investigated and Biological Diatom Index (BDI) was used to determine the trophic status of the river. Diatom samples were collected in autumn season of 2018 from the downstream of Tunca River (before emptying into Meriç River) and some limnological parameters were measured during the field studies. Cluster Analysis (CA) was also applied to detected biological data in order to classify the identified taxa in terms of their dominance grades in the system. According to the results of chemical analysis, Tunca River has I. – II. Class water quality in terms of almost all the investigated parameters and has III. Class water quality in terms of NO_2 parameter. According to the results of biological researches, a total of 19 diatom species were identified by counting a total of 409 diatom valves and Navicula erifuga Lange-Bertalot, Navicula gregaria Donkin and Navicula rostellata Kützing were recorded as the most dominant taxa. According to result of BDI, the investigated river was found in meso-eutrophic state and according to results of CA, three statistical clusters were formed, which were named as "dominant taxa", "moderate dominant taxa" and "rare taxa".*

Keywords: *Biological diatom index, cluster analysis, epipelic diatom flora, Tunca River*

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ-UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

INFORMATION TECHNOLOGIES, REMOTE SENSING AND GIS

KAAN ŞEVKİ KAVAK – ENGİN ÖNCÜ SÜMER – TOLGA ÇAN
BEKİR TANER SAN – CAN AYDAY

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Susuzdağ ve Tekkedağ (Kapadokya / Türkiye) Çevresindeki Volkanik Kayaçların ASTER Görüntüsü Kullanarak Haritalanması

Mapping of Volcanic Rocks Around Susuzdağ and Tekkedağ (Cappadocia, Turkey) Using an ASTER image

Aziz Özyavaş

Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye
(azizozyavas@yahoo.com)

Öz: Tuz Gölü ve Ecemiş Fayı arasında kalan Kapadokya Volkanik Bölgesinde bulunan inceleme alanı geç dönem teknonizmasından etkilenmiş ve buna bağlı olarak geç Miyosen'den günümüze kadar gelişen volkanik aktiviteye maruz kalmıştır. Bu çalışmada, Terra uydusu üzerindeki Gelişmiş Uydu Isıl Yayım ve Yansıtım Radyometre (ASTER) algılayıcısı tarafından alınan multispektral uydu görüntüsü kullanılarak Orta Anadolu'da Susuzdağ (Hamurcu, Kayseri) ve Tekkedağ'ı (Başdere, Nevşehir) içine alan bir bölgede yüzeylenmiş olan volkanik kayaçlar haritalanmıştır. ASTER'in bölgedeki kayaçların karakteristik Fe, Al-OH ve Fe/Mg-OH soğurma bantlarına karşılık gelen bantları dikkate alınarak 9/8, (1+4)/(2+3), 6 ve (1+4)/(2+3), 8, 4/6 (KYM) bant oran görüntüleri oluşturulmuş ve bölgedeki bazalt, bazaltik andezit/andezit, dasit ve piroklastik kayaçların sınırları belirlenmiştir. Özellikle 9/8 bant oranının bazalt ve andezitlerin diğer volkanik kayaçlardan ayrılmasında etkin olduğu görülmüştür. Bununla birlikte Fe^{2+}(ferröz) demir indeksi, (1+4)/(2+3), Hamurcu çevresindeki dasit domlarını belirgin bir şekilde ortaya çıkarmıştır. Bölgede geniş alanlarda yüzeyleyen İncesu ignimbriti ise ASTER 6.banttaki soğurma özelliğinden dolayı 4/6 bant oranı görüntüsünde çevresindeki kayaçlara göre daha koyu tonlarda görülmüştür. Bu çalışmada ilk kez kullanılan bant oran görüntüleri sonucu oluşturulan litoloji haritalarının doğruluğu arazi gözlemleri ve MTA jeoloji haritası ile uyumlu olduğu görülmüştür. Bazalt ve andezitin birbirinden ayırımı nispeten belirsizlik içermesine rağmen, ASTER'in işlenmiş görüntüleri volkanik kayaçların düşük bir maliyetle, güvenilir ve hızlı bir şekilde haritalanmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan metodoloji ülkemizin ve dünyanın benzer coğrafik bölgelerinde magmatik kayaçların haritalanmasında uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: ASTER, bant oran, volkanik kayaçlar, Orta Anadolu, Kapadokya, uzaktan algılama

Abstract: *The study area, located in the Cappadocia Volcanic Terrain between the dextral Tuz Gölü fault and sinistral Ecemiş fault, was effected by neotectonic forces and accordingly underwent volcanic activity developed since late Miocene until recently. Extrusive igneous rocks outcropping in central Anatolia around Susuzdağ (Hamurcu town, Kayseri) and Tekkedağ (Başdere town, Niğde) were mapped using an Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) multispectral satellite image. Band ratio images of 9/8, (1+4)/(2+3), 6 ve (1+4)/(2+3), 8, 4/6 (RGB) were constructed by taking into account of ASTER bands corresponding to the characteristic Fe, Al-OH ve Fe/Mg-OH absorption features of rocks in the region and the boundaries of basalt, basaltic andesite/andesite, dacite and pyroclastic rocks in the region were delineated. It was demonstrated that a band ratio of 9/8 is particularly effective in differentiating basalt and andesite from the surrounding extrusive igneous rocks. In addition to that, the ferrous iron index, (1+4)/(2+3), clearly indicates dacite domes as bright pixels around Hamurcu town. Incesu ignimbrite covering large areas in the region appears darker tones than the surrounding rocks in 4/6 band ratio image due to the fact that it has a relatively shallow absorption feature in ASTER band6. The accuracy of the resultant lithological maps generated from the first-time used band ratio images was verified by comparing to field survey and geological maps. Although there is some uncertainty in discriminating between basalt and andesite, the resultant ASTER images enable to map extrusive igneous rocks in a cost-effective, reliable and fast manner. The methodology used in this work can be applied for mapping igneous rocks in similar geographic locations in our country and around the world.*

Keywords: *ASTER, band ratio, extrusive igneous rocks, central Anatolia, Cappadocia, remote sensing*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Jeotermal Enerji Arama ve Değerlendirme Çalışmalarında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Uygulamaları: Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) Havza Örnekleri

Remote Sensing and Geographical Information System (GIS) Applications in Geothermal Energy Research and Evaluation Studies: Case Study for Basins within the North Anatolian Fault System (NAFS)

Önder Kayadibi[1], Şule Gürboğa[2], Hafize Akıllı[3], Akın Kürçer[4], Serap Arıkan[1], Sevilay Tan[1], K. Canan Özgüner[1], Macit Karadağlar[3], Halim Mutlu[5]

[1]MTA Genel Müdürlüğü,, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü,, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[5]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(onder.kayadibi@mta.gov.tr)

Öz: Sanayileşme ve artan nüfus ile birlikte enerjiye olan gereksinim giderek artmaktadır. Fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi ve çevreye olan zararları nedeniyle yenilenebilir, düşük maliyetli ve çevre dostu yeni enerji kaynaklarının bulunması ve kullanılması önem kazanmaktadır. "Jeotermal Enerji" tıpkı rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve hidroelektrik santraller gibi önemli bir alternatif enerji kaynağı niteliği taşımaktadır. Jeotermal enerji arama ve değerlendirme çalışmalarında, jeofizik, sondaj gibi yüksek maliyetli detay etütlerden önce hedef potansiyel alanların belirlenmesinde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) uygulamaları oldukça yararlıdır.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen *"Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Boyunca Gelişmiş Havzaların Ekonomik Potansiyellerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri ile İncelenmesi"* projesi kapsamında 14 havzada uzaktan algılama ve CBS uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) boyunca gelişmiş havzaların (çoğunluğu çek-ayır (pull-apart karakterde) jeotermal enerji potansiyellerinin uzaktan algılama ve CBS yöntem ve araçları ile incelenmesidir.

Çalışılan alanlara yönelik yüzey sıcaklığı (Land Surface Temperature-LST) haritalarını hazırlamak için ASTER, Landsat 8 ve Landsat 7 ETM+ gece ve/veya gündüz çekim termal bantlara Tek-Kanal (Single-Channel (SC)) algoritma uygulanmıştır. NDVI Eşikler metodu (NDVI Thresholds method) uygulanarak elde edilen yayma (emissivity) değerleri, LST değerlerinin hesaplamasında kullanılmıştır. Jeotermal sistemler ile ilişkili hidrotermal alterasyon alanları,

ASTER görüntüleri kullanılarak belirlenmiştir. Hidrotermal alterasyon mineralleri spektrometre ve XRD analizleri ile tanımlanmıştır. InSAR analizleri, havzalardaki örtülü fayların ve yüzeysel deformasyonların belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların CBS ortamında birleştirilmesi, analiz ve değerlendirmesi ile jeotermal enerji aramaları ve değerlendirme çalışmalarında detay incelemeler için önemli olabilecek olası hedef alanlar (prospect) ortaya çıkarılmış ve elde edilen bu veriler arazi gözlemleri yapılarak kontrol edilmiştir. Sonuç olarak, uzaktan algılama ve CBS analizlerinin jeotermal arama ve değerlendirme çalışmalarının başlangıç aşamasında oldukça etkin ve başarılı sonuçlar verdiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal enerji, uzaktan algılama ve CBS, yüzey sıcaklığı (LST), hidrotermal alterasyon, InSAR

Abstract: *The need for energy is increasing with the increasing population and industrialization. Due to the depletion of fossil fuel reserves and environmental damage, it is important to explore and use renewable, low-cost and environmental-friendly new energy sources. "Geothermal Energy" is an important alternative energy source like wind power, solar energy and hydroelectric power plants. In geothermal energy exploration and assessment studies, remote sensing and geographic information system (GIS) applications are very useful in determining target potential areas before the application of high-cost detailed studies such as geophysics and drilling.*

Remote sensing and GIS applications were implemented at 14 basins within the scope of "Investigation of Economic Potential of the Basins Developed along the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and Eastern Anatolia Fault Zone (DAFZ) by Remote Sensing and Geographic Information Systems" Project conducted by General Directorate of Mineral Research and Exploration. The aim of this study is to investigate the geothermal energy potential of the basins (mostly pull-apart) formed along the right-lateral strike-slip North Anatolian Fault System (NAFS) with the use of remote sensing and GIS methods and tools.

To prepare Land Surface Temperature (LST) maps for the studied areas, single-Channel (SC) algorithm was applied to night and/or day-acquired thermal bands of ASTER, Landsat 8 and Landsat 7 ETM+. The emissivity values obtained by the application of NDVI Thresholds method were used in the calculation of LST values. Hydrothermal alteration areas associated with the geothermal systems were determined using the ASTER images. Hydrothermal alteration minerals were identified by spectrometer and XRD analysis. InSAR analyzes were used to determine the buried faults and surface deformations in the basins. Combining, analyzing and evaluating the obtained results in GIS environment, prospect areas were revealed that could be important for detail investigations in geothermal energy exploration and evaluation studies and these results were verified by field observations. As a result, it has been shown that remote sensing and GIS analyzes give very effective and successful results in the initial stage of geothermal exploration studies.

Keywords: *Geothermal energy, remote sensing and GIS, surface temperature (LST), hydrothermal alteration, InSAR*

Plaser Demir Yatağında Görüntü İşleme ile Tenör Kontrolü (Divriği-Sivas)

Grade Control with Image Processing in Placer Iron Deposit (Divriği - Sivas)

Akın Yıldız, Gökhan Kanaat, Haydar Çınar, Rabia Özyurt, Ergin Acar, Ahmet Emin Çelik

Demir Export A.Ş. İzmir Caddesi Koç Han 25/3 Kızılay, 06440 Çankaya, Ankara, Türkiye (akiny@demirexport.com)

Öz: Ülkemizdeki önemli demir provenslerinden birinde bulunan, yüksek tenöre ve saflığa sahip Purunsur-Taşlıtepe plaser demir yatağı, Türkiye'nin en kaliteli demir cevherinin üretildiği madendir.

Purunsur-Taşlıtepe plaser demir yatağı, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Örenlice formasyonu içerisinde yer alır. Bu formasyon, bölgede bulunan temel kayaçları uyumsuz ve/veya tektonik olarak üzerler. Örenlice formasyonu, az tutturulmuş beyaz, kahve, sarı renkli konglomera ve kumtaşı-silttaşı ara seviyeleri ile temsil edilir.

Örenlice formasyonun içerisinde bulunan ve manyetitlerden oluşan demir parçaları, boyut ve miktar anlamında yatay ve düşey yönde farklılıklar göstermektedir. Düzensiz dağılım gösteren bu cevher parçalarının, sondajlarda seviyeleri belirlenmiş ve farklı bir veri toplama tekniği ile hacimsel yüzde oranları hesaplanmıştır. Hacimsel yüzde hesaplamalarında, cevherli seviyelerde kesilen ve uzun ekseni 5 cm'yi aşan manyetit çakıllarının toplam uzunluğunun, cevherli seviyelerin toplam uzunluğuna oranı kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda çıkan oranlar kimyasal analiz olarak varsayılmış, sahanın jeolojik blok modeli oluşturulmuş ve jeoistatistiksel yöntemler ile cevherli bloklara atama yapılarak kaynak model kestirimi yapılmıştır.

Cevherin yatay ve düşeydeki düzensiz dağılımından dolayı, cevher üretiminde zaman zaman sorunlar yaşanmaktadır. Üretime yön vermek amacıyla, hacimsel yüzde hesaplamaları, delgi yapılmadan, ölçekli şeritler kullanılarak, açık ocak kademelerinde de yapılmaya başlanmıştır. Fakat maden yatağının genişliği ve üretim hızı göz önüne alındığında, tenör kontrol çalışmalarının yapılması ve sonuçların sahada uygulanmasının daha hızlı olması gerekmektedir.

Yapılan uygulamanın daha hızlı olması için, üretim kademeleri, sıralı olarak fotoğraflanmış, alınan fotoğraflar üzerinde cevher ile pasa malzemesi arasında renk kontrastı oluşturulmuştur. Belirlenen bölgelerde, açık kaynak kodlu görüntü işleme kütüphanesi vasıtasıyla, cevher renginin pasa rengine oranı üzerinden hızlı bir şekilde yapılan hacimsel yüzde hesabı kullanılmıştır. Bu yöntemle üretime ve planlamaya etki edecek şekilde hızlı ve ucuz bir yolla tenör kontrolü yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plaser demir yatağı, hacimsel yüzde, kaynak tahmini, tenör kontrol

Abstract: *Purunsur-Taşlıtepe placer iron deposit located in one of the most important iron provinces in our country and has high grade and low impurity is mine which the highest quality iron ore has been produced in Turkey.*

Purunsur-Taşlıteğeplacer iron deposit is located in Pliocene-Quaternary age og Örenlice *formation. The formation overlies base units containing limestone, ophiolitic units and granitoid tectonically and unconformally.* Örenlice *formation is represented with loose white, brown, yellow conglomerate and sandstone-siltstone intermediate levels.*

Size and quantity of iron pieces composed of magnetite in Örenlice *formation vary horizontally and vertically. Levels of these ore pieces showing irregular distribution was identified and volumetric percentage rates of ore were calculated via a different data collection technique. At calculations of volumetric percentage, rate between magnetite grains having higher than 5 cm length and found in ore levels and total length of ore levels has been used. The rates resulting from calculations has been used as chemical analysis, geologic block model of the mine site has been established and resource model estimation has been made by assigning to the ore blocks by geostatistical methods.*

Because of irregular distribution of ore in horizontal and vertical direction, there are problems in production of ore from time to time. Volumetric percentage calculations also have been started to be used in open pit stages without drilling, using scale strips in order to direct production. However, grade control studies and results of the studies must be faster when size of mine site and production speed are considered.

In order to make the application faster, production stages were sequentially photographed, color contrast was formed between the ore and waste material on the photographs taken. Volumetric percentage calculation with the ratio of ore color to waste color by using OpenCV in the determined regions was used, and grade control was done in a cheap way.

Keywords*: Placer iron deposit, volumetric percentage, resource estimation, grade control*

Türkiye ve Sınır Yakınları için Koordinat Tabanlı Literatür İndeksleme ve Tarama Sistemi

Coordinate-based Literature Indexing and Searching System for Turkey and near its borders

Tolga Komut[1], Ali Murat Tiryaki[2], Mehmet Ali Yücel[3]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

[3]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(tolga.komut@gmail.com)

Öz: Her türlü bilimsel araştırmada çalışma alanı ile ilgili literatüre hâkimiyet şarttır. Yayınların artması bu işi her geçen gün zorlaştırmaktadır. Çalışmamızda yer bilimleri, arkeoloji gibi coğrafi konuma özgü araştırmaların yapılabildiği pek çok bilim dalında literatür çalışması yaparken kullanılabilecek koordinat bazlı bir yayın arama sistemi geliştirilmiştir. Aynı zamanda tez, proje vb. önerilerinin değerlendirilmesi sürecinde jürilere yardımcı olmak için aday bir araçtır. Ayrıca, bilim politikaları üretenlerin araştırmaları desteklenecek konuya doğru yönlendirmeleri ve stratejiler geliştirilmeleri süreçlerinde isabetli kararlar vermelerinde de sistemimiz önemli bir yardımcı araç olacaktır. Ülkeler arası sınır anlaşmazlıklarında uluslararası hukukta temel alınabilen toprakların denizdeki doğal uzanımları açısından herhangi bir bilim dalında yapılacak araştırma sonuçları önemlidir. Bu sonuçlara bağlı yeni yorumlar, literatürle, bilimsellikle veya hakikatle ilgili veya ilgisiz gerekçelerine hâkim olma bazında hızla denetlenebilecektir. Ayrıca, yeni önerilen bölge isimleri, kişiler, çalışmalar ve niyetler bazında hızlı ve kolay bir şekilde denetlenebilecektir. Aniden beliren deprem gibi olaylar da bulundukları bölgelerin özellikleri bazında hızlıca değerlendirilebilecektir. Hemen her bilim dalında yeryüzüne bağımlılık göz önünde bulundurulduğunda geliştirdiğimiz sistem literatüre hakimiyet konusunda çığır açacaktır. Disiplinler arası yaklaşımların ilerlemedeki tıkanıklıkları giderdiği iyi bilinmektedir. Sistem lokasyon ortak noktasında disiplinler arası bağı da kuvvetlendirecektir.

Yayınların koordinatla indekslenmesi ile kullanıcılar dinamik bir harita üzerinde tarama yapabilmektedir. Türkiye komşularının yakın bölgelerini kapsayacak ve yaklaşık 10000 yerbilimsel yayını içeren sistemimizin yeni versiyonunda, dünya genelinde ve her disiplinde yayın kaynakları sürekli takip edilerek indekslenecektir. Koordinat bilgileri doğal dil işleme ve makine öğrenmesi gibi teknolojiler kullanılarak çekilecektir. Analiz sürecinde, metin içerisinde geçen sözcükler metinde geçtiği yer, sözcüğün metinde geçme sayısı, tüm yayınlar içerisindeki frekansı ve birlikte kullanıldığı diğer sözcükler gibi pek çok parametre göz önüne alınarak sistem modeli içerisinde koordinatları tanımlı olan kavramlar ile ilişkilendirilecektir. İstatistiksel yöntemler de kullanılarak oluşturulacak güçlü bir algoritma ile yayının önerdiğimiz çalışma alanı ile ilişkisi yüzde olarak hesaplanarak kullanıcıya sunulacaktır. Ayrıca, jeolojik zaman skalası ve derinlik bakımından indeksleme de planlamalarımız arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi, indeksleme, literatür

Abstract: *Knowledge of related literature is essential in any sciencentific reasearch. The increasing number of publications makes this work more difficult. In our study, a coordinate-based publication search system has been developed which can be used in many disciplines where geographic location-specific researches such as earth sciences and archeology can be carried out. It is also a candidate tool to assist juries in the process of evaluating thesis, project etc. proposals. In addition, our system will also be an important tool for science policy makers to guide research to the desired topic and make the right decisions in the strategy development process. The results of research in any field of science are important for the natural extension of land at sea, which can be based on international law in border disputes between countries. New interpretations related to this results can be quickly checked for their relevance to literature, science, or truth. In addition, newly suggested region names can be checked quickly and easily on a per person basis or on the basis of intentions or stusies. Sudden events, such as earthquakes, can be quickly evaluated on the basis of the characteristics of the regions they are located. Considering the dependence on the earth's surface in almost every branch of science, the system we have developed will revolutionize the efficent use of the literature. It is well known that interdisciplinary approaches eliminate barriers to development. The system will also strengthen the interdisciplinary link at the common point of location.*

Thanks to the indexing of publications using coordinates, users can search literature on a dynamic map. Our system covering the region close to neighboring Turkey contains about 10000 geological publications. In the new version of our system, publication sources will be monitored and indexed in every discipline around the world. Coordinate information will be captured using technologies such as natural language processing and machine learning. In the analysis process, the words in the text will be associated with the concepts defined in the system model by taking into account many parameters such as the place in the text, the number of words in the text, the frequency in all publications and the other words used together. With the help of a strong algorithm that will be formed by using statistical methods, the relation of the publication with the proposed study area will be calculated and presented to the user. In addition, indexing in terms of geological time scale and depth is among our plans.

Keywords: *Geoographic, indexing, literature*

Ülkemizde Üretilen Jeoloji Haritaları ve Kesitlerinde Kullanılan Sembollerin TS ISO 710 Standartlarına Uyumunun Sağlanması Amacıyla MTA Genel Müdürlüğü Tarafından Yürütülen Çalışmalar

Studies Conducted by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) for the Compliance of the Symbols Used in the Geology Maps and Sections Produced with TS ISO 710 Standards in Turkey

Erol Timur[1], Can Ayday[2], Murat Koruyucu[1], Yavuz Bedi[1], Pemra Kumtepe[1], Sibel Karacan Doğan[1], Mustafa Dönmez[1], Türkan Cengiz[1], Yıldız Nurlu[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]CVM Coğrafi Veri Modelleme Ltd. Şti., 26000 Eskişehir, Türkiye

(murat.koruyucu@mta.gov.tr)

Öz: Yeryüzünün belli bir bölümündeki veya tümündeki jeolojik verileri (kayaçların türü, yaşı, yapıları gibi) çeşitli çizgi, işaret, renk ve simgelerle gösteren haritalara "jeoloji haritası" denilmektedir. Bu haritalar jeolojik araştırmalar dışında, enerji, maden, çevre, doğal afetler, yer seçimi, turizm, sağlık, su yönetimi, mühendislik alt yapı hizmetleri, tarım, yerel yönetimler gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Ülkemizin tamamını kapsayan alanların çeşitli ölçeklerdeki jeoloji haritalarının üretilmesi Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte, diğer Kurum, Kuruluş, Üniversiteler ve özel sektör tarafından da, kendi çalışma konuları kapsamında, jeoloji haritaları üretilmektedir. Bu haritaların tüm kullanıcılar tarafından kolayca anlaşılması ve kullanılabilmesi için belli bir standartta üretilmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda MTA, 1995 yılında başlattığı Türkiye Jeoloji Veri Tabanı (TJVT) projesi kapsamında, haritalarda bulunan jeolojik verileri (formasyon, fay, diri fay, kıvrım, özel jeolojik alanlar, eğim-doğrultu gibi) içeren bir veri tabanı oluşturmuştur. Üretilen ve kullanıma sunulan farklı ölçeklerdeki jeolojik haritalar bu veri tabanındaki standartlar kapsamında hazırlanmaktadır.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından, Avrupa Birliği ile uyum çerçevesinde uluslararası standartların (ISO - International Organization for Standardization) Türk Standartları ile uyumlaştırılması çalışmaları 1990 yılında başlatılmıştır. MTA Genel Müdürlüğü ve Jeoloji Mühendisleri Odası'nın (JMO) TSE' ye başvuruları sonucunda,jeoloji haritalarında ve kesitlerinde kullanılan sembollerin ISO 710 (7 seri) standartlarına uyumu, 2014 yılında tamamlanmıştır.

Söz konusu dönüşüm çalışması ile MTA tarafından üretilen jeoloji haritalarında ve kesitlerinde ve ilgili veri tabanlarında kullanılan sembollerin TS ISO 710 standartlarına dönüşümünün sağlanması amaçlanmıştır. TS ISO 710 standartlarında yer alan tüm kayaç, mineral ve yapısal özelliklere ait semboller, TJVT' de olup, TS ISO standartlarında olmayan kayaç, mineral ve yapısal özelliklere ait semboller ".svg" (Scalable Vector Graphics) formatında oluşturul-

muştur. Sonuç olarak ulusal ve uluslararası anlamda jeoloji harita ve kesitlerinde kullanılacak sembollerin aynı standartta üretilerek, haritaların tüm kullanıcılar tarafından daha anlaşılabilir şekilde kullanılması sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeoloji Haritası, TS ISO 710 Standartları, Türkiye Jeoloji Veri Tabanı (TJVT)

Abstract: *The maps showing geological data (such as the type, age, structure of rocks) of a certain part or all of the earth with various lines, signs, colors and symbols are called "geological maps". Apart from geological surveys, these maps have a wide range of uses such as energy, mining, environment, natural disasters, site selection, tourism, health, water management, engineering infrastructure services, agriculture, local governments.*

The production of geological maps of various scales covering the whole of our country is carried out by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA). In addition, geological maps are produced by other Institutions, Universities and private sector within the scope of their own study subjects. These maps must be produced at a certain standard in order to be easily understood and used by all users. For this purpose, MTA formed a database covering geological data in maps (such as; formations, faults, active faults, folds, special geological areas, such as tilt-direction) within scope of Turkey Geological Database (TJVT) project conducted in 1995. Geological maps produced and presented in different scales are prepared within the scope of the standards in this database.

Studies for the consistency of international standards (ISO - International Organization for Standardization) with Turkish Standards within scope of harmonization with the European Union (EU) were initiated in 1990 by the Turkish Standards Institute (TSE). As a result of the applications of MTA General Directorate and Chamber of Geological Engineers (JMO) to TSE, the compliance of the symbols used in geology maps and sections with ISO 710 (7 series) standards was completed in 2014.

With this study, it was aimed at transforming the symbols used in geological maps, sections and related databases produced by MTA into TS ISO 710 standards. The symbols belonging to all rock, mineral and structural features in TS ISO 710 standards are in TJVT and the symbols of rock, mineral and structural features that are not in TS ISO standards were created in ".svg" (Scalable Vector Graphics) format. As a result, the symbols to be used in geological maps and sections in the national and international sense will be produced in the same standard and the maps will be used in a more understandable way by all users.

Keywords: *Geological Map, 710 ISO Standards, Turkey Geological Database (TJVT)*

BİLGİ TEKNOLOJİLERİ-UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

INFORMATION TECHNOLOGIES, REMOTE SENSING AND GIS

KAAN ŞEVKİ KAVAK – ENGİN ÖNCÜ SÜMER – TOLGA ÇAN
BEKİR TANER SAN – CAN AYDAY

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Eskişehir İli Potansiyel Erozyon Alanlarının Belirlenmesi

Determination of Potential Erosion Areas of Eskişehir Province Using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information Systems (GIS)

İsmail Yılmaz

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir, Türkiye (isoylmz@hotmail.com)

Öz: İçinde yaşadığımız dünyada toprak, vazgeçilmez sürdürülebilir kaynaklarımızdan biridir ve korunması gerektirmektedir. Şayet bu başarılamazsa barajlar dolarak, tarım arazileri verimsizleşerek, su kaynakları daha kalitesiz hale gelerek bu durumdan olumsuz etkileneceklerdir. Erozyonun gerçekleşebileceği alanların tespiti sonucu alınacak tedbirler ortaya çıkacak olumsuzlukları en aza indirecektir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) birlikte kullanılarak Eskişehir çevresinde potansiyel erozyon alanlarının tespiti ve haritalanması amaçlanmıştır. Erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesi amacıyla eğim, bitki örtüsü, litoloji ve yağış gibi erozyon üzerinde etkili olan faktörler kullanılmıştır. Bu faktörler AHP kullanılarak birbirleri ile kıyaslanmış, her bir faktör için ağırlık değerleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Tutarlılık Oranı (CR)=0.021'dir ve önerilen CR=0.1 (Saaty, 1980) tutarın altındadır. Bu durum ağırlık değerlerinin uyumlu olduğunu göstermektedir. Analizlerimize göre, erozyonu kontrol eden en önemli etken litolojidir (kayaç sertliği). Bunu, eğim, bitki örtüsü ve yağış izlemektedir. Faktör haritaların ağırlık değerlerine göre çakıştırılması sonucunda erozyonun gerçekleşebileceği alanlar tespit edilmiştir. Eskişehir çevresinin, 5205 ve %37.38 oranında düşük erozyon riski; orta derecede risk içeren alanlar 4430 ve %31.82 oranında, yüksek derece risk içeren alanlar 4288 ve %30.8 orana sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuncu, daha çok Miyo-Pliyosen karasal çökellerinin sarp yamaçlarına karşılık gelir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Eskişehir, erozyon

Abstract: *In the World where we live, soil is one of the indispensable sustainable resources and it should be preserved. If we fail doing that, many adverse impacts will come out: dams will be rapidly filled up, agricultural areas will be degraded and water resources will be ruined. Investigation of the areas prone-to-erosion, and taking suitable protective measures will lessen the anticipated damages. In this study, the investigation and mapping of potential areas prone to erosion was aimed using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS). For this purpose, I considered the factors such as slope, vegetation cover, lithology and precipitation. Analytical Hierarch Process (AHP) was applied to compare and rate the considered factors. The Correlation Coeficiency (CR) we obtained in this study is 0.021 which is better than the proposed upper limit of 0.1 (Saaty, 1980). This fact confirms that the rating of factors is compatible. According to the analysis I carried out, the most important factor is lithology (hardness of the underlying rocks) which is followed by slope, vegetation cover and rainfall in decreasing significance. The resultant rated factor maps depict the geographic distribution of areas prone-to-erosion. Accordingly, in the Eskişehir region, the surface area of 5205 km^2 (%37.38) belongs to low erosion risk category while the total area of 4430 km^2 (%31.82) has intermediate risk of erosion. The remaining 4288 km^2 (%30.8) has high risk category that generally occurs on the steep slopes of Mio-Pliocene continental sediments.*

Keywords: *Analytical Hierarchy Process (AHP), Geographic Information Systems (GIS), Eskisehir, erosion*

Gravite (Uydu Verileri) Kullanarak, Anadolu ve Çevreleyen Denizlere Ait Tektonik Kompozisyonun 2B ve 3B Yapı Sınırları

2- and 3-Dimensional Structural Boundaries of Tectonic Composition of Anatolia and Surrounding Seas by Using Gravity (Satellite Data)

Ceyhan Ertan Toker[1], Şule Gürboğa[1], Eşref Aylan[1], İrem Ergin[1], Emin U. Ulugergerli[2]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(toker.ertan@gmail.com)

Öz: Gravite verileri işlenerek yerin farklı ölçekteki problemleri incelenir. Verilerin yoğunluğu detay, yarı detay ve bölgesel problemleri çözmek için düzenlenebilir. Burada gravite verileri işlenerek edilen görsellerdeki çizgisellikler 2d ve 3d olarak levha boyutundaki büyük dalga boylu yapılar açısından incelenmiştir.

2d çigisellikler önemli stres alanlarını belirlemekle birlikte kaynak etkisinin uzaysal alanda dağılımıyla ilgili olarak kartezyen sınırlar sunarlar. Bu sınırlar, grid oluşturulması nedeniyle az yoğun ve çok yoğun yapılardan farklı oranlarda etkilenirler. Oysa asıl belirleyici sınır yapıların geometrileridir.

Yapı sınır analizlerinde farklı dalga boyları; türev ve faz elemanları ve filtreler yardımıyla belirginleştirilir. 3d analizde düşey değişim, 2d değişimin analitik incelenmesi ile yaklaşımsal düzeyde yapılabilmektedir. Kaynak etkisinin dağılımı, derinlik, model ve yapı parametrelerini belirlemektedir. Büyük dalga boylu yapılar incelenirken, verinin kapladığı yüzey altındaki yapıların bir kısmının gravite etkisi yoğun yapılar tarafından örtülmektedir.

3d yapı çözümleri bu bakımdan önemlidir. Gözden kaçırabildiğimiz tektonik yapılara yönelik çözüm arayışı içerisinde; Karadeniz'de varlığının teyit edilmesi gereken tektonik bileşenler yapılan çalışmada aydınlatılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gravite uydu verisi, 3d, İnversion, tectonic, Karadeniz

***Abstract**: Gravity data is processed for the problems of the earth's different scales are examined. The density of the data can be arranged to solve detail, semi-detail and regional problems. Here, the linearity of the gravity data is examined in terms of large wavelength structures in plate size in 2d and 3d.*

2d curvatures identify important stress areas but provide cartesian boundaries for the spatial distribution of the source effect. Due to grid formation, these boundaries are affected at different rates from less dense and very dense structures. However, the main determinant is the geometry of the structures.

Different wavelengths in structure boundary analysis; derivative and phase elements and filters. In 3d analysis, vertical change can be made at the approach level with the analytical examination of 2d change. The distribution of the source effect determines the depth, model and structure parameters. When examining large wavelength structures, the gravity effect of some of the structures beneath the surface covered by the data is covered by dense structures.

3d building solutions are important in this respect. In search of solutions for tectonic structures that we may miss; the tectonic components that need to be confirmed in the Black Sea have been tried to be elucidated in this study.

***Keywords:** Satellite gravity data, 3D, Inversion, tectonic, Black Sea*

Yalova Çevresindeki Heyelan ve Yüzeysel Deformasyonların Çok-Zamanlı InSAR Analizleri

Multi-Temporal InSAR (MTI) Analysis of Landslide and Surface Deformations Around Yalova

Önder Kayadibi, Serap Arıkan

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(onder.kayadibi@mta.gov.tr)

Öz: Ülkemizin bazı bölgelerinde iklim koşulları, jeolojik yapısı, aktif faylar ve jeomorfolojik özellikler gibi sebeplerden dolayı heyelan hareketleri potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Dolayısıyla heyelan hareketlerinin zamansal ve alansal değişimlerinin belirlenmesi ve izlenmesi, sosyo-ekonomik zararların azaltılması açısından önemlidir. Çok-Zamanlı InSAR (MTI) metotlar, heyelan ve yüzeysel deformasyonların (çökme, yükselme vb.) belirlenmesi, izlenmesi, analiz ve değerlendirilmesine olanak sağlayan oldukça yararlı araçlardır.

Bu çalışmanın amacı, Yalova ve çevresindeki heyelan hareketleri ve yüzeysel deformasyonlar, Çok-Zamanlı InSAR (MTI) metotları kullanarak incelemektir. Bu amaçla ALOS Palsar-1 (L-band) ve Envisat ASAR (C-band) görüntüleri Kısa Baz Uzunluğu İnterferometri (Small BAseline Subset-SBAS) metodu uygulanarak analiz edilmiştir. Ayrıca Diferansiyel İnterferometri (DInSAR) analizlerinden de yararlanılmıştır. ALOS Palsar-1 SBAS analizinde çalışma alanındaki heyelan ve yüzeysel deformasyonların LOS değişim miktarları, yaklaşık < -95 ile >170 mm arasında ve LOS değişim hızları ise yaklaşık <-20 ile >25 mm/yıl arasında ortaya çıkmıştır. Orhangazi Fayı, Yalova Fayı, Altınova Fayı ve Yalakdere Fayı çevresinde çok sayıda heyelan ve deformasyon alanı belirlenmiştir. Marmara Denizi kıyı şeridi boyunca kentleşme, mühendilik yapıları vb. sebeplerden dolayı SBAS analizinde geniş deformasyon paternleri ortaya çıkmıştır. MTI analizlerinin heyelan ve yüzeysel deformasyonların zamansal ve alansal değişimlerinin incelenmesinde oldukça yararlı sonuçlar ürettiği görülmüştür.

InSAR analiz sonuçları arazi çalışmaları ile kontrol edilmiştir.Arazi çalışmalarında bölgedeki heyelanlar, kayma (karmaşık, düzlemsel ve dairesel), krip (derinliği 5 m'yi geçmeyen, yüzeysel), akma (moloz ve toprak) olarak geliştiği gözlenmiştir. Yalova Fayı ile Çiftlikköy arasında, Altınova Fayı batısında, Termal ilçesi çevresinde, Yalakdere Fayı çevresinde, Yalova Fayı'nın doğu bölümünün kuzey ve güneyinde heyelan alanlarının yoğunlaştığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yalova, heyelan, yüzeysel deformasyon, SAR, Çok-Zamanlı InSAR (MTI), SBAS, DInSAR

Abstract: *In some regions of our country, landslide movements generate a potential danger due to reasons such as climate conditions, geological structure, active faults and geomorphological features. Therefore, determining and monitoring of the temporal and spatial changes of landslide movements are important in terms of reducing socio-economic damages. Multi-Temporal InSAR (MTI) methods are very useful tools that allow the determination, monitoring, analysis and evaluation of landslides and surface deformations (subsidence, uplift etc.).*

The aim of this study is to investigate the landslide movements and surface deformations surrounding Yalova by using Multi-Temporal InSAR (MTI) methods. For this purpose, ALOS Palsar-1 (L-band) and Envisat ASAR (C-band) images have been analyzed by using Small BAseline Subset (SBAS) method. Differential Interferometry (DInSAR) also has been used. According to the results of ALOS Palsar-1 SBAS analysis, LOS deformation values of landslide movements and surface deformations in the study area have reveal between about < -95 and > 170 mm and LOS velocity rates between about < -20 and > 25 mm/year. Numerous landslide and deformation areas have been identified around Orhangazi Fault, Yalova Fault, Altınova Fault and Yalakdere Fault. In SBAS analysis, extensive deformation patterns along the Marmara Sea coastline have emerged due to reasons such as urbanization and engineering structures etc. It have been seen that MTI analysis produced very useful results in the investigation of temporal and spatial changes of landslide and surface deformations.

Ground-truth controls of MTI analysis have been carried out with field studies. It has been observed that landslides in study area have developed as slide (complex, planar and circular), cryp (not deeper than 5 m, superficial), flow (rubble and soil). In field works, It has been seen that landslide areas widely occured between Yalova Fault and Çiftlikköy, in western of Altınova Fault, around Termal district, around Yalakdere Fault, in northern and southern of the eastern part of Yalova Fault.

Keywords: *Yalova, landslide, surface deformation, SAR, Multi-Temporal InSAR (MTI), SBAS, DInSAR*

MTA'da CBS Çalışmaları

GIS Studies in MTA

Bahar Beşter Bengü, Çağdaş Gür, Sevilay Tan

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, CBS Uygulamaları Birimi, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(bahar.bester@mta.gov.tr)

Öz: Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları Birimi, Jeoloji Etütleri Dairesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Koordinatörlüğü bünyesinde yer almaktadır. Birim, konusunda uzman jeoloji-maden mühendisleri ve teknik elemanlar ile başta Jeoloji Etütleri Dairesi olmak üzere MTA'nın tüm dairelerine gerek hizmet içi eğitimlerle, gerekse jeolojik veri ve haritalar sağlayarak hizmet vermekte, ayrıca Kuruluşumuzun "Yer bilimleri ve madencilik alanında arama, araştırma, analiz ve altyapı çalışmalarını yürüterek üretilen bilgiyi toplumun hizmetine sunmak, ülke refahına katkıda bulunmak" şeklindeki misyonuna hizmet eden çalışmalar yürütmektedir. MTA'nın Coğrafi Bilgi Sistemleri çalışmaları, "MTA Jeoloji Bilgi Bankası" oluşturulması projesi ile 1995 yılında başlamış ve bu alanda Türkiye'deki ilk adımlardan biri olmuştur. CBS yazılımları ile elde edilen veriler sayısal ortama aktarılarak, farklı amaçlar için üretilebilir, analiz edilebilir ve güncellenebilir hale getirilmiştir. Bu çalışmaların sonucu olarak tüm Türkiye'yi kapsayan 5547 adet 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları veri tabanına aktarılmış ve oluşturulacak sayısal haritalar ile 1/100.000 ve 1/500.000 gibi farklı ölçekteki haritalar için de altyapı ve temel oluşturulmuştur. Bu kapsamda farklı ölçeklerde tematik haritalar sayısallaştırılarak basıma hazırlanmıştır. 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları baz alınarak 1/50.000, 1/100.000, 1/250.000 ölçekli açınsamalı jeoloji haritaları üretilmekte ve kitapçıkları basılmaktadır. Lokal, bölgesel ve ulusal düzeylerde; çevresel, tarım, taşımacılık ve birçok sektörde tutarlı, kaliteli ve paylaşılabilir bilgi sağlamayı amaçlayan INSPIRE direktifine uyum sağlamak amacıyla gelişim gösteren TUCBS'de, Kuruluşumuz jeoloji veri standartları oluşturulmasında önemli pay sahibidir. Coğrafi verilerin tüm kullanıcı kurumların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde içerik standartlarının oluşturulmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: CBS, jeoloji haritası, MTA, TUCBS, veri tabanı

Abstract: *GIS center is a part of Head of Department of Geological Research Remote Sensing and GIS coordinate committee. GIS serves with a specialized geology-mineral engineers and technical staff to not only Department of Geological Research but also whole departments of MTA by providing educational meetings and geological data and maps, in addition to this it puts forward the studies which is related to the mission of MTA ' to provide services of exploration, research, analysis, infrastructure and database in earth sciences and mining for industry and community through scientific and technological methods in a effective and efficient way considering environmental issues, to contribute to the prosperity of the country'. GIS studies in MTA commenced with regards to 'MTA geology Data Bank' project in 1995 and it was one the first remarkable attempt in this realm. Data which obtained from GIS software, transferred into numerical system and turned into producible, analysable and updatable version for different aims. As a product of all this studies, 5547 number of 1/25.000 scale geology maps that contain entire Turkey area transferred into database and established the basement and background for numerical maps and diverse scaly maps such as 1/100.000 and 1/500.000 scales. On this occasion, thematic maps with different scales turned into numerical and get prepared to be printed. Based on 1/25.000 scale geological maps; 1/50.000, 1/100.000 and 1/250.000 scale exploration maps are generated and their booklets are printed. In TUCBS which presents progress for aim of INSPIRE (at local, regional and national stages; it goals to provide information about environment, agriculture, transportation and consistent, quality with sharable data in many other sectors) vision, has a significant role on creating standard geology data. It procures geographical data and forms standard contents to help all users within related directorates.*

Keywords: *GIS, geological map, MTA, TUCBS, data base*

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK
REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS

ARAL OKAY – HALİL GÜRSOY – İBRAHİM UYSAL
MUALLA CENGİZ ÇİNKU

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Doğu Toroslar'da yer alan Korumaz ve Hınzır Dağları (Kayseri kuzeydoğusu) Metamorfitleriyle İlgili Yeni Bulgular

New Findings on the Metamorphics of the Korumaz and Hınzır Mountains (Northeast of Kayseri) in the Eastern Taurides

Ömer Faruk Çelik[1], Rahmi Melih Çörtük[1], Mutlu Özkan[1], Andrea Marzoli[2], Joshua H.F.L. Davies[3], Alison Halton[4], Sarah C. Sherlock[4]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Türkiye

[2]Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35100 Padova, Italy

[3]Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, Université du Québec à Montréal, H2X3Y7, Canada

[4]The Open University, Faculty of Science Department of Environment, Earth & Ecosystems, Milton Keynes, England

(celikfrk@gmail.com)

Öz: Doğu Toros kuşağı üzerinde yer alan Korumaz ve Hınzır dağlarının (Kayseri kuzeydoğusu) Karbonifer-Kretase zaman aralığında oluşmuş düşük dereceli metamorfik istiften meydana geldikleri bilinmektedir. İstifin tabanında yer alan Karbonifer yaşlı kayaçlar mermer ve dolomitik mermerlerden oluşmakta olup, üzerinde uyumlu olarak *Mizzia*'lı ve *Fusulin*'li Permiyen yaşlı mermerler yer almaktadır. Permiyen yaşlı mermerler üzerinde Alt-Orta Triyas yaşlı bölüm baskın olarak kalkfillit türü kırıntılı kayaçlardan meydana gelir. Alt-Orta Triyas yaşlı meta-kırıntılılar Jura-Kretase yaşlı mermerler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Korumaz dağındaki Alt-Orta Triyas yaşlı kalkfillitler kuvars, plajiyoklaz, beyaz mika, kalsit, klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Kalkfillitlere ait beyaz mika minerallerinden ^{40}Ar-^{39}Ar yöntemiyle 87 ± 2 My başkalaşım yaşı elde edilmiştir.

Korumaz ve Hınzır dağları metamorfik istiflerinin üzerinde tektonik olarak yüksek basınç-düşük sıcaklık metamorfik kayaç blokları içeren metamorfik yığışım karmaşıkları yer almaktadır. Metamorfik yığışım karmaşığı serpantinit ve fillit/kalkfillit hamuru içerisinde başlıca metabazit, meta-plajiyogranit ve mermer türü kayaçlardan meydana gelmektedir. Yığışım karmaşığı içinde yer alan metabazitler sodik-amfibol (ör. glokofan), kalsik-amfibol (ör. magnezyo-hornblend), klinopiroksen, plajiyoklaz (albit), klorit, sfen ve opak minerallerden oluşmaktadırlar. Meta-plajiyogranitler ise kuvars, plajiyoklaz (albit), sodik-amfibol (glokofan, ferro-glokofan, magnezyumlu-riebekit) ± kalsik-amfibol (ör. ferrohornblend) ± sodik-piroksen (ejirin, ejirin-ojit) ± klorit ve opak minerallerden meydana gelmektedir. Fillit ve kalkfillitler kuvars, plajiyoklaz ± kalsit ± beyaz mika ± sodik-amfibol, klorit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Metabazitler ve meta-plajiyogranitler yitim zonu üstü koşullarını yansıtan jeokimyasal özellikler sunmaktadırlar. Hınzır dağında yer alan metamorfik yığışım karmaşığındaki fillitlere ait beyaz mika minerallerinden ^{40}Ar-^{39}Ar yöntemiyle 75 ± 2 My ve 78 ± 1 My başkalaşım yaşları elde edilmiştir. Metamorfik yığışım karmaşığı içinde yer alan meta-plajiyogranitin zirkonlarından U-Pb yöntemiyle 101 ± 1 My magmatik kristallenme yaşı elde edilmiştir.

Korumaz ve Hınzır dağlarındaki düşük dereceli metamorfik istif önceki çalışmalarda Afyon Zonu'yla, metamorfik yığışım karmaşıkları ise Tavşanlı Zonu'yla kıyaslanmıştır. Korumaz ve Hınzır dağlarındaki düşük dereceli metamorfik istifinden elde ettiğimiz başkalaşım yaş verisi (~ 87 My), Orta ve Batı Toroslardaki Afyon Zonu'nun başkalaşım yaş verileriyle uyuşmamaktadır. Metamorfik yığışım karmaşığından elde edilen 75 ve 78 My başkalaşım yaş verileri ise batıdaki Tavşanlı Zonu'nun başkalaşım yaşlarına benzerlik sunmaktadır.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (Proje No: 117Y392).

Anahtar Kelimeler: Afyon Zonu, Tavşanlı Zonu, Toroslar, ofiyolit, metamorfizma

Abstract: *The Korumaz and Hınzır mountains (northeast of Kayseri) at the Eastern Tauride Belt are composed of low-grade metamorphic sequence which is known to have occurred between Carboniferous and Cretaceous time interval. Carboniferous rocks, which are observed at the base of the sequence, consist of marble and dolomitic marble and are conformably overlain by Mizzia and Fusulinid bearing Permian marble. Lower to Middle Triassic rocks located on the Permian marbles are composed mainly of chalk-phyllite clastic rocks. Lower to Middle Triassic meta-clastic rocks are unconformably covered by Jurassic-Cretaceous marbles. Lower-Middle Triassic chalk-phyllites from the Korumaz Mountain consist of quartz, plagioclase, white mica, calcite, chlorite and opaque minerals. White mica minerals from the chalk-phyllite yielded 87 ± 2 Ma metamorphism age by ^{40}Ar-^{39}Ar method.*

The metamorphic accretionary complex including high pressure-low temperature metamorphic blocks are tectonically located on the metamorphic sequences of the Korumaz and Hınzır mountains. The metamorphic accretionary complex consists of metabasite, meta-plagiogranite and marble blocks within the serpentinite and phyllite/chalk-phyllite matrix. The metabasites in the accretionary complex include sodic-amphibole (e.g. glaucophane), calcic amphibole (e.g. magnesio-hornblende), clinopyroxene, plagioclase (albite), chlorite, sphene and opaque minerals. The meta-plagiogranites on the other hand are composed of quartz, plagioclase (albite), sodic-amphibole (e.g. glokofan, ferro-glokofan, magnesio-riebekite) ± calcic amphibole (e.g. ferrohornblende) ± sodic-pyroxene (aegirine, aegirine-augite), ± chlorite and opaque minerals. The pyhllites and chalk-phyllites consist of quartz, plagioclase ± calcite ± white mica ± sodic-amphibole, chlorite and opaque minerals. The metabasites and meta-plagiogranites show the subduction-related geochemical characteristics. White mica minerals from the chalk-phyllites of the accretionary complex near the Hınzır Mountain yielded 75 ± 2 Ma and 78 ± 1 Ma metamorphism age by ^{40}Ar-^{39}Ar method. U-Pb dating of zircons of the meta-plagiogranite from the metamorphic accretionary complex have yielded 101 ± 1 Ma magmatic crystallization age.

In the previous studies, low-grade metamorphic sequence in the Korumaz and Hınzır mountains are compared with Afyon Zone, while the metamorphic accretionary complex is correlated with the Tavşanlı Zone. The metamorphic age data (87 Ma) obtained from the low grade metamorphic sequence of the Korumaz and Hınzır mountains is inconsistent with those of the Afyon Zone from the Central and Western Taurides. Metamorphism ages (74 and 77 Ma) from the metamorphic accretionary complex, on the other hand, show similarities with those of the Tavşanlı Zone.

This research was funded by TÜBİTAK (Project No: 117Y392).

Keywords: *Afyon Zone, Tavşanlı Zone, Taurides, ophiolite, metamorphism*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gevaş Ofiyoliti (Van-Doğu Anadolu) Tabanında Gözlenen Metamorfik Dilim Kayalarının Kökeni

Origin of Metamorphic Sole Rocks Beneath the Gevaş Ophiolite (Van-Eastern Anatolia)

Tijen Üner[1], Osman Parlak[2], Istvan Dunkl[3]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65090 Van, Türkiye

[2]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

[3]Geoscience Center, University of Göttingen,Goldschmidtstrasse 3, Göttingen, Germany

(tcakici@yyu.edu.tr)

Öz: Gevaş Ofiyoliti (Van), Doğu Anadolu'da Van Gölü güneyinde Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın kuzeyinde yer almaktadır. Gevaş Ofiyoliti bölgede Bitlis Metamorfikleri'nin tektonik olarak hem üzerinde hem de tabanında yer almaktadır. Ofiyolitik kayaların Bitlis Metamorfikleri'ni üzerlediği dokanak zonu Geç Kretase ilksel bindirme düzlemini yansıtmaktadır. Ancak Eosen ve sonrası dönemde meydana gelen tektonik hareketlerle, Bitlis Metamorfikleri'nin ofiyolitik kayaları üzerlediği düşünülmektedir.

Gevaş Ofiyoliti başlıca manto peridotitleri, gabroyik kayalar ve bunları keser konumda bulunan izole diyabaz daykları ile radyolarit-çört ve spilitik volkanik kayalarla temsil edilmektedir. Gevaş Ofiyoliti yoğun tektonizma nedeniyle eksikli ve düzensiz bir ofiyolit istifi olarak değerlendirilmektedir. Gevaş Ofiyoliti'nin tabanında iki farklı bölgede metamorfik dilim kayalarının varlığı tespit edilmiştir. Metamorfik dilim kayaları başlıca amfibolit (amfibol+plajiyoklaz±kuvars±piroksen±glokofan) ve epidot-kuvars şistlerle temsil edilmektedir. Yapılan mineral kimyası çalışmaları ile amfibol minerallerinin edenit, magneziyo-hornblend, çermakit ve amfibollerin kenar zonlarında gelişim gösteren glokofandan oluştuğu tespit edilmiştir. Plajiyoklazlar ise çoğunlukla albitleşmiştir. Gevaş Ofiyoliti'nin tabanında yer alan metamorfik dilime ait amfibolitik kayalar magmatik kökenli olup jeokimyasal özelliklerine göre iki farklı gruba ayrılmaktadır. Birinci grup amfibolitler toleyitik (Nb/Y=0.13-0.42), ikinci grup amfibolitler ise alkalen (Nb/Y=1.23-1.50) magmadan türemiştir. Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı, N-MORB'a göre normalize edilmiş çoklu element ve tektono-magmatik ortam belirleme diyagramları; birinci gruba ait amfibolitlerin ada yayı toleyitik bazaltlarının, ikinci gruba ait amfibolitlerin ise okyanus adası alkali bazaltlarının okyanus içi yitim zonu metamorfizması sonucu oluştuklarına işaret etmektedir. Amfibolitik kayalardan ayıklanan zirkon ve titanit minerallerinde gerçekleştirilen U-Pb yaşlandırması ile sırasıyla 92.9±1.5 My - 95±6.5 My ve 87.3±7.4 My oluşum yaşları elde edilmiştir.

Metamorfik dilim kayalarında (amfibolit) gerçekleştirilen petrografik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar; (a) Güney Neotetis Okyanusu'nda okyanus içi yitime bağlı olarak ada yayı toleyitik ve okyanus adası alkali volkaniklerin amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğradığı ve sonrasında hızla yüzeyleyerek üzerleyen levhanın altına yerleştiği, (b) bazı amfibolitik kayalarda YB/DS metamorfizmasının (glokofan) izlerinin görülmesi, bu kayaların bir kısmının yitim zonunda belli derinliklerde kaldığı ve daha geç dönemde yüzeylediğini, ve (c) bu olayla-

rın Geç Kretase (Senomaniyen-Türoniyen)'de meydana geldiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metamorfik dilim, amfibolit, glokofan, okyanus adası bazaltı, ada yayı toleyiti

Abstract: *Gevaş Ophiolite (Van) to the south of Lake Van is located at the northern part of Bitlis-Zagros Suture Belt in the Eastern Anatolia. Gevaş Ophiolite tectonically overlies and underlies the Bitlis Metamorphics in the region. The tectonic boundary along which the ophiolite overlies the Bitlis Metamorphics is thought to represent the primary Late Cretaceous emplacement-related contact whereas the post-emplacement tectonics during Eocene and onwards affected the whole region and the Bitlis Metamorphics is seen above the Gevaş Ophiolite.*

Gevaş Ophiolite is characterized mainly by mantle peridotites, gabbroic cumulates, spilitic volcanics and radiolarite-chert units. Isolated diabase dykes are observed as intruding the mantle tectonites and gabbroic cumulates at different structural levels. Due to intense tectonics, the Gevaş Ophiolite is considered to be an incomplete and dismembered oceanic lithospheric remnants. Metamorphic sole rocks were identified beneath the Gevaş Ophiolite at two localities. They are represented mainly by amphibolite (amphibole+plagioclase±quartz±pyroxene±glaucophane) and epidote-quartz schists. Based on mineral chemistry, amphiboles are characterized by edenite, magnesio-hornblende, chermakite and glaucophane devevoped at the rim of amphiboles. Plagioclases are mainly of albite. The metamorphic sole amphibolites are magmatic in origin and can be divided into two groups based on their geochemical character. The first group is tholeiitic (Nb/Y=0.13-0.42) whereas the second group is alkaline (Nb/Y=1.23-1.50) in characters. Chondrite-normalized rare earth element and N-MORB-normalized multi-element diagrams, as well as tectonomagmatic discrimination diagrams indicate that the first group of amphibolites was formed due to the metamorphism of island arc tholeiitic (IAT) basalts, whereas the second group of amphibolites was formed due to the metamorphism of ocean island alkaline (OIA) basalts within the intraoceanic subduction zone. Zircon and titanite separates from the amphibolites yielded 92.9±1.5 Ma to 95±6.5 Ma and 87.3±7.4 Ma U-Pb ages, respectively.

Petrographical, geochemical and geochronological studies conducted on the metamorphic sole rocks (amphibolites) suggest that (a) island arc tholeiitic and ocean island alkaline basalts were metamorphosed up to amphibolite facies within the intraoceanic subduction zone in the southern Neotethys, followed by rapid exhumation and welded to the base of the overlying plate, (b) the HP/LT overprint (presence of glaucophane) on some amphibolites indicates that some part of the metamorphic sole remained at depth with oceanic units and awaited final exhumation, (c) all these events occurred during Late Cretaceous (Cenomanian-Turonian).

Keywords*: Metamorphic sole, amphibolite, glaucophane, ocean island basalt, island arc tholeiite*

Sultandağları (GB Türkiye) Güneyindeki Beyşehir-Hoyran Naplarının Tektono-Stratigrafisi

Tectono-stratigraphy of the Beyşehir-Hoyran Nappes in the South of Sultandağları (SW Turkey)

Ali Ergen, Ayhan Ilgar, Alper Bozkurt, Ercan Tuncay, Havva Soycan, Aynur Hakyemez

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye (ali.ergen@mta.gov.tr)

Öz: Sultandağları ile Anamas-Akseki Otoktonu arasında yer alan ve KB-GD doğrultusunda uzanıma sahip olan Beyşehir-Hoyran napları allokton birimlerden oluşur. Bu naplar Batı Toroslar'da tanımlanan Likya naplarının devamı niteliğindedir. Beyşehir-Hoyran napları çalışma alanında Marmaris Ofiyolit Napı, Domuzdağ Napı ve Gülbahar Napı'na ait birimlerden oluşur.

Marmaris Ofiyolit Napı; Geç Kretase yaşlı Marmaris ofiyoliti, Yenicekale metamorfitleri ve Kızılcadağ melanj ve olistostromundan oluşur. Marmaris ofiyoliti dunit, harzburjit, gabro ve diyabazlardan; Yenicekale metamorfitleri amfibolit, amfibolşist, kalkşist ve kuvarsitlerden; Kızılcadağ melanj ve olistostromu ise ofiyolitik ve sedimanter bir matriks içerisine yerleşmiş değişik yaş ve litolojilere ait blok ve dilimlerden oluşur. Domuzdağ Napı'na ait Orta Triyas-Liyas yaşlı Dutdere Formasyonu megalodonlu rekristalize kireçtaşları ile temsil edilir. Bölgede ilk kez bu çalışmada ayırtlanan Gülbahar Napı'na ait Geç Triyas-Liyas yaşlı Orluca Formasyonu ise çörtlü mikritik kireçtaşı, radyolarit, kumtaşı, çamurtaşı ve bazik volkanitlerden oluşur.

Beyşehir-Hoyran Napları Sultandağları istifi ve Anamas-Akseki Otoktonu üzerinde tektonik dokanakla yer alır. Bölgede Beyşehir-Hoyran napları, Sultandağları ve Anamas-Akseki Otoktonuna ait birimler geç Paleosen-Lütesiyen yaşlı Celeptaş Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Celeptaş Formasyonu çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, marn ve kumlu kireçtaşlarından oluşan olistostrom ve fliş fasiyeslerinde depolanmış birimlerle temsil edilir.

Beyşehir-Hoyran naplarının bölgeye yerleşimi önceki çalışmalarda geç Eosen olarak kabul edilir. Ancak Beyşehir-Hoyran naplarının, Sultandağları istifinin ve Anamas-Akseki Otoktonu'nun geç Paleosen-Lütesiyen yaşlı Celeptaş Formasyonu tarafından örtülmesi Beyşehir-Hoyran naplarının bölgeye yerleşiminin geç Paleosen öncesinde olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beyşehir-Hoyran napları, Celeptaş, Gülbahar, Orluca

Abstract: *Beyşehir-Hoyran nappes, located between Sultandağları and Anamas-Akseki autochthon with a NW-SE trending, consist of allochthon units. These nappes are the continuations of Likya nappes defined in the western Taurus. Beyşehir-Hoyran nappes consist of units belonging to Marmaris ophiolite nappe, Domuzdağ nappe and Gülbahar nappe.*

Marmaris ophiolite nappe consists of three upper Cretaceous aged units namely Marmaris ophiolite, Yenicekale metamorphics, Kızılcadağ mélange and olistostrome. Marmaris ophiolite is constituted by dunite, harzburgite, gabbro and diabase. Yenicekale metamorphics contain amphibolite, amphibole-schist, calc-schist and quartzite. Kızılcadağ mélange and olistostrome is formed by various blocks and slices of different lithology and age which are emplaced into ophiolitic and sedimentary matrices. Middle Triassic–Liassic aged Dutdere Formation of Domuzdağ Nappe is represented by megalodon-bearing recrystallized limestone. Late Triassic–Liassic Orluca Formation of Gülbahar Nappe which has been defined for the first time in the region in present study consists of cherty micritic limestone, radiolarite, sandstone, mudstone and basic volcanic rocks.

Beyşehir-Hoyran nappes are situated both on Sultandağları sequence and Anamas-Akseki autochthon with a tectonic contact. In the region, Beyşehir-Hoyran nappes, Sultandağları and Anamas-Akseki autochthons are unconformably covered by late Paleocene-Lutetian Celeptaş Formation. Celeptaş Formation is represented by the units deposited in olistostrome and flysch facies and the formation consists of conglomerate, sandstone, mudstone, marl and sandy limestone.

In previous studies, emplacement timing of Beyşehir-Hoyran nappes in the region has been agreed as late Eocene. However, the fact that Beyşehir-Hoyran nappes, Sultandağları sequence and Anamas-Akseki autochthon are all covered by late Paleocene-Lutetian Celeptaş Formation reveals that emplacement of Beyşehir-Hoyran nappes has to be occurred prior to late Paleocene.

Keywords: *Beyşehir-Hoyran nappes, Celeptaş, Gülbahar, Orluca*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Beyşehir (Konya) Çevresindeki Paleozoyik-Mesozoyik Yaşlı Otokton Kayaçların Yapısal Özellikleri

Structural Features of the Paleozoic-Mesozoic Autochthonous Rocks in the Beyşehir Region (Konya)

Berkant Coşkuner, Yaşar Eren

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42075 Selçuklu, Konya, Türkiye (bcoskuner@ktun.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada Beyşehir (Konya) çevresinde yüzeyleyen Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı otokton Geyikdağı Birliği'ne ait birimlerin yapısal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Birçok jeolojik çalışmanın yürütüldüğü bölgede farklı araştırmacılar tarafından farklı yapısal modeller önerilmiştir. Bu sonuçlardan en çok tartışılan konu ise bölgenin Jura öncesi orojenik olaylardan etkilenip etkilenmediğidir. Mevcut çalışma, yörenin yapısal özelliklerine ait ilk bulguları içermektedir.

Bölgede yüzeyleyen en yaşlı birim düşük dereceli başkalaşıma uğramış dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan Erken–Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe Formasyonu'dur. Çaltepe Formasyonu Orta Kambriyen–Ordovisiyen yaşlı metakumtaşı, sleyt ve kristalize kireçtaşından oluşan Seydişehir Formasyonu üzerinde tektonik olarak bulunmaktadır. Seydişehir Formasyonu ise üstte metakumtaşı ve kristalize kireçtaşından oluşan Geç Ordovisiyen yaşlı Sobova Formasyonu'na uyumlu geçiş göstermektedir. Bu birimler Triyas yaşlı kırmızı-mor renkli metaçakıltaşı, sleyt-fillit, metakumtaşı ve kristalize kireçtaşı ardalanmasından oluşan Pınarbaşı Formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür. Söz konusu temel kayaçları Jura–Eosen yaşlı kireçtaşı ve dolomitler tarafından transgresif olarak üstlenir. Yörenin en genç topluluğunu Miyosen-Kuvaterner yaşlı sedimanter ve volkanik birimler oluşturur.

İnceleme alanındaki Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı kayaçlar Miyosen öncesindeki orojenik hareketlerle çok evreli deformasyona uğrayarak kıvrımlı, klivajlı ve naplı-bindirmeli yapılar kazanmışlardır. Ayrıntılı mesoskopik yapısal analizlere dayanan incelemeler Alt Paleozoik yaşlı kayaçların Triyas öncesinde deforme olarak kıvrımlandıklarını ve yapraklanmalı bir yapı kazandıklarını göstermektedir. Triyas öncesine ait kıvrımlar (F_1) genellikle izoklinal ve yalınmış kıvrımlar şeklinde olup, eksen düzlemlerine paralel klivajlar (S_1) içermektedirler. Bu çalışmada Çaltepe ve Seydişehir formasyonları arasındaki tektonik dokanağın Jura öncesine ait olduğu görülmüş, ancak söz konusu dokanağın Triyas öncesinde oluşup oluşmadığı belirlenememiştir. Alt Paleozoyik yaşlı topluluk Mesozoyik yaşlı örtü kayaçları ile beraber Alpin olaylarla tekrar deforme olarak bölgesel ölçekli yapraklanmış (S_2), düşük dereceli başkalaşıma uğramış, çok-evreli kıvrımlanmış (F_2 ve F_3) ve naplı-bindirmeli yapılar kazanmışlardır. F_2-evre kıvrımlar harita ve mesoskopik ölçekte KB-GD yönelim sunmakta ve eksen düzlemi klivajları (S_2) içermektedir. S_2-bölgesel yapraklanma ortalama K50-70B, 20-30 KD konumludur ve F_2 evreyle eş-eksenli gelişen F_3-evre kıvrımlarla deforme olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Alpin orojenezi, Beyşehir, çok evreli kıvrımlanma, Geyikdağı Birliği, Triyas öncesi deformasyon

Abstract: *This study aimed to explain the structural features of Paleozoic–Mesozoic aged autochthonous rocks of the Geyikdağı units, around the Beyşehir (Konya) area. Several geologic studies were carried out in the area and different structural models have been proposed by different researchers. The most controversial issue is whether the region is affected by pre-Jurassic orogenic events. This study presents our preliminary structural findings.*

The oldest rock outcropping in the area is the early-middle Cambrian aged Çaltepe Formation that is low-grade metamorphosed dolomite, dolomitic limestone and limestone. This unit is tectonically underlain by middle Cambrian–Ordovician Seydişehir Formation which is represented by metasandstone, slate, phyllite and crystallized limestone alternations. The Seydişehir Formation is conformably overlain by late Ordovician Sabova Formation consisting of metasandstone and crystallized limestone. The above mentioned basement units are overlain unconformably by the Triassic Pınarbaşı Formation. The formation is made up of purple-red, metaconglomerate, slate, phyllite and metasandstone with crystallized limestone lenses. The basement units are transgressively covered by Jurassic-Eocene aged limestone and dolomites. The youngest units of the region are the Miocene-Quaternary aged sedimentary and volcanic rocks.

Paleozoic-Mesozoic rocks of the study area have experienced polyphase deformation by pre-Miocene orogenic movements. These orogenic events gave rise to folds, cleavages and nappe-thrust structures. The detailed mesoscopic structural analyzes show that Lower Paleozoic rocks were folded and cleavaged before the Early Triassic. The pre-Triassic folds generally are isoclinal and rootless (F_1) with axial plane cleavages (S_1). This study also confirms that the tectonic contact among the Çaltepe and Seydişehir formations is pre-Jurassic in age but it is not clear whether it was formed before the early Triassic. Both the lower Paleozoic basement and Mesozoic cover rocks were deformed together during the Alpine orogenic events. These deformations caused regional scale cleavage (S_2) structures, low grade metamorphism, superposed folds (F_2 ve F_3) and nappe–thrust structures in the region. The NW-SE trending F_2-folds have axial plane cleavages (S_2) and they are observed both mesoscopic and map scale. The mean attitude of S_2- is N50-70W, 20-30 NE and is deformed by coaxial F_3- phase folds.

Keywords: *Alpine orogenesis***,** *Beysehir, Geyikdağı Unit, polyphase folding, pre-Triassic deformation*

Manavgat Havzası Neojen Evriminin Çok Disiplinli Yöntemler Kullanılarak Ortaya Konulması: İlksel Bulgular

Revealing Neogene Evolution of the Manavgat Basin Using Multi-Disciplinary Methods: Preliminary Results

Ayten Koç[1], Yusuf Emrah Yılmaz[1], Muhammad Harbi Wasoo[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65090 Van, Türkiye

[2]Erbil Teknik Enstitüsü, Petrol Teknolojileri Bölümü, Erbil 44001, Irak

(aytenkoc@yyu.edu.tr)

Öz: Torid bindirme-kıvrım kuşağı, Afrika ve Avrasya plakalarının Kretase'den günümüze değin devam eden yaklaşık K-G yönlü yakınsama hareketine bağlı olarak oluşmuştur. Bu hareket yönüne oblik gelişen KB-GD uzanımlı Orta Torosların batı ucunun, Beydağları ve Likya naplarının da içinde bulunduğu KD-GB doğrultulu Batı Torosların doğu ucuyla birleşmesi, Isparta Büklümü olarak tanımlanan kompleks tektonik bir yapının gelişmesine neden olmuştur. Neojen'de ise, Batı ve Orta Toroslar ile Isparta Büklümü'nün iç kesimleri, klastik sedimanlar ve karbonatlarla karakterize edilen denizel havza dolguları ile örtülmüştür.

Bu denizel havzalardan biri olan ve Isparta Büklümü'nün doğu kanadının iç kısmında yer alan Manavgat Havzası, kuzeyde Toroslar üzerine aşmalı uyumsuzluk ile yerleşmiş ve sonrasında ise tüm havza dolgusu güneye doğru eğim kazanmıştır. Havzayı kontrol eden belirgin güncel bir tektonik yapı bulunmamaktadır. Manavgat Havzası'nın stratigrafisi, geometrisi ve evrimini oluşturan gerilim koşullarının belirlenmesi, Isparta Büklümü olarak tanımlanan bölgenin Neojen kabuk deformasyonu hakkında önemli bilgiler edinilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, hedeflenen çalışma kapsamında, Manavgat havza dolgusu içerisinde gözlemlenen mezoskopik ölçekteki faylardan 71 farklı lokasyonda 850'nin üzerinde kinematik ölçüm alınmış (doğrultu, eğim, kayma çizikleri ve hareket yönü) ve ters çözüm metodu kullanılarak ana stres yönlerinin (σ_1, σ_2, σ_3) belirlenmesine çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, iki farklı tektonik rejimin varlığını göstermektedir. Bunlardan ilki kabaca KD-GB yönlü açılmalı bir fazı tanımlarken, diğeri, yine aynı yönlü sıkışmalı bir fazın varlığını göstermektedir. Fay kayma verilerinden elde edilen gerilim yönlerinin test edilmesi amacı ile Manyetik Duyarlılık Anizotropisi (MDA) verileri bağımsız bir yöntem olarak kullanılmış ve kayacın manyetik doku anizotropisinden deformasyon elipsoidinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla, 13 farklı lokasyondan, Erken-Geç Miyosen yaşlı çamurtaşları ve ince taneli kumtaşlarından toplam 198 adet yönlü örnek toplanmış ve Forth Hoofddijk Paleomanyetik Laboratuvarı'nda (Utrecht Üniversitesi, Hollanda) ölçülmüştür. MDA ölçümleri analiz edildiğinde maksimum uzama ekseninin (Kmax) Manavgat Havzası'nın doğusunda ve batısında farklı yönelimlere sahip olduğu belirlenmiştir. Maksimum manyetik uzama yönü, batıda, Manavgat Havzası ile Köprüçay Havzası'nın kesiştiği büklümde, yaklaşık K-G yönlü iken, Manavgat Havzası'nın doğusunda ise kabaca KD-GB ile D-B arasında değişiklik göstermektedir.

MDA analizi sonucunda belirlenen farklı uzama eksenleri Manavgat Havzası'nın batısı ve doğusu arasında farklı gerilim koşullarının varlığını yansıtmaktadır. Havzanın batısında mak-

simum uzama ekseninin yaklaşık K-G yönlü olarak belirlenmesi, olası sıkışma yönünün D-B yönlü olduğunu göstermektedir. Arazi çalışmalarında elde edilen kıvrım eksenlerinin yönelimleri ile paleo-gerilim yönleri dikkate alındığında, MDA sonuçlarından elde edilen yönelimin, bölgede etkin olan ikinci tektonik faz etkisinde geliştiği anlaşılmaktadır ki bu tektonik faz K-G doğrultulu Aksu Bindirmesini oluşturan maksimum stres yönü (σ_1) ile aynıdır. Havzanın doğusunda ise, maksimum uzama ekseni kabaca D-B yönlü olarak bulunmuştur. Ancak bu veriler ile paleo-gerilim yönleri (KD-GB sıkışmalı son faz) arasında uyumsuzluk göze çarpmaktadır. Manavgat Havzası'nın batısında yaklaşık D-B uzanımlı kıvrımların varlığı, MDA sonuçlarından elde edilen uzama yönlerini lokal olarak açıklayabilmektedir. Bununla birlikte, elde edilen bu verilerin, bölgesel tektonik çerçevesi (K-G yönlü dalma-batma zonu etkisinde) içerisinde yeniden ele alınması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Isparta Büklümü, Manavgat Havzası, manyetik duyarlılık anizotropisi, Paleo-gerilim

Abstract: *The Tauride fold-thrusts belt formed during ~S–N convergence between Africa and Eurasia since Cretaceous time. The western end of the central Taurides strike NW–SE, highly obliquely to the overall convergence direction, and connect to the NE–SW Beydağları–Lycian Nappe flank of the western Taurides, forming the so-called 'Isparta Angle'. In Neogene time, the western and central Taurides and the inner part of the Isparta Angle became overlain by Neogene sedimentary basins including Manavgat, Köprüçay, and Aksu, characterized by marine clastics and carbonates.*

Manavgat Basin, which is one of these marine basins and is located in the eastern limb of the Isparta Angle, unconformably overlies Taurides basement units and then the whole basin infill dipped to the south. There is no prominent tectonic structure that controls the basins geometry. Determination of the Manavgat Basin's stratigraphy, geometry and evolution of the stress conditions provide a very useful information about Miocene crust deformation of the Isparta Angle. In the context of this study, it was aimed to determine the main stress directions (σ_1, σ_2, σ_3) that have been effective in the Manavgat Basin using paleostress inversion methods. For this purpose, more than 850 fault-slip measurements (strike, dip, striation, and sense of motion) from the mesoscopic faults observed in the basin infill were collected from the 71 different sites. Our results show that the presence of two different tectonic regimes. The first one roughly describes an extensional phase with NE-SW direction while the other indicates a compressional phase with same direction. In order to test the main stress orientations obtained from fault-slip data, Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS) as an independent method was also used to determine the deformation ellipsoid. For this purpose, a total of 198 oriented samples from the 13 sites in the Early/Late Miocene mudstone and fine sandstone units were collected and measured in Fort Hoofddijk Paleomagnetic Laboratory (Utrecht University, the Netherlands). AMS results indicate that the maximum extension (Kmax) directions are different in the east end west of the Manavgat Basin. In west of the basin where the Manavgat and the Köprüçay basin intersect each other, the maximum magnetic elongation direction is approximately N-S while it ranges roughly from NE-SW to E-W in the east of the basin.

Different elongation axes obtained from the AMS results demonstrated that the stress conditions in the east of the Manavgat Basin are different than those from the west. The determination of the maximum elongation axis as N-S direction in the west of the basin indicates that the possible compression direction should be E-W oriented. When the orientation of the fold axes obtained in the field study and result of the paleostress measurements are taken into consideration, the orientations inferred from the AMS data were suggested to have developed under the second tectonic phase with roughly E-W compression which is the same as the maximum stress axis orientation (σ_1) forming the N-S trending Aksu Thrust. In the east of the basin, the maximum elongation axes are found roughly E-W oriented. There is, however, an inconsistency between these data and the paleostress axes orientations (the last phase, NE-SW compression). The presence of the E-W oriented fold structures in the east of the Manavgat Basin may explain the AMS results locally. However, these new data sets should be reconsidered within the regional tectonic framework which is developed under E-W trending subduction zone.

Keywords: *Anisotropy of magnetic susceptibility, Isparta Angle, Manavgat Basin, Paleostress*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Beynam Bölgesindeki Kretase Yaşlı Ankara Ofiyolitli Melanjı İçinde Üst Triyas Sığ Denizel Kireçtaşları: İzmir-Ankara Neotetis Okyanusu'nun Evrimi Üzerine Çıkarımlar

Upper Triassic Shallow Marine Limestones in the Cretaceous Ankara Ophiolitic Mélange in Beynam: Implications for the Evolution of the İzmir-Ankara Neo-Tethyan Ocean

Aral İ. Okay[1], Demir Altıner[2]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye (okay@itu.edu.tr)

Öz: "Ankara Melanjı" kuzey-kuzeydoğu gidişli birbirine paralel iki kuşaktan oluşur. Batıdaki kuşak başlıca Geç Triyas yaşlı grovakları ve Karbonifer, Permiyen ve Triyas yaşlı kireçtaşı bloklarını kapsar ve Üst Karakaya Kompleksi'nin bir parçasını teşkil eder. Doğudaki kuşakta ise bazalt, radyolaryalı çört, serpantinit ve az oranda pelajik kireçtaşından oluşan ofiyolitli melanj yer alır. Beynam bölgesinde iyi mostra veren bu ofiyolitli melanj ayrıntılı haritalanmış ve çalışılmıştır.

Beynam bölgesindeki ofiyolitli melanj, kuzeydoğu gidişli üç tektonik dilimden oluşur. En alttaki Kuyumcudağ tektonik dilimi başlıca serpantinitten teşekkül eder; serpantinit içinde tektonik mercekler halinde bazalt, çört ve pelajik kireçtaşları bulunur. Daha üstte yer alan Otlubel tektonik dilimi bazalt, diyabaz, mikrogabro ve Geç Jura–Erkan Kretase yaşlı pelajik kireçtaşlarından yapılmıştır; Otlubel tektonik dilimi içinde mikrogabro ve diyabazları kesen, az oranda plajiyogranit de gözlenmiştir. Plajiyogranitlerde yapılan U-Pb zirkon yaşlandırması, bunların ve dolayısı ile Otlubel Dilimi'ndeki volkanik kayaların Jura yaşında (~160 Ma) olduğunu göstermiştir. Tektonik olarak en üstte yer alan Elgazi Dilimini ise, porfiritik ve afirik bazalt, çört ve sığ ve derin denizel kireçtaşlarından oluşur. Elgazi Dilimi'ndeki kireçtaşları baskın olarak resifal nitelikte olup, bol miktarda mercan, gastropod, bivalv ve alg yığışımlarını kapsar. Hörç Kireçtaşı olarak isimlendirilen bu karbonatlarda Geç Triyas yaşlı bir fauna tespit edilmiştir: *Aulotortus* sp., *Aulotortus communis*, *Urnulinella androsovi*, *Duotaxis* sp., *Galeanella* sp., *Tubiphytes obscurus*, ve *Ophthalmidium* sp. Geç Triyas yaşındaki resifal Hörç Kireçtaşı, bazaltlar içinde boyları santimetreden 100 metreye kadar değişen çakıl ve bloklar halinde gözlenir. Çakıl ve bloklar ile onları çevreleyen bazaltlar arasındaki dokanaklar stratigrafiktir. Hörç Kireçtaşı'nın bu fauna içeriğine göre İzmir-Ankara okyanusu içindeki bir denizaltı adasında çökeldiği düşünülmektedir; denizaltı adası dalma-batma zonuna yaklaştığında parçalanmış, kireçtaşları bloklar halinde çevrelerindeki bazaltlar içine düşmüştür.

Ankara Ofiyolitli Melanjı içinde Üst Triyas kireçtaşlarının varlığı, daha önce İzmir-Ankara kenedi boyunca mostra veren ofiyolitli melanjlardan tanımlanan Triyas radyolaryalı çörtleri ile beraber düşünüldüğünde, İzmir-Ankara Okyanusu'nun Geç Triyas'tan Kretase'ye kadar var olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ankara Melanjı, Triyas, Jura, kireçtaşı, Ankara, Beynam

Abstract: *The classical "Ankara Mélange" consists of two north-northeast trending subparallel belts. The western one is made up principally of Upper Triassic greywacke with Carboniferous, Permian and Triassic limestone blocks, which forms part of the Upper Karakaya Complex. The eastern belt consists of an ophiolitic mélange with Mesozoic basalt, radiolarian chert, serpentinite and subordinate pelagic limestone. The Ophiolitic Ankara Mélange is well exposed in the Beynam region, where it is mapped and studied.*

The ophiolitic mélange in the Beynam region consists of three northeast trending, fault bounded, steeply dipping tectonic slices, which are overlain by the Upper Cretaceous Haymana Formation. The lowermost tectonic slice, the Kuyumludağ slice, consists principally of serpentinite with tectonic lenses of basalt, chert and pelagic limestone; the overlying Otlubel tectonic slice is made up of basalt, diabase and microgabbro with minor plagiogranite. New zircon U-Pb ages from the plagiogranite indicate that the plagiogranite, and by implication the volcanic rocks in the Otlubel slice, are Jurassic (~160 Ma). The topmost tectonic slice, the Elgazi slice, consists mainly of porphyritic and aphyric basalt with minor radiolarian chert, pelagic and neritic limestone. The basalts in the Elgazi slice contain olistoliths of shallow marine white to pink reefal limestone with corals, bivalves, gastropods and algae. This Hörç Limestone contains an Upper Triassic microfauna of Aulotortus sp., Aulotortus communis, Urnulinella androsovi, Duotaxis sp., Galeanella sp., Tubiphytes obscurus, and Ophthalmidium sp. The Upper Triassic Hörç Limestone is found as clasts in basalt ranging in size from centimeter to 100 m, forming strike parallel trails, which can be traced for a few kilometers. The contacts between the blocks of the Hörç Limestone and the surrounding basalts are depositional. The Hörç Limestone is interpreted as having been deposited in an intra-oceanic seamount. The seamount was destroyed when it came close to the subduction trench, and the shallow marine limestones were shed to the surrounding ocean floor.

The presence of Upper Triassic limestones in the Ankara Mélange, along with earlier descriptions of Triassic radiolarian cherts from the ophiolitic mélanges along the İzmir-Ankara suture indicates that the İzmir-Ankara Neo-Tethyan Ocean was in existence during the Late Triassic.

Keywords*: Ankara Mélange, Triassic, Jurassic, limestone Ankara, Beynam*

Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi (Ordu-Giresun)

Geology of Eastern Black Sea Region (Ordu-Giresun)

Özmen Evcimen[1], Vahdet Tunçdemir[1], Turgut Tok[2], Yüksel Metin[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2] MTA Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61000 Pelitli, Trabzon, Türkiye

(ozmen.evcimen@mta.gov.tr)

Öz: İnceleme alanı, Türkiye'nin tektonik birlikleri sınıflamasına göre, Sakarya Zonu'nun en doğusunda yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Karbonifer'den Eosen'e kadar periyotlar halinde gelişmiş farklı karakter ve bileşimde volkanik ve plütonik kayaçlar yaygın olarak bulunmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin temelini, Paleozoyik yaşlı metamorfitler, bu metamorfitleri kesen Orta-Geç Karbonifer yaşlı granitoyidler ve Permo-Karbonifer yaşlı sedimanter kayaçlar oluşturmaktadır. Erken Jura'da Variskan temel üzerine Erken-Orta Jura yaşlı birimler uyumsuz olarak gelir. Erken-Orta Jura yaşlı volkanitler, volkanosedimanter ve sedimanter kayaçlardan oluşan bu birimler, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Malm-Erken Kretase dönemi tektonik açıdan sakin bir dönemi karakterize etmektedir. Tektonik açıdan sakin dönem platform karbonatların çökelmesine olanak sağlamıştır. Geç Kretase başlarında kuzey yönlü bir yitimle İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal litosferinin, Sakarya Zonu altına doğru yitmeye başlaması, karbonat platformunun parçalanmasına ve yitim ilişkili volkanit ve plütonik sokulumların gelişimine yol açmıştır. Geç Kretase yay volkanitleri, Turoniyen yaşlı bazik-ortaç karakterli lav ve piroklastlar ile bu volkanitlere eşlik eden volkanotortul ve mikritik kireçtaşları ile başlar. Bu istif üzerine Koniasiyen-Santoniyen yaşlı asidik karakterli lav ve piroklastları uyumlu olarak gelir. Geç Santoniyen'de volkanizmanın bileşimi değişmiş, bazik-ortaç karakterli lav ve piroklastları ile bunlara eşlik eden volkanosedimanterler, asidik bileşimli volkanitleri uyumlu olarak üzerlemiştir. Santoniyen-Kampaniyen yaşlı asidik karakterli lav ve piroklastları ise yay volkanizmasının son ürünü olarak bu birimler üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Yitimle ilişkili volkanizmanın sona ermesiyle birlikte daha sakin bir dönemi temsil eden geç Maastrihtiyen-Selandiyen dönemine ait sedimanter birimler, temelde yer alan birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Olası Erken Paleosen'de Anatolid-Torid Platformu ile Sakarya Zonu'nun çarpışması, bölgede çarpışma sonrası birimlerin gelişimine olanak sağlamış ve Tanesiyen yaşlı resifal kireçtaşları çarpışma öncesi birimler üzerine uyumsuz olarak gelmiştir. Erken-Orta Eosen yükselimi sonrası ekstansiyonel rejim gelişmiş, açılan bu havzada transgresif olarak kırıntılı kayaçlar çökelmiştir. Çarpışma sonrası volkanitler, Orta Eosen'den itibaren bu kırıntılı kayaçlara eşlik etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Karadeniz, Sakarya Zonu, İzmir-Ankara-Erzincan Okyanusu stratigrafi, bölgesel jeoloji

Abstract: *The study area is located in the easternmost part of the Sakarya Zone according to the classification of the tectonic units of Turkey. There are widespread outcrops of volcanic and plutonic rocks with various character and composition occurred from Carboniferous to Eocene in the Eastern Black Sea Region. The basement in the Eastern Black Sea Region is composed of Paleozoic metamorphic rocks intruded by Middle-Late Carboniferous granitoids, and Permo-Carboniferous sedimentary rocks. Early-Middle Jurassic units unconformably rest on the Variscan basement. These units, including Early-Middle Jurassic volcanics, volcano-sedimentary rocks and sedimentary rocks are widespread in the Eastern Black Sea Region. Malm-Early Cretaceous was characterized by a tectonically quiescent period in the Eastern Black Sea Region. This tectonically quiescent period enabled to the deposition of platform carbonates. The onset of subduction of the İzmir-Ankara-Erzincan oceanic lithosphere under the Sakarya Zone by a northward subduction at the beginning of Late Cretaceous gave rise to the breakup of carbonate platform and occurrence of subduction-related volcanic and intrusive rocks. The arc volcanics of the Late Cretaceous begin with basic-medium lavas and pyroclasts coupled with volcanosedimentary rocks and micritic limestones. This succession is conformably followed by Coniacian–Santonian acidic lavas and pyroclasts. The volcanism changed in composition during Late Santonian and basic-medium lavas and pyroclasts coupled with volcanosedimentary rocks conformably lie over acidic volcanics. Acidic lavas and pyroclasts of Santonian-Campanian conformably rest on these units as an end product of the arc volcanism. The sedimentary units of Maastrichtian-Selandian, representing a more quiescent period due to the ending of subduction-related volcanism, overlie the basement units unconformably. The collision between the Anatolide-Tauride Platform and Sakarya Zone, probably in Early Paleocene, gave rise to the occurrence of post-collisional units in the region and then reefal limestones of Thanetian unconformably rest on pre-collisional units. Following Early-Middle Eocene uplift, an extensional regime took place and clastic rocks were transgressively deposited on this extended basin. Post-collisional volcanics coupled with these clastic rocks since Middle Eocene.*

Keywords: *Eastern Black Sea, Sakarya Zone, İzmir-Ankara-Erzincan Ocean, stratigraphy, regional geology*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Adakit Benzeri Jura Öncesi Yaşlı Dodurga Plütonu (Orta Pontidler, Kuzey Türkiye): Paleotetis Okyanusu'nun Tektonik Evrimi ile Alakalı Jeolojik ve Jeokimyasal Çıkarımlar

Adakite-like pre-Jurassic Dodurga Pluton (Central Pontides, N Turkey): Geological and Geochemical Insights into the Tectonic Evolution of the Paleotethyan Ocean

Okay Çimen

Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Tunceli, Türkiye

(okaycimen@gmail.com)

Öz: Dodurga Plütonu; Variskan, Kimmerid ve Alpin olaylarının izlerini taşıyan ve karmaşık bir jeolojiye sahip olan Orta Pontidler'de (Kuzey Türkiye) yer almaktadır. Bu intrüzyon GB-KD uzanımlı plütonik bir kütle olup (yaklaşık 10 km genişlikte ve 15 km uzunlukta), granodiyorit ve porfiri dasitlerden oluşmaktadır. Dodurga Plütonu, kuzey kısımda Geç Jura yaşlı İnaltı Formasyonu ve Erken Kretase yaşlı Ulus Formasyonu ile doğuda ise Geç Kretase yaşlı Cankurtaran Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Buna karşın, plütonun Triyas-Liyas yaşlı Akgöl Formasyonu ve Erken Kretase yaşlı Ulus Formasyonu ile olan batı ve güney dokanakları tektonik olup, muhtemelen bölgesel ölçekte bir doğrultu atımlı fayın küçük parçalarını temsil etmektedir. Porfiri dasit, ince daneli hamur içerisinde bulunan genellikle plajiyoklas ve amfibol mikrolitleri, daha az oranda ise kuvars ve mika fenokristallerinden oluşan porfiritik doku göstermektedir. Porfiri dasite benzer olarak, granodiyorit de genellikle plajiyoklas, amfibol ve kuvars kristallerinden oluşmakta, fakat faneritik ve porfiritik doku göstermektedir. Bu plüton jeokimyasal olarak yay ilişkili ve I-tipi magmalarla uyumlu olarak kalk-alkalin ve metalümina karakter göstermektedir. Bununla birlikte, ilksel manto ve kondrit değerlerine oranlanmış çoklu element ve nadir toprak element (NTE) diyagramlarında gözlenen negatif Nb anomalileri yanı sıra yüksek çekim alanlı elementler (YÇAE) ve ağır NTE'lere kıyasla büyük iyon çaplı elementler (BİÇE) ve hafif NTE zenginleşmeleri söz konusu kayaçların yitim ilişkili olduklarını desteklemektedir. Örneklerin yüksek Sr/Y oranları ve düşük Yb içerikleri, klasik yay granitoyitlerinden ziyade adakitik magmatik oluşumlarla uyumludur. Bu nedenle, söz konusu plütonun kuzey Türkiye'de ve güney Karadeniz bölgesinde tespit edilen ilk Jura öncesi yaşlı adakit benzeri magmatik oluşumu temsil ettiği düşünülmektedir. Bu çalışmada sunulan petrografik ve jeokimyasal veriler, Dodurga Plütonu'nun aktif bir kıta kenarına dalan okyanusal dilim ve alt kıtasal kabuğun ergimesiyle oluşan ergiyiklerden türemiş olabileceğine işaret etmektedir. Kuzey Türkiye'deki tektonik birimlerin jeodinamik evrimi dikkate alındığında, bu plüton Paleotetis okyanusunun kuzey veya güneye doğru dalması veya Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kuzeye dalmasının sonucunda oluşmuş olabilir.

Anahtar Kelimeler: Adakitler, kıtasal yay magmatizması, Orta Pontidler, Jura öncesi, güney Karadeniz bölgesi

Abstract: *The Dodurga Pluton is located in the Central Pontides (northern Turkey), which has a complex geology with signatures of the Variscan, Cimmeride and Alpine events. This intrusion has a SW-NE elongation (about 10 km in width and 15 km in length), and comprises of granodiorite and dacite porphyry. The Dodurga Pluton is unconformably overlain by the upper Jurassic İnalti Formation and the lower Cretaceous Ulus Formation in the north, and the upper Cretaceous Cankurtaran Formation in the east. Its western and southern contacts with the Triassic-Liassic Akgöl Formation and the lower Cretaceous Ulus Formation are tectonic in nature and probably represent the small segments of a regional scale strike-slip fault. The dacite porphyry exhibits porphyritic texture with mostly plagioclase and amphibole, and minor amount of quartz and mica phenocrysts, which are embedded within a fine grained groundmass. Similar to the dacite porphyry, the granodiorite is mainly composed of plagioclase, amphibole and quartz crystals, but exhibits phaneritic and porphyritic texture. This pluton geochemically displays calc-alkaline and metaluminous signatures, which are in agreement with arc-related and I-type magmas. In addition to that, the PM-normalized multi element and Chondrite-normalized REE patterns are akin to volcanic arc granites, and characterized by large ion lithophile elements (LILEs) and light rare earth elements (LREEs) enrichments relative to high field strength elements (HFSEs) and heavy rare earth elements (HREEs) coupled with negative Nb anomalies, which are indicative of derivation in a subduction-related tectonic setting. Of note, the major and trace element systematics of the samples including high Sr/Y ratios and low Yb contents are consistent with those from adakitic magmatic occurrences rather than classical arc granitoids. Thus, this pluton may represent the first documented pre-Jurassic adakite-like pluton in northern Turkey and southern Black Sea region. Overall petrographic and geochemical characteristics presented in this study indicate that the Dodurga Pluton could have been derived from a heterogeneous source, which may include melts generated from subducted oceanic slab and lower continental crust in an active continental margin. Based on the geodynamic evolution of the tectonic units in northern Turkey, it may have formed as a result of the northward or southward-subduction of the Paleotethys ocean, or northward-subduction of the northern branch of Neotethys ocean.*

Keywords: *Adakites, continental arc magmatism, Central Pontides, pre-Jurassic, southern Black Sea region*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Trakya İğneada'da Üst Kretase Stratigrafisi ve Volkanizması

Upper Cretaceous Stratigraphy and Volcanism in İğneada, Thrace

Ezgi Sağlam, Turgut Duzman, Aral İ. Okay

İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(saglamez@itu.edu.tr)

Öz: Üst Kretase magmatik yayı, Pontidler boyunca gözlemlenen 1000 kilometreden uzun bir magmatik kuşaktır. Tetis'in kuzeye doğru dalması sonucu oluşan Üst Kretase yaşlı volkanik ve volkaniklastik kayalar, Trakya İğneada'da çok iyi yüzlek vermektedir. Istranca Masifi'nin şist ve fillatlarını uyumsuzlukla örten bu Üst Kretase yaşlı istif, İğneada Grubu olarak isimlendirilmiştir. 700 metreden fazla kalınlığa sahip olan İğneada Grubu'nun tabanında İğneada liman bölgesinde, metamorfik kayaların üzerinde Üst Kretase (Senomaniyen) yaşlı sığ denizel kumlu kireçtaşları yer almaktadır. İğneada'nın kuzeydoğusunda ise metamorfik temelin üzerinde pelajik kireçtaşı, marn ve karbonatlı silttaşı bulunmaktadır. Karbonatlı volkanojenik silttaşları içinde Turoniyen yaşlı planktonik foraminiferler *(Marginotruncana pseudolinneana, Marginotruncana marginata, Whitenella* sp., *Whitenella praehelvetica* ve *Muricohedbergella* sp.*)* saptanmıştır; bu durum volkanizmanın Turoniyen'de başlamış olabileceğini göstermektedir. İğneada Grubu'nun sedimanter kayalarının üzerine andezitik tüf, lapilli taşı, aglomera, andezitik ve bazaltik andezitik lav akıntıları içeren volkanik-volkaniklastik bir istif gelmektedir. Bu istif, genel olarak volkaniklastik kayalar, lav akıntıları, az oranda kireçtaşı ve şeyl ardalanmalarından oluşmaktadır. Bazı faylar tarafından kesilmiş olmasına rağmen, istif İğneada sahili boyunca yaşlıdan gence doğru izlenebilir. Andezitik volkaniklastik kayaçlar ve andezitik lav akıntıları ile başlayan istif, önce bazaltik andezitik kayalara ve daha sonra da tekrar andezitik kayalara geçiş göstermektedir. İstifin bütün volkaniklastik ve volkanik kayalarında görülen okyanus tabanı alterasyonu, tüm kayaların denizaltı koşullarında oluştuğunu ifade etmektedir. Andezitik tüf ve aglomera seviyelerinin aralarında bulunan türbiditik çökeller, bir yay önü havzasında derin denizel bir çökelme ortamını göstermektedir. Volkanik ve volkaniklastik istifin tabanında yer alan andezitik tüflerden toplanan zirkonların U-Pb yöntemi ile yaşlandırılması sonucu Kampaniyen (80.6 ± 1.5 My) yaşı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İğneada, magmatik yay, Pontidler, Üst Kretase, volkanizma

Abstract: *The Upper Cretaceous magmatic arc, which is over 1000 km long, is observed along the whole length of the Pontides. The Upper Cretaceous volcanic and volcaniclastic rocks, formed during northward dipping subduction of Tethys, are well-exposed in the İğneada (Thrace). The Upper Cretaceous sequence in the İğneada region is called as the İğneada Group, which overlies the schists and phyllites of Strandja Massif with an unconformity. The İğneada Group, with a thickness of over 700 meters, consists at the base of Cenomanian shallow marine sandy limestone, which are observed in the vicinity of the Iğneada harbor. In the north of the İğneada, the metamorphic rocks are directly overlain by pelagic limestone, marn and siltstone. The volcanogenic calcareous siltstone contains planktonic foraminifera of Turonian age, including Marginotruncana pseudolinneana, Marginotruncana marginata, Whitenella sp., and Whitenella praehelvetica, Muricohedbergella sp.. This implies that the volcanism may have begun in the Turonian. The pelagic limestone, marl, calcareous siltstone pass up into a volcanic-volcaniclastic sequence of andesitic tuff, lapilli stone, agglomerate, andesitic and basaltic andesitic lava flows. The volcanic-volcaniclastic sequence consists of an alternation of volcaniclastic rocks and lava flows with rare limestone and shale beds. Although it is disrupted by several faults, the sequence can be traced from older to younger along the coast of the İğneada. The sequence starts with andesitic volcaniclastic rocks and lava flow and, changes to basaltic andesitic and then, again andesitic rocks. The ocean floor alteration, which is found in all volcaniclastic and volcanic rock samples, shows that the rocks were deposited in submarine conditions. The turbiditic deposits found between andesitic tuff-agglomerate layers indicate a deep marine depositional environment in a forearc basin. Campanian (80.6 ±1.5 Ma) U-Pb Zircon ages were obtained from the andesitic tuffs at the base of the volcanic-volcaniclastic sequence indicating magmatism from Turonian to Campanian.*

Keywords: *İğneada, magmatic arc, Pontides, Upper Cretaceous, volcanism*

Geyve-Pamukova (Sakarya) Havzası'nın Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Enerji Bakımından İncelenmesi

Tectonic Characteristics of the Geyve-Pamukova (Sakarya) Basin and Investigation of Its Geothermal Energy

Şule Gürboğa[1], Önder Kayadibi[2], Hafize Akıllı[3], Akın Kürçer[4], Sevilay Tan[2], K. Canan Özgüner[2], Macit Karadağlar[3], Halim Mutlu[5]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[5]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(sule.gurboga@mta.gov.tr)

Öz: Geyve-Pamukova (Sakarya) havzası, Bolu Havzası ve Almacık Bloğu güneyini kontrol eden Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS)'nin güney kolu üzerinde bulunan D-B yönünde yaklaşık 26 km uzunluğa ve K-G yönünde 4 km genişliğe sahip çek-ayır türünde bir havzadır. KAFS üzerinde gelişmiş diğer havzalarla karşılaştırıldığında göreceli olarak daha küçük olmasına rağmen Geyve-Pamukova Havzası hem tektonik hem de jeotermal özellikler bakımından oldukça önemli veriler sunmaktadır.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülmekte olan *"Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Boyunca Gelişmiş Havzaların Ekonomik Potansiyellerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri ile İncelenmesi"* başlıklı proje kapsamında, KAFS boyunca gelişmiş 14 farklı havzaya ilişkin farklı uzmanlık alanlarını içerecek şekilde çok yaklaşımlı bir çalışma yürütülmektedir. Bu sayede, birçok veri kullanılarak havzaların jeotermal enerji olasılığının detaylı bir şekilde ortaya konması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda incelenmiş ve önemli sonuçlar sunmuş olan Geyve-Pamukova Havzası'na ait kırık sistemleri, stratigrafik ilişkiler ve birimlerin yayılımları, aktif veya aktif olmayan fayların haritalama çalışmaları ve fay düzlemlerinden alınan kayma verilerinin kinematik analizleri tamamlanmıştır. Geyve-Pamukova havzası güneyde yaklaşık D-B doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı Geyve Fay Zonu ve kuzeyde genel olarak sağ yanal doğrultu atımlı ve bunları kesen küçük ölçekli verev atımlı faylarla (K30ºD doğrultulu) kontrol edilen tipik bir çek-ayır havzadır. Fay kayma verilerinin kinematik analizinden elde edilen ana stres eksenlerinin etkinlik sıralaması σ2, σ1 ve σ3 şeklinde olup, KB-GD doğrultulu fayların verev atımlı normal faylar olduğu, KD-GB doğrultulu fayların bindirme bileşenine sahip olduğu ve yaklaşık D-B doğrul-

tulu fayların ise sağ yanal doğrultu atımlı fay karakteri gösterdiği tespit edilmiştir. Son olarak, fay düzlemleri üzerinde yapılan detaylı gözlemler Geyve-Pamukova Havzası'nın birden fazla tektonik hareketleri kaydettiğini göstermektedir. Bu hareketliliğe bağlı olarak ortaya çıkan eski ve güncel tektonik deformasyon nedeniyle gelişen yapısal süreksizliklerin geçirimliliği yükseltmiş olması ve havzanın yüzey sıcaklık dağılımı değerlendirildiğinde jeotermal enerji bakımından muhtemel bir alan olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geyve-Pamukova Havzası, jeotermal enerji, Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS), tektonik, yapısal geçirimlilik

Abstract: *The Geyve-Pamukova (Sakarya) basin has a pull-apart type structure with an approximately 26 km-length in the E-W and 4 km-width in the N-S directions. It is located on the southern branch of the North Anatolian Fault System (NAFS) controlling the south of the Bolu Basin and the Almacık Block. Although it is a relatively small basin with respect to other basins along the NAFS, Geyve-Pamukova Basin provides significant data in terms of both tectonics and geothermal properties.*

Within the scope of the project entitled "Investigation of Economic Potential of the Basins Developed along the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and Eastern Anatolia Fault Zone (DAFZ) by Remote Sensing and Geographic Information Systems" conducted by the General Directorate of Mineral Research and Exploration, a multidisciplinary study is being carried out among 14 basins to determine the geothermal potential of the basins by using the variety of data sets.

In this context, the Geyve-Pamukova Basin has been examined using data on fracture systems, stratigraphic relationships and distributions of units, mapping of active/inactive faults and kinematic analysis of slip planes obtained from fault planes. The Geyve-Pamukova basin is a typical pull-apart basin controlled by the Geyve Fault Zone that is a right-lateral strike slip fault with E-W-trending in the south of basin. It is generally cut and displaced by small-scale oblique faults (K30ºD trending) in the north.

Efficiency of the principal stress axes obtained from kinematic analysis of slip plane data is sorted as σ2, σ1 and σ3. Accordingly, it was determined that NW-SE, NE-SW and E-W-trending faults are oblique-normal, oblique-thrust and right-lateral strike slip fault, respectively. Finally, detailed observations on the fault planes indicate that the Geyve-Pamukova Basin recorded more than one tectonic movements resulting structural permeability due to the paleo- and neo-tectonic deformation. Both tectonic characteristics and surface temperature in the basin have been combined and evaluated and it is concluded that the Geyve-Pamukova Basin has potential for geothermal energy.

Keywords: *Geyve-Pamukova Basin, Geothermal Energy, North Anatolian Fault System (NAFS), tectonics, structural permeability*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Uludağ Metamorfik Çekirdek Kompleksi'nin Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Eskişehir Fay Zonu ile İlişkisi: İlk Gözlemler

Uludağ Metamorphic Core Complex and Its Relationship with the North Anatolian Fault Zone and Eskişehir Fault Zone: Preliminary Observations

Gürol Seyitoğlu, Korhan Esat

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(seyitoglu@ankara.edu.tr)

Öz: Uludağ Masifi, güney Marmara bölgesindeki önemli doğrultu atımlı fay zonlarının (Kuzey Anadolu ve Eskişehir) birbirlerine yaklaştığı bir konumda yer almaktadır. Önceki çalışmalarda masif, iki farklı seriye ayrılarak incelenmiştir. A-Serisi gnays, amfibolit ve şisti mermerlerden, B-Serisi ise mikaşist, fillit ve açık renkli yarı mermerlerden meydana gelmektedir. Bunların dışında Detritik Seri olarak adlandırılan kırıntılılar ve kireçtaşları ile birlikte granitler ve meta-granitler de tanımlanmıştır. Sonraki çalışmalarda yapılan gözlemlerle, yüksek dereceli metamorfizmaya sahip A-Serisi ile düşük dereceli metamorfizmaya sahip B-Serisi'nin ve Detritik Seri'nin (Karakaya topluluğu) aralarında tektonik dokanak (bindirme) bulunduğu sonucuna varılmıştır. İzotopik yaş tayini içeren göreli olarak daha yakın dönem çalışmaları ise Uludağ Masifi'nin güneyinde yer alan meta-granitleri, Eskişehir Fay Zonu (EFZ)'na ait sünümlü makaslamanın ürünleri olarak yorumlamış ve sağ yanal doğrultu atımlı sistemin Oligosen'de etkin olmaya başladığını öne sürmüştür. Yapmış olduğumuz ilk arazi gözlemleri, Uludağ Masifi'nin kuzeyinde yer alan Bursa Fayı'nın üst-N-NE kayma verileri sunan bir sıyrılma fayı karakterinde (25-30^{o} eğime sahip düşük açılı normal fay) olduğunu göstermiştir. Bu sıyrılma düzlemine göre, alt levha kayalarını önceki çalışmalarda tanımlanan yüksek dereceli metamorfizma geçirmiş A-Serisi oluştururken, üst levha kayalarını düşük metamorfizmaya sahip B-Serisi ve Detritik Seri (Karakaya Topluluğu) ile Neojen çökeller oluşturmaktadır. Uludağ güneyinde yüzeyleyen meta-granitler, derin kesimlerde sünümlü makaslama zonuna giren granitoidler olmalıdır. Tüm bu gözlemler Uludağ Masifi'nin bir metamorfik çekirdek kompleksi olduğunu göstermektedir. Uludağ Metamorfik Çekirdek Kompleksi (UMÇK)'nin derin kesimlerine ait bu yüzeyleme, daha genç olan ve üzerinde ihmal edilebilir düzeyde sol yanal bileşen bulunan Soğukpınar normal fayı tarafından kesilmesi sonucu taban bloktaki yükselme nedeniyle gerçekleşmiş ve bu faya ait kırılgan sintetik faylar meta-granitleri keser durumda gözlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda öne sürüldüğünün aksine Uludağ güneyinde EFZ'na atfedilebilecek sağ yanal mekanizmaya sahip bir fay bulunmamaktadır. Aslında KB-GD uzanımlı EFZ, diri fay haritalarında gösterilenin aksine İnegöl Neojen havzasını, özellikle Oylat kaplıcaları ve Cerrah köylerinde net bir şekilde izlendiği gibi, sağ yanal doğrultu atımlı fay parçaları ile biçerek UMÇK'nin kuzeyine uzanır. Bölgedeki en genç yapı olan KD-GB uzanımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) öncelikle çek-ayır havzalar oluşturarak etkin olmuş ve bu sırada UMÇK'nin kuzeyinde yer alan sıyrılma düzlemlerinin bir kısmı, çek-ayır havzaların normal faylı kenarları olarak yeniden çalışmaya başlamışlardır. Özellikle Bursa şehir merkezinde yer alan normal fayların daha önceki sıyrılma karakterlerini yansıtan morfolojilerini kaybetmeye başladıkları görülmektedir. KAFZ'nun çek-ayır sistemi dışında kalan

yüzeyler ise morfolojilerini korumuş olup, üzerlerindeki kayma verileri belirli alanlarda net olarak izlenebilmektedir. UMÇK'nin sünümlü makaslama zonu olarak değerlendirilen önceki çalışmalarda meta-granitlerden elde edilen izotopik yaş verileri (~35My) dikkate alındığında, Kazdağ ve Çataldağ Metamorfik Çekirdek Kompleksleri ile birlikte asimetrik Menderes Çekirdek Kompleksi'nin kuzey parçaları olarak değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak Trakya havzasının bir sıyrılma-üstü havza olarak yorumlanması mümkündür.

AFAD tarafından desteklenen UDAP-G-18-05 nolu proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uludağ, Metamorfik Çekirdek Kompleksi, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Eskişehir Fay Zonu

Abstract: *Uludağ Massif is located in the position where the major strike-slip fault zones (North Anatolian and Eskişehir) in the southern Marmara region getting closer to each other. In the previous studies, the massif has been divided into two different series. Serie-A is composed of gneiss, amphibolite and marbles whereas mica schist, fillite and light-coloured marbles constitute the Serie-B. In addition, the Detritic Serie, the clastic rocks and limestones together with granites and meta-granites has also been identified. Later observations concluded that there is a tectonic contact (thrusting) between the Serie-A with high-grade metamorphism and the Serie-B with low grade metamorphism together with the Detritic Serie (Karakaya Group). Relatively more recent studies containing isotopic age determinations, have suggested that the meta-granites in the south of the Uludağ Massif are interpreted as the products of the ductile shear of the Eskişehir Fault Zone (EFZ) and concluded that the right lateral strike-slip system has become active in the Oligocene times. Our preliminary observations show that the Bursa Fault located north of the Uludağ Massif has a detachment fault character (low angle normal fault with 25-30º dip) and provides top-to-the N-NE slip data. When consider this detachment plane, the lower plate rocks are composed of previously determined Serie-A with high-grade metamorphism, while the upper plate rocks are composed of Serie-B with low-grade metamorphism and Detritic Serie (Karakaya Group) plus Neogene sedimentary rocks. The meta-granites outcropping south of Uludağ might be the granitoids entering the ductile shear zone in the deep sections. All observations indicate that Uludağ Massif should be regarded as a metamorphic core complex. The deep sections of the Uludağ Metamorphic Core Complex (UMCC) has been further exhumed in the footwall of the younger Soğukpınar normal fault with negligible left lateral component and the brittle synthetic faults are observed to cut the meta-granites. Contrary to the previous studies, there is no fault with right lateral strike-slip nature that can be attributed to the EFZ in the south of Uludağ. In fact, the NW-SE trending EFZ extends to the north of UMCC by cutting the* İnegöl *Neogene basin with right-lateral strike-slip fault segments as seen especially in the Oylat thermal springs and Cerrah villages contrary to the published active fault maps. The NE-SW trending North Anatolian Fault Zone (NAFZ), which is the youngest structure in the region, has become active initially by producing pull-apart basins and meanwhile some of the detachment planes located in the north of the UMCC re-activated as normal faulted margins of these pull-apart basins. It is observed that the normal faults, especially in Bursa city centre, have started to lose their morphology reflecting their previous detachment characteristics. The surfaces outside the pull-apart system of the NAFZ have retained their morphology, and the slip data on them can be clearly observed in certain areas. Taking into account the previously published isotopic age data (~35 Ma) from the meta-granites which is considered as ductile shear zone of the UMCC, together with Kazdağ and* Çataldağ *metamorphic core complexes, it can be interpreted that they may act as a northern continuation of the asymmetric Menderes Core Complex and accordingly Thrace basin can be evaluated as a supradetachment basin.*

This study has been carried out in the project UDAP-G-18-05 supported by AFAD.

Keywords: *Uludağ Metamorphic Core Complex, North Anatolian Fault Zone, Eskişehir Fault Zone*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Trakya Havzası Güneybatı Kesiminde Eosen-Oligosen Sedimentasyonu ve Geç Oligosen-Erken Miyosen Deformasyonu, KB Türkiye

Eocene-Oligocene Sedimentation and Late Oligocene-Early Miocene Deformation in the Southwestern Part of the Thrace Basin, NW Turkey

Ümitcan Erbil[1], Aral İ. Okay[1], Aynur Hakyemez[2]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak 34469, İstanbul, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Ankara, Türkiye

(erbilu17@itu.edu.tr)

Öz: Kuzeybatı Türkiye'de bulunan Trakya Havzası, Eosen-Oligosen yaşlı hidrokarbon içeren bir havzadır. Trakya Havzası'nın Eosen-Oligosen sığ-derin denizel birimleri, havzanın güneybatısında, özellikle Korudağı antiklinali boyunca yüzeylemektedir. Jeolojik haritalama, biyostratigrafi ve yapısal jeoloji yöntemleri kullanılarak havzanın Eosen-Oligosen stratigrafik kaydını belirlemek ve deformasyonun kökenini ortaya koymak amacıyla Korudağı bölgesi detaylı olarak çalışılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda Trakya Havzası için yeni bir kaya stratigrafi birimi (Çeltik Kireçtaşı Üyesi) önerilmiştir.

Korudağı bölgesindeki Eosen-Oligosen stratigrafisi tipik transgresif bir seri oluşturmaktadır. İstif Fıçıtepe Formasyonu'nun karasal çakıltaşları ile başlar. Fıçıtepe Formasyonu Soğucak Formasyonu'na ait orta-üst Eosen sığ denizel kireçtaşları tarafından üzerlenmektedir. Bir platform karbonat birimi olan Soğucak Formasyonu, kalın silisiklastik türbiditlerden yapılı Keşan Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir. İki lokasyonda Çeltik Kireçtaşı Üyesi olarak yeni tanımlanmış ince bir derin denizel kireçtaşı istifi Soğucak ve Keşan formasyonları arasında yüzlek verir. Önceki çalışmalarda bu kireçtaşları için Geç Kretase (Ternek, 1949) veya Paleosen (Yaltırak vd., 2002) yaşları önerilmiştir. Çeltik Kireçtaşı Üyesi Üst Geç Eosen (P15-P17 zonları) yaş veren planktonik foraminifer topluluğu içeren pelajik kireçtaşları, kalsitürbiditler ve marnlardan oluşmaktadır. Çeltik Kireçtaşı Üyesi'nin alt kesimleri, P15-P16 zonlarına ait iken üst kesimleri P16-P17 zonları ile karakteristiktir. Paleontolojik veriler Trakya Havzası'nda Priyaboniyen döneminde açık deniz koşullarının olduğunu göstermiştir.

Trakya Havzası'nın Eosen-Oligosen birimleri, Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde yükselmiş, deforme olmuş ve uyumsuzlukla Neojen serileri tarafından üzerlenmiştir. Bu dönem Trakya Havzası güneyi boyunca Korudağı antiklinali ve ilişkili kıvrımların oluştuğu döneme karşılık gelmektedir. Meydana gelen sürekli deformasyon, Geç Oligosen-Erken Miyosen süresince gerçekleşen eş eksenli üst üste gelen yamulma sonucu gelişmiş geniş büklüm tipi kıvrımların oluşmasıyla neticelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyostratigrafi, büklümlü kıvrım, Geç Oligosen, Korudağı

Abstract: *Thrace Basin is a hydrocarbon bearing Eocene-Oligocene depocenter located in NW Turkey. Eocene-Oligocene shallow to deep marine deposits of the Thrace Basin crop out in the southwestern part of the basin, especially along the Korudağı anticline. The Korudağı region was studied in detail in order to define stratigraphical record of the Eocene-Oligocene units and reveal the nature of deformation by using geological mapping, biostratigraphy and structural geology. According to the new findings new lithostratigraphical unit, the* Çeltik *Limestone member, was proposed for the Thrace Basin.*

Eocene-Oligocene sequence in the Korudağı anticline forms a typical transgressive series. It starts with the continental conglomerates of the Fıçıtepe Formation. The Fıçıtepe Formation is overlain by the middle-upper Eocene shallow marine limestones of the Soğucak Formation. The Soğucak Formation is a platform carbonate succession which is overlain by a thick siliciclastic turbidites of the Keşan Formation. In two localities, a thin succession of deep marine limestones crop out between the Soğucak and Keşan formations, which are assigned to the newly defined Çeltik *Limestone Member. Previous studies suggested a Late Cretaceous (Ternek, 1949) or Paleocene (Yaltırak et al., 2002) ages for these pelagic limestones.* Çeltik *Limestone Member consists of pelagic limestones, calciturbidites and marls with abundant planktonic foraminifera, which indicate an upper Late Eocene (P15-P17 zones) age. The lower part of the* Çeltik *Limestone Member belongs to P15-P16 zones whereas upper part is characterized by P16-P17 zones. Palaeontological data indicate open marine conditions in the Thrace Basin during the Priabonian.*

Eocene-Oligocene units of the Thrace Basin were deformed and uplifted during the Late Oligocene-Early Miocene and unconformably overlain by the Neogene series. This period corresponds to formation of the Korudağı anticline and related folds along the southern part of the Thrace Basin. Progressive deformation has resulted in the formation of large buckle folds produced by the coaxial superimposed strain during the Late Oligocene-Early Miocene.

Keywords: *Biostratigraphy, buckle fold, Korudağı, Late Oligocene*

Ayhan Kayma Zonu'nun (Avanos-Nevşehir, Orta Anadolu) Yapısal Özellikleri

Structural Features of the Ayhan Shear Zone (Avanos-Nevşehir, Central Anatolia)

Ramazan Demircioğlu[1], Yaşar Eren[2]

[1]Aksaray Üniversitesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, 68100 Aksaray, Türkiye

[2]Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42075 Selçuklu, Konya, Türkiye

(ra.demircioglu@gmail.com)

Öz: Bu çalışmada Avanos (Nevşehir) kuzeybatısında Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Kırşehir Masifi'nin Paleosen-Eosen yaşlı örtü kayaçları içinde gelişmiş Ayhan Kayma Zonu'nun yapısal özelliklerinin verilmesi amaçlanmıştır. Ayhan Kayma Zonu inceleme alanında 6 km genişliğinde 10 km uzunluğundaki bir alanda yüzeylemekte ve Miyosen yaşlı karasal kayaçlar tarafından örtülmektedir. Zon, tabanda kompresyonel bir dekolman yüzeyinde birleşen BKB-DGD yönelimli ekay yapısını kapsamaktadır. Kayma zonu batıda Gümüşyazı fayı, doğuda ise Özkonak fayı ile sınırlıdır. Ekay yapısını oluşturan ardışık bindirme faylarının eğimi genelde güneye doğrudur. Bunların yanı sıra kuzeye eğimli geriye bindirmeler de gözlenir. Gevrek-sünümlü özellikteki kayma zonu içerisinde, asimetrik (S-Z şekilli) kuzeye yönelimli (vergence) kıvrımlar, düz-yokuş yapıları, dupleks yapılar, kılıf kıvrımları, kink kıvrımları ve kutu kıvrımlar gibi yapılar gözlenmektedir. Kayma zonunun en önemli yapılarını literatürde bile örneklerine ender rastlanacak mega boyutlarda gelişmiş kılıf kıvrımları (sheath folds) oluşturur. Ayhan Kayma Zonu içerisinde kılıf kıvrımlarının dilleri arasındaki mesafeler 50-60 cm'den, yaklaşık 200-250 m boyutuna kadar değişmektedir. Yöredeki kılıf kıvrımlarda ana ve ikincil dil yapıları gelişmiştir. Kılıf kıvrımlarının eksenleri 70° ye varan bükülmeler göstermektedir. Kayma zonunun ilerleyen tarzda gelişimine bağlı olarak yörede Tip-3 türü (eş-eksenli) kıvrımlanmış kıvrımlar yaygındır. Jeolojik ve yapısal veriler Paleosen-Eosen yaşlı kayaçların yaklaşık doğu-batı gidişli bir tektonik düzlem üzerinde tavan (üst) kuzeye olacak şekilde taşındıklarını ve kayma zonunun Lütesiyen sonrası-Miyosen öncesi yay-gerisi havza özelliğindeki Ayhan Havzası'nın kabuk kısalmalarına bağlı olarak kapanması sonucu oluştuğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ayhan (Nevşehir), kayma zonu, kılıf kıvrım

Abstract: *This study aimed to describe structural features of the Ayhan Shear Zone which developed in the Paleocene-Eocene cover rocks of the Paleozoic-Mesozoic Kırşehir Massif, in the northwest of the Avanos (Nevşehir, Central Anatolia). In the study area the Ayhan Shear Zone crops out as 6 km in width and 10 km in length and is covered by Miocene continental rocks. The zone consists of imbricated WNW-ESE oriented subsidiary thrust faults that are splay upward from the compressional decollement fault at the base. The Ayhan Shear Zone is bounded by Gümüşyazı fault at the west and the Özkonak fault at the east. The north verging asymmetrical (S and Z) folds, kink folds, box folds, sheath folds, duplex structures and flat-ramp structures can be widely observed in the brittle-ductile featured shear zone. Large sized sheath folds that are rare in the literature at this scale are the most prominent and striking features of the shear zone. The horizontal distances between the tongues of the sheath folds in the Ayhan Shear Zone vary from 50-60 cm to about 200-250 m. The main and secondary tongue structures were developed in the sheath folds. The hinge axes of sheath folds are highly curved and show bending up to 70°. Due to progressive development of the shear zone coaxial Type-3 refolded folds are common in the region. Geological and structural data demonstrate that the Paleocene-Eocene rocks were transported top to the north sense over the approximately east-west oriented structural plane and the shear zone was formed due to closure of the back-arc Ayhan Basin during the post Lutetian-pre Miocene crustal shortening.*

Keywords**:** *Ayhan (Nevşehir), shear zone, sheath folds*

The Major Active Faults in Afghanistan: A Review

Afganistan'daki Ana Aktif Faylar: Yeniden İnceleme

Hemayatullah Ahmadi[1,2]

[1]*Dept. of Geological Engineering and Exploration of Mines, Kabul Polytechnic University, Afghanistan*

[2]*Dept. of Remote Sensing and GIS Eskisehir Technical University, Türkiye*

(hahmadi@eskisehir.edu.tr)

Abstract: Afghanistan territory is characterized by complex geology and tectonics due to being located in the collision zone between the Gondwana-derived Indian and Arabian plates and the Eurasian plate from late Paleogene to the present. It is composed of crustal fragments that have emplaced over a long geologic time. The northern platform of Afghanistan represents the southern edge of the Turan plate related to the Eurasian plate, whereas the eastern and northeastern regions are believed to be the parts of the Indian plate.

These exotic terranes are sutured by differently oriented faults. Most of these faults are active in generating moderate to large crustal earthquakes that result in damage and destruction all around. The aim of this paper is to evaluate the major faults associated with historical earthquakes in Afghanistan in order to highlight the most tectonically active ones with their settings. The review is carried out using the previous literature, prehistoric, historic, and instrumental earthquake epicenters and depth data that caused the land deformation and casualties in the area. 11 major active faults have been selected according to the records.

The Chaman fault to the southwest of the region has the highest slip rate of 2 - 40 mm/yr and in the central part, the Hari Rud dextral strike-slip has the slip rate of 6.4 ± 2 mm/yr; however the rest of faults may have higher slip rate, but due to the militarily critical situation, no detailed investigation has been done to determine their slip rates.

Keywords: Fault, tectonic, earthquake, strike-slip, sinistral, dextral, thrust

Öz: *Afganistan toprakları, Gondwana kaynaklı Hint ve Arap plakası ile Avrasya plakası arasındaki çarpışma bölgesinde, geç Paleojenden günümüze kadar olan karmaşık bir jeoloji ve tektonik ile karakterize edilmektedir. Uzun bir jeolojik dönem boyunca yerleşmiş kabuk parçalarından oluşur. Afganistan'da yer alan kuzey platformu, Avrasya plakasıyla ilişkili Turan plakasının Güney kenarını temsil ederken, Doğu ve kuzeydoğu bölgelerinin ise Hint plakasının bir parçası olduğuna inanılmaktadır.*

Bu farklı kıta parçacıkları farklı yönlerdeki faylar tarafından sınırlanırlar. Bu fayların büyük bir kısmı aktif olup çevresinde hasar ve yıkıma neden olan orta veya büyük depremler üretirler. Bu çalışmanın amacı, Afganistan'da tarihsel depremlerle ilişkili başlıca fayları değerlendirmek ve en aktif tektonik yapıları kendi içinde vurgulamaktır. Bu değerlendirme, literatürden derlenen ve bölgedeki arazi deformasyonuna ve kayıplara neden olan tarih öncesi depremler ve derinlik verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kayıtlara göre, aktif olan 11 büyük aktif fay seçilmiştir.

Bölgenin güneybatısında gözlenen Chaman fayı en yüksek kayma hızına (2 - 40 mm/yıl) ve orta kesimlerdeki, Hari Rud sağ yanal atımlı fayı ise 6.4 ± 2 mm/yıl kayma oranına sahiptir. Bununla birlikte diğer faylar daha yüksek kayma hızına sahip olabilirler, ancak askeri açıdan riskli bölgelerde olması nedeniyle detaylı çalışma yapılamamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Fay, tektonik, deprem, doğrultu atım, sol yanal, sağ yanal, bindirme*

BÖLGESEL JEOLOJİ VE TEKTONİK

REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS

ARAL İ. OKAY – HALİL GÜRSOY – İBRAHİM UYSAL
MUALLA CENGİZ ÇİNKU

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Istranca Masifi Kuzey Kesimlerinde (KB Türkiye) Makaslama Zonu Bulguları

Shear Zone Evidence in the Northern Istranca Massif (NW Turkey)

Serdar Akgündüz, Hayrettin Koral

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(serdar.akgunduz@istanbul.edu.tr)

Öz: Istranca Masifi'nin kuzey kesimlerinde amfibolit fasiyesindeki Permo-Karbonifer yaşlı metamorfik kayaçlar ile yeşilşist fasiyesindeki Triyas yaşlı metasedimanter istif arasında sünek-yarı sünek makaslama zonu gelişmiştir. Bu zon boyunca kayaçlar milonitik-kataklastik bir doku kazanmıştır. Bu ileri derecede deforme olmuş kayaçlarda, özellikle σb-tip porfiroklastlar, makaslama-band budinleri, C' tip makaslama bandları, sintetik normal faylar, kın şekilli (sheath) kıvrımlar gibi gerilmeli tektonik rejim ile ilişkili yapılar gözlenmektedir. Makaslama zonu belirteçleri GD'ya eğimli bir makaslama zonunu, KB-GD yönlü gerilmeyi ve bu zon boyunca tavan bloğunun GD yönünde hareket ettiğini göstermektedir. Bu kinematik veriler, Istranca Masifi'nin kuzey kesimlerinin Triyas sonrasında gerilmeli bir tektonik rejime maruz kaldığını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Istranca Masifi, makaslama zonu, gerilmeli tektonik rejim, Triyas, milonitik doku

***Abstract*:** *A ductile-semi ductile shear zone is present between the Permo-Carboniferous metamorphic rocks of the amphibolite facies and the Triassic metasedimentary sequence of the greenschist facies in the northern Istranca Massif. Along this zone, the rocks exhibit a mylonitic-cataclastic texture. Structures such as σb-type porphyroclasts, shear-band budins, C' type shear bands, synthetic normal faults, sheath folds associated with an extensional tectonic regime are observed in these highly deformed rocks. The shear zone indicators show a SE-dipping shear plane, a NW-SE extension direction, and movement of the hanging block downward in the SE direction. These kinematic data indicate the northern part of the Istranca Massif underwent an extensional tectonic regime during the post-Triassic times.*

Keywords: *Istranca Massif, shear zone, extensional tectonic regime, Triassic, mylonitic texture*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Mersin Ofiyoliti (Güney Türkiye) İle İlişkili Metamorfik Taban Kayaçlarının Paleomanyetik İncelenmesi

Paleomagnetic Analysis of Metamorphic Sole Rocks Associated With the Mersin Ophiolite (Southern Turkey)

Buğra Çavdar[1,2], Antony Morris[1], Mark Anderson[1], Luca Menegon[1], Osman Parlak[3]

[1]Plymouth Üniversitesi, Coğrafya, Çevre ve Yer Bilimleri Fakültesi, Plymouth, Birleşik Krallık

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt v e Arama Dairesi Başkanlığı 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

(bugracavdar23@gmail.com)

Öz: Mersin Ofiyoliti (Toros Kuşağı), Üst Kretase yaşlı Neo-Tetis ofiyolitlerinden biridir. Bu ofiyolit tabanda bir melanj seviyesi ile başlayıp, amfibolitler, ofiyolitik kayaçlar ve epiofiyolitik örtü birimlerinden oluşur. Metamorfik taban kayaçları yitime uğrayan okyanusal plaka üzerinde oluşmuştur. Yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında metamorfik taban kayaçlarının ofiyolit tabanına yerleşmesi, yay önü açılma tektoniği etkisinde manto kamasındaki birimlerin yitime uğramaları ile ilişkilendirilmiştir. Bu tektonik etkiler ile yitime uğrayan okyanusal plaka yassılaşmıştır ve üzerinde oluşan metamorfikler ofiyolit tabanına yerleşmiştir. Bu yerleşme sürecinde ise dalan plaka üzerindeki metamorfik kayaçların önemli oranda rotasyona uğramış olduğu gözlemlenmiştir. Bu metamorfik birimler, ofiyolit tabanına yerleştikten sonra mafik dayklar tarafından kesilmiştir. Mafik dayklar ve kümülat istif öncel çalışmalarda paleomanyetik özellikleri açısından incelenmiştir. Mafik dayklar üzerinde yapılan paleomanyetik analizlere göre, metamorfik kayaçlar ve bunları kesen dayklar ile birlikte KD doğrultulu, düşük derece eğimli, yayılım eksenine paralel olarak rotasyona uğramıştır.

Bu çalışmada ise, metamorfik taban kayaçlarının dayk sokulumlarından önceki rotasyon miktarlarının, rotasyon eksen ve yönlerinin paleomanyetizma ile tespit edilmesi amaçlanmıştır. Arazi çalışmaları neticesinde, metamorfik kayaçlardan gerekli miktarda örnekleme yapılmış ve Plymouth Üniversitesi laboratuvarlarında analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu, taban metamorfiklerinin, dayklardan daha farklı bir manyetizmaya sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum erken safha tektonik rotasyonun (dalan plakanın yassılaşması) varlığını işaret etmektedir. Mersin ofiyoliti metamorfik taban kayaçlarının oluşumu ve manyetizma kazanımı esnasındaki konumu (dalan plakanın yönü, doğrultusu) bilinmediği için, standart paleomanyetik tektonik analiz yapılamamıştır. Bu nedenle, istatistiksel Monte Carlo Metodu kullanılarak metamorfiklerin dayklarla beraber maruz kaldığı rotasyonun etkisinin kaldırılıp, taban kayaçların daha önce geçirmiş olduğu rotasyonu bulmak amaçlanmıştır. Bu metot doğrultusunda, referans manyetizasyon yönü (Üst Kretase dönemi paleo-konstrüksiyonları ve paleo-enlemlerinden elde edilmiştir), metamorfiklerin manyetizasyon yönü ve güncel foliasyon kutuplarının (GD eğimli foliasyon) her biri için α_{95} aralıklarında 1000 adet rastgele nokta seçilmiştir.

Yapılan tektonik analizlere göre, metamorfik taban kayaçlarının manyetizma kazandığı esnada, yitime uğrayan okyanusal plakanın muhtemel yönelimi, muhtemel rotasyon eksenleri ve muhtemel rotasyon açıları belirlenmiştir.

Mersin ofiyoliti metamorfik taban kayaçları, DKD doğrultusunda 30°-40° derecelik bir açıyla yitime uğrayan bir plaka üzerinde manyetizasyon kazanmıştır. Metamorfik taban kayaçları dayk sokulumlarından önce toplam 70° kadar KKB doğrultulu orta eğimli eksen çevresinde, saat yönünün tersine rotasyona maruz kalmıştır. 30°-40° kadar bir rotasyon ofiyolit tabanına yerleşmesine yetecek iken, geriye kalan 30°-40°lik rotasyon ise diğer yönlerdeki rotasyonlarla ilişkilendirilmiştir. Bu sonuçlar, iki evreli olacak şekilde metamorfik taban kayaçlarının rotasyona uğradığını gösteren modeller ile uyumludur. İlk evre, yitime uğrayan plakanın yassılaşmasına bağlı saat yönünün tersine bir rotasyonu işaret eder. Metamorfik taban kayaçlarının ofiyolit tabanına yerleşmesinden ve dayk sokulumlarından sonra yay önündeki sıyrılma faylarının etkisinin devamı ile ikinci bir rotasyona uğradığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mersin ofiyoliti, ofiyolit tabanı metamorfik taban kayaçları, paleomanyetizma, yitim zonu

Abstract: *The Mersin ophiolite (Tauride Belt, southern Turkey) is a Late Cretaceous Neo-Tethyan suprasubduction zone ophiolite. As a whole succession, from bottom to top, it mainly consists of ophiolitic mélange, sole rocks (predominantly amphibolites), ophiolitic rocks and sedimentary cover units. The sole rocks are inferred to have formed at the top of the down-going plate during subduction. A recent model for exhumation of such rocks from high P-T conditions involves slab flattening caused by removal of material from the mantle wedge during fore-arc spreading and extensional tectonic activities during spreading, implying significant rotation of the sole after formation. These sole rocks were cut by mafic dykes after emplacement beneath the ophiolite itself. These dykes and cumulates were already studied by using their paleomagnetism. Previous paleomagnetic analysis of non-metamorphosed dykes cutting the Mersin sole rocks indicates a ~45° clockwise rotation of the sole and dykes around a NE-trending, shallowly plunging, ridge-parallel axis.*

This study aims to quantify any potential rotation of the Mersin sole rocks prior to dyke intrusion to test models of sole exhumation. Sufficient numbers of sole rock samples were collected as blocks during the fieldwork period and they were analyzed in the Plymouth University laboratories. The amphibolites carry a stable magnetization that is statistically different from that of the dykes, providing evidence for an earlier phase of rotation. However, tectonic interpretation of these data in the absence of paleohorizontal markers cannot be achieved by using standard paleomagnetic tilt corrections. Therefore, a Monte Carlo approach was used to model potential net tectonic rotation axes after back-stripping the later rotation of sole-hosted dykes from the paleomagnetic and structural data and by incorporating statistical uncertainties into the analysis. In this method, 1000 randomly selected estimates of each input vector which are reference magnetization direction (paleo-constructions and paleo-latitudes of Late Cretaceous period), magnetization vector of sole rocks and present pole to foliation directions (dip towards mainly SE) were calculated that lie within the confidence limits (α95).

Results suggest that the sole acquired its remanence over the subducting plate while the metamorphic foliation dipped moderately (~30-40°) to the ENE and underwent an early phase of ~70° (each direction included) anticlockwise rotation around an inclined, NNW plunging axis, before the dyke intrusions. Even if the rotation with ~30-40° might have been enough to weld the sole rocks beneath ophiolite, the remaining rotation (~30-40°) is associated with the rotation around different axes. These solutions are consistent with a two-stage model involving an earlier phase of exhumation by slab flattening and rotation followed by a later spreading-related rotation with the dykes cutting cross around a ridge-parallel axis after accretion of the sole to the base of the lithosphere (and future ophiolite) due to continuation of the detachment faulting.

Keywords: *Metamorphic sole rocks, paleomagnetism, subduction zone, the Mersin ophiolite*

Geme Kompleksi: Orta Pontidlerde Bir "Roof Pendant" Örneği

The Geme Complex: A "Roof Pendant" Example from the Central Pontides

Ali Ergen, Alper Bozkurt, Ercan Tuncay, Tolga Esirtgen

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ali.ergen@mta.gov.tr)

Öz: Geme Kompleksi Orta Pontidlerde, Küre (Kastamonu) kuzeybatısında yer alan magmatik ve metamorfik kayaçlardan oluşan bir kütledir. Geme Kompleksi'ne ait birimlerin Orta Jura'da 720±40 °C sıcaklık ve 4±1 kbar basınç altında üst amfibolit-alt granulit fasiyesinde metamorfizma geçirdiği ve yine Orta Jura yaşlı metamorfik olmayan granitler tarafından kesildiği bilinmektedir.

İçerisinde hem magmatik hem de metamorfik birimlerin yer alması sebebiyle Geme Kompleksi, farklı çalışmalarda farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bu çalışma, Geme Kompleksi'nin oluşum mekanizması üzerine yeni bir görüş ortaya koymaktadır. Geme Kompleksi Orta Jura yaşlı metamorfik olmayan granit, granodiyorit ve damar kayaçlarından oluşan magmatik bir kütle ile bunun üzerinde yamalar şeklinde kalmış metamorfik birimlerden oluşmaktadır. Metamorfik birimlerin büyük çoğunluğu amfibolit, paragnays, mikaşist vb. üst amfibolit-alt granulit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kayaçlardan oluşmaktadır. Bunun yanı sıra, Geç Triyas yaşlı Akgöl Formasyonu'na ait fillitler yer yer bu kütle içerisinde gözlenmektedir.

Egemen kütlenin magmatik birimlerden oluştuğu bölgede metamorfik birimler bu magmatik kütle üzerinde irili ufaklı parçalar veya bu magmatik kütle içerisinde ksenolitler şeklinde gözlenmektedir. Bu haliyle Geme Kompleksi bir "roof pendant" yapısı sunmaktadır. Bu yapının oluşumu, metamorfizma sonrası magmanın yukarı doğru hareketi sırasında yaşlı birimlerin bir kısmını bünyesine katması, bir kısmını da yükselterek üzerinde yamalar şeklinde korumasıyla açıklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Amfibolit, Geme Kompleksi, Orta Jura, roof pendant

Abstract: *The Geme Complex, which is located in the northwest of Küre (Kastamonu in the Central Pontides, is a body consisting of magmatic and metamorphic rocks. It is known that in the Middle Jurassic the complex was metamorphosed at upper-amphibolite to lower-granulite facies conditions of 720±40 ºC and 4±1 kbar, and also that it was intruded by the Middle Jurassic non-metamorphic granites.*

The Geme Complex has been defined in different ways due to including both igneous and metamorphic rock units. This study suggests a new idea on the development mechanism of the Geme Complex. The complex is formed by an igneous body that consists of Middle Jurassic non-metamorphic granite, granodiorite, dikes, and pendant metamorphic rocks situated on the body. A great majority of the metamorphic units are the rocks that experienced metamorphism at upper-amphibolite to lower-granulite facies such as amphibolite, paragneiss, and micaschist. Besides, the phyllites of Upper Jurassic Akgöl Formation are occasionally observed in the body.

In the region, which is dominated by igneous rock units, metamorphic rocks are observed as either the remnants of various sizes on the igneous body or xenoliths within the body. The Geme Complex represents a roof pendant structure by these features. This structure is explained by that after metamorphism, some parts of the older units are entrained by the ascending magma, while the other parts are uplifted and remain as remnants.

Keywords: *Amphibolite, the Geme complex, Middle Jurassic, roof pendant*

ÇEVRE JEOLOJİSİ
ENVIRONMENTAL GEOLOGY

ALİ YILMAZ – İRFAN YOLCUBAL – DİLEK TÜRER
PROSUN BHATTACHARYA

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Madencilikle İlgili Kimyasal Çevre Kirleticilerin Risk Değerlendirmesi: Toksikolojik Yaklaşım

Risk Assessment of the Mining-Related Environmental Chemical Pollutants: A Toxicological Approach

Ali Esat Karakaya

European University of Lefke, Northern Cyprus

(aekarakaya@gmail.com)

Öz: Maden işletme, cevher zenginleştirme, metal tasfiyesi ve kazanılması gibi işlemler sırasında toprak, su veya havaya çeşitli kimyasalların emisyonu olabilir. Tüm kimyasallar gibi madenciliğin neden olduğu kimyasal kaynaklı çevre kirleticilerin de insan sağlığı ve çevreye zararının minimize edilerek yönetilmesi bilime dayalı regülasyonların uygulanması ile mümkündür. Günümüzde insan sağlığı ve ekosistemi koruma amaçlı regülasyonlar risk bazlıdır ve çıkış noktası risk değerlendirmedir

Risk değerlendirme incelenen kimyasalın toksisitesi ve maruz kalınan miktar arasındaki ilişkininin formüle edilmesi esaslıdır. Bir cümle ile ifade edilen bu ilişkinin arkasında toksisitenin belirlenmesi için çok yönlü bilimsel araştırmalar ve maruz kalmanın araştırılması için de yoğun saha çalışmaları vardır.

Risk değerlendirmesinin esasları ilk olarak 1983 yılında Birleşik Devletler Bilimler Akademisi tarafından ortaya konulmuştur. Risk değerlendirme metodolojisi bugün risk analizi olarak adlandırılan birbirleri ile ilişkili üç çalışmanın bilim ayağını oluşturmaktır. Diğer iki aktivite risk değerlendirmenin çıktılarını kullanan ve kamu otoritesi tarafından yürütülen risk yönetimi ve paydaşlar arasında interaktif bilgi paylaşımı esaslı risk iletişimidir. Bu üçlü sistem bir arada ve etkin çalışmaz ise ülkemizde de çok sayıda örnekleri bulunan sorunlar oluşur.

Bu sunum kimyasaların risk analizi, risk değerlendirme ve yönetim aracı olarak regülasyon değerlerine ulaşma metodolojisinin dayandığı prensipler üzerinde olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel kirleticiler, risk değerlendirme

Abstract: *During mining activities such as mine operation, ore enrichment, and mineral refining and recovery, there may be emissions of various chemical pollutants to soil, water or air. As with all chemicals, it is possible to manage environmental pollutants generated during mining activities by minimizing their harm to the human health and the environment through applying science-based regulations. Today, regulations protecting human health and ecosystems are risk-based and the starting point is risk assessment.*

Risk assessment is based on formulating the relationship between the pollutant toxicity and the exposure amount. Behind this relationship, which is expressed above with a single sentence, there lies complex scientific research to determine toxicity and intensive field studies to investigate exposure.

The principles of risk assessment were first introduced in 1983 by the United States National Academy of Sciences. Risk assessment constitutes the scientific step of three interrelated processes known collectively as risk analysis today. The other two processes are, risk management carried out by public authorities using the outputs of risk assessment and risk communication based on interactive information sharing among stakeholders. Multiple problems will arise if this triple system fails to function collectively and effectively, as frequently experienced in our country.

This presentation will focus on the principles of risk assessment and the methodology of establishing regulatory values for management of chemicals.

Keywords: *Environmental pollutants, risk assessment*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sürdürülebilir Çevre için Küresel Politikalar ve Yerbilimleri

Global Policies and Earth Sciences for Sustainable Environment

Nilgün Okay

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (okayn@itu.edu.tr)

Öz: Sürdürülebilirlik ortak geleceğimiz için en temel sorundur. Doğal çevrenin değerinin ihmal edildiği ve kaynaklarının plansızca tüketildiği durumla karşı karşıyayız. Başta su kaynakları ve enerji için madenlere olan bağımlılığın yol açtığı çevresel etkiler hem dünyamızın hem de dünyadaki yaşamımızın sürdürülebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Doğal tehlikelerle etkileşen çevresel faktörlerin neden olduğu büyük kayıp ve zararlara yol açan iklim değişikliği ve afetler sürdürülebilirlik için sorun oluşturmaktadır. Sürdürebilirlik hem geçim kaynağı hem de afet dirençliliğini sağlayan ekosistemlere bağlıdır. Bu gelişmeye paralel geçmişin sonuçlarıyla çok yakın gelecekte baş edilmesi daha da zorlaşacaktır. Ekosistemlerin hızla bozulmasına yol açan durumlarla başa çıkmak ve etkilerini azaltmak için küresel politikalar gerekmektedir. Bu amaçla 2015 yılında Birleşmiş Milletlere üye ülkeler tarafından Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH), Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi (SFDRR) ve İklim Değişikliği Paris Anlaşması (COP21) insan faaliyetlerinin doğal çevre ile etkileşimlere yönelik yol haritası Ajanda 2030 geliştirilmiştir. Afetlere dirençlilik (risk azaltma, iklim değişikliği adaptasyonu) bakımından acil çözüm bekleyen sorunlara kentlerin hem fiziksel iyileşmesi hem de yerel sürdürülebilirliğinin sağlanması küresel hedeflerin gündemindedir. Sürdürülebilir doğal çevrenin korunmasına ilişkin sorunlar karmaşıktır. Bu karmaşıklık, farklı yaklaşımlarla çok disiplinli yeni çözümler gerektirmektedir. Bu küresel, bölgesel ve yerel sorunlarla baş edebilmek için farklı işbirliği seviyesine transdisipliner çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yerel sürdürülebilirlik sorunlarının çözümünde yerbilimlerine ihtiyaç giderek daha da artmaktadır. Sürdürülebilirliğin kapsadığı iklim değişikliği, havza ve ekosistem korunması, su yönetimi, doğal tehlike belirleme, haritalama ve risk azaltma ile yer seçimi, arazi kullanım ve kentsel dönüşüm planlaması, kritik altyapı tesislerinin yapımı, jeolojik mirasa yönelik uygulamalarda yerbilimlerinin rolü çok açıktır. Özellikle mekânsal planlamada doğal (jeolojik ve ekolojik) yapının bütünleşik olarak değerlendirmesi, doğal çevre/kaynaklarının planlı kullanımına yönelik stratejilerinin geliştirilmesi ve etkin sürdürülebilirlik politikalarının oluşturulmasında Yer süreçleri daha iyi anlaşılmalıdır. Son zamanlarda akademik ve profesyonel kurumlar arasında önemli bir konu olan sürdürülebilirlik kavramı transdisipliner çalışmalarla geliştirilmektedir. Bu çalışmada Ajanda 2030 ile tüm sektörlerde bilimsel veriye dayalı iyileştirme ve dirençlilik sağlayacak değişime yerbilimcilerin katkısının anlam ve gerekçeleri sunulmaktadır. Araştırma sürdürülebilirliğin biyolojik ve çevre bilimleri disiplinlerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Sürdürülebilirliğin tanımı, sürdürülebilirliğin üç temel ekonomi, doğal çevre olarak ekoloji ve sosyal alanıyla ilgili olduğu fikri etrafında birleşmektedir. Doğal çevre bileşeninde yerbilimlerinin temsili diğer alanlara göre zayıf kalmaktadır. Diğer bir konu da bu süreçler yerbilimcilere sorumluluklar yüklemektedir. Hem afetlere karşı dirençlilik hem de sürdürülebilirlik konularına henüz aşina olunmadığı gibi sosyal jeoloji kavramı da yaygınlaşmamıştır. Bu nedenle, yeni nesil yerbilimcilerin bilinçli olarak yetişmesi için, profesyonel

ve akademik kuruluşlarımızın eğitim müfredat ve gündemlerine sürdürülebilirliğin dâhil edilmesi önemlidir. Toplumun güvenlik ve sağlığı ile iklim değişikliği gibi karmaşık konulara sosyal jeoloji yeni bir bakış açısı getirmektedir; jeolojik bilgi birikiminin uygulamada daha iyi anlaşılmasını, kullanımının yaygınlaşmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, dirençlilik, küresel hedefler, sosyal jeoloji, sürdürülebilirlik, transdisipliner çalışmalar

Abstract: *Sustainability is the most fundamental problem for our future. We are faced with the situation where the value of the natural environment is neglected and its resources are consumed unplanned. Our dependences on water resources and minerals for the energy cause the environmental impacts that effect the sustainability of Earth and our lives on Earth. Climate change and disasters caused by environmental factors interacting with natural hazards, constitute a problem for sustainability. Sustainability is dependent on ecosystems that ensure livelihood and also disaster resilience. Parallel to this development, the results of the past damages and effects will be more difficult to overcome in near future. Global policies are needed to deal with and mitigate the situations that lead to the rapid environmental degradation. In 2015, by the member states of the United Nations countries the Sustainable Development Goals (SDGs), the Sendai Disaster Risk Mitigation Framework (SFDRR) and the Paris Agreement on Climate Change (COP21) for interactions of human activities with the natural environment, Agenda 2030 a roadmap was developed. Both the physical recovery and local sustainability are on the agenda of global goals in terms of disaster resilience (e.g. risk reduction, climate change adaptation). Problems related to the protection of the sustainable natural environment are complex. This complexity requires new multidisciplinary solutions with different approaches. Different levels of cooperation and transdisciplinary studies are needed to cope with these global, regional and local issues. The need for geosciences in solving local sustainability problems is increasing. In the applications covered by sustainability such as, earth sources and ecosystem protection, water management, natural hazard identification, mapping and risk reduction and site selection, land use, urban renovation and construction of critical infrastructure facilities, the role of geosciences is very clear. Earth processes should be better understood especially in spatial planning in terms of integrated assessment of natural (geological and ecological) structure, development of strategies for the use of natural environment/resources and effective sustainability policies. Recently, the concept of sustainability as an attractive issue has been developed through transdisciplinary studies by academic and professional institutions. In this study, the meaning and reasons of the contribution of earth scientists that will provide mitigation and resilience based on scientific data are presented. The research shows that sustainability is concentrated in the disciplines of biological and environmental sciences. The definition of sustainability generally covers around economy, ecology as a natural environment and sociology. The representation of geosciences in the natural environment component is weak compared to other fields. Another issue is that geoscientist have responsibilities in these processes. The concept of social geology has not become widespread, as it is not yet familiar with both disaster resistance and sustainability issues. For this reason, it is important to include sustainability issues into the curriculum and agendas of our professional and academic institutions in order to educate the new generation geologists. Social geology brings a new perspective to complex issues such as climate change and the safety issues of society; it will provide a better understanding of the geological knowledge in practice and the dissemination of its use.*

Keywords: *Environment, global goals, resilience, sociogeology, sustainability, transdisipliner studies*

Erzincan Ovası ve Dolayının Çevre Jeolojisi ve Planlanmasına Bir Yaklaşım

An Approach to the Planning and Environmental Geology of Erzincan Plain and its Surroundings

Doğuş Boz[1], Ali Yılmaz[2]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140 Sivas, Türkiye

[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

(dogusboz@outlook.com)

Öz: Erzincan ovası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat havzasında, deprem, heyelan, çığ, sel ve taşkın gibi doğa kaynaklı risklerin tehdidi altında olan bir yörede yer almaktadır. Erzincan, tarihi boyunca çeşitli büyüklüklerde depremlere sahne olmuştur. 1939 ve 1992 yıllarında oluşan depremler, insanlar ve yapılar üzerinde önemli derecede can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Sunulan çalışmada Erzincan Ovası ve yakın dolayının bölgesel ve yerel jeolojisi ışığında jeomorfolojisi, hidrojeolojisi, doğal kaynakları, arazi yetenek değerlendirmesi, günümüzdeki arazi kullanımı gözetilerek çevre jeolojisi ortaya koyulmuş ve buna bağlı olarak geleceğe yönelik arazi kullanım planlaması değerlendirilmiştir. Çalışmanın ana konusunu oluşturan çevre jeolojisi çerçevesinde yörenin çevresel sistemleri tanımlanmıştır. Bu sistemler başlıca Erzincan Ova Sistemi, Ergandağı Sistemi, insan faaliyetleri sonucu değişime uğramış sistem olup, ayrıca her sistemi karakterize eden çevresel birimler ayırt edilmiştir. Böylece 26 çevresel birim, genel ve indeks özellikler ile doğa kaynaklı riskler açısından tanımlanarak, bu birimlerin arazi yetenek değerlendirmesi yapılmıştır. Arazi yetenek değerlendirmesi 10 adet arazi kullanım biçimi gözetilerek gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Erzincan Ovası'nın ve yakın dolayının çevre jeolojisi ışığında, doğa kaynaklı risklerin egemen olduğu bu bölgenin, geleceğe yönelik planlamasında gözetilmesi gereken hususlar ortaya koyulmuştur. Günümüzdeki arazi kullanım biçimleri gözden geçirildiğinde yörede yeni bir planlamaya gereksinim olduğu anlaşılmaktadır. Öngörülen planlama esas alınırsa, çevresel sorunların büyük bir bölümünün denetlenip, Erzincan Ovası ve dolayının korunması da mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanım planı, çevre birimleri, çevre jeolojisi, çevresel sistemler, Erzincan Ovası

Abstract: *Erzincan plain is located in the area, where earthquakes, landslides, avalanches, floods and other natural disasters are mainly dominant in the upper part of Fırat River basin in the East Anatolian Region. Earthquakes of various magnitudes occurred throughout the history of Erzincan. Earthquakes occurred in the 1939 and 1992 years led to the many casualties and lost of the properties. In the present study, in the light of regional and local geology of Erzincan Plain and vicinity considering -- its geomorphology, hydrogeology, natural resources, land-use capability, current land-use its environmentel geology has been presented—and related future land use planning has been evaluated. Environmental sistems have been defined in the frame of environmental geology. These sistems are mainly Erzincan Plain System, Ergandağ System and Man-made or Antropogenic System. Environmental units that characterize each system have been identified. Thus, land-use capabilities of 26 environmental units have been evaluated depending on their general properties, index characteristics and natural disaster risk. The evaluation of land-use capabilities have been carried out on the basis of 10 land-use forms. The matters, which are necessary to be considered towards to the planning of the region in the future, have been presented. Based on recommended plan, it is possible to control a great deal of environmental problems and protect the Erzincan Plain and surroundings, as well.*

Keywords: *Environmental geology, Erzincan Plain, environmental systems, environmental units, land use planning*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sivas'ta Jips Kaynaklı Doğal Tehlikelerin ve Çevre Sorunlarının Kentleşme Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi

Assessment of the Effects of Gypsum-Induced Natural Hazards and Environmental Problems on Urbanization in Sivas (Turkey)

Sevda Özel

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye
(sozel@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: Sunulan çalışma, evaporit grubu minerallerden jipslerin, kentsel yapılar ve zeminler üzerinde meydana getirdiği doğa kaynaklı tehlikeleri ve çevre sorunlarını içerir. Söz konusu tehlikeler ve sorunlar, başlıca jipsli alanlarda doğal olarak gelişen karsta özgü deformasyonlar (çözünme alanları ve boşlukları, çatlak, kırık) ve jipsin suyla teması sonucunda çözünme ile gelişen tuzlanma, korozyon, toprak ve su kirliliği sorunlarıdır. Sivas'ta da insan yaşamını kolaylaştıran (yol, kanalizasyon, gömülü boru/hat, binalar, park gibi) yapıların jipsli alanlarda da yer almasından kaynaklanan çeşitli sorunlar ve riskler olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarla, jipsli birimlerin insan/bitki/hayvan yaşamına ve çevreye etki eden doğal tehlikeleri ve çevresel etkileri olduğunu kanıtlamıştır. Ayrıca, jipsli alanlar ve yakın çevresindeki yaşam ortamlarında, yaşam/yaşam ortamı kalitesinin ve sürdürülebilirliğinin azaldığı ve jipsli alanlarda ve yakın çevresinde yeraltı suları, yüzey suları ile verimli topraklar, doğal olarak kirlilik ve erozyon tehdidi altında olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, yer seçiminde dikkat edilmemesi durumunda, jipsli alanlarda her zaman doğa kaynaklı tehlikeler ve çevresel riskler oluşacaktır. Bu sorunların ayrıntılı jeolojik ve jeofizik çalışmaların yapılmasıyla önlenebileceği tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çevre sorunları, doğal tehlike, jips, karst, Sivas (Türkiye)

***Abstract*:** *Presented study includes natural hazards and environmental problems caused on the grounds and urban structures by gypsums of evaporites. These problems are karst-specific deformations (caves, fractures, cracks) naturally occurring in gypsum areas, and the problems of salinization, corrosion, erosion, soil and water pollution, which occur as a result of dissolution caused by the contact of gypsum with water. In particular, It was determined that there are various problems and risks arising from the presence of gypsum areas on the structures (such as roads, sewers, buried pipes / lines, buildings, parks), which facilitate human life, in Sivas. The studies realized, have shown that gypsum units host natural hazards and environmental impacts affecting human / plant / animal life and living environments. In addition, it has been determined that the quality and sustainability of the living / living environment is reduced in gypsum-based areas and nearby living environments and that in gypsum-based areas and in the vicinity, groundwater, surface waters and fertile soils are naturally threatened by pollution and erosion. As a result, if the site selection is not taken into consideration, there will always be natural hazards and environmental risks in gypsum areas. It will be discussed that these problems can be prevented by performing detailed geological and geophysical studies.*

Keywords: *Environment problems, gypsum, karst, natural hazard, Sivas (Turkey)*

Ankara'nın Gölbaşı İlçesi Dolayındaki Mogan-Eymir Göllerinin Çevresel Sorunları ve Öneriler

Environmental Problems and Suggestions of Mogan and Eymir Lakes Around the Gölbaşı District of Ankara

Sücaattin Baran

Menekşe 1 Sok.8B/23 Kızılay, 06420 Çankaya, Ankara, Türkiye

(sbaran59@hotmail.com)

Öz: Sanayi Devrimi sonrasında son yüzyılda gelişen teknoloji, hızlı üretim artışını ve çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Sonuçta, doğal kaynak kullanımı artmış ve atıklara dair sorunlar büyümüştür. Ülkemizde de benzeri sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin, Ankara Metropolitan alanın yaklaşık 20 km güneyinde yer alan Mogan-Eymir Gölleri ve yakın dolayı yoğun kirlilik tehdidi altındadır. Dolayısıyla bu bölge Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiştir. 1990 yılında, bu göllerin doğal durumlarının korunması amacıyla bazı planlama çalışmaları başlatılmıştır. Halen Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü ve DSİ Genel Müdürlüğü tarafından bu çalışmalar devam etmektedir. Mogan Gölü Havzasında gölü besleyen akarsuların hidrolojik özellikleri ve su kalite parametreleri ölçülmüştür. Bu parametrelere dayanılarak derelerin kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda yüzey ve yeraltı sularının potansiyeli ve göllerin mutlak, kısa, orta ve uzun mesafe koruma alanları ve söz konusu gölleri tehdit eden kirlilik kaynakları ile kirlilik parametreleri tanımlanmıştır. Bu parametreler, fiziksel, organik- inorganik, kimyasal ve bakteriyolojik olmak üzere ölçülmüştür. Ortaya koyulan bilgiler çerçevesinde, Mogan ve Eymir göllerinin doğal olarak varlıklarını sürdürmeleri için öngörülen planlama ve öneriler tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Çevre sorunları, Mogan-Eymir gölleri, planlama

Abstract: *The technology that developed in the last century after the Industrial Revolution brought about rapid production increase and diversity together. As a result, the use of natural resources has increased and the problems related to wastes have grown. There are similar problems in our country. For example, the Mogan-Eymir Lakes, which are located approximately 20 km the south of the Metropolitan area of Ankara, are threatened by intense pollution. Therefore, this area has been declared as the Special Environmental Protection Area. Some planning studies were initiated to protect the natural conditions of these lakes, in 1990. Currently, these studies are continuing by General Directorate of Protection of Natural Assets and also General Directorate of DSI. Hydrological characteristics and water quality parameters of the streams feeding the Mogan Lake Basin were measured. On the base of these parameters, pollution loads of rivers were calculated. In these studies, the potential of surface and ground waters and absolute, short, medium and long distance protection areas of the lakes and the pollution parameters with pollution sources threatening these lakes are defined. These parameters were measured as physical, organic-inorganic, chemical and bacteriological. Within the framework of the these studies, the planning and suggestions for the natural survival of Mogan and Eymir lakes will be discussed.*

Keywords: *Environmental problems, Mogan-Eymir lakes, planning*

Madenlerde Sürdürülebilir Rehabilitasyon

Sustainable Rehabilitation in Mines

Abdülkerim Aydındağ[1], Alper Demirbugan[2]

[1]Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 06530 Çankaya, Ankara

[2]Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı 06530 Çankaya, Ankara

(abdulkerim.aydındag@mta.gov.tr)

Öz: Sürdürülebilir madencilik, madencilik çevrimi boyunca yer alan faaliyetlerin gelecek kuşakların sosyal, çevresel ve ekonomik ihtiyaçlarının göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmesidir. Rehabilitasyon madencilik çevriminin ayrılmaz bir parçasıdır. Rehabilitasyon en genel anlamda madencilik faaliyeti ile bozulan ekosistemin iyileştirilmesidir. Gelişen iyileştirme yaklaşımında(progresif rehabilitasyon) madencilik ve rehabilitasyon faaliyetinin eş zamanlı olarak sürdürülmesi ön görülür. Bu uygulamayla çevresel risk ve maliyet minimize edilmektedir. Dolayısıyla sürdürülebilir madencilik ve rehabilitasyon toplumsal refah açısından önem taşımaktadır. Sürdürülebilirlik ve maden sahalarının rehabilitasyonuna yönelik proje çalışmalarının gereği başta Anayasa olmak üzere 11 ve 10. Beş Yıllık Kalkınma Plan dokümanları, 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporunda vurgulanmaktadır.

Gelişen iyileştirme, kapatma aşamasındaki maliyetleri ve çevrimin son aşamalarında büyük miktarda malzemenin kullanılmasını azaltır. Gelişen iyileştirmenin avantajları aşağıdaki gibidir.

-Rehabilitasyon harcamasının işletme dönemi sonu yerine bölümler halinde ve daha önce yapılması nedeniyle parasal yükümlülükte azalama sağlanır. Bu durumda işletme alacakları ve yükümlülükleri arasındaki fark olan ‘defter değeri’ azalmaktadır. İşletmenin kredibilitesi artar.

- Rehabilitasyon işletme giderleri arasında yer aldığından kurumlar vergisi avantajı sağlar.

-İşletmenin erken döneminde ekonomik fayda sağlayarak nakit akımları profilini avantajlı duruma getirir.

-Uzmanlaşmayı arttırır.

Bu bildiride sürdürülebilir madencilik ve rehabilitasyon yaklaşımı incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler : Progresif rehabilitasyon, madencilik, sürdürülebilirlik

***Abstract**: Sustainable mining is the realization of the activities taking place throughout the mining cycle, taking into account the social, environmental and economic needs of future generations. Rehabilitation is an integral part of the mining cycle. Rehabilitation is the improvement of the ecosystem, which is generally disrupted by mining activity. In the continuous rehabilitation approach (progressive rehabilitation), it is imposed that mining and rehabilitation activities should be carried out simultaneously. With this application, environmental risk and cost are minimized. Therefore, sustainable mining and rehabilitation are important for social welfare. The necessities of the project works for sustainability and rehabilitation of the mine sites are emphasized in the 11th and 10th Five-Year Development Plan documents, in particular the Constitution, and the 10th Five-Year Development Plan in the report of the Specialized Commission on Mining Management.*

Progressive rehabilitation reduces the costs during the closure phase and the use of large amounts of material in the final stages of the cycle. The advantages of progressive rehabilitation can be customized as follows.

- Monetary obligation is reduced as rehabilitation expenditure is made before the end of the operating period. In this case, the 'book value', the difference between operating receivables and liabilities, decreases. The credibility of the business increases.

- Since cost of progressive rehabilitation is among the operating expenses, it provides corporate tax advantage.

- Makes the cash flow profile advantageous by providing economic benefit in the early period of the enterprise.

- Increases specialization.

This paper examines the sustainable mining and rehabilitation approach.

***Keywords:** Progressive rehabilitation, mining, sustainability*

Batman Şehir Merkezinin Toprak Kirliliğinin Araştırılması

Investigation of Soil Pollution in Batman City Center

Nurcan Gümüş Kıral[1], Hacı Alim Baran[2]

[1]Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye

[2]Batman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 72100 Batman, Türkiye

(alimbaran@gmail.com)

Öz: Batman ili şehir merkezinde çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ardalanmasından oluşan Üst Miyosen-Alt Pliyosen Şelmo Formasyonu gözlenmektedir. Mücavir alandan toplanan toprak ve dere sedimanı örneklerinin jeolojik özellikleri belirlenerek, örneklerin ağır metal kirlilik seviyeleri araştırılmış ve Batman şehir merkezinin kirlilik dağılımları belirlenmiştir.

Kirlilik değerlendirilmesi kapsamında jeobirikim indeksi (Igeo), zenginleşme faktörü (EF) ve kirlilik indeksi (PI) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda coğrafi bilgi sistemleri programları yardımıyla element dağılım ve kirlilik parametrelerine ait haritalar oluşturulmuştur. Jeobirikim indeksi sonuçlarına göre örnekler; kirlenmiş-orta derecede kirliden aşırı-çok aşırı kirliye değişen kirlenme değerleri sunmaktadır. As, Sb ve Mo elementleri için aşırı-çok aşırı kirli düzeyinde kirlilik değerleri belirlenmiştir. Zenginleşme faktörü açısından örnekler az zenginleşmeden çok aşırı zenginleşmeye değişen değerler sunmaktadır. Bazı örneklerin As ve Sb elementleri açısından çok aşırı zenginleşmeye sahip oldukları tespit edilmiştir. Kirlilik indeksi sonuçlarına göre örneklerin kirlenmemişten (düşük kirlilik seviyesi) kuvvetli kirlenmeye değişen bir yelpaze sunduğu gözlenmiştir. Diğer indekslere benzer şekilde, As, Mo ve Sb elementleri kirlilik indeksi açısından da en yüksek (kuvvetli kirlenmiş) indeks değerlerine sahiptir.

Kirlilik hesaplamada kullanılan Jeobirikim indeksi, zenginleşme faktörü ve kirlilik indeksi değerlerine göre Batman ili şehir merkezine ait toprak örneklerinde farklı derecelerde kirlenmenin gözlendiği, özellikle As, Sb ve Mo elementlerinin her parametre için en yüksek derecede kirlilik değerleri sunduğu tespit edilmiştir. Bir elementin kirlilik değerlerinin yüksek olması her zaman sağlık açısından tehlike arz ettiği anlamına gelmemektedir. Bu yüzden inceleme alanına ait değerlerin Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve WHO gibi standartlar ile karşılaştırılması sonucunda sadece As elementinin sağlık açısından izin verilen sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Batman, kirlilik indeksleri, toprak kirliliği

Abstract: *Upper Miocene-Lower Pliocene aged Selmo Formation consists of conglomerate, sandstone and siltstone lays down in Batman city center. Geological properties of soil and alluvium sediments were obtained on specimens collected from adjacent area. The heavy metal pollution levels of the samples were investigated and pollution distributions of the Batman city center were specified.*

Geo-accumulation index (Igeo), enrichment factor (EF) and pollution index (PI) calculations were performed within the scope of pollution assessment. Pollution and element distribution maps were created with geographical information system softwares. Geo-accumulation index results showed contamination values ranging from contaminated-moderately contaminated to extremely-very extremely contaminated. As, Sb and Mo contents of the samples presented extreme to very extreme levels of contamination. Samples showed enrichment factor ranging between slight to extreme. Some of the samples had very extreme enrichment in terms of As and Sb elements. The samples offered pollution index values ranging between unpolluted (low level of pollution) to strongly polluted. Similar to other indexes, As, Mo and Sb had the highest (strongly contaminated) index values in terms of pollution index.

Geo-accumulation index, enrichment factor and pollution index values used for pollution calculations, and it was found that there were different degrees of pollution (especially high values in As, Sb, Mo) in soil samples belonging to city center of Batman. High pollution value for an element does not always mean it can cause health hazard. As a result of the comparison of the study area values with the standards such as Soil Pollution Control Regulation and WHO, it was determined that only Arsenic element is above the health permissible exposure limit.

Keywords: *Batman, heavy metal, pollution indeces, soil pollution*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Taşocağı İşletmelerinin Yarattığı Çevre Sorunları ve Denetimi: Ankara'dan Örnekler

Environmental Problems Caused by Quarry Enterprises and Their Control: Examples from Ankara

Rıza Soypak

Ankara Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye
(rizasoypak@gmail.com)

Öz: Ankara sınırları içinde bulunan Dikmen, Kıbrıs ve Kutludüğün taşocakları irdelenmiştir. Bu ocaklarda işletme sırasında ve sonrasında meydana gelen çevre sorunları ele alınmıştır. Bu sorunlardan özellikle patlayıcıların etkisi ve gürültü kirliliği, şev duraysızlığı ve görüntü kirliliği, yeraltı ve yerüstü su kirliliği, toprak kirliliği, hava kirliliği ve yollarda meydana gelen bozulmalar değerlendirilmiştir. Söz konusu sorunların çözümü için daha önce ayrıntılı jeolojik çalışmanın gerekliliği ve önemi vurgulanmıştır. Örneğin, çalışma alanında yeraltı suyu akiferleri tanımlanmalı ve bölgenin hidrojeoloji haritası yapılmalıdır. Taşocağı işletmesi taban kotu, yeraltı/ yerüstü su kaynaklarına zarar vermeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Ortaya çıkan atıklara uygun seçenekler üretilmelidir. Taşocağı işletme alanı veya yakınında bulunan heyelan, kaya düşmesi gibi doğa kaynaklı riskler dikkate alınmalıdır. Patlatma anında ve/veya konkasör makinası çalıştırılması ile ortaya çıkması olası sorunlar öngörülmelidir. Mevsimsel koşullara bağlı olarak işletmenin yanı sıra yollar sulanmalıdır. Ağır tonajlı kamyonların için ayrı yollar inşa edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Atıklar, çevre sorunları, denetim, riskler

Abstract: *Quarries of Dikmen, Kıbrıs and Kutludüğ*ün *located around Ankara were studied. Environmental problems that occurred during and after operation of these quarries were discussed. Especially the effects of explosives and noise pollution, slope instability and visual pollution, underground and surface water pollution, soil pollution, air pollution and deterioration of roads were evaluated. The necessity and importance of detailed geological study was emphasized in order to solve these problems. For example, groundwater aquifers should be identified in the study area and a hydrogeology map of the area should be made beforehand. The base level of the quarry operation should be adjusted so as not to damage the ground / surface water resources. Appropriate options should be planned for the wastes. Natural risks such as landslides and rock falls in or near the quarry operating area should be considered. Any problems that may arise during blasting and / or operating a crusher must be foreseen. Depending on the seasonal conditions, roads should be irrigated as well as the enterprise. Special roads should be built for heavy tonnage trucks.*

Keywords: *Wastes, environmental problems, control, risks*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Termik Santrallerde Baca Gazı Desülfürizasyonu ve Çevresel Etkileri

Flue Gas Desulfurization and Environmental Impacts in Thermal Plants

Tevfik Fikret Tekin

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Hatay Sok., No: 21, Çankaya, Ankara, Türkiye
(tftekin@yahoo.com.tr)

Öz: Termal tesislerde kullanılan malzeme açısından çeşitli sistemler vardır: Kuru sistem, ıslak sistem ve amonyak. Türkiye'de ise elektrik santrallerinde kullanılan kahverengi kömür, düşük kül erime sıcaklığına sahiptir, bu da kömürün daha düşük sıcaklıklarda yakılmasını sağlar. Termik santrallerde kullanılan linyitlerin yüksek oranlarda kükürt (S) barındırması nedeniyle bu tesislerden büyük oranlarda kükürt dioksit (SO_2) gazı çıkmaktadır. Türkiye linyitleri kükürt ve radyoaktif madde bakımından oldukça zengindir. Desülfürizasyon tesisi olmayan termik santraller bu gazları havaya saçmakta; sonuçta havadaki nem ile etkileşime giren bu gazlar asit yağmurlarına yol açmaktadır. Bu durum insan sağlığı için bir tehdittir. Termik santrallerin yoğun olduğu bölgelerde yaşayan halkın sağlık sorunları, üst solunum yolu hastalıkları, akciğer kanserleri, kalp ve damar hastalıkları olarak yoğunlaşmıştır. Bu konuda sağlık harcamaları 2,5-3 milyar Euro olarak saptanmıştır. Desülfürizasyon tesislerinde reaktivitesi 110 olan mikritik kireçtaşları, önce belli boyutlarda (90-100 cm.) malzeme ocağından ham cevher olarak konkasör tesisine getirilir. Bu ürün, kömürün yanması sırasında pulverize olarak püskürtülür. Açığa çıkan SO_2 ile reaksiyona giren $CaCO_3$, $CaSO_4$ yani alçıtaşı olarak çıkar. Sonuç olarak, ülkemizde bol olan kireçtaşının desülfürizasyon tesislerinde bir an önce kullanılmasının sağlanması önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Çevresel etkiler, baca gazı desülfürizasyonu, termal tesisler

Abstract: *There are various systems in terms of the material used in thermal plants: Dry system, wet system and ammonia. Brown coal used in power plants in Turkey has low ash melting temperature, which enables the coal to be burned at lower temperatures. The existence of large quantities of sulfur (S) in brown coal used in power plants cause large amounts of sulfur dioxide (SO_2) emission. Brown coal in Turkey is quite rich in sulfur and radioactive material. Power plants which have no desulfurization mechanism emit these gases, as a result they interact with the moisture in air and return to the ground in the form of acid rains. This is a threat on human health. Most common health issues reported among people who live near thermal plants are upper respiratory tract infections, pulmonary cancer, cardiovascular diseases. The estimated cost attributed to these health issues is 2,5-3 billion €. Micrite limestone whose reactivity is 110 (per cent mille)is first brought as raw ore from the borrow pit in certain sizes (90-100 cm.) to the stone crusher facility. This product is sprayed out being pulverised during the burning of the coal. The reaction of the SO_2 and $CaCO_3$ gives $CaSO_4$, that is gypsum. In conclusion, it is suggested to use the limstone, which is very abundant in our country and in desulfurization plants as soon as possible.*

Keywords: *Environmental impacts, flue gas desulfurization, thermal plants*

GİRİŞ

Ülkemizde kurulu kömür yakıtlı kamu ve özel sektöre ait termik santrallerin çevre mevzuatına uymadan çalışması 14.3.2013 tarihli ve 6446 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu"nun geçici 8. maddesi ile sağlanmıştır. Düzenleme sadece "bacaya filtre takma " ile sınırlı olmayıp çok daha geniş anlamda çevresel faktörleri içeren (emisyon sınırları, katı, sıvı ve gaz atıklar, depolama, ölçme, izleme ve cezai hükümler vb.) bir bütünlük taşımaktadır.

Termik santrallerin çalışmasına izin veren mevzuat, 2019 Haziran ayından itibaren geçerli olacağı ilan edilen güncel sınır değerlerini sağlaması gerekmektedir. Baca gazı arıtma tesisleri olan eski yönetmeliklere göre inşa edilen termik santrallerin hiç birinin yeni sınır değerleri yakalaması mümkün değildir.

Termik santrallerde kullanılan linyitlerin yüksek oranlarda kükürt (S) barındırması nedeniyle bu tesislerden büyük oranlarda kükürt dioksit (SO_2) gazı çıkmaktadır. Bu durum insan sağlığı açısından tehlikelere yol açabilir. Türkiye linyitleri kükürt ve radyoaktif madde bakımından oldukça zengindir. Genelde üst Miyosen yaşlı olan bu linyitler volkanizma etkisiyle bu elementleri barındırmaktadırlar. Desülfürizasyon tesisi olmayan termik santraller bu gazları havaya saçmakta; sonuçta havadaki nem ile etkileşime giren bu gazlar asit yağmurlarına yol açmaktadır.

Absorbsiyon reaksiyonu;

$SO_2+CaO_3+1/2H_2O \longrightarrow CaSO_3.1/2H_2O+-CO_2$

Oksidasyon reaksiyonu;

$CaSO_3.1/2H_2O + ½\ O_2 +3/2\ H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_20$ (Alçıtaşı) (Sert, 1990)

Sonuç olarak, bacadan 200µg/m^3 den fazla SO_2 çıkmaması uluslararası standartlar gereğidir.

Ayrıca, sulu ve kuru sistemler ile amonyak içeren sistemler de vardır. Yaklaşık 15 yıl önce Yatağan'da SO_2 miktarı 4 misline çıkarak 800µg/m^3 değerlere ulaşmış, ilçede alarm verilmiş ve buna bağlı ölümler olmuştur. Bu konudaki en dramatik örnek, 1952 yılında Londra'da SO_2 havadaki sis yoğunluğu ile birleşerek sülfürik asit yağmuruna dönüşmüş ve 1 haftada 4.000'e yakın insan ölmüştür. Oluşan bu kirliliğe, 'Smog' ('smoke' + 'fog') terimi uygun görülmüştür (Reeves, Lenoir, 2006).

Desülfürizasyon tesislerinde reaktivitesi 110 pcm olan mikritik kireçtaşları, önce belli boyutlarda (90-100 cm.) malzeme ocağından ham cevher olarak konkasör tesisine getirilir. Tesiste yaklaşık 2 mm. Boyutuna kırılan kireçtaşı değirmenlere sokularak 5-700 µm boyutunda bir gradasyonu sağlayacak şekilde elektro filtrelerden geçirilerek silolara aktarılır. Bu ürün kömürün yanması sırasında pülverize olarak püskürtülür. Açığa çıkan SO_2 ile reaksiyona giren $CaCO_3$, $CaSO_4$ yani alçıtaşı olarak çıkar. Bu alçıtaşı bizim termik santrallerde kullanılmamakta; pasa olarak depolanmaktadır. Almanya ve diğer ülkelerde bu ürün alçıpan olarak değerlendirilmektedir. Kireçtaşlarında istenmeyen unsur serbest silis olup bu oran % 0.50 civarında olmalıdır. Ayrıca CaO yüzdesi %98 den düşük olmamalıdır.

Dünya sağlık örgütü ve çevre kuruluşlarının genel olarak kabul ettiği havadaki SO_2 değeri ortalama 200 µg / m^3 dür. Türkiye'de bu değer çoğu zaman 10 misli ve daha fazla aşılmaktadır. Ülkemizde 81 kentin 43'ü "kirli hava" soluyor. Hava kirliliği trafik kazalarından daha fazla can alıyor. (Doğal Hayatı Koruma Vakfı, WWF)

KİRLETİCİ	AB-Limit Değerler			Türkiye-Limit Değerler							
	Süre	Limit Değer (µg/m3)	Aşma Sayısı	Süre	2009 ve Öncesi Sınır Değer (µg/m3)	2010 Sınır Değer (µg/m3)	2011 Sınır Değer (µg/m3)	2012 Sınır Değer (µg/m3)	2013 Sınır Değer (µg/m3)	2014 Sınır Değer (µg/m3)	Türkiye için AB Limit Değerlerin Geçerli Olacağı Tarih
SO_2	saat	350	24 kez/yıl	saat	900	900	900	900	900	500	1 Ocak 2019
	24 saat	125	3 kez/yıl	24 saat	402	370	340	310	280	250	
	kış dönemi (ekosistem)	20		kış dönemi	250	225	200	175	150	125	
	yıl	20	-	yıl	150 (insan sağlığı)	150	150	150	150		
		(ekosistem)			60 (ekosistem)	52	44	36	28	20	1 Ocak 2014
NO_2	saat	200	18 kez/yıl	24 saat	300	300	300	300	300	300	1 Ocak 2024
	yıl	40	-	yıl	100	92	84	76	68	60	
NO_x	yıl	30 (ekosistem)	-	-	-	-	-	-	-	30	1 Ocak 2014
PM10	24 saat	50	35 kez/yıl	24 saat	300	280	220	180	140	100	1 Ocak 2019
	kış dönemi			kış dönemi	200	178	156	134	112	90	
	yıl	40	-	yıl	150	132	114	96	78	60	
Pb	yıl	0,5	-	yıl	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1	1 Ocak 2019
C6H6	yıl	5	-	-	-	-	-	-	-	10	1 Ocak 2021
CO	8 saat	10000		8 saat	-	-	-	-	-	10000	1 Ocak 2017
	yıl			yıl	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
	24 saat			24 saat	30000	26000	22000	18000	14000	10000	
O_3	8 saat	120 (hedef değer)	25 gün/yıl	8 saat	120 (2022 için hedef değer)						1 Ocak 2022
	saat	180 (bilgi eşiği) 240 (uyarı eşiği)	-	saat	180 (bilgi eşiği) 240 (uyarı eşiği)						
Arsenik	yıl	0,006	Bir yılda PM10 fraksiyonundaki toplam içerik için hedef değer	yıl							1 Ocak 2026
Kadmiyum	yıl	0,005		yıl							
Nikel	yıl	0,02		yıl							
Benzo(a)piren	yıl	0,001		yıl							

NOT: 1 Ocak 2014'ten itibaren AB limit değerlerin geçerli olacağı tarihe kadar limit değerler toleransı değerlerdir. AB Limit Değerlerin geçerli olacağı tarihlere kadar tolerans payları sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azalttır

Şekil 1. AB'de ve Türkiye'de kullanılan kömürlere dair havadaki kirletici emisyon değerleri (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2012).

Termik santrallerin yoğun olduğu bölgelerde yaşayan halkın sağlık sorunları, üst solunum yolu hastalıkları, akciğer kanserleri, kalp ve damar hastalıkları olarak yoğunlaşmıştır. Bu konuda sağlık harcamaları 2,5-3 milyar Euro olarak saptanmıştır.

Bu konudaki önerimiz kireçtaşının bol bulunduğu ülkemizdeki bu kaynağın kullanılarak desülfürizasyon tesislerinin bir an önce kurulmasını sağlamaktır. Ayrıca azot giderme tesisleri, elektro filtreler sağlıklı bir şekilde kurulmalı, katı atık, depolama, sıcak su deşarjı gibi konular yönetmelik ve çevre mevzuatlarına uygun hale getirilmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Avcı, S., 2005, Türkiye'de Termik Santraller ve Çevresel Etkileri, Coğrafya Dergisi, Sayı 13, s. 1-27.

Aytaç, O. 2018, Türkiye'nin Enerji Görünümü, TMMOB MMO, Sayı 691, Ankara, 263 s.

Başaran, M. 2017, Türkiye'de Termik Santraller. TMMOB MMO, Ankara, 267 s.

Canter, L.W., 1977, Environmental Impact Assessment; McGraw-Hill Book Company, New York, USA, 331s.

cografyaharita.com, 2014, http://cografyaharita.com/haritalarim/4eturkiye-komur-santraller-haritasi.png

Çakmak, M., 2013, Termik santrallerde bilimsen destekli çevresel etki belirleme ve değerlendirmeler. Uluslararası Çevresel Etki Değerlendirmesi Kongresi, Bildiriler Kitabı, TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED İzin ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü, Ankara. s. 279- 286.

Gautier, C., 2005, Petrol, Su ve İklim, TÜBİTAK, Ankara, 32 s.

http://www.epa.gov/climatechange/effects/downloads /potential_effects.pdf.

Kellermeyer, D. A., 1980, Climate and energy: a comparative assessment of the Satellite Power System (SPS) and alternative energy technologies. http://adsabs.harvard.edu/abs/1980STIN.8030914K; 1980 [accessed March 2009].

MTA, 1993, Türkiye Linyit Envanteri, Ankara, 232 s.

Ocak, K., Özaydın, S. ve Saraçoğlu, E., 2013. Kömürlü Termik Santraller ve Çevresel Etkileri. Uluslararası Çevresel Etki Değerlendirmesi Kongresi, Bildiriler Kitabı, TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED İzin ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü, Ankara. s. 331-339.

Özsayın, S., 2013, Enerji alternatiflerinin çevre ile etkileşimi. Uluslararası Çevresel Etki Değerlendirmesi Kongresi, Bildiriler Kitabı, TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED İzin ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 287-299.

Reeves, H., Lenoir, F., 2006, Yeryüzünün Acısı, YKY, İstanbul, s. 52.

Sert, M. Y., 1990, Kömür Yakıtlı Termik Santrallerde Başlıca Çevre Sorunları ve Önlemler, Elektrik Mühendisliği, Sayı 376, Ankara, 267 s.

Smith, J.B. ve Tirpak, D.A., 1989, Potential effects of global climate change on the United States.

Storch, V.H., Zorita, E. ve Cubasch, U., 1992, Downscaling of global climate change to regional scales: an application to Iberian rainfall in wintertime. Journal of Climate, American Meteorological Society; 6, 1161-1171.

Tamzok, N., 2017, Türkiye'de Termik Santraller, TMMOB MMO, Ankara, s. 77; 239 s.

TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2012, İstanbul Çevre Durum Raporu 2012, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İstanbul, 16 s.

Maden Sahalarının Rehabilitasyonu: Ege Linyitleri İşletmesi - Işıklar Pasa Sahası Örneği

Rehabilitation of Mine Sites: Example of Işıklar Spoil Dump in Aegean Lignites Establishment

Alper Demirbugan[1], Cihan Yurteri[1], Hakan Pehlivan[1], Emre Şimşek[1], Koray Ulamış[2], Zuhal Dilaver[3], Tuğrul Körüklü[4], Özden İleri[1], M. Kerem Avcı[5], Ayşe Cebe[1], Ayşe Özkara[1], Banu Karabacak[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[3]Ankara Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 06120 Keçiören, Ankara, Türkiye

[4]Ankara Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara, Türkiye

[5]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ademirbugan@gmail.com)

Öz: Sürdürülebilir madencilik en genel anlamda madencilik faaliyetlerinin ekonomik etkinlik, çevresel ve sosyal açılardan kabul edilebilirlik sağlanabilecek biçimde geliştirilmesi olarak tanımlanabilir. Maden sahalarının rehabilitasyonu ile madencilik döngüsü boyunca bozulan ekosistem hizmetlerininn yeniden işlerlik kazandırılması ve verimli biçimlere dönüştürülmesi amaçlanır. Dolayısıyla sürdürülebilir madencilik ve rehabilitasyon toplumsal refah açısından önem taşımaktadır. 2010 yılından itibaren MTA'nın bilimsel araştırma programlarında rehabilitasyon projelerine yer verilmektedir. Bu çalışmada sürdürülebilir rehabilitasyon yaklaşımı Işıklar rehabilitasyon projesi (IRP) örneği ile birlikte açıklanmaktadır. IRP, çok disiplinli ve entegre bir projedir. Edinilen sonuçlar IRP' nin uygulanmasıyla sürdürülebilir ve yüksek karlılık düzeyine ulaşılabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Maden rehabilitasyonu, sürdürülebilirlik, ekosistem değerleme, ekonomik değerlendirme

Abstract: *In broad term, sustaınable mining can be defined as development activities in such a way that it will ensure economic efficiency, environmental and social acceptability.. With mine rehabilitatıon, it is reestablish and transform ecosystem services which are degraded during mine cycle, into productive forms.. Thus, sustainable mining and rehabilitation have great importance from the point of social welfare. Since 2010,* ın *research programmes of MTA, rehabilitation projects have been included. In this study, sustainable rehabilitatıon cocept is explained with referance to* Işıklar *rehabilitation Project (IRP). IRP is a multidiciplinary and integrated Project. The results show that with implementatıon of IRP project ,high profitabılıty and sustainability level can be reached.*

Keywords: *Mine rehabilitation. sustainability, ecosystem valuation, economic appraisal*

GİRİŞ

Sürdürülebilir madencilik ve maden sahalarının rehabilitasyonu, ekosistem ve kalkınma kavramlarıyla birlikte incelenebilir. Ekosistem en genel anlamda çeşitli organizmalarla, onların cansız çevrelerinin oluşturduğu ve bir bütün olarak ele alınabilen birim olarak tanımlanabilir. Ekosistem hizmetleri maden yatakları ile birlikte doğal sermayeyi oluşturur. Ekosistem hizmetleri toplumsal refah için gerekli olan materyal ve enerji akımlarıdır. Madencilik faaliyetlerinin doğal sermaye ve ekosistem hizmetleri üzerinde yarattığı etkiler fayda ve maliyet unsurlarını, dolayısıyla refah düzeyini etkiler. Sürdürülebilir kalkınma ise, refah düzeyinin ekosistemin taşıma kapasitesi içerisinde kalacak şekilde iyileştirilmesidir (; Demirbugan, 2014, 2017, 2019). Madencilik döngüsü boyunca bütün aşamalarda düzenli gelişen rehabilitasyon

yaklaşımının(progressive rehabilitation) uygulanmasıyla sürdürülebilirlik koşulu karşılanmaktadır.Rehabilitasyon uygulamasıyla madencilik döngüsü boyunca yeni oluşan ekosistem hizmetlerinden ve nihai kullanım biçiminden sağlanan toplumsal fayda akımları sürekli artış gösterir. Olumsuz çevresel etkilerin minimize edilmesinin yanı sıra mümkün olduğunca yüksek düzeyde çevresel aktif ve ekosistem faydası sağlanır(Demirbugan, 2014,2017,2019). Rehabilitasyon uygulaması madencilik sürecinde yaratılan faydanın gelecek kuşaklara aktarılması için bir mekanizma durumundadır. Dolayısıyla, maden sahalarının rehabilitasyonu toplumsal kaynakların etkin dağılımı açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada sürdürülebilir rehabilitasyon yaklaşımı Işıklar pasa sahası örneği ile birlikte incelenmektedir.

Işıklar rehabilitasyon projesi(IRP) ile TKİ-Ege Linyitleri İşletmesi(ELİ) Soma bölgesinde yer alan Işıklar sahasının faydalı kullanım biçimleri de göz önünde bulundurularak, duraylı, verimli ve sürdürülebilir biçime dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. MTA ve TKİ' nin teknik ve bilimsel kapasitesine ve ülkemiz maden sektörüne çok disiplinli bir çalışma ile katkıda bulunmak projenin diğer gerekçesini oluşturmaktadır. Proje uygulama alanı Soma sektöründe Batı Kısrakdere - Işıklar üretim bölgesinde yer alan 45 ha. büyüklüğündeki bir pasa alanıdır). Soma havzasında madencilik faaliyeti nedeniyle oluşan arazi formlarından birisidir. Işıklar rehabilitasyon projesinde pasa sahasının yerli ve katma değer yaratıcı bir bitkilendirme alternatifini oluşturan 'Kızılçam-Kapari' uygulanmasıyla bitkilendirilmesi ön görülmektedir. Proje sürecinde teknik ve ekonomik değerlendirme birbiri ile ilişkili olarak ve bütünsellik içinde ele alınmaktadır. Rehabilitasyon projesine ilişkin araştırma programı kavramsal çerçeve ile uyumlu olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır.

-Zemin ve şev stabilite analizi ve iyileştirme
-Kirlilik ve hidrojeoloji analizi ve iyileştirme
-Alansal değişim ve uzaktan algılama analizi
-Doğal bitki örtüsünün gelişimi ve peyzaj onarımı
-Ekosistem değerleme
-Ekonomik değerlendirme

ZEMİN VE ŞEV STABİLİTESİ ANALİZİ

Işıklar pasa sahası için fiziksel duraylılık durumu araştırılmıştır. Pasa malzemesinin jeoteknik özellikleri belirlenerek, şev duraylılık analizleri yapılmıştır. Uygulama sahası üç ana şev grubuna ayrılarak incelenmiştir.Duraysızlık belirlenen kesimlerde pasa malzemesi için önerilen güvenlik sayısının sağlanması için uygulanabilecek iyileştirmeler değerlendirilmiştir. Limit dengede olan kesimlerde eğimin 45° ye düşürülmesi durumunda drenajlı ve rezidüel makaslama koşullarında güvenlik sayısı 1.3 koşulunu sağlayacaktır.

İnceleme alanının Türkiye Diri Fay Haritası ve Türkiye Sismik Tehlike Haritası'ndaki konumu ile alan çevrsindeki madencilik faaliyetlerinin devam etmesi göz önüne alınarak psödostatik koşulda duraylılık analizleri yapılmıştır. Psödostatik analizlerde Şev-2 ve Şev-3 de yüksek eğimli kesimler duraysızdır. Eğimin 45° olması durumunda psödostatik koşullarda pasa malzemesi için istenilen güvenlik sayısı elde edilememiştir. Bu durumda, şevlerin kademelendirilmesi uygun olacaktır.

KİRLİLİK ANALİZİ

Işıklar pasa sahasının kirlilik potansiyeli araştırılmıştır. Multi-element analiz sonuçlarına göre elementlerin (Fe, Ca, Mg, K, P, Zr, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, Co, Sb) toprak örneklerindeki miktarları(zenginliği) incelenmiştir. Elde edilen konsantrasyon değerleri dünya şeyl ortalamaları ile karşılaştırılmıştır. Konsantrasyon değerleri kullanılarak her bir metalin toprak örneklerindeki zenginleşme boyutu zenginleşme faktörleri (EF) ve jeobirikim indeksleri(I_{geo}) kullanılarak değerlendirilmiştir (Turekian, ve Wedepohl, 1961). Uygulama sahasında oluşabilecek toplam kirlilik düzeyi kirlilik yük endeksi kullanılarak araştırılmıştır. Ortalama zenginleşme faktörü (EF) ve jeobirikim indeksi (I_{geo}) sonuçları, örneklerde Cd, Pb, As ve Sb metalleri bakımından zenginleşmenin olduğunu göstermiştir. Kirlilik yük indeksi (PLI) sonuçlarına dayalı olarak söz konusu metallerin tamamı için bir değerlendirme yapıldığında çalışma alanının kirlenmediği (PLI<1) tespit edilmiştir .

HİDROJEOKİMYA ANALİZİ

Çalışma sahası ve etki alanında ve konuya ilişkin çalışmalardan da yararlanılarak hidrojeoloji ve hidrojeokimya çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Doğdu, 2005). Bölgedeki suların fiziksel ve kimyasal özellikleri ve sınıflandırılmasına ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur. Kirlilik değerleri normal düzeylerdedir. Su örnekleri analiz sonuçlarına göre tuzluluk ve alkali duyarlılığını belirlemek için ABD tuzluluk Laboratuvarı diyagramı oluşturulmuştur. Örnekler az sodyumlu ancak yüksek tuzluluk içeren sular sınıfında yer almaktadır. Sulama suyu kullanımı açısından tuza hassas bitkiler için uygun değildir.

BİTKİ SEÇİMİ VE PEYZAJ ONARIMI

Geleneksel olarak ülkemizde ve TKİ sahalarında hakim olan rehabilitasyon biçimi yabancı bir tür olan yalancı akasya ağırlıklı ağaçlandırma uygulamasıdır. Bu proje ile yüksek katma değer yaratabilecek türler ve rekreasyon imkanları araştırılmaktadır. Bölgede doğal olarak bulunan ve katma değer yaratabilecek türler belirlenmiştir. Kızılçam, ve kapari kombinasyonu uygulanabilecek alternatiflerden birisidir. Işıklar rehabilitasyon projesi (IRP)'ni oluşturmaktadır. Şevlerde uygulanabilecek olan kapari bitkisi iyi bir yer tutucu olmasının yanısıra yüksek gelir getirmektedir. Yöre halkıyla yapılan sözlü görüşme ve anket uygulamaları ve pasa sahasının konumu ve fiziksel özellikleri göz önünde bulundurularak rekreasyon alternatifleri geliştirilmektedir. Bunlar arasında seyir terası, go- kart pisti, tırmanma alanı bulunmaktadır. Madencilik Müzesi oluşumu ve eğitim turları kültürel boyutta düşünülerek geliştirilmekte olan diğer alternatiflerdir.

EKOSİSTEM DEĞERLEME

Soma havzasında madencilik ve rehabilitasyon sürecinde ortaya çıkan net toplumsal fayda kaybedilen ve kazanılan orman ekosistem faydaları ve kömür madenciliğinden sağla-

nan ticari fayda göz önünde bulundurularak araştırılmıştır.Değerlendirme sürecinde ağırlıklı olarak Birleşmiş Milletler metodolojisi, Orman Genel Müdürlüğü verileri ve diğer referans dökümanlarından yararlanılmıştır (OGM, 2018,2019; Constanza vd.,1997). Ekosistem değerleme analizi ile 1972 - 2018 yılları arasında ortaya çıkan alan kullanım biçimi ve ekosistem fayda değişimi incelenmiştir. Analiz, 150 ha./yıl ve 70 ha./yıl ağaçlandırma hızı alternatifleri ve alansal kısıtlama gibi faktörler de göz önünde bulundurularak 2059 yılına kadar genişletilmiştir.

1973 - 2059 döneminde Soma havzası için net ekosistem faydasındaki artış 3 milyar TL' dir. Soma havzasında için orman ekosistemi faydasındaki değişim 'doğal sermayenin' diğer bileşenini oluşturan kömür üretimi ile birlikte ele alındığında toplam faydanın çok yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. 1972 -2059 dönemi için toplam ekosistem faydası 21.2 milyar TL' dir. Zaman boyutu içinde doğal sermayedeki değişimden sağlanan toplumsal faydanın pozitif ve yüksek değerlerde olması Soma havzası için madencilik faaliyetinin sürdürülebilirlik prensibiyle uyumlu biçimde gerçekleştirildiğini göstermektedir.

EKONOMİK DEĞERLENDİRME

'Ekonomik değerlendirme'yaklaşımı bir ekosistem onarım projesi olan Işıklar Rehabilitasyon Projesine (IRP) uygulanmıştır. Ekonomik değerlendirmeyle kaynak kullanımında etkinlik açısından projenin uygulanabilirliği ve sağlanan net faydanın gelir grupları arasında dağılımı incelenmektedir (Campbell and Brawn,2005; Demirbugan, 2013,2014, 2017). Ekonomik kârlılık analizi fırsat maliyetini yansıtan gölge fiyatlarla gerçekleştirilmiştir. Toplumsal çevre faydası hesaba katılmıştır. Işıklar örneğinde finansal ve ekonomik kârlılık analizlerinin dışsallıklar göz önünde bulundurularak birbiriyle bağlantılı biçimde uygulanmış olması gelir dağılımı etkisi için gerekli temeli sağlamış, ve bunun üzerine gelir dağılımı etkisi analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde OGM ve benzer işletme verileri ve referans dökümanlarından yararlanılmıştır (OGM, 2018, 2019; Demirbugan,2014, 2017).

IRP için piyasa fiyatlarıyla uygulanan proje karlılık analizinde net bugünkü değer pozitifdir(NBDırp-p. = 2.329 milyon TL.). Gölge fiyatlarla gerçekleştirilen ekonomik karlılık analizinde de net bugünkü değer pozitiftir ($NBD_{ırp\text{-}e}$ = 2.462 milyon TL.). Rehabilitasyon projesinin uygulanmasıyla sağlanan çevresel faydanın hesaba katılmasıyla toplam ekonomik net fayda büyük artış göstererek 43.772 TL'ye yükselmektedir. Ekonomik net bugünkü değerin pozitif değer alması kaynak dağılımında etkinlik ve sürdürülebilirliğin sağlandığını ortaya koymaktadır. IRP'den etkilenen gelir grupları, Ege Linyitleri İşletmesi (ELİ), maliye, yerel vasıfsız işçiler ve toplumdur.

SONUÇLAR

Madencilik faaliyetlerinin doğal sermaye ve ekosistem hizmetleri üzerinde yarattığı etkiler fayda ve maliyet unsurlarını, dolayısıyla refah düzeyini etkiler. Sürdürülebilir madencilik ile madencilik döngüsü boyunca her aşamada teknik ve ekonomik verimliliğin sağlanması ve çevresel etkilerin minimize edilmesi amaçlanır. Geçici bir alan kullanım biçimi olan madencilik arazinin ekolojik olarak dengeli ve verimli biçime dönüştürülmesi için fırsat sağlamaktadır.

Işıklar rehabilitasyon projesi (IRP) ile Işıklar pasa sahasının rehabilitasyon potansiyeli araştırılmış ve alternatif bir doğaya yeniden kazandırma projesi önerilmiştir. IRP kapsamında jeolojik özellikler, teknik bileşenler ve ekonomik değerlendirme birbiriyle ilişkili

ve bütünsellik içinde ele alınmaktadır. MTA projesi olarak da adlandırılabilecek bu modelde sürdürülebilirlik koşulun ve işletmede uygulanan rehabilitasyon biçimlerine oranla çok yüksek fayda düzeyinin sağlanabileceği ortaya konmuştur.

Soma havzasında orman ekosistemi hizmet faydasındaki değişim 'doğal sermayenin' diğer bileşenini oluşturan kömür üretimi ile birlikte ele alındığında toplam faydanın çok yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Bu durum Soma linyit bölgesi için madencilik faaliyetinin sürdürülebilirlik prensibiyle uyumlu biçimde gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Rehabilitasyon projeleri 'ekonomik değerlendirme' yaklaşımıyla kaynak kullanımında etkinlik açısından geniş bir perspektifde analiz edilebilmektedir. Madencilik rehabilitasyon projelerinin çevresel ve ekonomik dışsallıkları hesaba katan ve entegre bir analiz tekniği olan ' ekonomik değerlendirme' yaklaşımıyla analiz edilmesi sürdürülebilir kalkınma sürecinde büyük önem taşımaktadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Campbell , H. F. ve Brown, R. P. 2005. Benefit-Cost Analysis:Financial and Economic Appraisal Using Spreadsheeds. Singapure: Cambridge University Press.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Van Den Belt, M. .1997. The Value Of The World's Ecosystem Services And Natural Capital. Nature, 387, 253-260.

Demirbugan, A., Karakul, H., Avcı, K. 2013. Maden Sahalarının Doğaya Yeniden Kazandırılması:Yeniköy Linyitleri İşletmesi(YLİ) Yaylıktepe Sahası Örneği. Ankara: MTA Genel Müdürlüğü.

Demirbugan, A. 2014 Maden Sahalarını Doğaya Kazandırma Projelerinin Ekonomik Değerlendirmesi:Yaylıktepe Sahası Uygulaması. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi(43), 13-23.

Demirbugan, A. 2017. Madencilik Projelerinin Fayda-Maliyet Analizi İle Değerlendirilmesi, , Eğitim Serisi:47. Ankara: MTA Genel Müdürlüğü.

Demirbugan, A.2019c. Maden Sahalarının Rehabilitasyonu:Kavramlar-Ekonomik Analiz- Örnekler. Ankara: MTA. Genel Müdürlüğü.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM). 2018. 2018 Yılı Ağaçlandırma, Rehabilitasyon, Toprak Muhafaza, Erozyon Ve Sel Kontrolü, Mera Islahı, Kavak Ağaçlandırması, Fidanlık, Sivilkültür Ve Etüd Proje Birim Fiyat Cetveli . Ankara: OGM.

Orman Genel Müdürlüğü. 2019. 2018 Yılı Temmuz Ayı 3.Sınıf Tomruk Cinslerine Göre Açık Arttırmalı Satılan Miktar Ve Ortalama Fiyatları Gösterir Cetvel. Https://Www.Ogm.Gov.Tr/Ekutuphane/Tomrukcinslerinegoreaasemvallerinfiyatlari/Adresinden Alındı.

Turekian, K.K.,Wedepohl, K.H.1961. Distribution Of The Elements İn Some Major Units Of The Eart's Crust. Geology Society America Bulletin, 72, 175-192, 1961.

DEĞERLİ VE YARI DEĞERLİ TAŞLAR

PRECIOUS AND SEMI-PRECIOUS STONES

SABAH YILMAZ ŞAHİN – FETULLAH ARIK
MELTEM GÜRBÜZ – KORAY SÖZERİ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Osmanlı Dönemindeki Bazı Süs Taşları ve Gemolojiye Genel Bakış

Overview of Some Gemstones and Gemology in the Ottoman Period

Nihal Çevik

MTA Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi, Jeoarkeoloji ve Madencilik Tarihi Birimi, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(nhlcevik@gmail.com)

Öz: İnsanlar süs taşlarıyla doğası gereği hep iç içe yaşamıştır. Avlanmak, süslenmek, ilaç hazırlamak, ticaretini yapmak, zenginlik simgesi olarak ya da dinsel, inançsal anlamlar yükleyerek süs taşlarını kullanmışlardır. Süs taşlarını taklit etmek veya iyileştirme yapmak eski dönemlere dayanmaktadır. Eski Mısırlılar döneminde lapis, turkuaz ve mercanlar gibi taşlar renkli cam ve fayansla taklit edilmiştir. *"Papyrus Graecus Holmiensis"* (M.S. 300) papirüslere yazılmış ticari kalitede olmayan süs taşlarını iyileştirme tekniklerini anlatan ilk yazılı belgedir.

İşlem görmüş ve imitasyon taşların artmasıyla gemolojik çalışmalara ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle, doğal süs taşlarını diğerlerinden ayırabilmek için gemolojik teknikler geliştirilmeye başlanmıştır. Süs taşlarına artan rağbet ile gelişen bilim ve araştırmalara Osmanlı Dönemi'ndeki bilim insanları da yabancı kalmamıştır. Bu dönemde süs taşları "*İlm-i Ma'adin*"(madenler ilmi)'nin alt dalı olarak "*İlm-i Cevahir*"(cevherler ilmi/süs taşı ilmi) olarak araştırılmış, incelenmiş ve bu konuda birçok eserler yazılmıştır. Osmanlı döneminde yazılan *"Tuhfe-i Murâdi"* ve *"Cevher-Nâme-i Sultân Murâdi"* gibi bazı cevahirnameler ve saray mücevherleri incelendiğinde Osmanlı Dönemi'ndeki süs taşlarının önemi ve dönemin gemolojik verileri hakkında bazı bilgileri elde etmek mümkündür. Cevahirnamelerde, elmas, peridot, mercan, manyetit, lapis lazuli, turkuaz, granat, kehribar, akik gibi bazı süs taşlarının değerleri, türleri, özellikleri, taklitleri, fiyatları, yararları ve zararları konusunda bilgilere yer verilmiştir. Osmanlı Dönemi'nde süs taşları hem mücevher olarak hem de ilaç yapımında kullanılmak üzere hazinede muhafaza edilmiştir. Hatta dönemin hekimbaşı reçetelerinin bir kısmında, eser miktarda bazı süs taşlarının kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin, mercan diş bakımı için kullanıldığı, peridotun kalbe güç vermesi için kullanıldığı cevahirnamelerde yazmaktadır.

Osmanlı Hazinesi yağmaya uğramayan ender hazinelerden biridir. Bu yüzden, çok önemli parçaları günümüze kadar ulaşmıştır. Topkapı Sarayı'nda sergilenen taht ve taht askısı, tesbih, matara, hançerler, padişah ve at sorguçları, takılar, mücevher kutuları Osmanlı Dönemi'ndeki güç ve ihtişamın göstergesidir. Eşyalarda kullanılan değerli taşların bilinçli olarak kullanıldığı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın amacı Osmanlı Dönemi'nde ön plana çıkan süstaşlarının çeşitliliği, kullanım alanları, gemolojik bilgileri, önemi hakkında bilgi vermek ve farkındalık oluşturmaktır. Medeniyetler beşiği olan ülkemizde geçmişten günümüze kadar süs taşları üzerine yapılan çalışmalar azdır. Bu nedenle jeoloji, gemoloji, arkeoloji, mineraloji, sanat tarihi, kuyumculuk ve takı tasarım gibi birçok bölümle multidisipliner çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Her ne kadar ülkemizde gemoloji yani süstaşı biliminin ismi son yıllarda yaygınlaşsa da aslında uzun bir geçmişe sahip köklü bir terimdir.

Anahtar Kelimeler: Cevahirname, gemoloji, Osmanlı, süs taşı

Abstract: *People have always lived together with gemstones by nature. They have used gemstones to hunt, to beautify, to prepare medicine, to trade, as a symbol of wealth, and with religious meanings. Imitating or treatment gemstones dates back to ancient times. Gemstones such as lapis, turquoise and corals were imitated with colored glass and tiles during the ancient Egyptians. "Papyrus Graecus Holmiensis" (300AD) is the first written document describing the techniques of treatment non-commercial quality gemstones written on papyrus.*

Gemological studies have been needed with the increase of treated and imitation stones,. Therefore, gemological techniques have been developed to distinguish natural gemstones from others. The science and research that develops with increasing demand for gemstones, scientists from the Ottoman Period also participated. In this period, gemstones were researched and examined as "İlm-i Cevahir"(ores / gemstone science) as a sub-branch of "İlm-i Ma'adin" (mines science) and many books have been written. It is possible to obtain some information about the importance of gemstones and the gemological data of the period when examining some palace jewelries and cevahirnames such as "Tuhfe-i Murâdi", "Cevher-Nâme-i Sultân Murâdi" written in the Ottoman Period. Information on the values, types, properties, imitations, prices, benefits and harms of some gemstones such as diamond, peridot, coral, magnetite, lapis lazuli, turquoise, garnet, amber, and agate are included in cevahirname. Gemstones were preserved in the treasury to be used both as jewelry and for medicine production during the Ottoman Period. In fact, it is known that some gemstones were used in some amount of the doctor's prescriptions. For example, it is written in cevahirnames where coral is used for dental care and peridot to strengthen the heart.

The Ottoman Treasury is one of the rare treasures that have not been plundered. Therefore, very important parts have survived to the present day. The throne and throne hanger, rosary, flasks, daggers, sultans and horse crests, jewelry, jewelry boxes exhibited in Topkapı Palace are the indicators of power and magnificence of the Ottoman Period. It is thought that the precious stones in the objects were used consciously.

The aim of this research is to give information about the variety, usage areas, gemological information and importance of the gemstones in Ottoman Period and to raise awareness. In our country, which is the cradle of civilizations, studies on gemstones from past to present are scarce. For this reason, multidisciplinary studies are needed with many departments such as geology, gemology, archeology, mineralogy, art history, jewelery and jewelry design. Although the name of gemology in Turkey has become widespread in recent years, it is actually a long-established term with a long history.

Keywords: *Cevahirname, gemology, gemstone, Ottoman*

Elmaslarda Uygulanan Berraklık İyileştirmeleri

Clarity Treatments for Diamonds

Ercüment E. Tandoğan, Martin Metin

IDL International Diamond Laboratory, İstanbul, Türkiye

(eetandogan@yahoo.com.tr)

Öz: *"Tedavi"* ya da "*İyileştirme"* kelimeleri, mücevher taşlarının kesilme ve cilalanması dışındaki her türlü işlemi tanımlamak için gemolojide kullanılan standart bir terimdir. Elmaslarda ve diğer renkli mücevher taşlarında uygulanan iki ana tedavi kategorisi vardır. Bunlar renk kalitesi düşük olan taşlara uygulanan renk iyileştirmeleri, ikincisi ise bu taşların görünüşünü ve berraklık derecelerini arttırmak için berraklık tedavi işlemleridir.

Elmasların berraklık görüntüsünü iyileştirmek için bilinen iki yöntem vardır. Bunlar Lazer ile delme (Laser Drilling) ve Çatlak doldurma (Fracture-Filling). Bu çalışmada elmasların berraklık iyileştirmelerinde kullanılan yöntemler ve bu tedavilerin tespiti yazarların öncelikli amacıdır.

Lazer ile delme tekniği ilk olarak 1970'li yıllarda uygulanmaya başlanmıştır. Elmasın yüzeyinden 20 mikronluk çok küçük bir kanal açılarak inklüzyona (kapanım) ulaşılır ve bu istenmeyen oluşumun temizliği gerçekleştirilir. Fakat, son yıllarda yeni bir lazer tekniği elmas piyasalarında gözlenmeye başlanmıştır. Bu tekniğin adı ''KM tedavisi'' olarak bilinir. KM'nin anlamı ise İbranice dilindeki Kiduah Meyuhad'dan gelmektedir Türkçede ''özel delme'' olarak adlandırılabilir. Bu tedavi yöntemi klasik lazer tekniğine çok benzemektedir fakat kanal açma yerine lazer ışınının siyah iç kusurların (karbon, grafit) üzerine odaklanması ile elde edilen ısının bir iç kırılma yaratarak inklüzyonun elmasın yüzeyine ulaşması sağlanır. Daha sonra bu elmaslar basınç altında güçlü sülfirik asitler ile yıkanmak suretiyle temizlenirler. KM tedavisinin tespit edilmesi daha zordur ancak deneyimli bir gemolog tarafından farklı ışıklandırma teknikleri ve mikroskop yardımıyla tespit edilebilirler. Laser ile delme yöntemleri Dünya Elmas Borsalar Federasyonu (WFDB) tarafından yapılan iyileştirmenin bilgisi verilmesi koşuluyla kabul etmekte ve sertifika düzenlenebilmektedir.

Çatlak doldurma ise diğer berraklık tedavi yöntemlerinden birisidir. Bu teknik Zvi Yehuda tarafından 1980'li yılların ortalarında İsrail'in Ramat Gan kentinde geliştirilmiştir ve ilk defa 1987 yılının Ocak ayında çatlakları doldurulmuş elmaslar Amerikan Gemoloji Enstitusü (GIA) tarafından analizi yapılmıştır. Bu tedavide elmasın çatlaklı yüzeyinden içeri doğu bir çeşit cam dolgu (kurşunlu cam, bizmut ve brom) enjekte edilir. Bu teknik ile elmaslara uygulanan tedaviler kalıcı olmadığı icin Dünya Elmas Borsalar Federasyonu tarafından kabul edilmemektedir ve dünya standartlarında çalışan gemoloji laboratuvarları tarafından herhangi bir rapor düzenlenmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Elmas, berraklık, iyileştirme

Abstract: *The word "treatment or enhancement" is a standard term used in gemology to describe any type of process, other than cutting and polishing, that modifies the appearance of the gemstones. There are two main categories of treatments that are applied to gemstones and diamonds. The first improves an originally unattractive color of a stone, the second treatment; the clarity and the transparency of an included or fractured gems. The aim of this study is that identification of clarity treatments for diamonds.*

There are two ways to improve the appearance of certain diamonds.These are; Laser-drilling and Fracture-filling.

The technique of laser-drilling was introduced in the 1970s. It consists of drilling a tiny hole (20 micrometer) towards a dark inclusion, by means of a laser beam. In the last few years a new type of laser drill technique has been introduced to the trade. This new treatment is called the "KM treatment", which stands for Kidduah Meyuhad or "Special Drill" in Hebrew. This technique is very similar to the classic laser laser technique but rather than burning a hole to a dark inclusion from the surface like with traditional laser drilling, a very hot laser focused on the internal inclusion itself. The heat causes the inclusion to expand, and creates small channels from the inclusion to the surface. The inclusion is then bleached by boiling the diamond in strong acid under pressure. KM treatment is more diffucult to detect, but it's detected by an experienced Gemologist using diffirent lighting techniques on microscopes. Laser-drilling is accepted by the World Federation of Diamond Bourses(WFDB), under the condition that is mentioned in any transaction.

Fracture-filling is one of the other clarity methods. The first commercially available diamond fracture-filling treatment was developed by Zvi Yehuda, in Ramat Gan, Israel in the middle of 1980s and Gemological Institute of America(GIA) examined fracture-filled(Yehuda treated) diamonds in 1987. In this treatment, a kind of glass filling(lead glass, bismuth and bromine) is pushed through cracks from the fractured surface of the diamond. The treatment is not permanent, and not accepted by the World Federation of Diamond Bourses and internationally recognized gemological laboratories do not issue certificates for diamonds which are fracture filled.

Keywords: *Diamond, clarity, treatment*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Doğal, Sentetik ve İyileştirilmiş Süstaşlarının Bazı Gemolojik Özelliklerinin Tespiti: Korund ve Beril Grubu Mineraller

Description of Some Gemological Properties of Natural, Synthetic and Treatment Gemstones: Beryl and Corund Group Minerals

Nazan Boyan[1], Namık Aysal[2], Sabah Yılmaz Şahin[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 34325 Avcılar, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(sabahys@istanbul.edu.tr)

Öz: Süstaşlarının kalitesini belirlemede en önemli aşama süstaşının doğal ya da sentetik olduğunun ortaya konulmasıdır. Süstaşı kullanıcıları, yüksek ücret ödediği mücevherlerin sentetik olmasını tercih etmezler. Bu sebeple, hangi süstaşı inceleniyorsa o süstaşının doğal olanları ile sentetik olarak üretilenlerinin özelliklerini çok iyi bilmek gerekir. En basit tanımıyla, süstaşının mikroskobik incelenmesinde görülecek kapanımların varlığı ve türleri, o taşın sentetik ya da doğal olduğunun belirlenmesinde önemli bilgiler verir. Süstaşları içerisinde elmastan sonra gelen yakut ve safir mineralojik olarak korund grubunda, zümrüt ise beril grubunda yer alan değerli taşlardır. Bu minerallerin değeri, sertlik, renk ve parlaklık gibi fiziksel özelliklerinden ve jeolojik birimler içerisinde nadir bulunmalarından ileri gelir. Günümüzde, süstaşlarına talebin artması, düşük kaliteli olanların iyileştirilmesine veya süstaşının aynı özelliklere sahip sentetiklerinin üretimine sebep olmuştur. İyileştirme işlemlerinde özellikle renklerin daha doygun olması, berraklığın artırılması gibi işlemler yapılarak süstaşlarının çekiciliğini arttırmak amaçlanmıştır. Berraklığa etki eden önemli unsurlar ise, süstaşının içerisindeki kapanımları yok etmek, çatlak ya da kırıkların görünürlüğünü azaltma işlemleridir. Sentetik üretimde amaç; laboratuvar ortamında üretilmesi istenen sentetik kristallerin, doğal olan mineraller ile aynı fiziksel, kimyasal ve optik özelliklere sahip olmasını ve bol miktarda üretimini sağlamaktır. Buna rağmen, sentetik olarak üretilen süstaşları hiç bir zaman doğal olanlar ile aynı ekonomik değere sahip değildirler. Değerli süstaşlarının ticareti yapılırken doğal veya sentetik olduğunu belirtmek çok önemlidir.

Bu çalışmada, Dubai Uluslararası Gemoloji Enstitüsünde, doğal ve sentetik yakut, safir ve zümrütlerden oluşan 13 örnek üzerinde yapılan gemolojik incelemelerde, örneklerin doğal mı sentetik mi olduğu ve iyileştirme işlemleri sonucu kazanmış oldukları bazı dokusal özelliklerin tespiti yapılmıştır. Ayrıca incelenen örneklerin üretildiği bölgelere göre sahip oldukları karakteristik özellikleri de tanımlanmıştır.

Yakut, safir ve zümrütlerin mikroskobik incelenmesinde; iğnecik ve kristal kapanımlarında ergime görüntüsü, renk dalgalanmaları, çatlaklarında koyu renk yansımaları tespit edilmiştir. Doğal olan yakut, safir ve zümrütler genellikle düzenli dizilmiş iki veya üç fazlı kristal kapanımları içerirken, sentetik olan safirlerde gaz kabarcıkları, şerit şeklinde renk değişimleri, zümrütlerde ve yakutlarda ise platin kristali kapantıları, duvak görüntüsü ayırtman özellik-

lerdendir. İyileştirme amacıyla çatlakları yağ ile doldurulmuş zümrütlerde sarı-kahve renk, yakutlarda ise sarı rengin egemen olması ve bu alanlarda kırılma indisi farklılığı, minerallerde iyileştirme yapıldığının en önemli göstergelerindendir.

Anahtar Kelimeler: Süstaşı, korund-beril, değerli mineral, yakut-safir-zümrüt, mücevher, sentetik, iyileştirme

Abstract: *The most important step in defining the quality of the gemstones is to reveal whether the gemstone is natural or synthetic. Users of gemstones do not to prefer to have synthetic jewelry with high prices. For this reason, it is necessary to know very well the properties of the natural and synthetic ones.*

In its simplest definition, the presence and types of inclusions to be observed in microscopic investigation of the gemstones provide important information in determining whether the gemstone is synthetic or natural. The rubies and sapphires, which succeed after the diamonds, are precious stones in the corundum group and emerald in the beryl group. The value of these minerals is due to their physical properties such as hardness, color and brightness and their rarity in geological units. Nowadays, the increasing demand for gemstones have led to the treatment of low quality ones or the production of synthetic gemstones with the same properties. In the treatment processes, it's aimed that to be more saturated of the colors and increasing the clarity of gemstones. As for the important factors affecting clarity are the processes of eliminating inclusions in the gemstones and reducing the visibility of cracks or fractures. The purpose of synthetic production; to ensure that synthetic crystals have the same physical, chemical and optical properties as natural minerals and to produce abundant production. Nevertheless, synthetically produced gemstones never have the same economic value as natural ones. It is very important to emphasize that the precious stones are natural or synthetic when trading.

In this study, the gemological investigations of 13 samples of natural and synthetic rubies, sapphires and emeralds in Dubai International Gemology Institute determined whether the gemstones were natural or synthetic and some textural properties they had descript as a result of the treatment processes. In addition, the characteristics of the examined samples according to the regions where they were produced were also defined. In microscopic investigations of rubies, sapphires and emeralds, melting image, color fluctuations in needle and crystal inclusions and dark reflections in cracks were descript. Natural rubies, sapphires and emeralds usually contain regular two- or three-phase crystal inclusions, while synthetic sapphires are characterized by gas bubbles, ribbon-shaped color changes, emeralds and rubies with platinum crystal traps and veil appearance characteristics. Yellow-brown color is dominant in emeralds whose cracks are filled with oil for the purpose of healing and yellow color is dominant in rubies and the refractive index difference in these areas is one of the most important indicators of treatment in minerals

Keywords: *Gemstone, corundum-beryl, precious mineral, ruby-sapphires-emerald, jeweler, synthetic, treatment*

Değerli Taşlardan Sanat Eseri Tablolar Tasarlamak

Designing Works of Art with Precious Stones

Elanur Güner, Hakan Aktuğ

İstanbul Arel Üniversitesi, Kemalpaşa Mah. Halkalı Cad. No:101 Sefaköy, Küçükçekmece, İstanbul, Türkiye

(elanurguner@hotmail.com)

Öz: Değerli ve yarı değerli taşlar çeşitli kesim tekniklerinin ardından mücevher taşı olarak kullanılmaktadır. Bu kullanılan mücevher taşları kesilmeden önce taşın çeşitli özelliklerine göre yaklaşık %30 - %50 arasındaki kısmı ile istenilen mücevher taşları ortaya çıkmaktadır. Bu kesim tekniklerinin ardından ortaya çıkan mücevher taşının haricindeki kısımlar, taşın özelliğine göre sanayide ya da çeşitli alanlarda kullanılabilirken bazı taşlar da kullanılamayarak atıl olarak kalmaktadır. İşte bu atıl olarak kalan taşlar yeniden değerlendirerek çeşitli sanat eserlerine dönüştürülebilmektedir. Bu eserlerden biri de sanat eseri tablolardır. Bu tablolar mozaik tekniği ile üretilmektedir. Bu mozaik tekniğinde rengârenk taşlar sertliklerine ve renk tonlarına göre ayrılarak çeşitli boyutlara irili ufaklı olacak şekilde getirilirler. Daha sonra bu değerli ve yarı değerli taşlar oluşturulmak istenen resme yapıştırıcılar yardımıyla tek tek özenle dizilerek tablolar oluşturulur. Bazı taşlar daha ince hale getirilmek için iyice dövülerek toz haline getirilir. Bu tozlar taşların aralarında kalan boşluklara dökülerek resmin tamamlanması sağlanır. Uzayın derinliğinden, doğanın eşsiz renklerine kadar uzanan değerli ve yarı değerli taşlar, sanatsal tablolara dönüştürülürken geniş renk skalası sayesinde sanatçılara ilham vermekte ve eser yaratmak için kolaylık sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada; değerli ve yarı değerli mücevher taşlarından oluşan sanat eseri değerindeki tabloların oluşturulma aşamaları incelenirken aynı zamanda bu eserlerin ülkemizde kullanılması ve yaygınlaşması için yapılması gereken çalışmalar hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Değerli taş, mozaik, mücevher, renk, sanat

Abstract: *Precious and semi-precious gemstones are used as jewelry after various cutting techniques. Before these gemstones are cut, the desired gemstones are produced with a portion of between 30%-50% according to the various properties of the gemstone. After the cutting techniques, the remaining parts of the gemstone can be used in industry or various fields according to the characteristics of the gemstone, while some gemstones cannot be used and remain idle. These idle gemstones can be re-evaluated and transformed into various works of art. One of these works is the paintings. These paintings are produced with mosaic technique.*

In this mosaic technique, the colored gemstones are separated according to their hardness and color tones and brought to various lengths in various sizes. Afterwards, these precious and semi-precious gemstones are applied on canvas with the help of adhesives according to the composition desired to be formed one by one with care. Some gemstones are thoroughly beaten to obtain gemstone-powders. These powders are poured into the spaces between the gemstones and the picture is completed. From the depth of space to the unique colors of nature, precious and semi-precious gemstones are transformed into artistic paintings, offering a wide color scale, which can provide convenience to inspire artists and create works.

In this study, the stages of the creation of paintings with precious and semi-precious gemstones will be examined and information about the works that should be done in order to spread and use these works in our country will be given.

Keywords**:** *Gemstone, mosaic, jewelery, color, art*

Juliopolis Antik Süstaşlarının Gemolojik İncelemesi

Gemological Examination of Juliopolis Ancient Gems

Tuğba Velioğlu, Koray Sözeri, Handan Günel, O. Taner Songören

MTA Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(tugba.velioglu@mta.gov.tr)

Öz: Ankara'nın Nallıhan İlçesi, Çayırhan Beldesi, Gülşehri Mevkii'nde bulunan Juliopolis nekropolü buluntuları, arkeogemoloji çalışmaları açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle, antik taşların detaylı olarak gemolojik incelemesinin yapılması, daha sonra gerçekleşebilecek köken çalışmaları açısından temel oluşturmaktadır.

Anadolu Medeniyetleri Müzesi'ndeki Juliopolis Antik Kenti buluntuları, ''Arkeolojik Değere Sahip Süstaşı Buluntularının Gemolojik İncelemesi'' Projesi (MTA-2018) kapsamında, müzenin izniyle, tahribatsız gemolojik analiz yöntemleri uygulanarak incelenmiş ve taşların gemolojik özellikleri belirlenmiştir. Refraktometre, polariskop, spektroskop, dikroskop, mikroskop, çeşitli ışık kaynakları ve GemmoFtir, bu amaca yönelik uygulanan hızlı ve pratik yöntemlerdir. İncelemede; taşların ışık kırma indisleri ve granatların türleri belirlenmiş, şeffaf ve yarı şeffaf olanların içerdikleri kapanımlar incelenmiş ve taşların büyük bir kısmının GemmoFtir cihazıyla ''Speküler Yansıtma'' metodu kullanılarak analizleri yapılmıştır.

İnceleme sonucunda, taşların beril (zümrüt), granat ve kuvars grubu süstaşları ile jet ve cam oldukları belirlenmiştir. Granat grubu süstaşları, tür olarak bütün buluntularda pirop-spesartin olarak belirlenmiş, mikroskop altındaki çalışmalarda, içerdikleri kapanımlar açısından benzer özellik sergiledikleri görülmüştür. Kuvars grubu süstaşları içerisinde, makrokristalin ve kriptokristalin türleri belirlenmiştir. Makrokristalin olanlar sitrin ve ametist, kriptokristalin olanlar ise kalsedon türleri olup krizopras, karnelyan, sard, sardoniks, oniks, jasper, yeşil ve beyaz kalsedon olarak tanımlanmışlardır. Kalsedonların önemli bir kısmı üzerine intaglio ve cameo teknikleri kullanılarak çeşitli mitolojik figürler ve betimlemeler işlenmiştir. Camın çeşitli doğal mücevher taşlarını taklit etmek için kullanılıyor olması, buluntulardan da anlaşılacağı üzere, eski dönemlere kadar uzanmaktadır. Juliopolis nekropolünden çıkan mücevher taşlarının büyük bir kısmında oymacılığın kullanılmasının yanı sıra, kesim şekilleri olarak da kabaşon ve boncuk türündeki kesimlerin daha çok tercih edildiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Medeniyetleri Müzesi, gemoloji, Juliopolis Nekropolü

Abstract: *Juliopolis necropolis foundlings in the vicinity of Ankara, Nallihan, Cayirhan are of prime importance in terms of archaeogemology studies. Therefore, a detailed gemological investigations of antique gems provides the foundation for tracing their origin.*

Juliopolis Necropolis foundlings at Anatolian Civilizations Museum, within the scope of the project "Gemological Identification of Antique Gems" (MTA-2018), have been inspected using nondestructive analyze methods and their gemological characteristics have been determined with the permission of the Museum. Refractometer, polariscope, spectroscope, dichroscope, microscope, several sources of illumination and GemmoFtir are fast and practical techniques applied for this purpose. During the examination, light refraction indexes of the gems and the types of the garnets have been determined, the inclusions of the transparent and semi-transparent gems have been analysed, and the majority of the gems have been analysed using Specular Reflection method with GemmoFtir.

As a result of investigation, the gems have been identified as beryl (emerald), gemstones in garnet and quartz group, jet and glass. Garnet Group gemstones have been identified as pirop-spesartite in all foundlings, and share similar characteristics in terms of inclusions under the microscope. Macrocrystalline and cryptocrystalline types have been used in quartz group gemstones. Macrocrystalline ones have been identified as citrine and amethyst, cryptocrystalline ones as chalcedony types including chrysoprase, carnelian, sard, sardonyx, onyx, jasper, green and white chalcedony. Majority of the chalcedony have been decorated with various mythological figures using intaglio and cameo techniques. The use of glass as imitation of natural gems, as easily seen from the foundlings, goes back to ancient times. Besides majority of the gems found in Juliopolice show carving, cabochon and bead type cutting stiles were widely used.

Keywords: *Anatolian civilizations museum, gemology, Juliopolis necropolis*

Eskişehir Karaçam Köyü ve Dünyada Bilinen Bazı Kromlu Kalsedon Oluşumlarının Mineralojik, Kimyasal ve Gemolojik Özellikleri

Mineralogical, Chemical and Gemological Features of Chrome Chalcedony Occurrences from Eskişehir-Karaçam Village and Some Known Localities in the World

Elif Kılıç[1], Zehra Semra Karakaş[2], Çiğdem Lüle[3], İ. Sönmez Sayılı[4]

[1]Altınkaynak Kuyumculuk ve Mücevherat A.Ş., Atatürk Bulvarı No:105/24A, 06420 Kızılay, Ankara, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[3]Kybele LLC, PO Box 6007, Buffalo Grove, IL, USA

[4]FeNi Madencilik Ltd. Şti, Mustafa Kemal Mah.2120 Cad. 2129 Sok. No: 1/4 06510 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ea.elifkilic@gmail.com)

Öz: Dünyada gemolojik olarak literatür çalışmaları incelendiğinde kromlu kalsedon olduğu belirtilen yerler arasında Avustralya, Bolivya, Çekya ve Zimbabve ile Türkiye bulunmaktadır.

Bu çalışmada, önce Eskişehir-Karaçam köyü civarında incelenen yeşil renkli kromlu kalsedonların jeolojik, mineralojik, kimyasal ve gemolojik özellikleri sunulacak daha sonra da yukarıda anılan ülkelerde gözlenen kromlu kalsedonlar için belirlenmiş olan bu özellikler ile karşılaştırmaları yapılacaktır.

Eskişehir ili Mihalıççık ilçesine bağlı Karaçam köyü civarında, Geç Kretase' de yerleştikleri kabul edilen ofiyolitik dizinin serpantinit ve serpantinleşmiş peridotitleri gözlenmektedir. Bu kayaçlardan, yerleşimlerinden sonra atmosferik koşullar altında bozunarak Ni ve Fe cevherleri de içeren lateritler oluşmuşlardır. Karaçam köyü civarında Adatepe ve Belek madencilik sektörlerinde gözlenen laterit zonları içinde beyaz renkli silisleşmeler yer almaktadır. Özellikle Adatepe' de bu beyaz renkli silisleşmeler içinde 15 cm uzunluğuna varan ve 10 cm kalınlıklara kadar ulaşan damar ve damarcıklar şeklinde başta yeşil renkli olmak üzere beyaz, gri, koyu gri, kahverengi ve kırmızı renklerde kalsedonlar izlenmiştir. Sahadan, Adatepe sektöründen derlenen 7 ve Belek sektöründen alınan 2 yeşil kalsedon örneği mikroskobik olarak incelendiğinde mikrokristalin kuvarslar içinde damarcıklar ve boşluk dolguları şeklinde kalsedonların bazı opak minerallerle birlikte bulunduğu belirlenmiştir. Yapılan XRD ve Raman spektroskobisi çalışmalarında kuvars, kristobalit, tridimit, amorf silika, moganit, melanofilogit, hematit, götit ve kromit minarallerinin varlığı kanıtlanmıştır. Kimyasal analizlere göre tüm yeşil kalsedonlarda Fe, Cr, Ni, Al, V ve Co elementleri belirgin biçimde bulunurken Belek sektöründe Cr, Ni ve Al elementlerince daha fazla zenginleşmeler tespit edilmiştir. Bu alandaki kalsedonların renklerinin de daha koyu olduğu belirlenmiştir. Bu veriler ışığında yeşil renkli kalsedonların kromlu kalsedon olarak kabul edilebileceğini göstermektedir.

Yapılan gemolojik incelemelerde örnekler Munsell renk skalasına göre orta, derin ve koyu

(moderate, deep, dark) yeşil renkler vermektedir. Işığı kırma indisleri 1.53 ve 1.54 olarak ölçülmüş olup, özgül ağırlıkları 2.53 olarak bulunmuştur. Krom içeriği yükseldikçe Chelsea filtresi ile yeşil renkli kromlu kalsedonların daha pembe renkler sergiledikleri de belirlenmiştir.

Avustralya, Bolivya, Çekya ve Zimbabve' de izlenen kromlu kalsedonlarla kimyasal açıdan karşılaştırıldığında, Eskişehir Karaçam Belek sektörü kromlu kalsedonlarının Al_2O_3 ve Cr_2O_3 değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Öte yandan renk, saydamlık, sertlik, özgül ağırlık ve ışık kırma indislerinin değerleri açısından dünyada belirlenen kromlu kalsedonlarla çok benzemektedirler. Sadece UV ışığın kısa ve uzun dalga boylarına verdikleri tepkimelerin biraz farklı oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir-Karaçam, kromlu kalsedon, mineraloji, kimyasal analizler, gemolojik özellikler, laterit

Abstract**:** *According to the world gemological literature, the locations of chrome chalcedony occurrences are mentioned especially in Australia, Bolivia, Czech Republic, Zimbabwe and Turkey.*

In this study, firstly, geological, mineralogical, chemical and gemological features of green colored chrome chalcedonies will be presented around Karaçam village of Eskişehir. Secondly, ıt will given the comparisons of all features of the chrome chalcedonies in above mentioned countries.

Serpentinites and serpentinized peridotites of ophiolitic sequences accepted with an emplacement time of Late Cretaceous are observed around Karaçam village of Mihalıççık county of Eskişehir. Due to weathering processes, laterites including Ni and Fe ores are formed after the emplacement on these rocks. Whitish colored silicifications are located in lateritic zones of Adatepe and Belek mining sectors of Karaçam village. Especially at Adatepe, mainly green but additionally white, gray, dark gray, brown and red colored chalcedony veins and veinlets with the thicknesses of up to 10 cm and the length of up to 15 cm are observed in the whitish colored silicifications. 7 samples from Adatepe sector and 2 samples from Belek sector are collected from the field. Microscopic investigations have revealed that chalcedony veinlets and void fillings together with some opaque minerals are located in microcrystalline matrix. XRD and Raman Spectroscopic investigations proved the existence of quartz, cristobalite, tridimite, amorphous silica, moganite, melanofilogite, hematite, goethite and chromite minerals. Chemical analysis indicated that all green colored chalcedonies contain certain amounts of Fe, Cr, Ni, Al, V and Co, meanwhile same type of chalcedonies from Belek sector point out higher enrichments in Cr, Ni and Al elements. The colors of green chalcedonies in Belek sector are darker than Adatepe sector. Under all the data obtained from green chalcedonies display that they can be accepted as chrome chalcedonies.

Due to the gemological investigations, samples exhibit moderate, deep and dark green colors according to Munsell color chart. Their refraction indices are measured as 1.53 and 1.54 and specific gravities as 2.53. With the accordance of chromium contents, green colored chromium chalcedonies reveal more pinkish colors under Chelsea filter.

From the chemical point of view, comparisons of Eskişehir Karaçam village chrome chalcedonies with Australia, Bolivia, Czech Republic and Zimbabwe chrome chalcedonies revealed that Karaçam village Belek sector chalcedonies have higher concentrations of Al_2O_3 *and* Cr_2O_3 *than the other country chalcedonies. On the other hand, the gemological features of color, transparency, hardness, specific gravity and refraction indices are very similar to the other country's chrome chalcedonies. Only, the reactions under short and long wave of UV radiation are very little different.*

Keywords**:** *Eskişehir-Karaçam, chrome chalcedony, mineralogy, chemical analysis, gemological features, laterite*

Batı Anadolu'nun Silisleşmiş Ağaç Tanımlamalarının Ön Bulguları

The Preliminary Findings of the Silicified Wood Descriptions in the West Anatolia

Burcu Çevik Üner[1], Sabah Yılmaz Şahin[2], Ünal Akkemik[3]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Müzesi, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Orman Mühendisliği Bölümü, 34473 Bahçeköy, İstanbul, Türkiye

(bcevik@istanbul.edu.tr)

Öz: Türkiye'de bulunan silisleşmiş ağaçlar, İç Anadolu, Kuzeybatı Anadolu, Batı Anadolu, Trakya ve Karadeniz bölgelerinde konumlanmaktadırlar. Bugüne kadar yapılan incelemelerde, özellikle Ankara ve Bolu civarında olan silisleşmiş ağaçlar farklı araştırmacılar tarafından detaylı olarak çalışılmıştır. Ancak diğer bölgelerde yer alan silisleşmiş ağaçlar üzerindeki çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çalışma kapsamında, Kütahya, Manisa ve İzmir bölgelerinde incelemeler yapılmış, tespit edilen silisleşmiş ağaçlardan örnekler alınmıştır. Her üç bölgenin de yer aldığı Batı Anadolu'da, Erken-Orta Miyosen ve Geç Miyosen- Erken Pliyosen olmak üzere birbirlerini takip eden dönemlerde, bölgede karasal çökeller oluşmuştur. Özellikle gölsel ortamlarda, çökelim esnasında, silisleşmiş ağaçlar hem çökelmeye hem de Neojen'de etkin olan volkanik faaliyetlere eşlik ederek oluşmuşlardır.

Silisleşmiş ağaç örneklerinden, enine, radyal ve teğet olarak üç yönlü kesitler hazırlanarak petrografik ve botanik tanımlamalar yapılmıştır. Taşlaşmış ağaçların tanısına ilişkin incelemeler sonucunda; *Laurinoxylon* (Defnegiller), *Sequoioxylon* (Sekoya grubu), *Quercus* sect. *Ilex* (Herdem yeşil meşe) ve *Pinuxylon* (Çam) cinsleri tespit edilmiştir. Polarizan mikroskop altında ise mineralojik-petrografik incelemelerde odunsu dokular içerisinde, taşlaşmayı sağlayan silisin polimorfları tespit edilmiştir. Silisin kristalin formlarından; yaygın olarak kalsedon ve daha az miktarda kuvars ile amorf olanlarında ise sıklıkla opal tanımlanmıştır.

Dünya üzerinde; Arizona, Endonezya, Mısır, Çin gibi farklı lokasyonlarda yer alan silisleşmiş ağaç örnekleri miktar ve çeşitlilik bakımından çok fazla bulunmaktadır. Bu bölgelerde tanımlanan silisleşmiş ağaçlar yüksek sertlik derecelerine ve dayanımlarına ek olarak, çok fazla desen, renk çeşitliği ve doku sunması süstaşı olabilme potansiyelini yükseltmektedir. Ancak, ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalar göstermektedir ki, çok az miktarda bulunan silisleşmiş ağaçlar süstaşları için gerekli olan sertlik ve nadirlik özelliğine sahip olsa da, dokularının korunmuş olması dışında, renk ve parlaklık kriterine yeterince uymamaktadır. Bu nedenle, ülkemizde az sayıda bulunan, bilimsel değeri yüksek olan fosil ormanlar, doğal ve ender güzellikler olarak yerinde korumalıdır.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, volkanizma, silisleşmiş ağaç, fosilleşme, süstaşı

Abstract: *The silicified woods in Turkey on some of which are worked and belong the Neogene period are located in the Central Anatolia, Northwest Anatolia, West Anatolia, Thrace and Black Sea regions. In the studies until today, the silicified woods which are located especially in the around of Ankara and Bolu were being worked on in a very detailed way by different researchers. However, studies on silicified woods in the other regions are quite limited. In this study, explorations were made in Kütahya, Manisa and İzmir regions and samples were taken from the silicified woods identified. In Western Anatolia, where all three regions take place, in the following periods, Early-Middle Miocene and Late Miocene-Early Pliocene, terrestrial deposits have been formed in the region. Particularly in lacustrine environments, during sedimentation, silicified trees were formed by accompanying both deposition and volcanic activities active in the Neogene.*

The silicified woods in Turkey on some of which are worked and belong the Neogene period are located in the Central Anatolia, Northwest Anatolia, West Anatolia, Thrace and Black Sea regions. In the studies until today, the silicified woods which are located especially in the neighborhood of Ankara and Bolu were being worked on in a very detailed way by different researchers. But the studies about the silicified woods in the other regions are accepted as fairly new. As the geological location the silicified woods which are related to the Neogene volcanism in the Western Anatolia region and which are found in the sedimanter units were spreaded into the large area. Within the scope of the related study, researchs were done in Kütahya, Manisa and İzmir regions and taken some silicified wood samples which were detected silicified woods.

The petrographic and botanic descriptions from the silisified wood samples were done by doing th ethree-waythin-sections as transversal, radial and tangential. As a result of there lated researchs about the diagnosis of the silicified woods Laurinoxylon, Sequoioxylon, Quercus sect. Ilex and Pinuxylon genus were determined. Under the polarized microscopy and in the wood stissues during the mineralogical-petrographical studies the silica polimorphs which provides the petirification were also determined. Calcedon in a extensive way and quartz in a smalle ramount and opal frequently in the amorphous versions were identified from the formation of the silica crystals.

In the different locations of the world such as USA-Arizona, Indonesia, Egypt, and China the silicified wood samples are found excessively with regard to the quantity and versatility. In addition to their high toughness degrees and endurances, the silicified woods which were found in these locations have many patterns and different colour varieties and different tissues. Therefore their potential of being used as gemstone was in creased. However, the studies in our country which were carried out until today showed that although the silicified woods in a very few amounts have the needed toughness and rareness as requested from any gemstones their colour and brightness criteria (in spite of the good protection of the tissues) doesn't match adequately. Because of that reason, the fosil forests which are found in a very few numbers in our country and are high as scientifical value protected on-site as of natural and exceptional beauties.

Keywords: *West Anatolia, volcanism, silicified wood, fossilization, gemstone*

Aydın-Koçarlı Bölgesinde Bulunan Dumanlı Kuvars ve Dağ Kristali Oluşumlarının Mineralojik-Petrografik ve Gemolojik Özellikleri

Mineralogical-Petrographical and Gemological Features of Smoky and Rock Quartz Crystal Occurencences in Koçarlı/Aydın Region

Koray Sözeri, Handan Günel, Erhan Duran, Tuğba Velioğlu

MTA Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye (koray.sozeri@mta.gov.tr)

Öz: Süstaşı oluşumları açısından oldukça zengin bir bölge olan Batı Anadolu'nun orta batı kesiminde bulunan Aydın iline bağlı Koçarlı, Çine, Karacasu ilçeleri ve çevresinde olmak üzere 3 farklı alanda dumanlı kuvars ve dağ kristali (şeffaf kuvars) oluşumları bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında Koçarlı ilçesine bağlı Kuşlarbeleni, Tığlılar, Çallı, Mersinbelen, Çeşmeköy, Birci, Gaffarlar Mahalleleri ve civarında yaklaşık 50-60 km^2'lik bir alanda detaylı saha çalışması yapılarak kuvars oluşumları incelenmiş ve örneklenmiştir. Bölgenin temeli Prekambriyen yaşlı Pan Afrikan Orojenezi ile oluşmuş metamorfik kayalar ile bunlar üzerine gelen Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar ile temsil edilir. Dumanlı ve şeffaf kuvars kristal oluşumları Prekambriyen yaşlı gözlü gnaysları kesmektedir. Kuvarslar, birkaç cm'den 1 m'ye kadar değişen boyutlarda ve renkleri morion olarak isimlendirilen siyah renkten - şeffaf-renksiz özelliğe kadar değişmektedir. 3 farklı tip (şeffaf-renksiz, kahverengi, morion tipi), üzerinde yapılan standart gemolojik testlerde kuvarsların ışık kırma indisinin (RI: Refractive Index) 1.54 olduğu, zayıf çift kırma özelliğine sahip olduğu (DR : Double Refractive) ve yoğunluğunun (SG) 2.66 g/cm^3 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gemolojik mikroskop incelemelerinde Koçarlı Bölgesi kuvarslarında çok fazla negatif kristal kapanımları olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Dumanlı kuvars, dağ kristali, gemoloji, Koçarlı, Aydın

Abstract: *Aydın Province in Western Anatolia, known as having numerous gemstone occurences, has 3 different locations with smoky quartz and rock crystal formations. Koçarlı region, one of these 3 locations (The others are Karacasu and Çine region), is the topic of this study covering almost 50-60 km^2 area and Kuşlarbeleni, Tığlılar, Çallı, Mersinbelen, Çeşmeköy, Birci ve Gaffarlar Villages. The Basement rock of the area is Precambrian age metamorphic rocks, generating from Pan-African orogenesis, which overlaid by Paleozoic and Mesozoic age metamorphic rocks. Smoky quartz and rock crystal occurences crosscut these Precambrian age metamorphic rocks also known as "Eye-gneiss", or "Biotite Ortogneiss", or Augen gneiss in German. The dimensions of quartz minerals are between 1-100 cm in length and the color range is from transparent to morion type (almost black). According to standart gemological tests, applied to 3 different color of quartz minerals (transparent, brown and black types), these quartz minerals have 1.54 Refractive Index (RI), weak double refractivity (DR) and 2.66 g/cm^3 specific gravity (SG) properties. Additionally a lot of "negative crystal inclusions" have seen in these quartz minerals from the gemological microscopy studies.*

Keywords: *Smoky quartz, rock ccrystal, gemology, Koçarlı, Aydın*

Menderes Masifinin Güneybatı Kanadındaki (Aydın-Muğla) Diaspor Oluşumlarının Jeolojik, Jeokimyasal ve Gemolojik Özelliklerinin Araştırılması

Investigation of Geological, Geochemical and Gemological Features of Diaspor Formations in the Southwestern Wing of the Menderes Massif (Aydın-Muğla)

Eyyüp Hikmet Kınacı, Alican Öztürk

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42075 Selçuklu, Konya, Türkiye
(eyyuphikmetkinaci@gmail.com)

Öz: Süstaşları son yıllarda artan ilgiyle birlikte ülkeler açısından da önemli bir yeraltı zenginliği sunmaya başlamıştır. Menderes Masifi, Türkiye Boksit yataklarının yaygın ve en önemlilerinin gözlendiği alanların başında gelir. Süstaşı kalitesindeki Diaspor kristalleri ise, sadece bu yataklar içerisinde oluşmaktadır. Çalışmada, Menderes Masifinin Güneybatı kanadındaki (Aydın – Muğla) diaspor oluşumları incelenmiş ve bunların jeolojik, jeokimyasal ve gemolojik özellikleri araştırılmıştır. Çalışma alanındaki boksit yatakları beyaz renkli kristalize kireçtaşı (alt) ile gri-boz renkli kristalize kireçtaşı (üst) kontağındaki uyumsuzluk boyunca görülmektedir. Yataklar genellikle KB - GD yönünde uzanım göstermekte ve numuneler masif, pisolitik, oolitik, ve leopar doku özellikleri göstermektedirler. Bafa gölünden başlayıp Yatağan'a doğru kesik kesik yay şeklinde ilerleyen boksit yatakları içerisinde farklı boy ve renklerde bulunan diaspor kristalleri ülkemize özgüdür. Uzun yıllar boyunca tek madende diasporitik boksit üretimi sonucu yan ürün olarak çıkarılmış ve ekonomik bir değeri olduğu düşünülmemiştir. İnceleme alanında diaspor oluşumları makro olarak genellikle kalsit, muskovit ve kloritoid mineralleri ile birlikte kristalize kireçtaşları, boksit ve altere zonları içerisinde merceksi, breşik, çatlak ve cepler halinde gözlenmiştir. Diasporlar Milas civarında genellikle levha halinde Yatağan civarında ise genellikle küçük ve kırlangıç kuyruğu yapısında gözlenmiştir. Özellikle son 30 yıllık süreçte daha önce pek bilinmeyen Diaspor mineraline yönelik ilginin artması ve sadece ülkemizde bulunması bu çalışma ile hak ettiği değeri kazanması açısından önemli olacaktır. Yörede yeni Diaspor yataklarının bulunması muhtemel görüldüğü için bu konuda daha detaylı çalışmaların yapılması düşünülmekte ve elde edilecek veriler yeni diaspor yataklarının tespitinde önem arz edecektir.

Anahtar kelimeler: Boksit, diaspor, gemoloji, Milas, Yatağan

Abstract: *With the increasing interest in gemstones, which have started to offer an important underground wealth for countries. Menderes Massive is one of the most widespread and most important areas of bauxite deposites in the Turkey. Gemstone quality diaspore crystals are formed only within these deposits. In this study, diaspore formations in the southwest wing of the Menderes Massive (Aydın - Muğla) were examined and their geological, geochemical and gemological properties/characteristics were investigated. Bauxite deposits in the study area are observed along the discordance between white crystallized limestone (lower) and gray-dun colored crystallized limestone (upper) contact. The deposits generally extend in NW - SE direction and the samples show massive, pisolotic, oolitic and leopard texture. Diaspore crystals of different lengths and colors are unique to our country, which starting from Bafa Lake and advancing towards Yatağan in the form of dashed arc. It has been extracted as a by-product as a result of diasporitic bauxite production in a single mine for many years and it is not thought to have an economic value. Diaspore formations in the study area are generally observed as lenticular, brecciated, cracked and pockets in crystallized limestones, bauxite and altered zones with calcite, muscovite and chloritoid minerals. Diaspores are generally observed in the form of sheet around Milas, and generally in small and swallow tail structures around Yatağan. Increased interest in diaspore crystal, especially in the last 30 years and this study will be important in terms of gaining the deserved value of diaspore crystal which is unique to our country. Since it is likely that new diaspore deposits will be found in the region, further studies are planned on this subject. The data to be obtained will be important in the determination of new diaspore deposits.*

Keywords: *Bauxite, diaspore, gemology, Milas, Yatağan*

Kıymetli Taşlar ve Sömürgecilik

Precious Stones and Colonialism

Alaaddin Vural[1], Ali Çiftçi[2], M. Nuri Ural[3]

[1]Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

[2]Gümüşhane Üniversitesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

[3]Gümüşhane Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, 29000 Gümüşhane, Türkiye

(alaaddinvural@hotmail.com)

Öz: Bu çalışmada kıymetli taşların tarihi süreç içinde siyasal/sosyal/askeri ve benzeri olaylarla ilişkisi n-gram analizi ile incelenmiştir. Önemli doğal kaynaklardan olan ve ticari olarak yükte hafif pahada ağır özelliklere sahip olan kıymetli taşlar, bulundukları ve işletildikleri coğrafi bölgeler olarak emperyalist güçler için cazibe merkezleri olmuştur. Bu tür coğrafi alanlar büyük devletler için aynı zamanda daima mücadele alanları olmuştur. Çalışmada, kıymetli taşlar ve emperyalist eğilimlerle ilişkili kavramlar anahtar kelime olarak seçilmiş ve yaklaşık 250 yıllık dönem için n-gram analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, kıymetli taşlara ait maden yataklarının bulunması, işletilmesi, ticareti ile ilişkili sosyal ve siyasal olayların (iç savaşlar da buna dâhil olmak üzere) n-gram analiz grafiklerinde birbirlerine paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla uygun anahtar kelimeler seçilerek yapılacak n-gram analizleriyle bilimsel çalışmaların önemli bir kısmını oluşturan literatür taramasına önemli katkı sağlanacağı, daha sağlıklı analizlerin yapılmasına imkân vereceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Değerli taşlar, elmas, jeopolitik, merkantilizm, süstaşı

Abstract: *In this study, the relation of precious stones with political / social / military and similar events in historical process is examined with n-gram analysis. Precious stones, which are important natural resources and have commercially heavy features at a light cost, have become centers of attraction for the imperial powers as geographic regions where they are located and operated. Such geographical areas have always been areas of struggle for large states. In this study, the concepts related to precious stones and imperial tendencies were chosen as keywords and ngram analysis was performed for a period of approximately 250 years. As a result of the study, it was found that the social and political events (including civil wars) related to the discovery, operation and trade of the precious metal deposits were parallel to each other in the n-gram analysis graphs. Therefore, it has been seen that n-gram analysis by selecting the appropriate keywords will make a significant contribution to the literature review which constitutes an important part of the scientific studies and will allow for a more healthy analysis.*

Keywords: *Fossil fuels, geopolitics, coal, coal mining, mercantilism, industrialization, industrial revolution*

GİRİŞ

Bilinen tarihi karakterden günümüzdeki ünlü şahsiyetlere kadar birçok insan gerek estetik yönünü gerekse şifa verici olduğunu düşünerek süstaşlarına önem vermiştir. Genel olarak süstaşı (gemstone), kesilebilen ve parlatılabilen, toplanabilir veya mücevherlerde kullanılabilen bir mineral, kaya veya taşlaşmış malzemedir. Güzelliğin ve statünün temsili olarak görüldükleri için yüzyıllardır baştacı edilmişlerdir. Örneğin 2015 yılında, süstaşlarına yönelik küresel pazarın 17 ile 23 milyar dolar arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, değerli taş rezervine sahip birçok ülkenin kalkınmasını/zenginleşmesini çok az desteklemiştir (Shortell ve Irwin 2017).

Kehribar (fosilleşmiş ağaç reçinesi) ve jet (bir tür kömür) gibi diğer taşlar organiktir. Rodokrozit, brokantit, jips gibi bazı güzel taşlar takılarda kullanılmak için çok yumuşak veya çok kırılgandırlar. Bu yüzden müze materyali olarak değerlidir ve koleksiyoncular tarafından aranır.

Süstaşları tarihi insanlığın yeryüzünde varolmasıyla eş zamanlıdır. Bilinen kayıtlar 25.000 yıl öncesine ait süstaşı materyallerinin varlığını ortaya koymuştur. Süstaşlarının mücevherat ve şifa verici olarak kullanılmasının yanısıra silah amaçlı da kullanıldığı bilinmektedir. Dünyanın her bölgesinde, önem verilen ve insanların kullandığı değerli taşlar bulunabilir. Bazı bölgeler ise kendileri ile birlikte anılan süs taşları ile meşhur olmuştur: Avustralya ve Meksika için ateş opali, Hindistan-mavi safir, Çin-yeşim, Türkiye-kalsedon örnekleri bunlardan bazılarıdır ve bu bölgeler genellikle bu değerli taşlarının ana üreticisi konumunda da olabilmektedirler. Örneğin Avustralya veya Meksika "Ateş Opal", Hindistan'da Keşmir'den "Mavi Safir" veya Tanzanya'da "Tanzanit" gibi yüksek kaliteli değerli taşlar üretilmektedir. Süstaşlarının yaygın kullanıldığı önemli medeniyetler Mısır, Çin, Hindistan ve Yunan Medeniyetleridir. Rönesans döneminde değerli taşlar Avrupa tarihinde önemli bir yer tutmuştur. Özellikle 11. yüzyıl Avrupa'sında şifa kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmışlardır. Süstaşlarının geomoloji ismi ile bilimsel bir alan olarak gündeme gelmesi ilk kez ABD'de 1909-1913 yılları arasında Colorado Mines Okulu'nda jeoloji bölümleri için bir ders olarak verilmesi ile başlamıştır. İnsanlar için mücadele alanı bulması ile birlikte süstaşları rezervlerine sahip ülkeler önem kazanmış ve birçok siyasal/askeri/ekonomik olaylara konu olmuştur. Bu çalışmada, geçmişi insanlıkla başlayan özellikle de 17-18. yüzyılda emperyalistülkelerin yoğun ilgisi nedeniyle jeostratejik önemi artan ve jeopolitik konuların içinde kendine yer bulan süstaşlarının literatürde kullanım sıklığının tespit edilmesiyle döneminin siyasal, askeri, ekonomik ve sosyal olaylarıyla ilişkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, süstaşları-kıymetli taşlar(gemstones) ve sömürgecilik arasındaki ilişkiyi, Google kitaplar veri tabanında bulunan İngilizce kitaplardan oluşan bir corpus üzerinde n-gram analiz metodu kullanarak ortaya koymaktır. N-gram analiz yöntemi, süstaşları ile ilişkili anahtar kelimeler ve sömürgecilik kavramlarının retrospektif analizini Google'a kayıtlı İngilizce kitaplar üzerinde kullanılmıştır. Literatürde bu amaçla yapılmış n-gram analizlerinin bulunmaması bu çalışmanın veri madenciliğinde metot olarak kullanılması hususunda farkındalık oluşturması amacıyla da gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL-METOT

Çalışmada yöntem olarak n-gram analizi kullanılmıştır. İstatistiksel dil modelleri, özünde, kelime dizilerine olasılıklar atayan

bir modelleme türüdür. Birçok ilginç metin analizi, hangi kelimelerin diğerlerini hemen takip etme eğiliminde olup olmadığını veya aynı belgelerde birlikte meydana gelme eğilimini inceleyen kelimeler arasındaki ilişkilere dayanır. X kelimesinin ne sıklıkta Y kelimesini izlediğini görünce, aralarındaki ilişkilerin bir modelini oluşturabilir. Konu aşağıdaki denklem ile ayrıntılandırılmıştır.

P (k | t)

(1)

Örneğin (gibi| sanki çok çalışıyormuş)

k= gibi

t= sanki çok çalışıyormuş

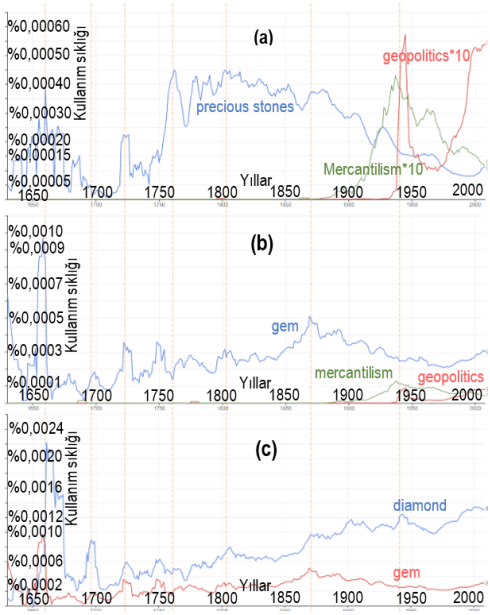
Yukarıdaki olasılık fonksiyonunu tahmin etmenin bir yolu, nispi frekans sayımı yaklaşımıdır. "Sanki çok çalışıyormuş" ifadesinin geçme sıklığı sayılır ve ardından kaç kez "gibi" geldiği sayılır. Başka bir deyişle cevabını aradığımız soru "t" ifadesini gördüğünüz zamanların ardından "k" kelimesini kaç kez takip ettiğidir.

Burada kısaca bahsettiğimiz n-gram modelinin sezgisel yönü, bir kelimenin tüm geçmişi verildiğinde olasılığını hesaplamak yerine, sadece son birkaç kelimeyle bu bütüne yaklaşılabileceğidir.

Çalışma kapsamında süstaşları ile ve siyasal/sosyal hatta askeri olaylarla da birliktelik gösteren anahtar kelimelerin İngilizcesi seçilmiş ve bu kelimeler kullanılarak n-gram analizi gerçekleştirilmiştir. Anahtar kelimeler olarak "gem", "gemstone", "precious stone", "diamond", "geopolitics", "mercantilism" seçilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Arkelojik bulgular süstaşı kayıtlarını İ.Ö. 8000'lere kadar götürmekle birlikte n-gram analizi ile ancak 15. 16. yüzyıl kayıtlarına kadar ulaşılabilmektedir. Bu çalışmada ise 17. yüzyıl verilerinden günümüze kadar olan dijital ortam kayıtları değerlendirilmeye alınmış ve grafikler oluşturulmuştur (Şekil 1 a, b, c).



Şekil 1. a) "geopolitics, "mercantilisim" ve "precious stones" anahtar kelimelerine ait grafik, b) "gem", "geopolitics" ve "mercantilism" anahtar kelimelerine ait grafik, c) "gem" ve "dimaond" anahtar kelimelerine ait grafik.

Tek başına değerli taşlar "precious stone" kavramı ele alındığında 1650'lerden 1675'lere kadar bir yükseliş trendinin olduğu, Şekil 1-a'da görüldüğü gibi 1700'lerin başında bir miktar düşüş göstermekle birlikte yükselme eğiliminin devam ettiği görülmektedir. 1750'lerden sonra istikrarlı bir şekilde yüksek seviyeler görülmektedir. 20.yüzyılla birlikte kullanım sıklığında düşüş başlamıştır. Bunda kavram olarak precious stone yerine gemstone'un kullanılmaya başlamasının da etkisi olduğu düşünülmektedir. Gemstone kavramı da kullanım olarak 1700'lere kadar gitmekle birlikte Şekil 1-b'de görüldüğü gibi

genel itibariyle 1900'lere kadar kullanım sıklığında yükseliş trendi hâkimdir ve precious stone kavramına göre daha çok kullanım sıklığına sahiptir. Her ne kadar kullanım sıklığı daha fazla olmasıyla birlikte 1860'tan 1960'a kadarki dönem içinde kullanım sıklığında azalma görülmekte, 1960 sonrasında ise genel olarak bir yükseliş izlenmektedir. N-gram analizi elmas için yapıldığında ise 1700'lerden itibaren zaman zaman düşmeler görülse de genel olarak daima bir yükseliş trendi söz konusudur. Bu durum Şekil 1-c'de izlenebilmektedir.

Söz konusu dönemler için siyasal/sosyal olaylar, özellikle değerli taşlar denince akla ilk gelen elmas ve benzerleri bağlamında ele alındığında 1800'ler Batı Avrupa ve ABD'ye giderek daha fazla refahın geldiği yıllardır. Bahse konu yılların sonlarına doğru elmas talebinin artması ile Güney Afrika elmas yatakları bulunmuştur. 1870'lerde yıllık pırlanta elmas üretimi 1 milyon karatken, 1920'lere gelindiğinde bu rakam 3 milyon karata çıkmıştır. 1970'lerde ise artan taleple de birlikte üretim 50 milyon karata, 1990'larda ise 100 milyon karata çıkmıştır.

1982'de Botsvana'da bulunan Jwaneng madeni, son derece verimli yeni bir maden yatağı olup, Botswana'nın üretimine büyük katkı vermiştir. Toplam elmas geri kazanımı ile ülke dünyada üçüncü, elmas değerinde ikinci olmuştur. Dünya elmas madenciliği, 1985'te Avustralya'daki yeni madenlerin bulunması ve 2000 yılında Kuzey Kanada'daki önemli yeni madenlerle önemli ölçüde büyümüştür. 1990 ayrıca 1866 Güney Afrika elmasların keşfiyle kurulup güç kazanan De Beers firmasının pazardaki tekelinin kırılıp yeni tedarikçilerin piyasaya girdiği dönemdir (Tamm, 2002). Kurulduğu yıllarda dünya elmas sektöründeki tek ve güçlü firma olup, arz-talep dengesini en iyi şekilde yöneterek piyasada uzun yıllar kalmış, 1990'larda ise bu tekeli kaybetmiştir (Kanfer, 1993; Tamm, 2002). Bu dönem ayrıca dünya ekonomisinin de çok dalgalı olduğu yıllara karşılık gelmektedir (Kanfer, 1993). 1991-1999 yılları arası belki de en önemli elmas kaynaklı savaşlardan biridir.

Genelde süstaşları özelde ise elmas önemli bir ticari emtia olup, merkantilizm geopolitik gibi kavramlarla da dolaylı olarak ilişkilidir (Şekil 1-c). Merkantilizm, feodalitenin sona ermesi ve ulus devletlerin ortaya çıkmasına paralel olarak gelişen ve dış ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte oluşan bir iktisadî anlayıştır. Dünyada doğal kaynakların aranması, bulunması ve değerlendirilmesi de merkantilizmin dayanağını oluşturan gelişmelerdendir. Merkantilizmde bir ülkenin zenginliğinin ve refahının değerli madenleri biriktirmesi yoluyla gerçekleşeceğine inanılmaktadır. Merkantilist felsefeye göre dış ticaret politikasının temel amacı hazinenin altın (maden) stokunu arttırmaktır (Seyidoğlu, 2007). Çünkü bu felsefeye göre altın ve değerli doğal kaynaklar servetin kaynağıdır. İktisatçılar altın stokuna verdiği önemden dolayı Merkantilizme aynı zamanda "altın külçecilik" (gold bullionism) akımı da denildiğini kaydetmektedirler (Seyidoğlu, 2007). Değerli maden stokları bunu yapan ülkelere ekonomik ve siyasal güç de sağlamaktadır. Bütün bu tanımlamalara ve açıklamalara bakıldığında Merkantilizmin, iktisadî konularla olduğu kadar dış politikayla da ilgilendiği; dolayısıyla bir ülkenin jeopolitik konumuna yön verdiği de söylenebilir (https://www.turkcebilgi.org/toplum/politika/merkantilizm). Merkantilizm, daha çok 16. yüzyıldan 17. yüzyıl sonlarına kadar etkili olmuştur. Merkantilistler hammaddede ithalatı desteklerken ithal edilen malların mamul mal olarak ihracını hedeflemişlerdir. Şekil 1 a ve b incelendiğinde 1900'lü yıllardan başlayarak merkantilizm kavramının literatürde kullanımının giderek artış gösterdiği görülmektedir. 1900'lü yıllar, emperyalist bir savaş olarak nitelendirilen 1. Dünya Savaşı öncesi

karışıklıkların, çalkantıların olduğu yıllardır. Büyük Kapitalist ülkelerin kendi coğrafyaları dışında kalan ülkeleri sömürme amaçlı çıkardıkları bir paylaşım savaşı olan 1. Dünya Savaşı öncesinde merkantilizm kavramının literatürde çokça kullanılmış olması anlamlıdır. Çünkü Avrupalı büyük Kapitalist ülkeler, sömürgelerindeki hammaddeleri yönetmek, ülkelerine getirmek için mücadele etmişlerdir. Grafikteki bu yükseliş 2. Dünya Savaşı'na kadar devam etmektedir. Bilindiği gibi savaş yıllarında ve 1929 Ekonomik Bunalımı sonrasında devletçi-korumacı politikalar bütün ülkelerde geçerli olmuştur.

Şekil 1-a'da jeopolitik kavramının kullanım sıklığının da, 2. Dünya Savaşı yıllarında zirvede olduğu görülmektedir. Bu çok anlaşılabilir bir durumdur. Ülkelerin jeopolitik konumları ve önemleri savaş yıllarında çok daha fazla gündemde olmaktadır. Sonuç olarak değerli taşlar ve emperyalizm ile ilişkili anahtar kelimeler seçilerek gerçekleştirilen n-gram analizi bahse konu kavramların birbirleri ile ilişkili seyre sahip olduğunu göstermiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Jurafsky, Daniel & James H. Martin. "Speech and Language Processing". September 1, 2014.

Kanfer, S. 1993. The Last Empire: De Beers, Diamonds, and the World. Farrar Straus Giroux, Newyork.

Seyidoğlu, H. (2007), Uluslararası İktisat, Güzem Can Yayınları, 16. Baskı, İstanbul.

Shortell P. ve Irwin E. 2017. Governing the Gemstone Sector: Lessons from Global Experience. Natural Resource Governance Institute.

Tamm, I. J. 2002. Diamonds in Peace and War: Severing the Conflict-Diamond Connection. World Peace Fondation Reports.

(https://www.turkcebilgi.org/toplum/politika/merkantilizm, 10.01.2020

Kuruseki, Serince, Görümlü (Almus-Tokat) Yöresindeki Akiklerin Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Geological and Geochemical Properties of Agates in the Kuruseki, Serince, Görümlü (Almus-Tokat) Region

Fetullah Arık[1], Erhan Turhal[2]

[1]Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,42075 Selçuklu, Konya, Türkiye

[2]Konya Teknik Üniversitesi, SÜKOP Süstaşı Araştırma, Uygulama ve Eğitim Atölyesi, Konya, Türkiye

(farik@ktun.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada Almus Baraj Gölü'nün kuzeyindeki Kuruseki, Serince, Görümlü ve Almus İlçe sınırları arasında bulunan agatların (akik) jeolojik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması ve içinde bulundukları yan kayaçlarla ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

İnceleme alanında temeli Paleozoyik yaşlı kalkşist-yeşilşist, fillit, mermer, metatüf, metaaglomera, grafitşist, metadiyabaz ve bunları kesen metaasidik ve metabazik kayaçlarla temsil edilen Tokat Masifi metamorfitleri oluşturmaktadır. Metabazik ve ultrabazik kayaçlarla kloritşist, glokofanşist, mikaşist, amfibolit, kuvarsit, kalkşist, mermer, radyolarit ve değişik yaş ve türde kireçtaşı blokları ile temsil edilen Artova ofiyolitli karışığı Tokat metamorfitleri üzerinde tektonik sınırla durmaktadır. Orta Eosen yaşlı volkanoklastik birimlerle temsil edilen Haydaroğlu formasyonu daha yaşlı birimleri kesmekte ve örtmektedir. Alt Miyosen yaşlı Almus formasyonu başlıca kumtaşı, çakıltaşı ve denizel kireçtaşı gibi kayaçlardan oluşmaktadır. Kuvaterner – güncel oluşumlu yamaç molozu ve alüvyonlar daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

Almus yöresindeki agatlar volkanosedimanter Haydaroğlu formasyonuna ait volkanojenik kumtaşlarının içerisinde, yaklaşık D-B doğrultulu bir fay boyunca yaygın olarak yumrular şeklinde bulunmaktadır.

Akiklerden yapılan mineralojik ve petrografik çalışmalar sonucunda kuvars, tridimit, kristobalit, kalsedon ve kalsitler gözlenmiştir. Akiklerde ortalama % 93.4 SiO_2, % 3.59 Fe_2O_3, % 0.03 MgO, % 0.72 CaO, 793 ppm Cr_2O_3, 77 ppm Ba, 13.4 ppm Cu, 3 ppm Mo, 4.7 ppm Pb, 12 ppm Ni, 10 ppm Sr, 35.4 ppm Zn ve toplam 14.2 ppm NTE bulunmaktadır. Hakim bileşen olan SiO_2 diğer bileşenlerle negatif korelasyona sahip olup diğer bileşenlerden farklı hareket etmiştir. Agatlar volkano-sedimanter Haydaroğlu formasyonunun oluşumundan sonra devam eden volkanik faaliyetlerden kaynaklanan çözeltilere bağlı olarak yerleşmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Agat, Almus, süstaşı, gemoloji, Tokat

Abstract: *The aim of this study was to investigate the geological and geochemical properties of the agates located Kuruseki, Serince, Görümlü and Almus districts to the north of the Almus*

Lake and to reveal their relationship with the wall-rocks. Paleozoic Tokat metamorphics represented by calcschist-greenschist, phyllite, marble, metatuff, metaagglomerate, graphiteschist, metadiabase and the metaacidic and metabasic rocks that cut them forms the basement of the study area. The Artova ophiolitic complex, represented by metabasic and ultrabasic rocks besides chlorite schist, glaucophaneschist, micaschist, amphibolite, quartzite, calcschist, marble, radiolarite and various aged and typed limestone blocks rests on the Tokat metamorphics with a tectonic boundary. Haydaroğlu formation, represented by Middle Eocene volcanoclastic units, cuts and covers older units. The Lower Miocene Almus formation consists of mainly sandstone, conglomerate and marine limestone. Quaternary - Actual slope debris and alluviums cover older units unconformably.

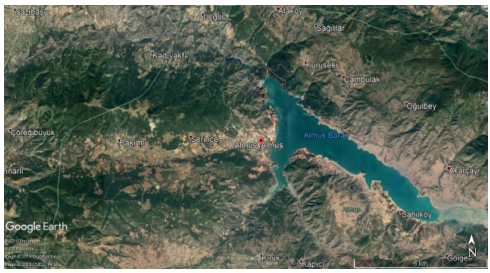
The agates in the Almus region are commonly found as nodules and tubers in the volcanogenic sandstones of the volcanosedimentary Almus formation depending along a W-E direction fault.

As a result of mineralogical and petrographical studies made of agates, quartz, tridymite, cristobalite, chalcedony and calcite were observed. Average 93.4% SiO_2, 3.59% Fe_2O_3, 0.03% MgO, 0.72% CaO, 793 ppm Cr_2O_3, 77 ppm Ba, 13.4 ppm Cu, 3 ppm Mo, 4.7 ppm Pb, 12 ppm Ni, 10 ppm Sr, 35.4 ppm total 14.2 ppm of NTE contents analyzed in the agates. The prevalent component SiO_2, has a negative correlation with the other components and behaves differently from the other components. Agates were settled due to the volcanic activities caused by volcanic-sedimentary Haydaroğlu formation.

Keywords: *Agate, Almus, gemstone, gemology, Tokat*

GİRİŞ

Bu çalışma Tokat İli Almus İçesine bağlı Kuruseki, Serince ve Görümlü köylerini içine alan 240 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının yerbulduru haritası (https://www.google.com/maps, 2019).

Tokat ili Turhal, Zile, Almus ve Artova hattında yaygın agat, jasper, kalsedon krizopras ve ağaç opalleri vardır (Türeli ve ark., 2000; Başıbüyük ve ark., 2016; Gürbüz ve ark., 2016; Kaydu Akbudak ve ark., 2016; Arık, 2018 ve 2019; Ruşen ve Arık, 2018 ve 2019, Turhal ve Arık, 2018 ve 2019; Delikan ve ark, 2019).

İnceleme alanındaki akikler ve içinde yer aldıkları kayaçların jeolojik ve jeokimyasal özellikleri ile akiklerin gemolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yöreden derlenen 19 akik, 4 adet volkanik kayaç numunesinin mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve gemolojik analizleri yapılmıştır.

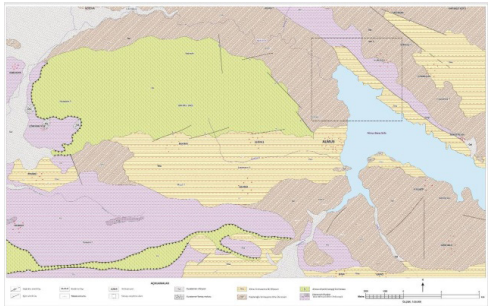
MATERYAL VE METOD

Arazi çalışmalarında yörenin jeoloji haritası güncellenmiş ve akik oluşumlarının gözlendiği yerler belirlenmiştir. Akik ve yankayaçlardan mineralojik-petrografik analizler ve kimyasal analizler (ana oksit, iz element, nadir toprak elementleri) ve gemolojik özelliklerin tespiti amaçlı olarak örnekler derlenmiştir.

Petrografik analizler Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvarlarında, gemolojik tayinler ve XRD analizleri MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmıştır. Numuneler kimyasal analize gönderilmeden önce SÜKOP Süstaşı Araştırma Uygulama ve Eğitim Atölyesinde ön hazırlıkları yapılarak 20-40 gr ağırlığındaki toz kayaç/cevher örnekleri 90 µ boyutuna getirilerek ALS Laboratuvar Hizmetleri Limited Şirketi'ne (İzmir) ICP-MS ve ICP-AES ile ana oksitler, iz element ve NTE analizleri yaptırılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanında temeli Paleozoyik yaşlı kalkşist-yeşilşist, fillit, mermer, metatüf, metaaglomera, grafitşist, metadiyabaz ve bunları kesen metaasidik ve metabazik kayaçlarla temsil edilen Tokat metamorfitleri oluşturmaktadır. Başlıca yeşil, beyaz, mor, alacalı renkli kırıntılı kayaçlar ile serpantinit, peridotit, piroksenit, gabro, spilit, diyabaz, yastık yapılı spilitik bazalt, andezit, aglomera, kloritşist, glokofanşist, mikaşist, amfibolit, kuvarsit, kalkşist, mermer, radyolarit ve değişik yaş ve türde kireçtaşı blokları ile temsil edilen Artova ofiyolitli karışığı Tokat metamorfitleri üzerinde tektonik sınırla durmaktadır. Orta Eosen yaşlı alt kesimlerinde sığ denizel çökeller; orta ve üst kesimlerinde lav akıntıları ve volkanoklastik birimlerle temsil edilen Haydaroğlu formasyonu daha yaşlı birimleri kesmekte ve örtmektedir. Alt Miyosen yaşlı Almus formasyonu başlıca kumtaşı, çakıltaşı ve denizel kireçtaşı gibi kayaçlardan oluşmaktadır. Kuvaterner – güncel oluşumlu yamaç molozu ve alüvyonlar daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Bozkurt ve Koçyiğit, 1996; Özcan ve Aksay, 1996; Yılmaz ve ark, 1997; Sümengen, 2013; Göçmengil ve ark., 2017 ve 2018; Şekil 2).



Şekil 2. İnceleme alanının jeolojik haritası.



Şekil 3. Kalsit ve kuvars dolgulu Akik yumrularının arazide ve kesilip parlatıldıktan sonraki görünümü.

İnceleme alanından derlenen akiklerde ortalama % 93.4 SiO_2, % 3.59 Fe_2O_3, % 0.03 MgO, % 0.72 CaO, 793 ppm Cr_2O_3, 77 ppm Ba, 13.4 ppm Cu, 3 ppm Mo, 4.7 ppm Pb, 12

ppm Ni, 10 ppm Sr, 35.4 ppm Zn ve toplam 14.2 ppm NTE bulunmaktadır.

Agatların ana bileşeni olan SiO_2 diğer bileşenlerle negatif korelasyon göstermektedir. Akikleri oluşturan çözeltiler yankayaçların oluşumundan sonra içinde hareket ettikleri temel kayaçlarla etkileşimi sonucu Cr, Ni, Cu, Pb ve Zn bakımından zenginleşmiştir.

Volkanik kayaçlarda ortalama % 48.74 SiO_2, % 2.82 Al_2O_3, % 5.68 Fe_2O_3, % 0.10 MnO, % 0.98 MgO, % 2.69 CaO, % 0.04 Cr_2O_3, 71 ppm Ba, 60 ppm Cu, 11 ppm Pb, 121 ppm Sr, 113 ppm V, 58 ppm Zn ve 144 ppm NTE bulunmaktadır. Gerek ana bileşenler gerekse iz elementler ve NTE değerlerine göre akikler volkanik kayaçlardan farklı olup epijenetik kökenlidir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü (BAP Proje No: 18201114) tarafından desteklenmiştir. Proje çalışmaları esnasında katkıları olan Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliğinden Arif DELİKAN ve Yeşim ÖZEN ile SÜKOP Süstaşı atölyesinden Abdurrahman RUŞEN ve Coşqun İSMAYIL'a teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arık, F., 2018, Geological and Gemological Properties of the Jaspers around the Almus Region (Tokat). International Congress on Engineering and Architecture (ENAR-2018) Alanya / Turkey., 1(1), 1892-1901.

Arık, F., 2019, Kuruseki, Serince, Görümlü (Almus-Tokat) Yöresinin Jeolojik Özellikleri ve Süstaşı Potansiyeli", Konya Teknik Üniversitesi BAP Proje No: 18201114, 74s.

Başıbüyük, Z., Kaydu Akbudak, İ. ve Gürbüz, M., 2016, Artova Krizoprasının Mineralojik, Jeokimyasal ve Gemolojik İncelemesi, Tokat-Türkiye, T.C. Ahi Evran Üniversitesi Araştırma Proje Önerisi, 9 s.

Bozkurt, E., and Koçyiğit, A., 1996, The Kazova basin: an active negative flower structure on the Almus Fault Zone, as play fault system of the North Anatolian Fault Zone, Turkey. Tectonophysics, 265(3-4), 239-254.

Delikan, A., Arık, F. and Özen, Y., 2019, Geological and Gemological Properties of The Gümüşyurt Chrysoprase (Artova-Tokat), International Turkic World Congress on Science and Engineering (UTUFEM 2019), 17-18 June 2019, Niğde – TURKEY, Proceedings, ISBN:978-975-8062-32-4, 1096-1102

Göçmengil, G., Karacık, Z., Genç, Ş. C. ve Billor, Z., 2017, ^{40}Ar-^{39}Ar geochronology and petrogenesis of post-collisional trachytic volcanism along the İzmir-Ankara-Erzincan suturezone (NE, Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 27 (1), 1-31.

Göçmengil, G., Karacık, Z. and Genç, Ş. C., 2018, Volcano Stratigraphic Investigation of the Post-Collisional Middle Eocene Magmatism Around İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (NE, Turkey), Türkiye Jeoloji Bülteni (Geological Bulletin of Turkey) 61 (2018) 131-162.

Gürbüz, M., Kaydu Akbudak, İ. ve Ulus, Ü., 2016, Tokat Agatlarının Mineralojik Petrografik Jeokimyasal İncelenmesi, Türkiye, Uluslararası Katılımlı 7. Jeokimya Sempozyumu, Ankara Üniv, Antalya, Bildiri Özleri, 124-125.

Kaydu Akbudak, İ., Gürbüz, M., Başıbüyük, Z. ve Ulus, Ü., 2016, Aydıncık (Yozgat) Kalsedonlarının Mineralojik, Jeokimyasal ve Gemolojik İncelemesi, Ahi Evran Üniversitesi, Araştırma Proje No: PYO-MÜH.4001.15.002, 50 s.

Özcan, A. ve Aksay, A., 1996, Tokat-Turhal-Almus- Çamlıbel Dolayının Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 9972.

Ruşen, A. ve Arık, F. 2018, Gümenek (Komana) ve Döllük Köyleri (Tokat) Civarındaki Kalsedonların Petrografik ve Gemolojik İncelenmesi, JMO, İstanbul Ticaret Üniversitesi Değerli ve Yarı Değerli Taşlar Çalıştayı-2, 19-20 Aralık 2018, Bildiriler, 58-60.

Ruşen, A. and Arık, F., 2019, Geological and Gemological Properties of The Döllük And Gümenek (Tokat) Chalcedonies, International Turkic World Congress on Science and Engineering (UTUFEM 2019), 17-18 June 2019, Niğde – TURKEY, Proceedings, ISBN:978-975-8062-32-4, 1087-1095

Sümengen, M., 2013, 1:100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No.188, Tokat- H37 paftası. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

Turhal, E., Arık, F. 2018, Kuruseki, Serince, Görümlü (Almus-Tokat) Yöresindeki Akiklerin Petrografik ve Gemolojik Özellikleri, JMO, İstanbul Ticaret Üniversitesi Değerli ve Yarı Değerli Taşlar Çalıştayı-2, 19-20 Aralık 2018, Bildiriler, 61-64.

Turhal, E. ve Arık, F., 2019, Geological and Gemological Investigation of The Agates Around the Kuruseki, Serince, Görümlü (Almus-Tokat) Region, International Turkic World Congress on Science and Engineering (UTUFEM 2019), 17-18 June 2019, Niğde – TURKEY, Proceedings, ISBN:978-975-8062-32-4, 1078-1086

Türeli, K., Teşrekli, R., Çelebioğlu, N., Bektur, Z., Besbelli, A., Erdem, E., Sayılı, S., Lüle, Ç., Atakay, E., Kadirioğlu, T., Özcan, H. ve Esat, K., 2000, "Türkiye'nin Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taşlarının Araştırılması Projesi", MTA, 62s.

Yılmaz. Y., Serdar, H.S., Genc, C., Yigitbas, E., Gürer, Ö.F., Elmas, A., Yildirim, M., Gürpinar, O., 1997, The geology and evolution of the Tokat Massif, South-Central Pontides, Turkey. Int Geol Rev., 39: 365-382.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Döllük ve Gümenek (Tokat) Kalsedonlarının Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Geological and Geochemical Properties of the Döllük and Gümenek (Tokat) Chalcedonies

Fetullah Arık[1], Abdurrahman Ruşen[2]

[1]Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42075 Selçuklu, Konya, Türkiye

[2]Konya Teknik Üniversitesi, SÜKOP Süstaşı Araştırma, Uygulama ve Eğitim Atölyesi, Konya, Türkiye

(farik@ktun.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada, Tokat İl merkezinin batısındaki Döllük ve Gümenek Köyleri civarında bulunan mavi kalsedon oluşumlarının jeolojik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması ve içinde bulundukları yan kayaçlarla ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bölgede, Paleozoyik'ten günümüze kadar farklı yaşlarda metamorfik, magmatik ve sedimanter birimler yüzeylemektedir. İnceleme alanında temelini oluşturan Tokat Masifi düşük dereceli yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, metabazalt, metagrovak, mikaşist, kristalize kireçtaşı, mermer, amfibolit ve az oranda mavişistlerle temsil edilmektedir. Orta Eosen yaşlı çakıltaşı, andezitik-bazaltik lav, tüf, aglomera, volkanik breş, çamurtaşı, kumtaşı ve şeyl ardalanmalarından oluşan volkano-sedimanter Haydaroğlu formasyonu Tokat Masifini uyumsuz olarak örtmektedir. Bölgedeki en genç birimler olan Neojen yaşlı karasal çökeller ve Kuvaterner alüvyonlar daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

Mavi kalsedon oluşumları Tokat Masifine ait metamorfik kayaçları kesen D-B doğrultulu dike yakın eğimli bir fay zonu boyunca birkaç km uzunluğunda ve yaklaşık 25 m genişliğinde bir hat boyunca gözlenmektedir. Kalsedonlar bu fay zonu boyunca faylanmanın etkisiyle oldukça kırıklı ve breşik bir yapı sergileyen rekristalize kireçtaşlarının çatlak, kırık ve boşluklarında oluşmuştur.

Mineralojik, petrografik ve gemolojik incelemelerde kalsedonlarla birlikte kuvars, tridimit, kristobalit, kalsit ve dolomitler belirlenmiştir. Karbonatlı kayaçların içine epijenetik olarak yerleşen kalsedonlar yan kayaçların oluşumundan sonra volkanik aktivitelerden kaynaklanan hidrotermal sistemin en son ürünüdürler. Kalsedonlarda ortalama % 96.3 SiO_2, % 1.96 Fe_2O_3, % 0.56 MgO, % 1.02 CaO, 780 ppm Cr_2O_3, 6.3 ppm Cu, 20 ppm Hg, 4.2 ppm Pb, 18 ppm Ni ve 77 ppm Zn bulunmaktadır. Kalsedonların ortalama CaO ve MgO içeriklerinin yüksek olması kalsedonu taşıyan çözeltilerin yan kayaçlarla etkileşimi ve bunları çözerek bünyelerine almalarıyla açıklanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Döllük, kalsedon, Tokat, jeokimya, süstaşı

Abstract: *In this study, it is aimed to to investigate the geological and geochemical properties and the relations between the wall rocks of the blue chalcedony formations in the vicinity of Döllük and Gümenek Villages in the west of the city of Tokat.*

Metamorphic, magmatic and sedimentary units formed from Paleozoic to the present day outcrop in the region, The Tokat Massif, which forms the basement of the study area, is represented by metabasalt, metagrovac, micaschist, crystallized limestone, marble, amphibolite and minor blueschists which have undergone metamorphism in low grade greenschist facies. Volcano-sedimentary Haydaroğlu formation consisting of Middle Eocene aged conglomerate, andesitic-basaltic lava, tuff, agglomerate, volcanic breccia, mudstone, sandstone and shale alternations unconformably overlaps the Tokat Massif. Neogene terrestrial sediments and Quaternary alluviums, the youngest units in the region, cover older units unconformably.

Blue chalcedony formations are observed along a line of a few km long and approximately 25 m wide along E-W direction near the perpendicular inclined fault zone intersecting the metamorphic rocks of the Tokat Massif. Chalcedonies are formed in the cracks, fractures and cavities of the recrystallized limestones which show a very fractured and brecciated structure along the fault zone.

Mineralogical, petrographical and gemological investigations revealed quartz, tridimite, cristobalite, calcite and dolomite along with chalcedony. The epigenetically settled chalcedoneis in the carbonate rocks are the last product of the hydrothermal system resulting from volcanic activities after the formation of the wall rocks. There are 96.3% SiO_2, 1.96% Fe_2O_3, 0.56% MgO, 1.02% CaO, 780 ppm Cr_2O_3, 6.3 ppm Cu, 20 ppm Hg, 4.2 ppm Pb, 18 ppm Ni and 77 ppm Zn. The high CaO and MgO content of the chalcedony can be explained by the interaction of the chalcedony-bearing solutions with the wall rocks and dissolving them into their bodies.

Keywords: *Döllük, chalcedony, Tokat, geochemisrty, gemstone*

GİRİŞ

İnceleme alanı Tokat il merkezine bağlı Gümenek ve Döllük köylerini içine alan 240 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Tokat'ta özellikle Turhal, Zile ve Almus hattında Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlerin içinde yerel kırık sistemlerine bağlı olarak iyi kalitede agat, jasper, kalsedon ve ağaç opalleri ve Artova yakınlarında krizopras oluşumları vardır (Türeli ve ark., 2000; Başıbüyük ve ark., 2016; Gürbüz ve ark., 2016; Kaydu Akbudak ve ark., 2016; Arık, 2018 ve 2019; Ruşen ve Arık, 2018 ve 2019; Delikan ve ark, 2019). İnceleme alanındaki kalsedonlar ve içinde yer aldıkları Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçların ve kalsedonların mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ile kalsedonların gemolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 17 kalsedon, 4 yan kayaç ve 3 hem karbonat hem kalsedon içeren numune derlenmiştir.

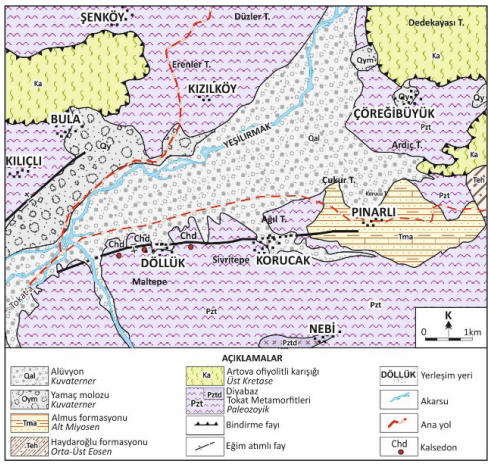
MATERYAL VE METOD

Arazi çalışmaları esnasında bölgeye ait jeoloji haritası güncellenmiş ve kalseon oluşumlarının gözlendiği yerler haritaya işlenmiştir. İnceleme alanında gözlenen birimler mostra rengi, taze yüzey rengi, tektonik ve sedimanter yapıların, tabaka, çatlak, fay vb. ölçümleri yapılmıştır. Kalsedon ve yankayaçlardan mineralojik-petrografik ve kimyasal ve gemolojik analizler için örnekler derlenmiştir.

Petrografik analizler Konya Teknik Üniversitesi laboratuvarlarında, gemolojik tayinler ve XRD analizleri MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmıştır. Numuneler kimyasal analize gönderilmeden önce SÜ-KOP Süstaşı Araştırma Uygulama ve Eğitim Atölyesinde ön hazırlıkları yapılarak 20-40 gr ağırlığındaki toz kayaç/cevher örnekleri 90 µ boyutuna getirilerek ALS Laboratuvar Hizmetleri Limited Şirketi'ne (İzmir) ICP-MS ve ICP-AES ile ana oksitler, iz element ve NTE analizleri yaptırılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanında temeli Paleozoyik yaşlı kalkşist-yeşilşist, fillit, mermer, metatüf, metaaglomera, grafitşist, metadiyabaz ve bunları kesen metaasidik ve metabazik kayaçlarla temsil edilen Tokat metamorfitleri oluşturmaktadır. Başlıca yeşil, beyaz, mor, alacalı renkli kırıntılı kayaçlar ile serpantinit, peridotit, piroksenit, gabro, spilit, diyabaz, yastık yapılı spilitik bazalt, andezit, aglomera, kloritşist, glokofanşist, mikaşist, amfibolit, kuvarsit, kalkşist, mermer, radyolarit ve değişik yaş ve türde kireçtaşı blokları ile temsil edilen Artova ofiyolitli karışığı Tokat metamorfitleri üzerinde tektonik sınırla durmaktadır. Orta Eosen yaşlı alt kesimlerinde sığ denizel çökeller; orta ve üst kesimlerinde lav akıntıları ve volkanoklastik birimlerle temsil edilen Haydaroğlu formasyonu daha yaşlı birimleri kesmekte ve örtmektedir. Alt Miyosen yaşlı Almus formasyonu başlıca kumtaşı, çakıltaşı ve denizel kireçtaşı gibi kayaçlardan oluşmaktadır. Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlar daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Bozkurt ve Koçyiğit, 1996; Özcan ve Aksay, 1996; Yılmaz ve ark, 1997; Sümengen, 2013; Göçmengil ve ark., 2017; Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının jeolojik haritası.

Mavi kalsedon oluşumları Döllük Köyü kuzeyinde Tokat metamorfitleri içerisinden geçen D-B doğrultulu dike yakın eğimli bir fay zonu boyunca yaklaşık 25 m genişliğinde bir hat boyunca gözlenmektedir. Kalsedon oluşumları çoğunlukla bu fay zonu boyunca faylanmanın etkisiyle kırıklı ve breşik bir yapı sergileyen rekristalize kireçtaşlarının çatlak, kırık ve boşluklarında gözlenmektedir. Kalsedonların rengi çoğunlukla açık mavi olup yer yer beyaza yakın, koyu mavi ve grimsi mavidir. Genellikle simetrik ve asimetrik damar dolgusu, boşluk dolgusu, yumrulu, bantlı ve dantelli yapılıdırlar (Şekil 2).

İncelenen kalsedonlarda ortalama % 96.3 SiO_2, % 1.96 Fe_2O_3, % 0.56 MgO, % 1.02 CaO ile birlikte 780 ppm Cr_2O_3, 6.3 ppm Cu, 20 ppm Hg, 4.2 ppm Pb, 18 ppm Ni ve 77 ppm Zn bulunmaktadır. Cr ve Ni değerlerinin yüksek olması kalsedonları oluşturan çözeltilerin temeldeki ofiyolitik kayaçlarla etkileşimi sonucunda bu elementler bakımından zenginleştiklerini göstermektedir. Cu, Pb ve Zn ise SiO_2'i sahaya getiren çözeltilerin erken evrelerinde ortama taşınmıştır.



Şekil 2. Kesilip parlatılmış bir kalsedon örneğinde simetrik boşluk dolgulu, bantlı ve dantelli kalsedon ve kalsit bantları.

Kalsedon bulunduran karbonatlı kayaçlarda % 30.7 SiO_2, % 8.23 Fe_2O_3, % 10.9 MgO, % 18.65, 820 ppm Cr_2O_3, 198 ppm Ni, 45.2 ppm V, 31.8 ppm Co, 26.3 ppm Ba, 250 ppm Sr, 11.1 ppm As, 16.6 ppm Cu, 4.9 ppm Hg, 3.8 ppm Pb, ve 106 ppm Zn bulunmaktadır.

Tokat metamorfiklerine ait yeşilşistlerde ortalama % 41.4 SiO_2, % 7.1 Al_2O_3, % 9.4 Fe_2O_3, % 8.4 MgO, % 1.9 CaO, % 0.6 TiO_2, 1918 ppm Cr_2O_3, 527 ppm Ni, 50 ppm Co, 102 ppm V, 5.6 ppm Ba, 60 ppm Sr, 5.2. ppm As, 119 ppm Cu, 14 ppm Ga, 4.4 ppm Hg, 2.7 ppm Pb ve 98 ppm Zn bulunmaktadır.

Dolomitik kireçtaşlarında ortalama % 25.3 CaO, % 14.9 MgO, % 11.02 Fe_2O_3, % 3.74 SiO_2, 1002 ppm Cr_2O_3, 318 ppm Ni, 44 ppm Co ve 21 ppm V ile birlikte 4 ppm Ba, 331 ppm Sr, 3.6 ppm As, 10.2 ppm Cu, 2.6 ppm Pb ve 73.6 ppm Zn bulunmaktadır.

Yeşilşistlerle dolomitik kireçtaşları karşılaştırıldığında yeşilşistler SiO_2 ve Al_2O_3 bakımından daha zengin iken dolomitik kireçtaşları ise Fe_2O_3, MgO ve CaO bakımından zengindirler. İz elementler karşılaştırıldığında yeşil şistler Cr_2O_3, As, Ba, Co, Cu, Hg, Ni, V, Zn ve NTE bakımından daha zengindir.

Jeokimyasal değerlendirmelere göre, yan kayaçların içine epijenetik olarak yerleşen kalsedonlar, yeşilşistlerin içinde dolaşım yapan hidrotermal çözeltilerin bu kayaçlardaki Cr, Ni, Co, V, Pb, Zn ve Cu gibi metalik elementleri yıkamaları ve SiO_2'in ortamda zenginleşmeleri ile açıklanabilmektedir. İnceleme alanının hemen kuzeydoğusundaki Pb, Zn, Fe, As, Sb, Hg bakımından zengin hidrotermal bakır yataklarının oluşumunu sağlayan çözeltiler, metallerin ayrılmasından sonra SiO_2 bakımından zenginleşerek inceleme alanına taşınmış ve kalsedonları oluşturmuşlardır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü (BAP Proje No: 18201115) tarafından desteklenmiştir. Proje çalışmaları esnasında katkıları olan Konya Teknik Üniv. Jeoloji Mühendisliğinden Arif DELİKAN ve Yeşim ÖZEN ile SÜKOP Süstaşı atölyesinden Erhan TURHAL ve Coşqun İSMAYIL'a teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arık, F., 2018, Geological and Gemological Properties of the Jaspers around the Almus Region (Tokat). International Congress on Engineering and Architecture (ENAR-2018) Alanya / Turkey., 1(1), 1892-1901.

Arık, F., 2019, Gümenek ve Döllük Köyleri (Tokat) Civarındaki Kalsedonların Petrografik ve Gemolojik İncelenmesi, Konya Teknik Üniversitesi BAP Proje No: 18201115, 92 s.

Başıbüyük, Z., Kaydu Akbudak, İ. Ve Gürbüz, M., 2016, Artova Krizoprasının Mineralojik, Jeokimyasal ve Gemolojik İncelemesi, Tokat-Türkiye, T.C. Ahi Evran Üniv. Arş. Pro. 9 s.

Bozkurt, E., and Koçyiğit, A., 1996, The Kazova basin: an active negative flower structure on the

Almus Fault Zone, a splay fault system of the North Anatolian Fault Zone, Turkey. Tectonophysics, 265 (3-4), 239-254.

Delikan, A., Arık, F. and Özen, Y., 2019, Geological and Gemological Properties of The Gümüşyurt Chrysoprase (Artova-Tokat), International Turkic World Congress on Science and Engineering (UTUFEM 2019), 17-18 June 2019, Niğde – TURKEY, Proceedings, ISBN:978-975-8062-32-4, 1096-1102

Göçmengil, G., Karacık, Z., Genç, Ş. C. ve Billor, Z., 2017, ^{40}Ar-^{39}Ar geochronology and petrogenesis of postcollisional trachytic volcanism along the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone (NE, Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 27 (1), 1-31.

Gürbüz, M., Kaydu Akbudak, İ. ve Ulus, Ü., 2016, Tokat Agatlarının Mineralojik Petrografik Jeokimyasal İncelenmesi, Uluslararası Katılımlı 7. Jeokimya Semp., Ankara Üniv, Antalya, Bildiri Özleri, 124-125.

Kaydu Akbudak, İ., Gürbüz, M., Başıbüyük, Z. ve Ulus, Ü., 2016, Aydıncık (Yozgat) Kalsedonlarının Mineralojik, Jeokimyasal ve Gemolojik İncelemesi, Ahi Evran Üniv., Arş. Proje No: PYO-MÜH.4001.15.002, 50 s.

Özcan, A. ve Aksay, A., 1996, Tokat-Turhal-Almus- Çamlıbel Dolayının Jeolojisi, MTA Gen. Müd., Rap. No: 9972.

Ruşen, A. ve Arık, F. 2018, Gümenek (Komana) ve Döllük Köyleri (Tokat) Civarındaki Kalsedonların Petrografik ve Gemolojik İncelenmesi, JMO, İstanbul Ticaret Üniversitesi Değerli ve Yarı Değerli Taşlar Çalıştayı-2, 19-20 Aralık 2018, Bildiriler, 58-60.

Ruşen, A. and Arık, F., 2019, Geological and Gemological Properties of The Döllük And Gümenek (Tokat) Chalcedonies, International Turkic World Congress on Science and Engineering (UTUFEM 2019), Niğde – TURKEY, Proceedings, ISBN:978-975-8062-32-4, 1087-1095

Sümengen, M., 2013, 1:100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No.188, Tokat- H37 paftası. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

Türeli, K., Teşrekli, R., Çelebioğlu, N., Bektur, Z., Besbelli, A., Erdem, E., Sayılı, S., Lüle, Ç., Atakay, E., Kadirioğlu, T., Özcan, H. ve Esat, K., 2000, "Türkiye'nin Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taşlarının Araştırılması Projesi", MTA, 62s.

Yılmaz. Y., Serdar, H.S., Genc, C., Yigitbas, E., Gürer, Ö.F., Elmas, A., Yildirim, M., Gürpinar, O., 1997, The geology and evolution of the Tokat Massif, South-Central Pontides, Turkey. Int Geol Rev., 39: 365-382

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yenisofça Opal Oluşumlarinin Jeolojisi ve Mineralojik Özellikleri Eskişehir, KB Türkiye

Geology and Mineralogy of Yenisofça opal occurences, Eskişehir – NW Turkey

Ayten Çalık

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(aytencalik@comu.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada Yenisofça Köyünün (Eskişehir) kuzey batısında yüzeylenen Pliyosen yaşlı karbonatlı çakıltaşlarının içinde oluşmuş opal nodüllerinin jeolojisi, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri verilmiştir. Opal nodüllerine ev sahipliği yapan bej renkli karbonatlı çakıltaşları başlıca opal, ultramafik kayaçlar (başlıca serpantinitler) ve mikritik kireçtaşlarına ait çakıllardan oluşur. Başlıca süt beyaz, şeffaf ve gri renklerde olan opal nodülleri 2-30 cm boyutlarındadır. X-Işınları Difraksiyon (XRD) analiz sonuçlarına göre opallerin mineralojik bileşimi Opal-CT, Opal-C, kuvars ve sepiyolit olarak belirlenmiştir. Opallerin taramalı elektron mikroskop (SEM**)** görüntülerinde küresel doku ile birlikte lifsi doku tespit edilmiştir. Opallerin SEM görüntülerindeki lifsi doku sepiyolit minerallerinin lifsi dokularına benzerlik göstermektedir. Opal nodüllerine ait SEM ve tüm kayaç jeokimyasal analiz sonuçlarına göre opallerin bileşimi silikat olup, MgO değerleri diğer ana oksit değerlerine göre daha yüksek değerdedir. Arazi çalışmaları, jeokimyasal analiz sonuçları ve mineralojik veriler, opal nodüllerinin fay sistemleri boyunca hareket eden düşük sıcaklıklı, silis bakımından zengin hidrotermal akışkanlar tarafından sepiyolit nodüllerinin yerlerinin alınması ile oluştuğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Opal, sepiyolit nodülü, SEM, XRD, hidrotermal akışkan, Yenisofça, Eskişehir

Abstract: *This study presents the geology and mineralogy of the opal nodules which occur in the Pliocene carbonated conglomerates, NW of the Yenisofça village (Eskişehir, NW Turkey). The host-rock of opals consist of well-rounded pebbles, mainly opal, ultramafics (mainly serpentinites), and micritic limestones. The mainly white, transparent and grey colored opal nodules range from 2 to 30 cm in diameter The X-ray diffraction (XRD) analyses revealed opal- CT, opal -C, quartz, and sepiolite as the main mineral components of opals. Scanning electron microscope (SEM) images show that sphere and fibrous textures are found in opal nodules. The comparison of fibrous textures observed in the opal nodules with those observed in sepiolite nodules based on SEM images showed that there is a similarity between them. The major element composition of the opal by SEM and whole rock geochemical analyses reveal that the concentration of the MgO is higher than the other oxides in the opals. Field studies, geochemical analyses, and mineralogical data suggest that the Yenisofça opals could have formed by sepiolite replacement by low temperature silica-rich hydrothermal solutions that*

circulated along the fractures systems.

Keywords: *Opal, sepiolite nodule, SEM, XRD, hydrothermal solution, Yenisofça, Eskişehir*

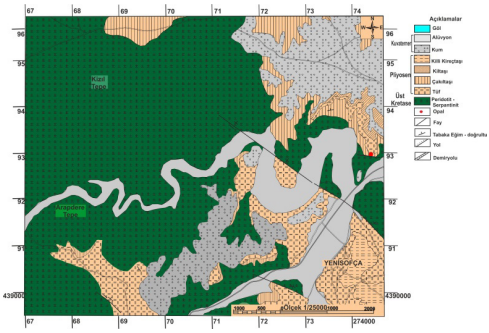
GİRİŞ

Süstaşları grubu içinde yer alan mineral ve kayaçlar jeolojik açıdan ilginç olmalarının yanı sıra takı ve kuyumculuk sektörünün ana malzemesi olması nedeniyle tüm dünyada ilginin her geçen gün arttığı grubu oluştururlar. Bu grup içinde yer alan, özellikle eski çağlardan beri mücevher ve kuyumculuk sektöründe yaygın olarak kullanılan opal mineralizasyonları ülkemizde de yaygın olarak bulunur. Özellikle volkanik arazilerde, başlıca; Eskişehir, Ankara, Kütahya ve Afyon olmak üzere KB Orta Anadolu'da birçok bölgede opal yatakları mevcuttur. Eskişehir bölgesi ve çevresi kriptokristalen kuvars (kalsedon, agat vb) mineralizasyonların da olduğu gibi opal mineralizasyonu bakımından da zengin bir bölgedir. Bu yataklardan Eskişehir - Sivrihisar (Dumruca, Karacaköy, Karkın) çevresinde yüzeylenen opal ve agat yatakları (Atakay 2002), Eskişehir –Dereyalak opalleri (Arzoğulları, 2007; Çalık ve Arzoğulları 2008, 2014), Belkavak opalleri (Çalık 2017) ve Kütahya - Şaphane ve Karamancı köyü ateş opalleri(Hatipoğlu ve diğ. 2009; Uslu, 2011) ile ilgili birçok çalışma vardır.

Bu çalışmada Eskişehir ilinin yaklaşık 19 km güneybatısında yer alan Yenisofça köyünün Yenice Köyü kuzeybatısında yüzeylenen opallerin jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyasal özellikleri çalışılmıştır. Yenisofça opallerinin mineralojik bileşimlerini belirlenmek amacıyla X ışını kırınım analizi (XRD) Kale Seramik ARGE merkezi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Opallerin dokusu ve element dağılımlarını belirlemek için ise Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analizler ACME – Kanada laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

JEOLOJİ

Opallerin yer aldığı çalışma alanı, jeolojik olarak farklı kayaçlardan oluşan kaya birimlerini içermektedir. Çalışma alanı ve çevresinde yaygın olarak yüzeylenen Üst Kretase yaşlı ofiyolitik birimler bu bölgenin en yaşlı birimlerini oluşturur. Ofiyolitik birimlerin üzerine çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, tüf, marn ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan lav ara katkılı sedimanter ve volkanik birimler gelir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı jeoloji haritası (Özcan ve diğ., 1989'dan düzenlenmiştir).

Opallerin yumru, mercek şeklinde yer aldığı çakıltaşları bej renkte, değişik boyutlarda köşeli, kısmen köşeli başlıca serpantinit, mikritik kireçtaşı çakılları ile opal yumrularından oluşur. Ayrıca çakıllarla birlikte kuvars, biyotit ve çok az feldispat kristalleri mikritik dolgu maddesi içinde sparitik, yer yer de mikritik kalsit çimentosu ile birlikte bulunurlar. Kayaç içinde izlenen kristaller (kuvars, biyotit ve alkali feldispat kristalleri) genellikle kristal sınırları köşelidir.

Karbonatlı çakıltaşları serpantinitlerin üzerine uyumsuz dokanakla yer alır. Karbonatlı çakıltaşlarında izlenen opal oluşumları da, birimin serpantinitlerle kontağına yakın olan kısımlarında yoğun olarak izlenir.

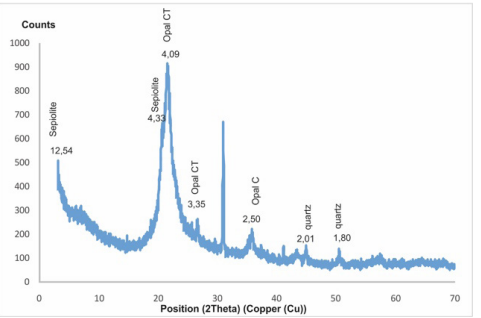
YENİSOFÇA OPALLERİNİN MİNERALOJİSİ, OPTİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Pliyosen yaşlı karbonatlı çakıltaşları içinde bulunana Yenisofça opalleri, çapları 2-30 cm arasında değişen yumru şekilli ve ana kaya içinde düzensiz şekilde bulunurlar. Opallerde ana renk, beyazın tonlarında (Şekil 2), şeffaf, yer yer daha koyu grimsi olup renk açısından homojenlik göstermezler. Kısa dalga (254 m) ultraviyole lambada sarı - yeşil floresans rengi gösterirler.

Yenisofça Opallerinin mineralojik bileşimlerini belirlemek için yapılan XRD analiz sonuçlarında başlıca opal – CT olmak üzere opal C, kuvars ve sepiyolit bileşiminde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Karbonatlı çakıltaşlarında gözlenen süt beyaz renkli, mercek şeklinde Yenisofça opali.

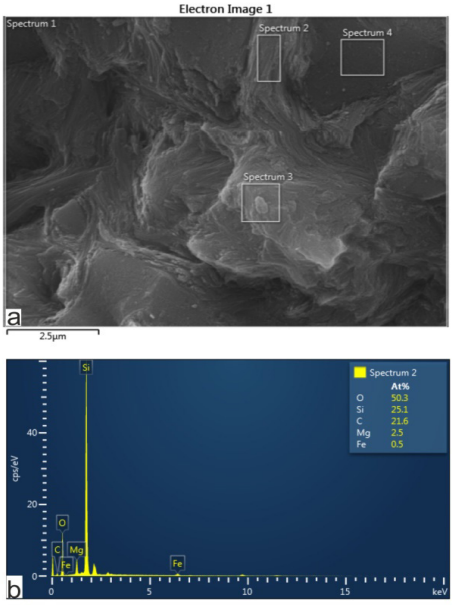


Şekil 3. Yenisofça Opal örneğine ait XRD kırınım deseni.

Opal örneklerinin ince kesit incelemelerinde izotrop özellik gösteren opal kristalleri çevresinde kalsit ile çevrelenmiştir. Opal çakılı içinde çatlak ve boşluklarda ise lifsi kuvars ve kalsedon kristal demetleri izlenir.

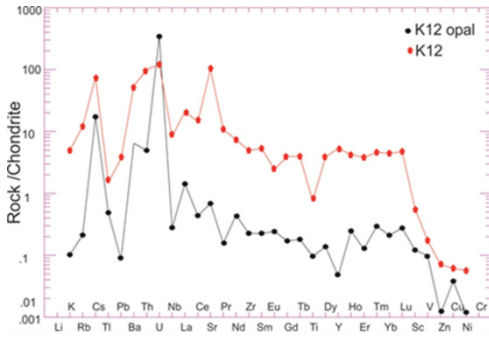
Opallerin taramalı mikroskop analizleri sonucu doku, küresel ve lifsi doku tespit edilmiştir (Şekil 4a).

Yenisofça opalleri, ICP – MS tüm kayaç analiz sonuçlarına göre başlıca silika (93.64 % ağırlık) bileşimindedir. Opallerdeki MgO (0.70% ağırlık) ve Fe_2O_3 (0.80 % ağırlık) değerleri diğer element oksit yüzdelerinden yüksektir. Ayrıca Yenisofça opal örneğine ait SEM- element dağılımı sonuçlarından (EDS) da ana element bileşimi Si (25,1 % ağırlık) ve O (50,3 % ağırlık) ile birlikte Mg (2,5% ağırlık) ve Fe (0,5% ağırlık) (Şekil 4b) tespit edilmiştir. Ba (113ppm), Ni (177ppm), Co (11.6ppm), Sr (7.8ppm), V (8ppm) ve U (4.0ppm) dışındaki iz elementler değerleri düşük oranlardadır. Uranyum değerinin yüksekliği güçlü sarı-yeşil floresans renginde de görülmektedir.



Şekil 4. Yenisofça opaline ait **(a)** a-SEM görüntüsü ve **(b)** EDS değerleri.

Opal çakıllarının yer aldığı karbonatlı çakıltaşlarının ICP – MS tüm kayaç analiz sonuçlarına göre başlıca CaO (20.85 % ağırlık) ve MgO (17.81% ağırlık) oksitleri diğer oksitlere nazaran daha yüksek değerdedir. Karbonatlı çakıltaşlarına ait Rb (25.3ppm), Ni (570ppm), Co (35,9 ppm), Sr (735,3 ppm), Th (2,6 ppm),Y(7.3 ppm) ve Zr (16.7 ppm) gibi iz elementler değerleri opallere nazaran daha yüksektir. Yenisofça opallerinin iz element ve nadir toprak element değerlerinin kondrite göre normalize edilmiş çoklu element dağılımının karbonatlı çakıltaşlara ait çoklu element dağılımı ile karşılaştırdığımızda paralel bir uyum izlenirken Th elementi dışındaki değerlerin kayaca göre daha düşük olduğu görülür (Şekil 5).



Şekil 5. Yenisofça opali ve ev sahibi karbonatlı çakıltaşı örneğine ait kondirite göre normalize edilmiş çoklu iz element dağılım diyagramı.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yenisofça Opalleri, Yenisofça köyünün kuzeyinde yer alan Pliyosen yaşlı karbonatlı çakıltaşları içinde bulunurlar. Çapları 2-30 cm arasında değişen yumru şekilli opaller ana kaya içinde düzensiz şekilde yataklanmıştır. Opallerde ana renk, beyazın tonlarında, şeffaf, yer yer daha koyu grimsi olup renk açısından homojenlik göstermez. XRD analizleri sonucu mineralojik bileşimi opal CT, opal C, kuvars ve sepiyolittir. Yenisofça opallerinin ICP – MS tüm kayaç analiz sonuçları başlıca silika (93.64 % ağırlık) bileşiminde olduğunu göstermektedir. Buna karşılık opallerdeki MgO (0.70% ağırlık) miktarı diğer element oksit yüzdelerinden yüksek olması dikkat çekicidir. Çakıltaşları içinde yumru şekilde izlenen opallerin kondirite normalize edilmiş çoklu iz element dağılımlarının çakıltaşlarının kondirite normalize edilmiş çoklu iz element değerleri ile karşılaştırdığımızda opallere ait değerlerin daha düşük ve de ev sahibi çakıltaşları ile paralel bir uyum gösterirler. SEM analiz sonuçlarına göre opallerde izlenen küresel doku ile birlikte lifsi doku görülmüştür. Opal nodüllerinde izlenen lifsi doku Eskişehir ve çevresinde önemli yataklara sahip sepiyolit

nodüllerinde görülen lifsi dokuya benzerlik göstermektedir. Ayrıca opallerin XRD analizlerinde sepiyolit piklerinin tespit edilmesi, kimyasal analiz sonuçlarından Mg değerlerinin yüksek olması, opal oluşumunun sepiyolit nodulleri ile olan ilişkisini göstermektedir. Opal yumruları, düşük sıcaklıklı silisyum bakımından zengin hidrotermal çözeltilerin etkisiyle sepiyolit yumrularının yerini alması sonucu oluşmuşlardır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) FHD 2016 – 987 No'lu proje tarafından desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arzoğulları U. 2007. Dereyalak Köyü (Eskişehir) Çevresindeki Agat ve Opal oluşumlarının Jeolojisi ve Ekonomik Önemi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.

Atakay E. 2002. Dumluca, Dümrek (Karacakaya), Karkın ve Karaçam (Adatepe) (Sivrihisar - Eskişehir) civarındaki silisleşmiş ultramafik kayaçların maden jeolojik incelenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 2002.

Çalik A., Arzoğulları U., 2008. "Dereyalak köyü (Eskişehir) çevresindeki agat ve opal oluşumlarının jeolojisi ve ekonomik önemi", Geosound, cilt.53, ss.219-232, 2008

Çalik A., Arzoğulları U. ,2014. "Occurrence of dendritic agate from Dereyalak village (Eskişehir)-NW of Turkey and its relationship to sepiolite nodules in the region", Journal Of African Earth Sciences, vol.97, pp.99-108, 2014.

Hatipoğlu M., 2009. Moganite and quartz inclusions in the nano-structured Anatolian fire opals from Turkey, Journal of African Earth Sciences 54 (2009) 1–21.

Özcan A., Göncüoğlu, C.M., Turhan N. 1989. Kütahya – Çifteler – Bayat- İhsaniye Yöresinin Temel Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.NO: 8974.

Sarıiz K. and Işık E., 1995. Meerschaum from Eskişehir Province, Turkey. Gems and Gemology 31 - 1, p. 42 - 51, 1995.

Sun, S. S. & McDonough, W.F., 1989 Chemical and Isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, a. D., Norry, M.J. (Eds.), Magmatism in the Oceans Basins. Geological society of London special Publication 1989.

Uslu G.,Ş. 2011. Simav (Kütahya) bölgesindeki ateş opali oluşumlarının mineralojik -petrografik özellikleri ve gemolojik kullanım alanları, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

DEĞERLİ VE YARI DEĞERLİ TAŞLAR

PRECIOUS AND SEMI-PRECIOUS STONES

SABAH YILMAZ ŞAHİN – FETULLAH ARIK
MELTEM GÜRBÜZ – KORAY SÖZERİ

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Tokat-Artova Bölgesinde Bulunan Kalsedon Oluşumlarının Mineralojik-Petrografik ve Gemolojik Özellikleri

Mineralogical-Petrographical and Gemological Features of Chalcedony Occurrences in Tokat-Artova Region

Koray Sözeri, Handan Günel, Erhan Duran, Nihal Çevik

MTA Genel Müdürlüğü, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(koray.sozeri@mta.gov.tr)

Öz: Çalışma alanı Tokat ili Artova ilçesi sınırları içinde yer alan Gümüşyurt, Bayırlı Köyleri ve çevresini kapsamaktadır. Bölgede temelde Permiyen yaşlı metakırıntılılar, metabazik kökenli kloritşist, glokofanşist, mikaşist ve amfibolit bileşimine sahip metamorfik birimler ile kirli beyaz, krem, bej, siyahımsı gri renkli, sert ve kırılgan, rekristalize ve kısmen silisleşmiş kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Bölgenin güneyinde Jura-Kretase yaşlı ofiyolitik birimler geniş yayılımlar gösterirler. Daha üste doğru ise Eosen yaşlı kireçtaşları ve çakıltaşları ile Pliyosen yaşlı çakıltaşları diğer birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Çalışma alanının batı kesiminde süstaşı kalitesine sahip ve birkaç farklı yeşil renk tonuna sahip kalsedon oluşumları, küçük bir alanda yayılım gösteren Eosen yaşlı kireçtaşı birimleri içinde serbest çakıllar ve bloklar halinde yer almaktadır. Çeşitli renk tonlarında gözlenen bu örneklerin iyi bir parlaklığa ve şeffaflıklığa sahip olmaları nedeniyle kolye, küpe, yüzük taşı ve tespih yapılabilecek kaliteye sahip oldukları düşünülmektedir. Çalışma alanının doğu kesiminde bulunan kahverengi ve siyah renkli kalsedonların parlaklık ve şeffaflıkları daha zayıftır. Yapılan Raman spektroskopisi ve GemmoFtir analizlerinde sahadan toplanan örneklere ait piklerin, kalsedon ve kuvars grubuna ait piklere büyük benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Süstaşı, kalsedon, Tokat, Artova

Abstract: *The study area is located around Gümüşyurt and Bayırlı Villages in Tokat/Artova city. Permian aged amphibolite rocks are formed the basement in the region. In the upper part of this unit Silurian aged, grey-beige in color and recrystallized limestone is found.*

There are mainly metamorphic units of Permian aged metaclastics, metamorphic rocks having metabasic origin suh as chlorideschist, glaucophaneschist, micaschist and amphibolite composition and white, cream, beige, blackish gray colored, hard and brittle, recrystallized and partially silicified limestone blocks forms the basement of the region.The ophiolithic rocks from Late Jurassic to Early Cretaceous in age show a wide range distrubution in South part of the study area. Eocene limestone /conglomerates unit and Pliocene conglomerates unconformably overlaid to all previous units. Chalcedony samples, mostly in green color, occured in the small part of the Eocene aged limestone. Different green tones of chalcedony samples can be seen in different part of the study area. Because of the good luster and transparency, chalcedony samples have enough quality to make earring, necklace, ring and prayer beads. Raman spectroscopy, GemmoFtir (Fouirer Transform Infrared Spektrofotometre for Gemology) studies indicate that our samples have very similar peaks to chalcedony and other quartz group minerals.

Keywords: *Gemstone, chalcedony, Tokat, Artova*

DOĞA KAYNAKLI AFETLER VE AFET YÖNETİMİ

NATURAL DISASTERS AND DISASTER MANAGEMENT

BÜLENT ÖZMEN – SELİM ÖZALP

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Türkiye'de Volkanik Risk

Volcanic Risk in Turkey

Gökhan Atıcı[1], Sarah Brown[2], Mark Woodhouse[2], Bilge Karaman[1], Steve Sparks[2], Mehmet Çobankaya[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı,, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Bristol Üniversitesi, Yer Bilimleri Bölümü, Clifton, İngiltere

(gokhan.atici@mta.gov.tr)

Öz: Türkiye'de Holosen aktivitesi radyometrik olarak tespit edilmiş, tarihsel kayıtları bulunan ya da ileride yeniden aktive gösterebilecek 14 volkan ve/veya volkanik alan bulunmaktadır. Ülkemiz dünyanın en hızlı büyüyen kent nüfuslarından birine sahip olması ve aktif volkanların 30 km çevresinde yaşayan 3,1 milyondan fazla insanın varlığı ile volkanik risk taşıyan ülkelerdendir. Türkiye'deki son volkanik patlama 1840'ta gerçekleşmiştir. Bunun sonucu olarak, ülkemizde herhangi bir volkanik risk olduğuna dair bilinç çok azdır. Son patlamalarla ilgili deneyimin olmaması ve bilgi eksiklikleri, aynı zamanda riski de arttıran önemli bir faktördür. Bu çalışmada sunulan ülkemiz volkanlarındaki risk değerlendirmesi, Birleşmiş Milletlerin Global Volkanik Risk Değerlendirme raporunda kullanılan tablo geliştirilerek yapılmıştır. Bu değerlendirme, ülkemiz için ilk olup, volkanların risk için derecelendirilmesine olanak sağlar ve ileride yapılacak bilimsel çalışmalar için önceliklerin belirlenmesine, kaynakların önceliklendirilmesine, volkanik acil durumlar için planlama yapılmasına katkıda bulunur. Bu çalışmada volkanik tehlike ve maruz kalma parametreleri kullanılarak ülkemiz volkanlarının risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Türkiye volkanları için; önceki aktiviteye ilişkin kayıtlar, volkanların üretmiş olduğu ürünler ve patlama büyüklükleri kullanılarak bir volkanik tehlike indeksi hesaplanmış (VTI) ve tehlike seviyesi belirlenmiştir. Binlerce patlama simülasyonu ile geliştirilen modellemeler sonucu lahar, tefra ve piroklastik akışlar için haritalar oluşturulmuştur. Bu oluşturulan volkanik tehlike haritaları kullanılarak bu tehlike alanları içerisinde volkanik tehlikeye maruz kalacak popülasyonlar belirlenmiştir. Belirlenen volkanik tehlike indeksi (VTI) ve maruz kalacak popülasyon indeksi (PEI) kullanılarak bir matriks oluşturulmuş ve ülkemizdeki volkanların risk derecelendirmesi yapılmıştır. Volkanik tehlike ve etkilenebilirlik parametreleri sonucu oluşan bu risk değerlendirmesinde ülkemizde 4 volkan (Erciyes, Gölcük, Hasandağı ve Nemrut) yüksek risk, 7 volkan orta risk (Ağrı, Tendürek, Acıgöl, Süphan, Göllüdağ, Kula, Girekol), 3 volkan ise düşük risk (Karacadağ, Karapınar ve Kars Platosu) kategorisinde sınıflandırılmıştır. Türkiye'de volkanik riskin yüksek olmasının nedenlerinden birisi de volkanlar hakkında detaylı bilgilerin bulunmamasıdır. Ülkemizdeki volkanik riskin kontrol altına alınabilmesi için volkanlarda detaylı çalışmaların yapılması, gerekli volkan izleme yöntemleri ile anlık olarak izlenmesi ve takip edilmesi önerilir. Bu sayede ileride olabilecek olası bir volkanik aktivite durumunda hazırlıklı olunması sağlanabilir. Eldeki kısıtlı patlama geçmişleri ve bilgiler göz önünde bulundurularak bu çalışmanın bir veri seti sunduğu ve ileride yapılacak detaylı çalışmalar ve bulgular ile geliştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Volkanik risk, volkanik tehlike indeksi (vti), lahar, piroklastik akış, tefra

Abstract: *In Turkey, there are 14 volcanoes and / or volcanic areas whose Holocene activity have been determined radiometrically, have historical records or may be reactivated in the future. Our country is one of the countries with high volcanic risk due to having one of the fastest growing urban populations in the world and the presence of more than 3.1 million people living within 30 km of active volcanoes. The last volcanic eruption took place in Turkey in 1840. As a result, there is little awareness that there is any volcanic risk in our country. Lack of experience of eruptions and limited information is also an important factor that increases the risk. In this study we conduct a risk assessment of our country's volcanoes, made by developing the methodology used in the United Nations Global Assessment Report on Risk Reduction. This assessment is the first for our country and allows the ranking of volcanoes for risk, contributing to the prioritization of future scientific studies, resource allocation, and planning for volcanic emergencies. In this study, volcanic hazard and exposure parameters were used to evaluate the risk of volcanoes in Turkey. For Turkey's volcanoes, a volcanic hazard index (VHI) was calculated using records of previous activity, the products of eruptions, and the eruption magnitudes. Future eruption scenarios were developed on the basis of geological fieldwork in Turkey and knowledge from analogue volcanoes, and predictive modelling was performed. As a result of the modelling developed with thousands of explosion simulations, maps were created to visualize the hazardous areas for lahars, tephra and pyroclastic flows. Using these volcanic hazard maps, populations that could be exposed to volcanic hazard were identified. To characterize the risk at each volcano, the Volcanic Hazard Index (VHI) was combined with a Population Exposure Index (PEI), used as a simple quantification of exposure to volcanic hazards. Together, the VHI and PEI result in a risk matrix from which a risk categorization of the volcanoes is derived. In this risk assessment, which occurs as a result of volcanic hazard and reactivity parameters, 4 volcanoes (Erciyes, Gölcük, Hasandağı and Nemrut) are considered as high risk, 7 volcanoes have medium risk (Ağrı, Tendürek, Acıgöl, Süphan, Göllüdağ, Kula, Girekol) and 3 volcanoes have low risk. (Karacadağ, Karapınar and Kars Plateau). One of the reasons for the high volcanic risk in Turkey is the lack of detailed information about the volcanoes. In order to control the volcanic risk in our country, it is recommended to carry out detailed studies on the volcanoes, and to monitor them using a range of geophysical and remote sensing methods. In this way, it is possible to prepare for future volcanic activity. It should be kept in mind that this study presents a preliminary data set and should be developed further with detailed studies in the future considering the limited explosion histories and information available.*

Keywords*: Volcanic risk, volcanic hazard index (VHI), lahar, pyroclastic flow, tephra*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Hopa Nehri Havzasının Maksimum Entropi Yöntemi ile Akma Türü Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi

Flow Type Landslide Susceptibility Assessments of Hopa River Watershed Using Maximum Entropy Method

Tolga Çan, Senem Tekin

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye
(tolgacan@cukurova.edu.tr)

Öz: Doğu Karadeniz bölgesinde heyelanların meydana getirdiği sosyal ve ekonomik kayıplar, son yıllarda artarak devam etmektedir. Bölgenin, yüksek eğimli, engebeli arazi yapısı, şiddetli yağışlara sahip iklim özellikleri, ayrışma, doğal bitki örtüsünün kaldırılarak fındık ve çay bahçelerine dönüştürülmesi, kırsal yerleşim birimlerinin dağınık yapılaşması, dağınık yapılaşmaya paralel düşük standartlı ulaşım ağı sistemi, ulaşım ağının kontrolsüz yüzey drenaj sistemi oluşturması, heyelanların oluşumunu hazırlayan ve tetikleyen faktörlerin başında geldiği uzun süreden beri bilinmektedir. Diğer taraftan, akma, kayma, düşme ve devrilme gibi farklı hareket tipindeki heyelanlar, bölgesel olarak belirli jeolojik, morfolojik ve fiziksel faktörlerin kontrolü altında meydana gelmekte, malzeme tipi (toprak, moloz veya kaya kütlesi), hareketin alansal ve hacimsel büyüklüğü, derinliği ve hızı, çalışma ölçeği gibi faktörler heyelanlara karşı yapılacak çalışmalarda göz önünde bulundurulması zorunlu ve sınırlayıcı etkilere sahiptir. Mekansal planlama çalışmalarında, heyelanlardan kaynaklanan zararların azaltılmasında duyarlılık, olası tehlike ve risk değerlendirmeleri için çok çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte bunların tamamında heyelan envanter haritaları en temel girdi verisini oluşturmaktadır. Bununla birlikte bölgede aşırı yağışların tetiklemesi sonucu genellikle akma türünde oluşan heyelanlar, alansal olarak küçük olmasından ve kırsal yerleşim alanlarında 1:25000'den daha büyük ölçekli altlık haritaların olmaması, klasik yöntemler ile heyelan envanter haritalarının hazırlanmasını sınırlandırmaktadır.

Bu çalışmada, Hopa ilçesi ve çevresinde, 24 Ağustos 2015 tarihinde, 18.36-27.12 mm/saat şiddetindeki yağışların etkisi altında meydana gelen heyelanlar, Google Earth görüntüsü üzerinde sayısallaştırılarak, bölgenin olay envanter haritası hazırlanmıştır. İlgili tarihte, 75,3 km^2'lik Hopa havzasında, büyüklüğü 55 m^2 ile 17990 m^2 arasında değişen, 560 adet akma türü heyelan gelişmiştir. Hazırlanan heyelan olay envanter haritası ve 10 m çözünürlüğündeki sayısal yükseklik modeli, yamaç eğimi, teğetsel, kesit, düzlemsel yamaç eğrisellikleri, engebelik, pürüzlülük, yamaç durumu, yüzey röliyef oranı değişkenleri kullanılarak maksimum entropi modellemesi ile heyelan duyarlılık değerlendirmesi yapılmıştır. Akma türü heyelanlar küçük ve sınırlı alanlarda geliştiği için klasik istatistiksel modellemeler ile anlamlı kestirimler yapılamamaktadır. Bu nedenle, çalışma alanının akma duyarlılık değerlendirmesi sınırlı sayıda gözleme dayalı kestirim için kullanılan Maksimum entropi yöntemi ile modellenmiştir. Maksimum entropi yönteminde sadece heyelanların gözlendiği alanlar ile çevresel değişkenler arasındaki ilişki optimum olasılık yoğunluğu ile modellenmektedir. Analizler heyelan veri setinin %80'i analiz, %20'si doğrulama verisi olacak şekilde üç farklı rastgele seçim yöntemi ile tekrarlanmıştır. Heyelanları kontrol eden en önemli çevresel değişkenlerin yükseklik ve düz-

lemsel yamaç eğriselliği parametreleri olduğu gözlenmiştir. Elde edilen modellerin doğruluğu ve hassasiyeti alıcı işletim karakteristik eğrileri altında kalan alan ve başarı tahmin eğrileri ile değerlendirilmiştir. Buna göre alıcı işletim karakteristik eğrileri altında kalan alan 0,72, çalışma alanındaki heyelanların %70'i, toplam alanı %32 olan yüksek ve çok yüksek duyarlı alanlar içerisinde bulunmuştur. Havzada, tekrarlanan heyelan olaylarının, heyelan-yağış şiddet süre, büyüklük ilişkileri ile sistematik olarak kayıt altına alınması ve daha yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli ile yapılacak duyarlılık değerlendirmeleri, zarar azaltma çalışmalarının daha etkin planlamasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan olay envanteri, akma, maksimum entropi, heyelan duyarlılık

Abstract: *The social and economic losses caused by landslides in the Eastern Black Sea region have been increasing in recent years. It has been known for a long time that steep slopes, rugged terrain, climatic characteristics with heavy rainfall, weathering, conversion of natural vegetation into hazelnut and tea gardens, scattered construction of rural settlements, low standard transportation network system parallel to scattered settlements, uncontrolled surface drainage systems of the transportation network are among the most important conditioning and triggering factors of landslides in the region. On the other hand, landslides of different types of movement, such as flow, slide, fall and toppling that occur under the control of certain regional geological, morphological and physical factors, material type (soil, debris or rock mass), spatial extent and volumetric magnitude, depth and rate of movements, available mapping scales have limiting effects to be taken into consideration in landslide zoning studies. Although there are various methods for landslide susceptibility, hazard and risk assessments for reducing the damages caused by landslides in spatial development planning studies, landslide inventory maps constitute the most essential input data. However, since the landslides triggrered by heavy rainfall are small in size and unavailable map scale larger than 1:25000 in rural settlements, limiting the preparation of landslide inventory maps by conventional methods.*

In this study, the landslides that occurred under the 18.36-27.12 mm/h rainfall intensities on August 24, 2015 in and around Hopa district were digitized on Google Earth image and event landslide inventory map of the region was prepared. 560 flow-type landslides ranging in size from 55 m^2 to 17990 m^2 were delimited in the Hopa river watershed of 75.3 km^2. Landslide susceptibility assessment was performed by using maximum entropy method considering the prepared landslide event inventory map and 10 m resolution digital elevation model, slope, tangential, profile, planar slope curvatures, ruggedness, roughness, slope condition, surface relief ratio variables. Since flow type landslides are developed in small and limited areas, significant predictions cannot be made with classical statistical modelling. Therefore, the flow type landslide susceptibility of the study area was modelled by the maximum entropy method, which permits predictions from limited observation data. In the maximum entropy method, the relationship between the areas where only landslides are observed, and the environmental variables are related to the optimum probability density. The analyzes were repeated with three different randomly selected landslide data sets being as 20% for the test and 80% for train data. It was observed that the most important environmental variables controlling landslides were height and planar slope curvature parameters. The accuracy and sensitivity of the obtained models were evaluated by the area under the receiver operating characteristic and prediction success curves. Accordingly, the area under the receiver operating characteristic curves was found 0.72 and the high and very high susceptible areas of the study area was found 32 % of the study area including 70 % of the mapped landslides. It is suggested that the repeated landslide events in the region that will be systematically recorded with landslide-rainfall intensity duration, magnitude relationships and susceptibility assessments with higher resolution digital elevation models will help to plan the mitigation activities more effectively.

Keywords: *Event landslide inventory, flow, maximum entropy, landslide susceptibility*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Göksu Nehri Havzası Kaya Düşmesi Kaynak Alanlarının Duyarlılık Değerlendirmesi

Susceptibility Assessment of Rockfall Resource Areas in Göksu River Basin

Senem Tekin, Tolga Çan

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, Türkiye
(senemtekin01@gmail.com)

Öz: Maksimum entropi yöntemi, sınırlı bilgi ve bu bilginin çevresel değişkenler ile olan ilişkisini mümkün olan en az önyargılı tahminle, olasılık dağılımının oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz havzasının en büyük alt havzası olan Göksu nehri havzasında (11213 km^2) Maksimum entropi yöntemi ile kaya düşmesi kaynak alanlarının duyarlılık değerlendirilmesi yapılmıştır. Göksu Nehri havzasında, kaya düşmesi envanter haritası, arazi çalışmaları ve Google Earth görüntüleri üzerinden 240 karakteristik alan için hazırlanmıştır.

Göksu nehri havzasının üst kesimlerinde Beyşehir–Hoyran-Hadim naplarına ait Devoniyen-Eosen zaman aralığında çökelmiş birimler havzanın % 29,86'sını oluşturmaktadır. Havzanın orta ve alt kesimlerinde ise Mut Havzası'na ait, Üst Oligosen-Alt-Orta Miyosen yaşlı örtü çökelleri geniş alanlarda yüzeylemektedir. Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, marn, kireçtaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşan Derinçay Formasyonu ve killi kireçtaşı, marn, kumtaşından oluşan Köselerli Formasyonları, Orta-Üst Miyosen yaşlı resifal kireçtaşlarından oluşan Mut Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Havza genelinde kaya düşmeleri genellikle Mut formasyonuna ait resifal karbonatların oluşturduğu dik yamaçlar boyunca gözlenmektedir.

25 x 25 m mekânsal çözünürlükte sayısal yükseklik modeli, yamaç eğimi, kesit, düzlem, teğetsel yamaç eğrisellikleri, jeoloji haritası, arazi kullanımı ve pürüzlülük parametreleri kullanılmıştır. Modelin doğruluğu ve hassasiyeti, alıcı işletim karakteristik eğrileri kullanılan değişkenlerin tahminleri hesaplamada yüzde olarak anlamlılığı ile değerlendirilmiş ve her bir parametrenin sonuç üzerindeki etkisini inceleyen Jacknife grafiği ile değerlendirilmiştir. Çalışma alanında kesin olarak gözlenen kaya düşmeleri envanter verisinden yola çıkılarak, Göksu Nehri havzasında kaya düşme duyarlılık çalışması gerçekleştirilmiştir. Yüksek ve çok yüksek duyarlı kaya düşme potansiyeline sahip alanlar, çalışma alanının % 15'ine karşılık gelmektedir. Alıcı işletim karakteristiği eğrisi altında kalan alan 0,801 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, elde edilen haritanın yüksek kestirim kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Göksu nehri havzası, maksimum entropy, kaya düşme

Abstract: *Maximum entropy method produce criteria to build up probability distributions depending on partial knowledge considering available environmental variables with least biased estimation. In this study, rock fall susceptibility was evaluated by maximum entropy method in Göksu river watershed (11213 km^2) which is the largest sub-basin in the Eastern Mediterranean basin. In the watershed, the rockfall inventory map has been prepared for 240 characteristic areas over field surveys and Google Earth imagery.*

In the upstream part, Devonian-Eocene units of Beyşehir – Hoyran - Hadim nappes constitute 29.86% of the Göksu river basin. In the middle and downstream parts of the basin, Upper Oligocene-Lower-Middle Miocene cover deposits of Mut Basin are exposed in large areas. Ali Formation consisting of alternation of Upper Oligocene-Lower Miocene aged conglomerate, sandstone, marl, limestone, mudstone, and Köselerli Formations composed of clayey limestone, marl, sandstone, and Mut Formation, consisting of Middle-Upper Miocene reefal limestones. In general, rock falls are observed along steep slopes formed by reefal carbonates belonging to Mut formation.

Digital elevation model, slope, plan, profile curvature, geological maps, landform, landuse and roughness parameters were used at 25 x 25 m spatial resolution. The accuracy and precision of the model were evaluated with the significance of percentage of the estimation of the variables used in the receiver operating characteristic curves and evaluated with the Jacknife graph examining the effect of each parameter on the result. Rock fall susceptibility study was carried out in Göksu River basin based on the partial rock fall inventory data observed in the study area. Areas with high and very high susceptible rock fall potentials account for 15% of the study area. The area under the receiver operating characteristic curve was found to be 0.801. As a result, it is seen that the accuracy of the obtained map has high prediction capacity.

Keywords: *Göksu river watershed, maximum entropy, rockfall*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Afet Dirençliliği Bakımından Sürdürülebilir Eğitim ve Müzeler

Sustainable Education and Museums for Disaster Resilience

Nilgün Okay

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (okayn@itu.edu.tr)

Öz: Özellikle depremler büyük yıkımlara neden olurken, afetlerden alınan dersler sürdürülebilir eğitimin toplumun afetlere dirençliliğinde temel unsur olduğunu göstermektedir. Bu süreçlerdeki başarı bilimsel bilgiye dayalı risk iletişimi ile sunulan eğitimlerin halkın tüm kesimlerine ulaştırılmasına bağlıdır. UDSEP-2023 Strateji Eylem Planı kapsamında öncelikle büyük depremlere maruz kalan illerde deprem müzelerinin kurulması, afet müzeleri ve/veya sergileriyle toplumun depremlere karşı farkındalığının sağlanması belirtilmektedir. Toplumsal afet direncini arttırmak amacıyla afet risk azaltma ve hazırlık sorumluluğunu geliştirme bakımından etkin bir eğitim aracı olarak müzeler yaygındır. Bütün dünyada seksenli yıllardan beri müzeler eğitimlere ağırlık vermektedir. Depremin yansıra diğer tehlikelere yönelik yerbilimleri ile afet risk azaltma ve hazırlıkla ilgili bilgilerin çeşitli görsel ve işitsel malzemelerle kullanıldığı eğitsel programlar verilmektedir. Dünyadaki deprem ve afet müzeleri sadece gelecek nesillere yaşanan afetleri hatırlaması değil, afetlere karşı sürdürülebilir ortak bir bilinç ve en önemlisi de gönüllüğün gelişmesinde etkili olmaktadır. Afet anıtları, afet parkları olası büyük bir afetlerde afet ve acil durum operasyonlarını koordine etmek, acil tıbbi yardım, lojistiğe yönelik birimler için eğitim, uygulama ve destek alanı olarak da kullanılmaktadır. Günümüzde yaygınlaşan sanal eğitim programları ile internet üzerinden sunulan görsel malzemeler ve etkileşimli yazılımlarla katılımcı eğitim giderek kolaylaşmıştır. İnternet kullanımının yaygınlaşmasıyla sanal müzeler yeni bir eğitim uygulama alanı olmuştur. Bilgiyi üreten, depolayan ve sunan kurumlar için bilginin halkın farklı kesimlerine yaygınlaştırılmasında e-müzeler önemli hizmet veren eğitim siteleridir. Nitekim bu çalışmada gerçek müzelerle sanal müzelerin eşit ilgi çekici olduğu, buna karşılık sanal müzelerin, geleneksel müzelere nazaran daha fazla öğretici olduğu ortaya konulmaktadır. Müzelerde verilen bilgilerin yetersiz kaldığı, sanal müzelerin ise yeterli bilgi sunduğu, kolaylıkla bilgiye sürekli ulaşabilecekleri belirtilmektedir. Bu bakımdan özellikle kırsal kesimlerde halkın afet direncinin arttırılması bakımından sanal afet müzeleri eğitimlerin erişimini ve yaygınlaşmasını kolaylaştıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet, deprem, dirençlilik, e-müze, sürdürülebilirlik, UDSEP

Abstract: *Especially lessons learned from disasters caused by destructive earthquakes show that sustainable education is the main factor in building community resilience. Success in these processes depends on the delivery of the risk information and training based on scientific knowledge offered to all segments of the society. Within the scope of the UDSEP 2023 Strategy Action Plan, it is stated that the establishment of earthquake museums in provinces exposed to major earthquakes, and awareness of the society through disaster museums and/or exhibitions. Museums are widespread as an effective education tool for developing responsibilities of disaster risk reduction and preparedness in order to build social resilience. Museums have focused on education since the eighties. Museums provide educational programs with various visual and audio materials in order to deliver the information about earth sciences, other natural hazards besides the earthquakes well as disaster risk reduction and preparedness. Earthquake and disaster museums are not only for remembering the disasters, but also contributing to the development of a sustainable common awareness and most importantly building volunteering against disasters. Disaster monuments, disaster parks are also used as a training, exercising and supporting area for the emergency medical aid, and logistics units in order to coordinate disaster and emergency operations. With online education programs participatory training has become much easier with interactive applications offered on the internet. With the widespread use of the internet, e-museums have become a new educational application area. For institutions that produce, store and present information, e-museums are educational sites that provide important services in disseminating information to all segments of the society. As a matter of fact, this study show that museums and virtual museums are equally interesting, however, virtual museums are more instructive than traditional museums. It is stated that virtual museums offer sufficient information and they can easily access the information easily. In this regard, virtual disaster museums will facilitate the access and widespread of education, especially in rural areas in order to build the disaster community resilience.*

Keywords: *Disaster, earthquake, e-museum, resilience, sustainability, UDSEP*

Afet Farkındalık Eğitimlerinde Katılımcıların Başrolde Olduğu Yöntemler

The Methods which Participants have Leading Role in the Disaster Awareness Trainings

Emel Sonkaya, Burhan Ulutaş

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye
(emel.sonkaya@afad.gov.tr)

Öz: Afetler, bir toplum için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı kesintiye uğratan, etkilenen toplumların baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa veya insan kaynaklı olaylardır. Türüne ve niteliğine bağlı olarak afetler önemli ekonomik ve sosyal kayıplara yol açar. Afetlere hazırlıklı olmak, afetlerin yol açacağı yıkımı önlemenin ya da azaltmanın en temel yoludur. Afetlere hazırlanmanın en etkili yolu ise eğitimdir. Eğitimlerde, katılımcıların izleyici konumundan çıkıp sürece dâhil olduğu çalışmaların daha kalıcı olduğu bilimsel olarak ispatlanmıştır.

Bu çalışmada, afetlere hazırlık eğitimlerinde, depremin sıradan bir doğa olayı olduğunun ve sağlam yapılarda yaşıyor olmanın öneminin kavratılması amacıyla, eğitim materyalleri tasarlanmış ve afet farkındalık eğitimlerinde katılımcıların sürece dâhil edilmesi sağlamıştır. Ayrıca, tiyatro, resim, müzik gibi sanatsal faaliyetler oluşturma; drama, hedef bulma, pentlantlon gibi heyecanlı yarışmalar ile eğitimler etkin hale getirilmiştir. Bu sayede depremlerin oluşum mekanizması katılımcıların zihninde somutlaştırmakta ve eğitim malzemeleri tekrar tekrar kullanılabilmektedir. Bu proje kapsamında, eğitimler sonucunda, öğrenme sürecinde doğru araç gereç ve yenilikçi eğitim yöntemlerinin kullanımının yararları somut olarak ortaya çıkmıştır. Soyutu somuta dönüştüren, dokunma ve deneyime dayalı öğrenme yöntemleri sağlayan modellerin, katılımcılarda öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve farkındalık yarattığı görülmüştür.

Bu bildiride, afetlere hazırlık eğitimlerinde kullanılmış ve verimliği görülmüş özgün eğitim materyalleri (deprem oluşum modeli, sarsma tablası vb.) ile eğitim yaklaşımları anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet, farkındalık, eğitim modeli

***Abstract**: Disasters are natural or man-made events that cause physical, economic and social losses for a society, disrupt normal life, and difficult to overcome by affected people. Disasters, depending on the type and nature, cause significant economic and social losses. Disaster preparedness is the most basic way to prevent or reduce the catastrophe caused by disasters. The most effective way to prepare for disasters is education. In the trainings, it has been scientifically proven that the studies in which the participants leave the audience position and participate in the process are more permanent.*

In this study, training materials were designed, in order to get comprehend the earthquake as an ordinary nature event and the importance of living in safe structures in disaster preparedness trainings and to involve the participants in disaster awareness trainings. In addition, creating artistic activities such as theater, painting, music, drama, finding targets, and exciting competitions such as pentlantlon have enabled trainings. In this way, the mechanism of earthquakes is embodied in the minds of the participants and educational materials can be used repeatedly. Within the scope of this project, as a result of the trainings, the benefits of using the right tools and innovative training methods in the learning process have been realized. It has been seen that models that transform the abstract into concrete and provide learning methods based on touch and experience facilitate learning and create awareness among the participants.

In this paper, original educational materials (earthquake formation model, shaking table, etc.) used in disaster preparedness trainings will be explained.

***Keywords:** Disaster, awareness, education model*

DOĞAL YAPI TAŞLARI VE ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER

NATURAL BUILDING STONES AND INDUSTRIAL MINERALS

ATİYE TUĞRUL – MURAT YILMAZ – OSMAN SERKAN ANGI

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Yüreğil Köyü (Emirdağ-Afyonkarahisar) Mermer Olarak İşletilen Kireçtaşlarının Jeolojisi ve Mineralojik-Petrografik Özellikleri

Geological and Mineralogical-Petrographical Properties of Limestones Operated as Marble Around Yüreğil Village (Emirdağ-Afyonkarahisar)

Metin Bağcı, Ahmet Yıldız, Can Başaran, Sami Serkan İşoğlu, Ferit Özdemir

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

(e-metbagci@gmail.com)

Öz: Çalışma alanının en yaşlı kayaçlarını Orta-Üst Triyas yaşlı dolomitik kireçtaşlarından oluşan Tozlutepe Formasyonu oluşmaktadır. Bu birimin üzerine Jura yaşlı rekristalize kireçtaşından oluşan Koçakkale Formasyonu gelmektedir. Kireçtaşları birimlerini üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Gebeceler formasyonu, tüf - tüfit - marn, killi kireçtaşları, kumtaşı ve aglomeralardan oluşan Özburun marn üyesi, peri bacaları gibi aşınım şekilleri oluşturan Seydiler tüf ve aglomerası birimleri yer almaktadır. En üstte ise Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozu birimleri gelmektedir.

Emirdağ ve çevresinde en önemli doğaltaş travertenlerdir. Fakat son yıllarda Yüreğil köyü bölgesinde bulunan kireçtaşlarına mermer sektörü önemli derecede ilgi göstermeye başlamıştır. Emirdağ (Afyonkarahisar) ilçesinin yaklaşık 20 km güneydoğusunda yer alan Yüreğil Köyü ve çevresinde çok geniş alanlarda grinin farklı tonlarında kireçtaşları bulunmaktadır. Bölgede ocak açmak için çok sayıda ruhsat başvurusu yapılmıştır. Şu aşamada aktif olarak çalışan 4 adet ocak işletmesi bulunmaktadır. Bölgedeki kireçtaşlarının sedimantolojik ve petrografik özellikleri bu talep artışında çok etkili olmaktadır. Bölgede yayılım sunan dolomitik kireçtaşlarında breşik yapı belirgindir. Ayrıca yer yer laminalı yapı gösteren orta kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları gözlenmiştir. Yapılan polarizan mikroskop ve X ışınları difraktometre (XRD) analizlerinde elde edilen verilere göre kireçtaşlarında ana mineraller dolomit ve kalsit kristalleri belirlenmiştir. İnce kesitlerde yer yer mikro çatlakların içine dolgu şeklinde ikincil minerallerin yerleştiği ve bu mikro çatlakların birleştiği noktalarda breşik yapılar oluştuğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emirdağ, Dolomitik kireçtaşı, breşik yapı, lamina yapı, Afyonkarahisar.

Abstract: *The oldest rocks of the study area are the Tozlutepe Formation consisting of Middle-Upper Triassic dolomitic limestones. This unit is overlain by the Jurassic recrystallized limestone. Gebeceler formation, Özburun member consisting of tuff - tuffite - marl, clayey limestones, sandstone-agglomerates and the Seydiler tuff and agglomerate member forming erosion patterns such as fairy chimneys overlies the basement rocks. Quaternary alluvial and slope wash units are the youngest units.*

Travertines are the most important natural stone in Emirdağ and its environs. But in recent years, marble sector has started to show significant interest to limestones in Yüreğil region. There are limestones of different shades of gray in very large areas in and around Yüreğil village, which is located approximately 20 km southeast of Emirdağ (Afyonkarahisar). Many license applications have been made to open a marble quarry in the region. Currently, there are 4 quarries operating actively. The sedimantological and petrographical properties of the limestones in the region are very effective in increasing this demand. The brecciated structure is prominent in the dolomitic limestones which are spread in the region. In addition, medium thick bedded dolomitic limestones with laminated structures were observed. According to the data obtained from the polarizing microscope and X-ray diffractometer (XRD) analyzes, the main minerals in the limestones are dolomite and calcite. In the thin sections, secondary minerals have been observed as filling in micro cracks and it was observed that brecciated structures were formed at the junctions of the micro cracks in the sections.

Keywords**:** *Emirdağ, Dolomitic limestone, brecciated structure, lamina structure, Afyonkarahisar.*

Manisa Yöresindeki Kireçtaşlarının Blok Taş Üretimini Etkileyen Jeolojik Parametreler

Geological Parameters Affecting the Block Stone Production of Limestone in Manisa Region

Seher Aloğlu Sarı, A. Bahadır Yavuz

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(seher.aloglu@deu.edu.tr)

Öz: Manisa ile Balıkesir illeri arasında yaklaşık 80 km²'lik bir zon buyunca (Bornova Fliş Zonu içinde) yüzlek veren Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ülkemiz mermer sektöründeki gelişmeye ve hammadde ihtiyacına bağlı olarak, blok mermer kaynağı olarak kullanılmaya başlanmış ve yöre zaman içerisinde önemli bir mermer üretim ve işleme merkezi haline gelmiştir. Yörede halihazırda blok taş üretimi yapılan çok sayıda taş ocağı mevcuttur ve her geçen gün bu ocaklara bir yenisi eklenmektedir. Ancak, yöre blok taş sahalarında çoğunlukla bilimsellikten uzak, usta çırak ilişkisi ile nesilden nesile aktarılan blok mermer arama ve üretim yöntemlerinin kullanılmasının doğurduğu olumsuzluklar nedeniyle, yörede terk edilmiş veya düşük üretim verimlilikleri ile çalıştırılan çok sayıda blok taş ocağı da bulunmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı Manisa yöresi kireçtaşlarının blok taş üretimini etkileyen jeolojik parametreleri ortaya koymaktır.

Çalışma kapsamda, Manisa İli'nde yer alan tüm güncel ve çeşitli nedenlerle üretime ara verilmiş veya terkedilmiş blok taş ocakları incelenerek konumları belirlenmiştir. Bu ocaklarda yerinde gözlemler yapılmış, özellikle terk edilmiş taş ocakları şev aynaları ve pasa sahaları incelenmiş ve ocakların terk edilmesine neden olan olumsuz birincil ve ikincil jeolojik faktörler tespit edilmiştir. Detay mühendislik jeolojisi çalışmaları, seçilen tip blok taş ocaklarının (3, 5, 6, 9, 12 ve 14 nolu blok taş ocakları) işletme aynalarında hat edütleri yapılarak gerçekleştirilmiş ve süreksizlik düzlemlerinin genel mühendislik jeolojisi özellikleri ortaya konmuştur. Yörede, blok taş üretimini etkileyen birincil jeolojik parametrelerin, yöre kireçtaşında gözlenen süreksizlik düzlemleri ve ile karstik boşlukların; ikincil jeolojik parametrelerin ise breşik zonlar, dolomitleşme, otobreşleşme, kılcal çatlaklar, löferitler, stilolitler, oniks zonları, fosil varlığı, çörtler ve neptüniyen dayk dolgularının olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Manisa yöresi kireçtaşı, blok taş, birincil ve ikincil jeolojik parametreler

Abstract: *The Mesozoic limestones that crop out in a zone the Bornova Flysch Zon of about 80 km^2 long between the cities of Manisa and Balikesir have begun to be used as block stone resources depending on the development and raw material needs of our country's block stone sector.The area has become a significant block stone production and processing center. There are many block stone producing quarries at the moment in the area and new ones are being opened day by day. However, there are also many quarries, in which production is inturrepted or they are working with low production efficiency or abandoned for various reasons due to the problems caused by mostly scientifically wrong block stone exploration and production techniques applied, resulted mainly by master-apprentice relationship. This causes economical loss. The main objective of this study is to determine the geological parameters affecting the block stone production of Manisa limestone.*

Within the scope of the study, all the current and abandoned quarries for various reasons in the Manisa area were determined. In these quarries, in site observations, especially in the abandoned stone quarry bench facies and in the rust areas were made and negative primary and secondary geological factors causing abandonment of the quarries. Detailed engineering geology studies have been carried out by conducting scanline surveys in the bench facies of the selected type block stone quarries (block quarries 3, 5, 6, 9, 12 and 14) and the general engineering geology characteristics of the discontinuities have been revealed. In the area, the primary geological parameters affecting the block stone production are the discontinuity planes and karstic cavities. The secondary geological parameters are brecciation zones, dolomitization, auto brecciated, capillary cracks, loferites, stylolites, onyx zones, fossil presence, cherts and neptunian dyke infillings.

Keywords: *Manisa area limestone, block stone, primary and secondary geological parameter*

Mermer Deseninde Çökelme Ortamı ve İz Elementlerin Önemi

Importance of Sedimentation Environment and Trace Elements in Marble Pattern

Abdulkerim Aydındağ[1], Serkan Palas[2]

[1]Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 06530 Ankara

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye

(abdulkerim.aydındag@mta.gov.tr)

Öz: Mermer ocaklarında verimliliği etkileyen önemli parametrelerden bir tanesi mermerin desenidir. Bu parametre işletmenin doğrudan ticari faaliyetlerini etkilemektedir. Desen bir anlamda işletmenin ticaretini yaptığı ürünün doğal yollar ile oluşmuş sunumudur. Mermer deseni modaya tabidir. Küresel ticaret kapsamında mermerde renk ve desen bazı bejler hariç süreklilik arz etmez ve zamana göre değişkenlik gösterir.

Desen dokusal anlamda mermerin büyük çoğunluğunu oluşturan allokem ve ortokemlerin, çökelme sırasında havza dışından veya içinden gelen iz elementler ile birlikte oluşturduğu, çizgiselden konsantrik şekillere kadar geniş bir skalada, doğal olarak oluşmuş şekiller bütünüdür. Deseni oluşturan jeolojik etkenleri daha iyi anlayabilmek için Bilecik ilinde 13 mermer ocağı ve çevresinde araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda her bir deseni temsil edecek numuneler XRF ve Minerolojik-Petrografik analizlere tabi tutulmuş, mermerlerin jeolojik anlamda çökelme ortamları etüd edilmiştir. Majör oksit ve iz element konsantrasyonlarında istatiksel anlamda Pearson Korelasyon analizi uygulanmış ve oksit ve iz elementlerin birliktelikleri araştırılmıştır.

Bilecik Bej grubu mermerlerde majör oksitlerin konsantrasyonlarından CaO %54-55, Fe_2O_3 %0,1-0,4, MgO %0,2-0,5 ve SiO_2 %0,1-0,8 arası değerler alırken, iz elementler Cu 1-9 ppm, Zn 3-9 ppm arası değerler almıştır. Diğer iz elementler çok düşük konsantrasyonlara sahip olmakla birlikte Bilecik Bej grubunda Cu ve Zn renk ve desen oluşumunda öne çıkmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda mermer ocaklarının şelf ve yamaç ortamında çökeldiği tespit edilmiştir. Bilecik Bej grubu ocaklarda şelf ortamında çökelmiş kireçtaşlarında desen oluşturan iz elementlerden Zn birbirine çok yakın değerler alırken, Bej ticari adından farklılaşma başladığında Zn değeri ortalamanın üstüne çıkmaktadır. Şelf ortamından yamaç ortamına geçildiğinde ise SiO_2 değeri artış göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Mermer, desen, iz element

Abstract: *One of the important parameters affecting the productivity in marble quarries is the pattern of marble. This parameter directly affects the business activities of the enterprise. In a sense, pattern is the presentation of the product that the company trades with natural ways. Marble pattern is fashionable. Within the scope of global trade, the color and pattern of marble is not continuous except for some beige and varies according to time.*

Pattern is a collection of naturally occurring shapes on a wide scale from line to concentric shapes formed by allokems and orthokems, which constitute the majority of the marble in textural sense, with trace elements coming from outside or inside the basin during deposition. In order to better understand the geological factors that make up the pattern, research has been conducted in 13 marble quarries in and around Bilecik. In this context, the samples to represent each pattern were subjected to XRF and Minerological-Petrographic analyzes and the geological deposition environments of the marbles were studied. Pearson Correlation analysis was applied for major oxide and trace element concentrations and the association of oxide and trace elements was investigated.

In the Bilecik Beige marbles, CaO 54-55%, Fe_2O_3, 0.1-0.4%, MgO 0.2-0.5% and SiO_2 values between 0.1 and 0.8% of the major oxides, trace elements Cu 1 -9 ppm, Zn 3-9 ppm. Although other trace elements have very low concentrations, Cu and Zn are prominent in color and pattern formation in Bilecik Beige group.

As a result of the studies, it was determined that marble quarries were deposited in shelf and slope environment. In the Bilecik Beige quarries, while Zn takes very close values from trace elements forming patterns in limestone deposited in shelf environment, Zn value rises above the average when differentiation starts from Bej trade name. When shifting from shelf to slope environment, SiO_2 value increases.

Keywords: *Marble, pattern, trace elements*

Türkiye'nin Gömülü Devasa Sodyum Sülfat Yatağı ve Bu Yatakta Keşfedilen İlk Ekonomik Polihalit Mineralleşmesi: Polatlı (Ankara) - Sivrihisar (Eskişehir) Havzası

The Buried Giant Sodium Sulphate Deposit and In This Deposit, First Discovery of Economical Polyhalite Mineralization in Turkey: Polatlı (Ankara) – Sivrihisar (Eskişehir) Basin

Murat Kırtıl[1], Ali Kocaharzen[1], Aytekin Çolak[1], Ekrem Coşar[2]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, 42250 Selçuklu, Konya, Türkiye (murat.kirtil@mta.gov.tr)

Öz: Orta Anadolu'daki Tersiyer yaşlı evaporitik havzalar (Sivas, Çankırı-Çorum, Beypazarı, Haymana, Polatlı- Sivrihisar, Tuz Gölü, Ereğli-Bor) birbirine benzer fasiyes ve formasyon özellikleri göstermektedir. Bu havzaları besleyen akarsu sistemlerinin getirdiği sediman çeşitliliği, temel kayaçların türü, havza gelişiminde etkili olan tektonik-volkanik aktiviteler çökelen evaporitik istifin mineral parajenezini etkilemiştir. Mineral parajenezindeki çeşitlilik havzalara gelen farklı iyonlardan kaynaklanmaktadır. Bu çalışmaya konu olan Polatlı-Sivrihisar Neojen havzası sodyum sülfat (Na-sülfat) ve polihalit mineralleşmesi de bölgede iyon çeşitliliği ve zenginleşmesine bağlı olarak gelişen ekonomik öneme sahip bir yataklanma göstermektedir. Atmosferik koşullarda kolayca eriyebilmesinden dolayı yüzeyde rastlanılmayan Na-sülfat ve polihalit mineralleşmeleri çalışma alanında gömülü yataklanma şeklinde bulunmaktadır. Bu yataklanma Na-sülfat arama amaçlı yapılan sondajlı çalışmalarda ilk kez MTA Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilmiştir.

Çalışma alanının da içinde bulunduğu Polatlı-Sivrihisar Neojen havzasının temelini Triyas yaşlı Yalnızçam granodiyoriti ve Mihalıççık metamorfitleri oluşturmaktadır. Eosen birimleri temel kayaçların üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Güneyde Eskişehir fay zonu ile sınırlanan havza, Üst Miyosen-Pliyosen göl ortamı çökelleri ile temsil olunan evaporitik bir istife sahiptir. Evaporitik istif KB-GD doğrultuludur. Bölgede ortalama kalınlığı 600 metre olan bu evaporitik istif, yüzeyde çoğunlukla jips ve anhidrit mineralleşmesi ile temsil edilmektedir. Çalışma alanında yer yer sölestin mineraline de rastlanmaktadır. 2017-2019 yılları arasındaki sondajlı arama çalışmaları sırasında kesilen evaporitik seviyelerdeki Na-sülfat mineralleşmelerinden alınan örneklerin XRD analiz sonuçlarına göre ana Na-sülfat mineralleri globerit ($Na_2Ca(SO4)2$ ve tenardittir (Na_2SO_4). Bu minerallere çoğunlukla manyezit ($MgCO_3$) ve jips ($CaSO_4.2H_2O$) mineralleri eşlik etmektedir. Mineral parajenezinin zengin olduğu ortamda, polihalit ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4.2(H_2O)$), blödit ($Na_2Mg(SO_4)2.4H_2O$), hidrogloberit ($Na_4Ca(SO_4)3.2(H_2O)$), basanit ($2CaSO_4.(H_2O)$), löveyit ($Na_{12}Mg_7(SO_4)_{13}.15H^2O$) ve halit (NaCl) mineralleri de bulunmaktadır. Evaporizmanın azaldığı seviyelerde kil minerallerine rastlanmaktadır. Çalışma alanında Na-sülfat ile birlikte diğer bir ekonomik mineralleşme olan polihalit mineralleşmesi özellikle ternarditin daha fazla olduğu kesimlerde yoğunluk

göstermektedir. Polihalit mineralleşmesi tenarditli seviyelerin arasında farklı kalınlıklarda tabakalar şeklinde saf ve safa yakın bulunmaktadır.

Çalışma alanında yaklaşık 200 km2'lik bir alan kaplayan Na-sülfat mineralleşmesi, evaporitik istif içinde 300 m kalınlıklara ulaşmaktadır. Tenarditli seviyenin kalınlığı 20-100 m arasında değişmektedir. Mineralleşme sahanın her yerinde aynı özellikler göstermekte olup jeolojik devamlılığı olan bir yataklanma şeklindedir. Ekonomik mineral zenginliği ve yataklanma şekli göz önünde bulundurulduğunda, Ülkemizde ilk kez bir Polihalit yatağı ortaya çıkarılmış olup sodyum sülfat açısından da yayılımı kilometreleri bulan ve on metrelerce kalınlığa ulaşan böyle bir yatak daha önceden tespit edilmemiştir

Anahtar Kelimeler: Evaporit, globerit, Na-sülfat, Polatlı, polihalit, Sivrihisar, tenardit

Abstracat: *Tertiary evaporitic basins in Central Anatolia (Sivas, Çankırı-Çorum, Beypazarı, Haymana, Polatlı-Sivrihisar, Tuz Gölü, Ereğli-Bor) show similar facies and depositional features. The mineral paragenesis of the evaporitic sequence have been affected by the stream sediment diversity, type of basement rocks and tectonic-volcanic activities during the basin development. The diversity in mineral paragenesis is resulted from the different ions carried to the basins. Sodium sulphate (Na-sulphate) and polyhalite mineralization in Polatlı-Sivrihisar basin, which is the subject of this study, shows an economic deposit which developed due to ion enrichment and diversity in the region. Na-sulphate and polyhalite mineralizations are not observed on the surface as they cannot be well preserved under atmospheric conditions. Thus, Na-sulphate and polyhalite mineralizations are found as buried mineral deposit in the study area. This deposit was first discovered by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) during Na-sulphate exploration drilling surveys.*

Triassic Yalnızçam granodiorite and Mihalıççık metamorphites constitute the basement rocks in the region. Eocene units unconformably overlie the basement rocks. The Polatlı-Sivrihisar Neogene basin bordered by the Eskişehir fault zone to the south has an NW-SE trending evaporitic sequence represented by Upper Miocene-Pliocene lacustrine deposits. This evaporitic sequence, with an average thickness of 600 meters in the study area, consists mainly of gypsum and anhydrite on the surface, with lesser amounts of celestite found in different parts of the study area. According to the XRD analysis of core samples taken from Na-sulphate mineralizations at the evaporitic levels drilled during surveys between 2017-2019, the main Na-sulphate minerals are glauberite ($Na_2Ca(SO_4)_2$) and thenardite (Na_2SO_4). These minerals are mostly accompanied by magnesite ($MgCO_3$) and gypsum ($CaSO_4.2H_2O$). Polyhalite ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4.2(H_2O)$), bloedite ($Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$), hydroglauberite ($Na_4Ca(SO_4)_3.2(H_2O)$, bassanite ($2CaSO_4.(H_2O)$), löeweite ($Na_{12}Mg_7(SO_4)_{13}.15H_2O$)) and halite (NaCl) are also found in parts where mineral paragenesis is rich. Clay minerals are occured at levels where evaporation is decreased. Another economic mineralization in the study area is polyhalite mineralization and it is particularly concentrated within the areas enriched in thernardite. Polyhalite mineralization occurs as layers of different thicknesses in pure and near-pure forms between the thenardite levels.

Na-sulphate mineralization, which covers an area of approximately 200 km^2 in the study area, reaches 300 m thickness in the evaporitic sequence. The thickness of the tenardite level varies between 20 and100 m. Mineralization exhibits relatively the same characteristics throughout the study area and geological continuity. Considering the economic mineral enrichment and the deposit type, this is the first polyhalite deposit discovered in Turkey and such a giant Na-sulphate mineralization covering an area of hundred kilometers square with a thickness of tens of meters, has not been previously identified.

Keywords: *Evaporite, glauberite, Na-sulphate, Polatlı, polyhalite, Sivrihisar, thenardite*

Göller Bölgesi Huntit Cevherinin Jeokimyasal Özellikleri ve Kökeni

Geochemical Properties and Origin of the Lake District Huntite Ore

Oktay Parlak, Murat Akgöz

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(oktayparlak@yahoo.com)

Öz: Kimyasal formülü $CaMg_3(CO_3)_4$ olan huntit plastik, polimer, kağıt, boya, ilaç gibi birçok alanda kullanılmakla birlikte son yıllarda giderek artan bir oranda endüstriyel anlamda alev geciktirici olarak ekonomik bir değere sahiptir. Doğada ender olarak bulunan ve az bilinen huntit genellikle dolomit, manyezit ve hidromanyezit gibi Mg/Ca karbonatlarla birlikte bulunmaktadır. Yarı duraylı bir mineral olması nedeniyle ancak iyi korunduğu ortamlarda varlığını sürdürebilen huntitin oluşumu konusunda net bir görüş bulunmamakla birlikte oluşumu temel olarak alkalinite, sıcaklık, kısmi karbondioksit basıncı ve çözeltideki Mg/Ca oranına bağlıdır.

Sığ gölsel ortamlar, gel-git düzlükleri, playa göller, güncel sabkha çökelleri ve mağaralar gibi oldukça farklı ortamlarda oluşabilen huntit, ekonomik anlamda Türkiye ve Yunanistan'da büyük yataklar halinde bulunmaktadır. Ülkemizde bilinen huntit yatakları Denizli, Eğirdir (Isparta) ve Göller Bölgesinde yer almaktadır.

Göller bölgesinde yer alan Burdur Havzası, Fethiye-Burdur Fay Zonu kontrolünde, ofiyolitik temel üzerinde açılmış gölsel bir havzadır. Burdur ilinin yaklaşık 15 km güneybatısında bulunan çalışma alanında en yaşlı birimi Likya naplarına ait ofiyolitik kayaçlar ile temsil edilen allokton konumlu Gökçebağ Karmaşığı oluşturmaktadır. Bu birimin üzerine, huntit cevherleşmesini de içeren, Pliyosen-Alt Pleyistosen yaşlı Burdur formasyonu, uyumsuz olarak gelmektedir. Çalışma sahasında Burdur formasyonunun üst seviyelerinde yer alan ve aslında tek bir seviye olan huntit, fay ve heyelanlara bağlı olarak parçalanmış; yanal ve düşey yönde ötelenmiştir. Sahadaki huntit oluşumlarının jeolojik, mineralojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda 59 lokasyonda 11.334,90 m karotlu sondaj gerçekleştirilmiş ve huntit zonlarının kalınlığının 60 cm ile 11,30 metre arasında değiştiği tespit edilmiştir. Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen'de tektonik aktivite ve iklim koşullarına bağlı olarak sığlaşan havza kenarlarında huntit çökelimi gerçekleşmiştir. Çalışma sahasındaki huntit cevherleşmesi çoğunlukla dolomit ve manyezit ile birlikte bulunmaktadır. Gerçekleştirilen arazi ve sondaj çalışmaları ile analiz sonuçları değerlendirilerek huntit cevherleşmeleri iki sektöre ayrılmıştır. Büyük oranda huntit cevherleşmesi içeren seviyeler "1. Cevher Zonu" olarak kabul edilmiş olup, bu zondaki huntit oranı %95'e kadar çıkabilmektedir. "2. Cevher Zonu" ise dolomit-manyezit-huntit cevherleşmesini içermekte ve huntit oranı %44'e kadar çıkabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dolomit, Göller Bölgesi, hidromanyezit, huntit, manyezit

Abstract: *Huntite, which chemical formula is $CaMg_3(CO_3)_4$, has been used in many fields such as plastics, polymers, paper, dye and pharmaceuticals and has an increasing industrial value as a flame retardant in recent years. Rarely found in nature and less commonly known huntite is generally present with Mg / Ca carbonates such as dolomite, magnesite and hydromagnesite. Due to be a semi-stable mineral it can survive in well protected environments. Albeit there is no clear view on the formation of huntite its formation depends mainly on alkalinity, temperature, partial carbon dioxide pressure and Mg / Ca ratio in the solution.*

Huntite could found as in quite different environments, such as shallow lacustrine environments, tidal plains, playa lakes, current sabkha deposits and caves, there economically in large beds in Greece and Turkey. Known huntite deposits in our country are located in Denizli, Egirdir (Isparta) and Lakes Region.

Burdur Basin, which is located in the Lakes Region, is a lacustrine basin under the control of the Fethiye-Burdur Fault Zone on the ophiolitic base. The oldest unit in the study area, which is located about 15 km southwest of Burdur province, is the allochthonous Gökçebağ Complex, represented by the ophiolitic rocks of the Lycian nappes. This unit is unconformably overlain by the Pliocene-Lower Pleistocene aged Burdur formation which has included huntite mineralization. Huntite, which is located at the upper levels of the Burdur formation in the study area, it is actually a single level, has been fragmented due to faults and landslides and has been shifted laterally and vertically. In order to determine the geological, mineralogical and chemical properties of the huntite formations in the area were carried out 11.334,90 m core drilling in 59 locations and has been identified the thickness of the huntite zones ranged between 60 cm and 11,30 meters. In the Late Pliocene-Early Pleistocene, huntite deposition occurred at the margins of the basin which became shallow due to tectonic activity and climatic conditions. Huntite mineralization in the study area is mostly associated with dolomite and magnesite. Huntite mineralization were divided into two sectors by evaluating the results of the field and drilling studies and analysis. The levels containing mostly huntite mineralization has been accepted as "first Ore Zone", and the huntite rate in this zone can achieve up to 95%. "2nd. Ore Zone" consist of dolomite-magnesite-huntite mineralization and huntite rate can achieve up to 44%.

Keywords: *Dolomite, Lake district, hydromagnesite, huntite, magnesite*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Tersiyer Sivas Havzası Sölestin Yataklarının İzotop (Sr, S, O ve H) Jeokimyası

Isotope (Sr, S, O and H) Geochemistry of Tertiary Sivas Basin Celestine Deposits

Ali Uçurum[1], Çiğdem Şahin Demir[2], Ahmet Efe[1], Albert H. Hofstra[3], Greg B. Arehart[4], Ernst Pernicka[5]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 58140 Sivas, Türkiye

[3]DIAL, USGS, Box 25046, Denver Federal Center, MS-973, Denver, CO, USA

[4]Dept. of Geological Sciences & Engineering, University of Nevada-Reno-NV, USA

[5]Institute for Archeological Sciences, University of Tubingen, Germany

(aliucurum@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: Tersiyer Sivas Havzası, evaporitik Şarkışla-Celalli alt havzasında Eosen, Oligosen ve Miyosen yaşlı 28 farklı sölestin yatağı ve oluşumu silisiklastik ve karbonatlı kayaçlar içerisinde yer almaktadır. Bu yatakların tamamına jips ve anhidritten oluşan evaporitler eşlik etmekte ve çoğunlukla farklı sedimanter birliklerin sınırlarında boşluk dolgusu şeklinde gelişmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre sölestinler içindeki baryum katı çözelti serisi olarak bulunmakta ve bir çok yatakta küçük miktarlarda barit mevcuttur.

Yüz on beş sölestin ve beş jips örneği içindeki sulardan döteryum izotop (δD) değeri elde edilmiştir. Ancak, buradaki yorumlamalarda 46 sölestin örneğinden elde edilen δD değeri kullanılmıştır. Diğer izotop (Sr, S, and O) oranları 90 sölestin ve 5 jips örneğinde ölçülmüştür. 87Sr/86Sr, $\delta^{34}S$, $\delta^{18}O$, ve δDH_2O oranları sırasıyla sölestinlerde 0.70558-0.70908, 20-40‰, 13-29‰, ve -115 to 20‰; jipslerde 0.70741-070782, 11-25‰, 13-18‰, ve -147 to -97‰, arasında değişim göstermektedir.

Sölestin yataklarının $\delta^{34}S$ - $\delta^{18}O$ verilerinin dağılımlarına bakıldığında bütün yatakların sınırlı rezervuar alanında denizel sülfatın biyojenik indirgenmesi ile karakteristik olduğu gözlenmektedir. Bununla beraber bazı yatak ve oluşumlar genellikle dar değişim aralığına sahiptirler. δD için analiz edilen önemli miktarda sölestin minerali (N=28)'nin petrol içerdiği gözlemlenmiştir ki bu daha önce hiç tanımlanmamıştır. Bu petrol sızıntısı havzanın bir çok bölgesinde denizel sülfatın biyojenik indirgenmesine katkı sağlayabilmiştir.

Yüksek değerli δDH_2O popülasyonuna göre, evaporasyondan (+20‰), deniz suyu ile lokal meteorik suyun karışımına (-25‰) kadar değişim gösteren cevher oluşturan çözeltinin deniz suyu kökenli olabileceği söylenebilir. Düşük değerli (-25 to -115‰) popülasyon, hapsolan organik suyun derin kesimlerde karbonatlı kayaçlardan geldiğini yansıtabilir.

Sonuç olarak , sölestin yatakları; ılık, indirgen, sülfat'ca fakir, petrol içeren organik çözeltilerden itibaren, Sr ve az oranda Ba'un derin ortamlardan yükselerek mevcut jips ve evaporit tabakalarına yerleşmesiyle veya lokal rezervuarlarda sülfat içeren çözeltinin farklı oranlarda

sülfat indirgenmesi ile sığ düzeylerde oluşmuştur. Denizel köken sergileyen ince taneli tabakalı yataklar, cevherli çözeltilerin deniz tabanına boşalımını yansıtmaktadır.

Anahtar Kelime: Sivas Tersiyer Havzası, Sr, S, O, H izotopları

Abstract: *The evaporitic Sarkisla-Celalli sub-basin in the Tertiary Sivas Basin contains 28 celestine deposits and occurrences that are hosted in Eocene, Oligocene and Miocene siliciclastic and carbonate rocks. All of the deposits are associated with evaporites containing gypsum and anhydrite and often fill cavities developed at the contact between contrasting sedimentary units. Chemical analyses of celestine show that it contains barium in solid solution. Small amounts of barite are present in many deposits*

The hydrogen (δD) isotope ratio of water extracted from 115 celestine and 5 gypsum samples. However, 46 δD of celestine separates was used in interpretation here. Other isotope (Sr, S, and O) ratios have been measured in 90 celestine and 5 gypsum mineral separates. The $^{87}Sr/^{86}Sr$, $\delta^{34}S$, $\delta^{18}O$, *and* δDH_2O *ratios of celestine are between 0.70558-0.70908, 20-40‰, 13-29‰, and -115 to 20‰; gypsum values range from 0.70741-070782, 11-25‰, 13-18‰, and -147 to -97‰, respectively.*

The $\delta^{34}S$ *and* $\delta^{18}O$ *data array based on all of the deposits is characteristic of biogenic reduction of marine sulfate in a restricted reservoir. Yet individual deposits and occurrences generally have a narrow range of values. A significant number of the celestine separates processed for δD analyses (N=28) were found to contain petroleum, which had not been recognized previously. Thus, oil seeps may have contributed to biogenic reduction of marine sulfate at many sites in the basin.*

The population of δDH_2O *values with high values (+20 to -25‰) suggests that ore fluids were derived from seawater that was variably shifted to +20‰ by evaporation or -25‰ by mixing with local meteoric water. The population with low values (-25 to -115‰) may reflect trapping of organic water derived from carbonaceous rocks at deeper levels.*

The results suggest that the deposits formed where warm, reduced, sulfate-poor, organic fluids containing petroleum, Sr, and minor Ba ascended from deeper levels and replaced preexisting gypsum evaporite layers or mixed with sulfate-bearing fluids in local reservoirs affected by different degrees of sulfate reduction at shallow levels. The fine-grained laminated deposits with marine evaporate signatures may reflect discharge of ore fluids on the sea floor.

Keywords: *Sivas Tertiary Basin, Sr, S, O, H isotopes*

Klinoptilolit ve Pileki Taşı Esaslı Geopolimerlere Kür Süresi ve Sıcaklığın Etkisi

Effect of Curing Time and Temperature on Clinoptilolite and Pileki Stone-Based Geopolyme

Sevgi Özen

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 53100 Rize, Türkiye
(sevgi.ozen@erdogan.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada, klinoptilolit içeren tüf (Manisa) ve Pileki Taşı (Rize) kullanılarak üretilen yeşil geopolimer çimentoların basınç dayanımlarına kür süresi ve kür sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla klinoptilolit içeren tüf ve Pileki Taşı sodyum hidroksit ve sodyum silikat ile aktive edilerek geopolimer çimontolar üretilmiştir. Üretilen umuneler 7, 28 ve 56 gün kür sürelerine ve 25 °C, 50 °C ve 90 °C kür sıcaklığına maruz bırakılmıştır. Geopolimer çimentolar için kür sıcaklığı ve kür süresine bağlı olan basınç dayanım değerleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Uzun kür sürelerinin ve yüksek kür sıcaklığının geopolimerlerin mekanik özelliklerini olumsuz etkilediği, kısa kür sürelerinin ve düşük kür sıcaklığının ise geopolimerleşme için yeterli olmadığı gözlenmiştir. Buna göre en yüksek basınç dayanımı klinoptilolit içeren tüf ve Pileki Taşı için 28 gün kür süresi ve 50 °C kür sıcaklığında sırasıyla 54 MPa ve 48 MPa olarak saptanmıştır. Ayrıca klinoptilolit içeren tüfün Pileki Taşı'na oranla daha aktif bir malzeme olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geopolimer, klinoptilolit, Pileki Taşı, kür süresi, kür sıcaklığı

Abstract: *In the present study, the effect of curing time and curing temperature on the compressive strength of green geopolymer cement prepared with clinoptilolite bearing tuff (Manisa) and Pileki Stone (Rize) was investigated. For this purpose, clinoptilolite bearing tuff and Pileki Stone were activated by sodium hydroxide and sodium silicate to produce geopolymer cement. The produced specimens were cured for 7, 28 and 56 days at* 25 °C, 50 °C and 90 °C, respectively. The compressive strength of geopolymer cements related to curing temperature and curing time *were determined and compared. It was observed that long curing times and high curing temperatures adversely affected the mechanical properties of geopolymers, short curing times and low curing temperatures, on the other hand, were not sufficient for geopolymerization. Accordingly, the best compressive strength for clinoptilolite bearing tuff and Pileki Stone was found to be 54 MPa and 48 MPa at 28 days of curing at 50* °C, respectively. *Besides, clinoptilolite bearing tuff is more reactive material in accordance with Pileki Stone.*

Keywords: *Geopolymer, clinoptilolite, Pileki Taşı, curing time, cure temperature*

Endüstriyel Hammaddeler ve Endüstriyel Mineraloji

Industrial Raw Materials and Industrial Mineralogy

Aydın Aras

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65090 Van, Türkiye
(aras5549@yahoo.com)

Öz: Yerkabuğundan ekonomik değerleri nedeni ile çıkarılan mineraller ve kayaçlar fosil yakıtlar hariç doğal hallerinde veya zenginleştirildikten sonra saf hammadde veya karıştırılarak çok çeşitli uygulamalarda doğrudan veya katkı maddesi olarak endüstriyel süreçlerde kullanılırlar. Metalik elementleri içeren cevher mineralleri sınıflamada endüstriyel hammaddeler içinde sayılmamaktadır. Ancak metalik cevherler ve endüstriyel hammadde sayılan mineraller ve kayaçların doğrudan kullanımlarında veya endüstriyel üretim süreçlerinde (zenginleştirme süreçleri dahil) davranışlarını ve son ürünlerin mineralojik bileşimleri ve özelliklerini inceleyen bilim dalı "Endüstriyel Mineralojidir. Endüstriyel Mineralojinin konusu bu şekilde; mineral ve kayaçların doğrudan baraj gövdelerinde, yollarda, atık havuzlarında kullanımlarında veya endüstriyel süreçlerden olan; cevher hazırlamada, cam, seramik, çimento ve doğal minerallerden üretilen yapı malzemelerinin üretiminde minerallerin ısı, basınç ve su ile etkileşimlerini ve sonuçlarının saptayarak açıklamaktadır. Burada söz konusu faktörler; ısı, basınç ve su ile etkileşim doğal ortamlarda (açık sistemler) ve insan eli ile oluşturulmuş ortamlarda (kapalı sistemler) sonuçları farklıdır. Bu nedenle mineral ve kayaçların endüstriyel kullanımlarında insan eli ile oluşturulan dış faktörler söz konusu olduğunda doğal oluştukları ortamlardaki jeolojik faktörler ile olan etkileşimlerinden farklı davranışlar göstermektedir. Ayrıca faktörlerin etki süreleri yani zaman faktörünün doğal ortamlarda büyüklüğü de farklılıkların oluşmasında önemlidir. Bu farklılıkları gösteren en iyi örneklerden biride pirometamorfik kayaç mineral parajenezleri ve oluşumları ile kil tabanlı seramik, cam hatta çimento üretim süreçleri ve son ürünlerindeki mineral parajenezleri ve oluşumlarıdır. Cevher zenginleştirme süreçleri örneğin flatasyon ve sallantılı masa ile doğal hidrotermal ve sedimanter sistemlerde (plaserler) cevher minerallerinin davranışları farklı olmaktadır. Eski maden işletmelerine ait atıkların yarattığı çevresel sorunlarda karşılaşılan yeni oluşan mineral parajenezleri ile doğal mineral parajenezlerinin farklılıkları da buna iyi bir örnek teşkil etmektedir. Bir diğer örnek; killerin topraklarda ve toprak zeminlerde yani doğal ortamlardaki davranışları ile endüstriyel süreçlerdeki su ve basınç ile etkileşimlerinin (reolojik özelliklerinin) gösterdiği farklılıklardır. Bu çalışmanın amacı; bu karşılaştırmaların detaylarını kullanarak temel jeoloji bilgisi ile uygulaması olan "Endüstriyel Mineralojinin" bağını ortaya koymaktır. Bir temel bilim olan jeolojinin uygulamaları bu şekilde endüstriyel mineraloji yanısıra iki temel alanı daha kapsamaktadır. Diğer iki uygulamadan ikincisi ise; "Jeoloji mühendisliği" dir, yeryüzü ile etkileşimimizi anlamak ve şekillendirmek için mekanik, matematik, fizik, kimya ve jeolojinin kullanıldığı yerbilimleri uygulamasıdır. Üçüncüsü ise "Mühendislik Jeolojisi" esas olarak yeryüzü-yapı etkileşimleri yani insan yapımı yapıları ve insan faaliyetlerini yeryüzünün yani jeolojik faktörlerin nasıl etkilediğinin araştırılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel hammaddeler, endüstriyel mineraloji, açık sistem, kapalı sistem, jeolojik faktörler, insan eli ile oluşturulan faktörler

Abstract: *Minerals and rocks extracted from the earth's crust due to their economic values are used in their natural state or after enrichment with pure raw materials or mixed and used in various applications or as industrial additives. Ore minerals containing metallic elements are not included in industrial raw materials in the classification. However, the "Industrial Mineralogy which determines the behavior of metallic ores, minerals, and rocks which are considered as industrial raw materials, in the direct use of rocks and minerals or industrial production processes (including enrichment processes) and the mineralogical composition and properties of the end products. In this way, the subject of Industrial Mineralogy is the use of minerals and rocks directly in dam bodies, roads, waste pools or in industrial processes such as in the production of glass, ceramics, cement and natural minerals in the production of building materials or ore enrichment produced by the interaction of minerals with heat, pressure and water by determining and explains the results. These factors are the interaction with heat, pressure and water is different in natural environments (open systems) and in human-generated environments (closed systems). Therefore, in the industrial use of minerals and rocks, when it comes to external man–made factors created by the human hand, it behaves differently from their interaction with geological factors of natural environments. In addition, the effect times of the factors, i.e., the magnitude of the time factor in natural environments, are also important in the formation of differences. The differences between the newly formed mineral paragenesis of wastes and the natural mineral paragenesis of same ore are a good example in the environmental problems caused by the wastes. Another example; the behavior of clays in soils in natural environments and their interaction with water (rheological properties) in industrial processes is different. The aim of this study is to reveal the link between the the basic geological knowledge and application of the "Industrial Mineralogy" by using the details of these comparisons. In this way, the applications of geology which is a basic science, cover two main fields besides industrial mineralogy. The geological engineer understands the engineering properties of earth materials and predict their response to changing man-made conditions. In contrast, an engineering geologist understands the impact of earths processes (natural factors) on the geomechanical properties of materials*

Keywords: *Industrial raw materials, industrial mineralogy, open system, closed system, geological factors, man-made factors*

Doğaltaş Ocaklarında Verimliliği Etkileyen Jeolojik Parametrelerin Belirlenmesi, Artıkların Değerlendirilmesi ve Çevresel Etkilerin Araştırılması

Determination of Geological Parameters Affecting Efficiency in Natural Stone Quarries, Evaluation of Waste and Investigation of Environmental Effects

Serkan Palas[1], Abdulkerim Aydındağ[2], Atiye Tuğrul[3], Murat Yılmaz[3], Serdar Akgündüz[3], Göksel Dursun[3], Erdi Avcı[3], İbrahim Kayakıran[1], Tunç İslamoğlu[1], Ayşe Cebe[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Doğaltaş Dairesi Başkanlığı, 06560 Yenimahalle, Ankara, Türkiye

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

(serkan.palas@mta.gov.tr)

Öz: Doğaltaşlar tarih boyunca insanoğlu tarafından yapılarda, anıtlarda güzelliği ve dayanıklılığı nedeniyle kullanılmıştır. Göçebe kültüründen yerleşik hayata geçilmesiyle insanların barınma ve sosyal ihtiyaçları kapsamında dayanıklılık ve estetik ön plana çıkmış, doğaltaş kullanımı katlanarak artmıştır. Bu artış geniş yüzeylerde kırık-çatlağı az olan ve desen anlamında göze hoş gelen taşların kullanımını da beraberinde getirmiştir. Artan nüfus ile birlikte doğaltaş ve artık kullanımı endüstri haline gelmiş, bu da doğaltaşın ticari değerini arttırmıştır. Bu gelişme, üretimin artışıyla paralel olarak artık sorununu ortaya çıkarmıştır. Artıkların değerlendirilmesi gerek teknik altyapı gerekse hukuki zemine oturtulması açılarından yeni arayışları ve çözüm odaklı çalışmaları hızlandırmıştır. Çözüm odaklı çalışmaların temelinde yatan anlayış hiç şüphesiz üretim aşamasında artık oluşmadan önce yerbilimleri eksenli çalışmaların yapılması ve üretim aşamasında çıkan artığın diğer sektörlerde kullanımının önünün açılması için bilimsel ve teknolojik etütlerin yapılmasıdır. Doğaltaş üretiminin ocak bazında yerbilimleri eksenli uygulanacak yöntemler ile artık oluşumunun azaltılması ve buna rağmen çıkan artıkların çeşitli sektörler tarafından değerlendirilmesinin teknik altyapısının oluşturulması önem arz etmektedir. Bu noktadan hareket ile Bilecik ilinde yer alan mermer ocaklarında etüt çalışmaları gerçekleştirilmiş ve bilimsel bir perspektif ile bölgede sorun teşkil eden artıklara çözüm odaklı yaklaşımda bulunulmuştur.

Projenin genelleştirilmiş amacı ocaklarda ortaya çıkan artıkların azaltılmasına yönelik her türlü bilimsel araştırmayı (jeolojik prospeksiyon, jeofizik yöntemler, jeoteknik çalışmalar) yapmak ve ocakların verimliliğinin artırılmasına yönelik materyal ve yöntem üretmektir. Bunun yanı sıra artıkların değerlendirilmesine ve çevresel etkilerine yönelik bilimsel araştırmalar sonucunda; fikir, öneri ve uygulama yapmak projenin bir diğer önemli amacını oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, üretim faaliyetleri hariç, ocak verimliliğini etkileyen paramet-

releri jeolojik unsurların denetlediği ve bu unsurların blok alımında etkili olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanısıra verimliliği etkileyen bir diğer önemli olgu olan deseni $CaCO_3$ ve iz elementlerin çökelme ortamları ve dolayısıyla stratigrafik ilişkiler olarak belirlenmiştir. Çıkan artıkların fiziksel ve kimyasal özellikleri sektörel kullanım için önemli olduğu ve bu amaçla boyutlarına göre depolanması ve mermer artıklarının çevresel açıdan alıcı ortam ile ilişkisi çevre jeokimyası çalışmaları ile desteklenerek incelenmesi önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğaltaş, verimlilik, mermer artıkları

Abstract: *Natural stones have been used by humanity throughout the history of buildings and monuments because of their beauty and durability. With the transition from nomadic culture to settled life, durability and aesthetics have come to the forefront within the scope of people's housing and social needs, and the use of natural stones has increased exponentially. This increase has led to the use of stones that have less crack-cracks on large surfaces and are pleasing to the eye in terms of patterns. With the increasing population, natural stone and its usage has become an industry and this has increased the commercial value of natural stone. This development, in parallel with the increase in production has raised the problem now. The evaluation of the wastes has accelerated the new searches and solution-oriented works both in terms of technical infrastructure and legal grounding. The understanding underlying the solution-oriented studies is undoubtedly that scientific and technological studies are carried out in order to pave the way for the use of the surplus in the production phase in other sectors before the formation of the production phase. It is important to reduce waste generation by methods to be applied on the basis of geosciences in natural stone production and to establish the technical infrastructure for the utilization of the residues by various sectors. From this point of view, studies were carried out in marble quarries in Bilecik province and a solution-oriented approach was made to the residues that constitute problem in the region with a scientific perspective.*

The general purpose of the project is to carry out all kinds of scientific research (geological features, geophysical methods, geotechnical studies) to reduce the residues in the quarries and to produce materials and methods for increasing the efficiency of the quarries. In addition, as a result of scientific research on the evaluation of residues and environmental impacts; making ideas, suggestions and applications is another important objective of the project.

As a result of the studies, it was determined that the parameters affecting the efficiency of the quarry, except the production activities, were controlled by the geological elements and these factors were effective in the block purchase. In addition to this, another important phenomenon which affects productivity is the pattern of deposition environments of CaCO3 and trace elements and thus stratigraphic relations. It is important that the physical and chemical properties of the residues are important for the sectoral use and that they are stored according to their size and the relationship of the marble residues with the receiving environment is supported by environmental geochemical studies.

Keywords: *Natural stone, efficiency, marble wastes*

Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan İgnimbiritlerin Kaynaklanma Derecesine Yönelik Nicel Parametreler; Örnek Olarak Ahlat Taşı (İgnimbirit)

Quantitative Parameters of Welding Degree of Ignimbrite Units Used as Building Materials; Ahlat Stone as an Example (Ignimbrite)

Levent Selçuk[1], Turgay Beyaz[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65090 Van, Türkiye

[2]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

(lselcuk@yyu.edu.tr)

Öz: Piroklastik akış çökeli olan ignimbirit, inşaat sektöründe yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ahlat'ta mezar, cami, kümbet ve köprü gibi hemen hemen her türlü tarihi yapı, yerel olarak "Ahlat taşı" olarak bilinen ignimbrit kullanılarak inşa edilmiştir. Geçmişte olduğu gibi, yapı taşı, süs taşı, kaldırım taşı ve kaplama taşı gibi iç ve dış mimaride ignimbritler tercih edilmektedir.

Yapı taşlarının yoğunluk, gözeneklilik, aşınma, sertlik ve dayanım gibi bazı ana özelliklerinin kalite standartlarını karşılaması beklenmektedir. İgnimbiritlerin fiziksel ve mekanik özellikleri kontrol eden ana faktör, çökellerin aşırı yük basıncı nedeniyle sıkıştırma işlemini içeren kaynaklanma derecesidir. Sıkıştırma işlemi, ignimbiritlerin temel fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra, dokusal ve yapısal özelliklerinde de önemli değişikliklere neden olur. Volkanik bölgelerdeki piroklastik birikintileri tanımlamak için yoğun kaynaklı, orta kaynaklı, kısmen kaynaklı, kaynak başlangıcı ve kaynaklanmamış gibi kaynak yoğunluğundaki değişimi tarif eden alan terimleri kullanılmıştır. Her ne kadar bu yöntem kaynaktaki göreceli farklılıkları tanımlamak için etkili olsa da, niteliksel algılara dayanır ve bu nedenle bölge veya kişiler arasındaki tutarlılığı garanti edemez. Bu kapsamda birçok araştırmacı kaynaklanma derecesini tanımlamada, petrografik indisler ile birlikte yoğunluk, porozite, nokta yükü indeksi gibi piroklastik birimlerin bazı fiziksel ve indeks özelliklerini önermişlerdir. Ancak, doğal yapı malzemeleri için daha temsili ve gerekli olan bazı ana fiziksel, indeks ve dayanım özellikleri çoğunlukla göz ardı edilmiş veya yeterli sayıda çalışmalarla ele alınmamıştır.

Bu araştırmada, farklı kaynak dereceleri için uygun ignimbrit bloklarını toplamak üzere bir dizi yapı taşı fabrikası ve taş ocağı ziyaret edilmiştir. Seçilen örneklerin dokusal, mineralojik, fiziksel ve mekanik özellikleri kaynaklanma dereceleri açısından karakterize edilmiştir. Elde edilen verileri genişletmek için bölgede yapılmış olan önceki çalışmalardan toplanan mevcut verilerde dikkate alınmıştır. Bir sınıflandırma şeması sunan bu kapsamlı araştırma, çeşitli inşaat sektörleri için kaynaklı ignimbrit yataklarının fiziksel özellikleri, mühendislik davranışı ve kalite gerekliliklerinin daha kolay ve daha hızlı anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Piroklastik yataklar, ignimbirit, yapı taşı, kaynaklanma derecesi, Ahlat, Bitlis

Abstract: *Ignimbrite, the deposit of a pyroclastic flow, have been widely used as building material in the construction sector. In the Ahlat, almost all kinds of historical structures such as tombs, mosques, graves and bridges were built precisely with ignimbrite, known locally as "Ahlat stone". As in the past, ignimbrites have been currently preferred in interior and exterior architecture such as building stone, ornamental stone, flagstone and covering stone.*

Building stones are expected to meet quality standards in terms of the requirements of some main properties such as density, porosity, abrasion, hardness and strength. In pyroclastic flow deposits, the main factor controlling these physical and mechanical properties is welding degree which involves compaction process due to the overburden pressure of flow deposits. The compaction process causes dramatic variations of texture and structure of the flow deposits as well as their basic physical and mechanical properties at any volcanic locality. In order to describe the pyroclastic deposits in volcanic localities, field terms such as densely welded, moderately welded, partially welded, incipiently welded and nonwelded were mostly used. Although these terms are effective for identifying the relative differences in welding degree, it is based on qualitative perceptions without any kind of consistency between regions or persons. In this context, many researchers have suggested some petrographic, physical and index parameters of pyroclastic units such as density, porosity, point load index for evaluation the degree of welding. However some main physical, index and strength properties (i.e. water absorption, abrasion resistance, uniaxial compression strength and flexural strength and so on) which are more representative and essential for the natural building materials, have been mostly ignored or not been addressed by sufficient numbers of studies.

In this investigation, a number of building stone factories and quarries were visited to collect the suitable ignimbrite blocks for different welding degrees. The textural, mineralogical, physical and mechanical properties of Ahlat (ignimbrite) stone were characterized in terms of welding degrees. Experimental data were also evaluated with the existing data collected from past practices to broaden the range of data. This comprehensive research providing a classification scheme will leads to easier and faster understanding of the physical characteristics, engineering behavior and quality requirements of welded ignimbrite deposits for the various construction sectors.

Keywords: *Pyroclastic deposits, ignimbirite, building stone, welding degree, Ahlat, Bitlis*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kocaeli Kandıra Taşının Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Yapı Taşı Kullanımı Açısından Değerlendirilmesi

Evaluation of Physical and Mechanical Properties of Kocaeli Kandıra Stone in Terms of Building Stone Usage

Gülcan Moralı[1], Ahmet Karakaş[2], Özkan Coruk[2], Erkan Bozkurtoğlu[3]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 41380 Kocaeli, Türkiye

[2]Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Türkiye

[3]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(gulcanmorali1992@gmail.com)

Öz: Doğal yapı taşları tarihin ilk çağlarından günümüze kadar yıllardır kullanılmaktadır. Doğal taşlar yapılarda yapı taşları olarak kullanılmalarının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Marmara bölgesinde yaygın olarak kullanılan en tanınmış doğal yapı taşlarından birisi Kandıra taşıdır. Kandıra taşı camilerin restorasyonunda, alışveriş merkezi ve şömine yapımında, evlerin dekorasyonu gibi birçok alanda kullanılan bir kireçtaşıdır. Bu taş Kandıra bölgesinde Akveren Formasyonu içinde yer almakta olup killi, mikritik, yarı pelajik bol fosilli kireçtaşı, kumtaşı, şeyl seviyelerinden oluşmaktadır. Kandıra taşının fiziksel ve mekanik özellikleri doğal yapı taşı kullanımı için belirlenmiştir. Çalışması için araziden alınan örneklerle fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için laboratuvarda deneyler yapılmıştır. Kandıra taşının ortalama fiziko-mekanik özellikleri, 2,24 g/cm^3 görünür yoğunluk, 2,72 g/cm^3 özgül ağırlık, % 19,21 toplam gözeneklilik, % 5,8 ağırlıkça su emme, 48 MPa basınç dayanımı, 7,5 MPa eğilme dayanımı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Akçaova, doğal taş, Kandıra taşı, kireçtaşı

Abstract: *Natural building stones have been used for many years since the early ages. Natural stones are used as building stones in buildings as well as for decorative purposes. One of the most well-known natural building blocks widely used in the Marmara region is the Kandira stone. Kandıra stone is a limestone used in the restoration of mosques, shopping center and fireplace construction, decoration of houses. This stone is located in the Akveren Formation in the Kandira region and consists of clayey, micritic, semi-pelagic fossiliferous limestone, sandstone and shale levels. Physical and mechanical properties of Kandıra stone were determined for building stone usage. Tests were conducted in the laboratory to determine the physical and mechanical properties with the samples taken from the field. Average physico-mechanical properties of Kandıra stone are 2.24 g/cm^3 apparent density, 2.72 g/cm^3 specific gravity, %19.21 total porosity, %5.8 water absorption by weight, 48 MPa compressive strength, 7.5 MPa bending strength.*

Keywords: *Akçaova, building stone, Kandıra stone, limestone*

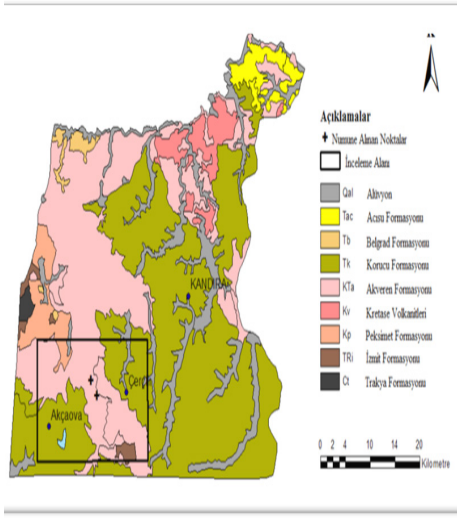
GİRİŞ

Doğal yapı taşları tarihin ilk çağlarından günümüze kadar yıllardır çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Doğal yapı taşı, herhangi bir kimyasal madde içermeyen, doğada var olduğu özellikleriyle, tabiattan çıkarılan ve ilk özelliklerini koruyan taşlara doğal taş denir. Başlıca doğal taş türleri çeşitli renk ve desenlerde; kristalin kalker (mermer), kalker, traverten oluşumlu kalker (oniks), konglomera, breş ve magmatik kökenli kayaçlardan oluşan serpantin, diyorit, siyenit, granit, bazalt, andezit, diyabaz vb. olarak tanımlanabilir. Doğal yapı taşları insanlar tarafından kullanılan en eski inşaat malzemelerinden biridir. Anadolu topraklarında özellikle Eski Yunan, Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde doğal taşlardan yapılmış sayısız eser bulunmaktadır (Çelik, 2003). Bunlardan biri de Kandıra taşıdır. Yapılarda yapı taşları olarak kullanılmalarının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Marmara bölgesinde yaygın olarak kullanılan en tanınmış doğal yapı taşlarından birisi Kandıra taşıdır. Bu çalışma Kandıra taşının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyerek doğal yapı taşı kullanımı açısından değerlendirmektedir.

Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda yayınlanacak olan tam metin bildirilere örnek teşkil etmesi amacı ile hazırlanmıştır.

İNCELEME ALANI VE JEOLOJİSİ

İnceleme alanı Kocaeli ili Kandıra ilçesinde Akçaova ve Çerçili Köyleri arasında kalan ve Kandıra ilçe merkezinin GB'sında yer alır (Şekil 1). Bölgede Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik zamanlarda çökelmiş sedimanter formasyon ve birimler yer alır. Bölgede İstif yaşlıdan gence Trakya Formasyonu (Ct), İzmit Formasyonu (TRi), Peksimet Formasyonu (Kp), Kretase volkanitleri (Kv), , Korucu Formasyonu (Tk), karasal kırıntılılar (Tb-Belgrad Formasyonu, Tac-Acısu Formasyonu) ve alüvyon şeklindedir (Şekil 1). Bu sedimanter istifin içinde yer alan Akveren Formasyonu (KTa) bölgede geniş yayılımlara sahiptir. Kandıra taşı Kandıra bölgesinde Akveren Formasyonu içinde yer almakta olup farklı litolojik tanımlamalara sahiptir. Kandıra taşının litolojisi hakkında çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Bazı araştırmacılara göre bol fosilli kireçtaşı, bazılarına göre ise biyomikritik kalker olduğu belirtilmiştir.



Şekil 1. Kandıra ve civarının jeolojik haritası.

MATERYAL ve METOT

Kandıra taşı için çalışmalar büro, arazi ve laboratuvar değerlendirmeleri olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Büro çalışmalarında daha önceki çalışmalar, haritalar ve raporlar değerlendirilmiştir. Arazi çalışmalarında, mostarlardan elde edilen kireçtaşı blokları taş kesme atölyelerinde deneyler için gerekli geometrik numuneler şeklinde kestirilerek çalışmanın amacına uygun fiziksel ve mekanik deneylere tabi tutulmuştur. Bu deneyler, Afyon Kocatepe Üniversitesi Doğal taş Analiz Laboratuvarı ve Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup TS EN standartlarına göre yapılmıştır (Moralı, 2019).

BULGULAR

Çalışmada Kandıra taşının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için standartlara uygun deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler akredite doğal yapıtaşı analizleri yapan AKU-DAL ve KOÜ jeoloji mühendisliği kaya mekaniği laboratuvarlarında yapılmıştır. Deneyler sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Fiziksel Özellikler

Kandıra taşının fiziksel özelliklerini belirlemek için laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler gerçek ve görünür yoğunluk, açık ve toplam gözeneklilik (TS EN 1936, 2010), atmosfer basıncında su emme tayini (ağırlıkça) (TS EN 13755, 2014) deneyleridir. Kandıra taşının fiziksel deney sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Mekanik Özellikler

Kandıra taşının kimyasal özelliklerini belirlemek için bazı deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler aşınma dayanımı tayini (TS EN 14157, 2017), basınç dayanımı (TS EN 1926, 2013), yoğun yük altında eğilme dayanımı (TS EN 13161, 2014), Knoop sertlik tayini (TS EN 14205, 2004) deneyleridir. Kandıra taşına ait mekanik deney sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kandıra Taşı günümüzden çok eski zamanlardan itibaren birçok eserde kullanılmış bir yapı taşıdır. Kolay şekillenebilmesinin yanında dayanıklılığından ve ekonomik olarak avantajlı olmasından dolayı pek çok tarihi eserin restoresi Kandıra taşı ile yapılmıştır. Bu çalışmada Akçaova-Çerçili arasında yüzeylenen Kandıra Taşının fiziksel ve mekanik özelliklerini ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır. Kandıra taşının fiziksel ve mekanik özelliklerinin doğal yapı taşı olarak kullanımı için belirlenmiştir. Fiziksel özelliklere göre Anon (1979) sınıflamasında toplam gözeneklilik deneyine göre yüksek, görünür yoğunluk ve ses hızı ilerlemesi deneylerine göre orta sınıflamasında yer almaktadır. Mekanik özelliklere göre taşıma için uygun, yük için uygun olmadığı tespit edilmiştir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, Kocaeli Üniversitesi BAP koordinasyon biriminine, 2019/020 numaralı BAP projesine sağladıkları destekten dolayı teşekkürlerini sunarlar.

DEĞİNİLEN BELGELER

ASTM D 5550-06, 2006, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Gas Pycnometer, ASTM İnternational, West Conshohocken, PA.

Çelik M.Y., 2003, Dekoratif Doğal Yapı Taşlarının Kullanım Alanları Ve Çeşitleri, Madencilik, , 42(1), 3-15.

Çobanoğlu I., Çelik S. B., 2017, Assessments on The Usability of Wide Wheel (Capon) Test as Reference Abrasion Test Method for Building Stones, Construction and Building Materials,, 151, 319–330.

Matula M., Dearman W.R., Golodkovskaja G.A., Pahl A., Sanejouand R., 1979, Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping Part I: Rock and Soil Materials, Bull IntAssoc Eng Geo., 19(1), 364–371.

Moralı G., Karakaş A., 2019, Kocaeli Kandıra Taşının Jeolojik ve Yapıtaşı Özellikleri, Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, 18(1), 19-28.

TS 11137, Muayene ve Deney Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1993.

TS EN 13161, Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2009.

TS EN 13755, Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.

TS EN 14157, Aşınma Direncinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2017

TS EN 14205, Knoop Sertlik Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2004.

TS EN 1926, Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.

TS EN 1936, Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2001.

TS 699, Muayene ve Deney Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987.

Çizelge 1. Kandıra taşının fiziksel özellikleri.

Deneyler	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma	TS 11137
Aşınma Dayanımı(cm^3/cm^2)	TSEN 14157	6	23,5	1,0	WA≥22 (Yüksek aşınabilirlik)	Çelik ve Çobanoğlu (2017)	Uygun değil
Basınç Dayanımı(MPa)	TSEN 1926	10	48	8	25-50 (Düşük)	Deer and Miller (1966)	Taşıma için uygun, yük için uygun değil
Knoop Sertlik (HK)	TSEN 14205	10	78	32	Düşük (2,5-3)	Mohs Sertlik Skalası	-
Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı (MPa)	TSEN 13161	10	7,5	3,8	Sınır değerinin 2,6 katı (2,9MPa)	TS 11137	Uygun

Çizelge 2. Kandıra taşının mekanik özellikleri.

Deneyler	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma	TS 11137
Aşınma Dayanımı(cm^3/cm^2)	TSEN 14157	6	23,5	1,0	WA≥22 (Yüksek aşınabilirlik)	Çelik ve Çobanoğlu (2017)	Uygun değil
Basınç Dayanımı(MPa)	TSEN 1926	10	48	8	25-50 (Düşük)	Deer and Miller (1966)	Taşıma için uygun, yük için uygun değil
Knoop Sertlik (HK)	TSEN 14205	10	78	32	Düşük (2,5-3)	Mohs Sertlik Skalası	-
Yoğun Yük Altında Eğilme Dayanımı (MPa)	TSEN 13161	10	7,5	3,8	Sınır değerinin 2,6 katı (2,9MPa)	TS 11137	Uygun

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yüksek Sıcaklıklara Maruz Kalan Tebeşirlerin Dayanım Özelliklerinin Soğuma Şekline Bağlı Değişimi

Change of Strength Properties of Chalks Exposed to High Temperature Depending on Cooling Types

Cavit Atalar[1], Hakan Ersoy[2]

[1]Yakın Doğu Üniversitesi Üniversitesi, Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Bölümü, Lefkoşe, Kuzey Kıbrıs

[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

(cavit.atalar@neu.edu.tr)

Öz: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde geçmişten günümüze kadar hemen hemen her yapı inşasında doğal yapı taşları kullanılmış, özellikle kumtaşları ve tebeşirler gerek kaplama gerekse doğrudan duvar yapımında, jipsler ise Kıbrıs mermeri olarak sıklıkla tercih edilmiştir. Tarihi yapılarda yapılan gözlemlerde, bu kayaçların özellikle donma-çözünme ve ıslanma-kuruma döngülerinden etkilendiği anlaşılmıştır. Bu çalışmada ise, dış yangın etkisinde kalan tebeşirlerin dayanımlarının farklı soğuma şekillerinde bağlı olarak değişimi araştırılmıştır. Alınan bloklardan temin edilen karot örneklerinin standartlara uygun şekilde indeks ve dayanım özellikleri belirlenmiştir. Örneklerinin kuru birim hacim ağırlık değerleri ortalama 15.04 kN/m^3, doygun birim hacim ağırlık değerleri 17.54 kN/m^3 olarak hesaplanmıştır. Tebeşirlerin dolaylı çekme dayanımı değerleri 1.46 MPa, tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ise 11.7 MPa olarak belirlenmiştir. Özellikle yeni yapılarda dış kaplama olarak kullanılan tebeşirlerde dış yangın etkisini simüle etmek amacıyla Eurocode (2002) standartlarına uygun olarak sıcaklık-zaman eğrileri kullanılmış ve örnekler 660 dereceye kadar ısıtılarak 1 saat bu sıcaklığa maruz bırakılmıştır. Yangına müdahale durumunu yansıtması açısından örnekler bu süre sonunda hem su içine atılarak hem de oda sıcaklığına bırakılarak soğutulmuştur. Isıtma-soğutma deneyleri sonucunda oda sıcaklığında soğuyan örneklerin çekme dayanımlarının 1.96 MPa'a, tek eksenli sıkışma dayanımlarının ise 14.9 MPa'a yükseldiği, suda soğuyan örneklerin çekme dayanımlarının 0.9 MPa'a, tek eksenli sıkışma dayanımlarının ise 8.5 MPa'a düştüğü belirlenmiştir. Dış yangın etkisinde örneklerin dayanımlarındaki yükselme kil içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Kil minerallerinin sıcaklığa bağlı olarak genleşerek mikro-kırıkların arasında bağlayıcı rol alması dayanımı arttırmıştır. Su içine atılarak soğutulan örneklerde dayanımın düşmesi ise ani sıcaklık değiminin mikro-çatlakların arasını dolduran killerde meydana getirdiği termal şok ile ilgilidir. Elde edilen sonuçlar bir yangın sırasında kayaçlarda meydana gelecek dayanım azalmasının, ısı artışından ziyade soğuma şekline bağlı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dayanım, tebeşir, soğuma şekli, sıcaklık-zaman eğrisi, yüksek sıcaklık

Abstract: *In the Turkish Republic of Northern Cyprus, natural building stones have been used in almost every building construction from the past to the present day, especially sandstones and chalks are often preferred for both coating and direct wall construction. In the observations made in the historical buildings, it is understood that these rocks are affected especially by the freeze-thaw and wetting-drying cycles. In this study, the change of the strength of chalks exposed to external fire depending on different cooling types was investigated. The index and strength properties of the core samples obtained from the blocks were determined according to the related standards. The dry unit volume weight values of chalk samples were calculated as 15.04 kN/m³ and the saturated unit weight values were 17.54 kN/m³. Indirect tensile strength values of sandstones were 1.46 MPa and uniaxial compressive strength values were 11.7 MPa. The temperature-time curves in accordance with Eurocode (2002) standards were used in order to simulate the external fire effect, chalks which are used as surface coating in new buildings were heated to 660 degrees and exposed to this temperature for 1 hour. At the end of this period, the samples were cooled both in water and at room temperature to simulate the fire response situation. As a result of heating-cooling tests, it was determined that the tensile strength of the samples cooled at room temperature increased to 1.96 MPa, uniaxial compression strength increased to 14.9 MPa, the tensile strength of water cooled samples decreased to 0.9 MPa and uniaxial compressive strength decreased to 8.5 MPa. The increase in the strength of the samples due to external fire effect was due to the high clay content. The clay minerals expanded depending on the temperature and the binding role between the micro-fractures increased the strength. The decrease in strength in samples cooled by throwing into water is related to the thermal shock caused by the sudden temperature change in the clays that fill the micro-cracks. The results show that the decrease in strength of the rocks during a fire depends on the type of cooling rather than the increase in temperature.*

Keywords: *Strength, chalk, cooling type, time-fire curve, high temperature*

GİRİŞ

Kayaçlar ıslanma-kuruma, donma-çözülme, ısıtma-soğutma vb. gibi çevresel faktörlerden olumsuz etkilenirler ve dayanımlarını büyük ölçüde kaybederler. Özellikle yüksek ısı gradyanı olan jeotermal alanlarda (Demuth and Harlow 1980), nükleer atık depolama için tasarlanmış derin jeolojik bariyerlerde (Khare et al 2013; Becattini et al 2017) ve derin maden kazılarında (Knapp and Norton 1981) kayalar yüksek sıcaklıklara maruz kalmaktadır. Ayrıca, yangın sırasında kayalar kısa sürede çok yüksek sıcaklıklara da maruz kalabilir (Koca vd 2017; Ersoy vd 2019). Bu nedenle, sıcaklığın kayaların jeoteknik, mineralojik ve termal özellikleri üzerindeki etkisi üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Çalışmalar çoğunlukla yüksek sıcaklıklara maruz kalan kayaların mühendislik davranışındaki değişikliklerin nedenlerine odaklanmıştır (Zhang et al 2009; Tang 2011; Sun et al 2016). Literatür değerlendirildiğinde, fırında ısıtma ve oda sıcaklığında soğutma standart bir uygulama gibi kabul görmesine karşın, ısıtma hızı, maruz kalma süresi ve maksimum maruz kalma sıcaklığı ile ilgili bir standardın henüz mevcut olmadığı görülmektedir. Birçok çalışmada, termal hasar nedeniyle mikro çatlak oluşmasını önlemek için ısıtma hızı genel olarak 1-10 derece/dakika arasında tercih edilmiş ve zaman-sıcaklık yangın eğrileri ihmal edilmiştir. Ayrıca, numuneler istenen sıcaklıkta 2 ila 6 saat arasında bekletilmiş ve farklı maruz kalma sürelerinin etkileri çoğunlukla dikkate alınmamıştır. Bu nedenle, bu

çalışmada, kayaçlar Eurocode (2002) harici yangın eğrileri kullanılarak yüksek sıcaklığa tabi tutulmuş, ani ve yavaş soğutma işlemleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Bu şekilde, harici bir yangın etkisi farklı soğutma türlerinde gerçekçi bir şekilde simüle edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada KKTC'nde geniş yayılımlar veren, tarihten günümüze kadar halen yapı taşı olarak sıklıkla kullanılan ve yöresel ismi "Tremeşe Taşı" olarak bilinen tebeşirler kullanılmıştır. Çalışmada tebeşirlerin tercih edilmesindeki ana neden organik tortul kayaçlar üzerinde yüksek sıcaklık etkisinin araştırıldığı çok az sayıda çalışmanın mevcut olmasıdır.

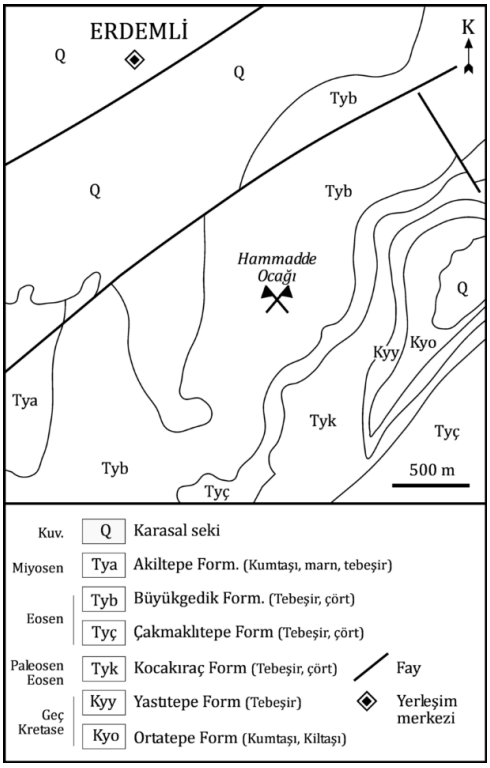
JEOLOJİ

Kıbrıs'ın oluşumu üst Kretase'de denizaltı volkanizması ile başlamıştır. Doğu Akdeniz'in jeolojik özelliklerinin anlaşılmasında Kıbrıs'ın jeolojik yapısı önemli rol oynar. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin büyük bir alanını şişen killer, evaporitik kayaçlar ve alüvyonlar oluşturur (Atalar, 2005). Bunun yanında çok zengin yatakları bulunan doğal yapı taşları da geçmişten günümüze kadar hemen hemen her yapı inşasında kullanılmış, özellikle kumtaşları ve tebeşirler gerek kaplama gerekse doğrudan duvar yapımında, jipsler ise Kıbrıs mermeri olarak sıklıkla tercih edilmiştir (Atalar vd, 2006).

Çalışma alanı ve çevresinde Kretase'den Miyose'ne kadar geniş zaman aralığında çökelmiş tortul kayaçlar, bunların üzerinde ise Kuvaterner yaşlı karasal sekiler yüzeylenme vermektedir (Şekil 1). Çalışma konusunu oluşturan ve kalın katmanlı beyaz tebeşirlerden oluşan formasyon Orta Lefkara Formasyonu'nun üst kesimine karşılık gelir. Tebeşirler, sarımsı beyaz, kirli beyaz renkli olup planktik foraminifer içerirler. Formasyonun altındaki katmanda mikrokarst yapılarının gelişmiş olması, bu formasyonun çökelimi öncesinde bölgenin, kısa süreli de olsa, deniz düzeyi üzerine çıkarak aşındığı fikrini vermektedir (Hakyemez 2014).

YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİ

Çalışma kapsamında tebeşir örnekleri yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmış, sıcaklık etkisinin örneklerin jeo-mekanik özellikleri üzerindeki etkisinin ortaya koyulması amacıyla örneklere ait ilksel fiziksel ve dayanım özellikleri belirlenmiştir.



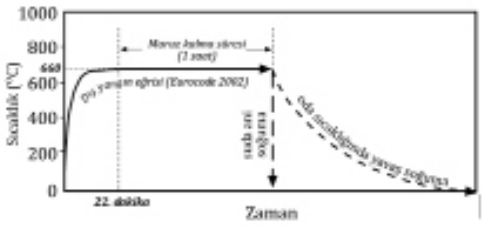
Şekil 1. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası.

ISRM (2007) standartlarına göre yapılan deneylerde örneklerinin kuru birim hacim

ağırlık değerleri ortalama 15.04 kN/m^3, dolaylı çekme dayanımı değerleri 1.46 MPa, tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ise 11.7 MPa olarak bulunmuştur.

Çalışma kapsamında dış yangın etkisini araştırmak için Eurocode (2002) tarafından önerilen sıcaklık-zaman eğrisi kullanılmıştır. Burada sabit bir oran olmayıp sıcaklık ilk 22 dakikada 660 dereceye çıkarılmış sonra 1 saat süre sabit tutulmuştur. Soğuma ise iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. 660 derecede 1 saat kalan örnekler doğrudan suya atılarak soğumanın su içerisinde gerçekleşmesi sağlanmış, diğer örnekler ise oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır (Şekil 2).

Birçok çalışmanın aksine ısıtma-soğutma deneyleri sonucunda, oda sıcaklığında soğumaya bırakılan örneklerin tek eksenli sıkışma dayanımları 11.7 MPa'dan 14.9 MPa'a, çekme dayanımları ise 1.46 MPa'dan 1.96 MPa'a yükselmiştir.



Şekil 2. Çalışmada uygulanan yöntem.

Ancak aynı durum su içerisinde ani soğumaya bırakılan örneklerde görülmemiştir. Bu örneklerde örneklerin tek eksenli ve çekme dayanımları sırasıyla 8.5 ve 0.9 MPa'a düşmüştür.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında dış yangına maruz kalan kayaç örneklerinin farklı soğuma yöntemleri sonunda dayanımlarındaki değişimler incelenmiştir.

Bu amaçla kayaçlar ilk aşamada Eurocode (2002) standartlarına bağlı kalınarak uygun sıcaklık-zaman eğrilerinde ısıtılmış, maksimum sıcaklık 660 derece olarak seçilmiştir (dış yangın etkisi). Bu sıcaklık kademesinde 1 saat bekletilen örnekler hem su içine bırakılarak hem de oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır.

Kil içeriğine bağlı olarak ısıya maruz kalan tebeşir örneklerinin tek eksenli sıkışma ve çekme dayanımlarında sırasıyla %20 ve %30'luk artış gözlenmiştir. Kil minerallerinin sıcaklığa bağlı olarak genleşerek mikro-kırıkların arasında bağlayıcı rol oynaması dayanımı bu denli arttırmıştır. Su içinde soğumaya bırakılan örneklerin dayanımları aynı oranda azalmıştır. Bu azalma ise ani soğuma kaynaklı termal şok ile açıklanabilir.

Elde edilen sonuçlar, yüksek sıcaklık etkisinde kalan kayaçların dayanımlarındaki değişimlerin ısı artışına olduğu kadar soğuma şekline de bağlı olduğunu net olarak ortaya koymuştur.

Bu nedenle ilerleyen çalışmalarda, farklı sıcaklık-zaman eğrilerinde, farklı maruz kalma sürelerinde ve farklı soğuma şekillerinde kayaçların jeo-mekanik özelliklerindeki değişimlerin ayrı ayrı incelenmesi önerilmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Atalar, C. 2005. Kıbrıs killerinin oluşumu ve özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, 144-148

Atalar, C., Göze, B., Fide, E., Erdim, H., Alkaravlı, M., Berksoy, O. 2006. Kuzey Kıbrıs'ın yapı taşları, Aralık 2006, Taşova yayını No: 2, 40 sayfa, Lefkoşa.

Becattini, V., Motmans, T., Zappone, A., Madonna, C., Haselbacher, A., Steinfeld, A. 2017. Experimental investigation of the thermal and mechanical stability of rocks for high-temperature thermal-energy storage, Applied Energy 203; 373-389

Demuth, R.B, Harlow, F.H. 1980. Geothermal energy enhancement by thermal fracture. Los Alamos National Laboratory Report LA-8428

Eurocode. 2002. Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-2: General actions - Actions on structu res exposed to fire

Ersoy, H., Kolaylı, H., Karahan, M., Harputlu, H., Sünnetci, M.O. 2019. Effect of thermal damage on mineralogical and strength properties of basic volcanic rocks exposed to high temperatures, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 78 (3): 1515-1525

ISRM. 2007. The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006. R.Ulusay and J.A.Hudson (eds.) Ankara, Turkey

Khare, S., Dell'Amico, M., Knight, C., McGarry, S. 2013. Selection of materials for high temperature sensible energy storage. Solar Energy Mater Solar Cells 115: 114–122

Knapp, R.B, Norton, D. 1981. Preliminary numerical analysis of processes related to magma crystallization and stress evolution in cooling pluton environments. Am J Sci 281:35–68

Koca, M.Y, Özden, G., Yavuz, A.B, Kıncal, C., Onargan, T., Küçük, K. 2006. Changes in the engineering properties of marble in fire-exposed columns. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 43 520–530

Sun, Q., Lü, C., Cao, L., Geng, J., Zhang, W. 2016. Thermal properties of sandstone after treatment at high temperature. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 85: 60–66

Tang, F., Mao, X., Zhang, L., Yin, H., Li, Y. 2011. Effects of strain rates on mechanical properties of limestone under high temperature. Mining Science and Technology 21(6): 857-861

Zhang, L.Y., Mao, X.B., Lu, A.H. 2009. Experimental study on the mechanical properties of rocks at high temperature. Sci China Ser E Technol Sci 52(3):641–646

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Mermerlerde Isıl Etkiyle Oluşan Bozunma Düzeyinin Yersel Lazer Taraması ile Belirlenmesi

Determination of Degree of Deterioration in Thermally Treated Marble by LIDAR

Dilek Karapınar[1], Ramazan Alper Kucak[2], Yılmaz Mahmutoğlu[1]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(dilekkarapinar@itu.edu.tr)

Öz: Sıcaklık değişimleri mermerin bozulmasında en önemli etkenlerden biridir. Bu nedenle, eski tarihi yapılarda kullanılan mermerin fiziksel ve mekanik özellikleri zamandan olumsuz etkilenmektedir. Diğer taraftan, restorasyon çalışmalarının planlanması için yapı taşlarının bazı özellikleri bilinmelidir. Koruma veya onarım çalışmalarını değerlendirmek için taşların karakterizasyonu, özelliklerini ölçmek için yaygın olarak yapılan bazı deneyler vardır. Bununla birlikte, çoğu durumda, tarihi binalardan numune almak mümkün değildir. Bu nedenle, yapı taşlarının ayrışma derecesinin tahmini için tahribatsız deney yöntemleri önerilmektedir. Benzer amaçlar için en pratik yöntemlerden biri, kolayca yapılabilen ultrasonik hızı ölçümüdür. Bu çalışmada, ısıl işlemle daha önce bozulmuş mermerlerin yoğunluğunu ölçmek için terrastrial lasser tarayıcı kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar Muğla mermerinin fiziksel özelliklerinin LIDAR tarafından elde edilen ultrasonik hızları ve yoğunluğu ile güvenilir bir şekilde tahmin edilebildiğini göstermiştir..

Anahtar Kelimeler: Mermer, ultrasonik hız, ısıl hasar, yoğunluk, yersel lidar

Abstract: *Thermal fluctuation is one of the most important agents on deteriorations of marble. Therefore, physical and mechanical properties of marble used in old historical structures are adversely affected by time. On the other hand, some properties of building stones are always required for decision of rehabilitation works. Several kinds of conventional tests have been suggested for characterization of stones, to measure their properties or to evaluate conservation or repair works. However, in most cases, sampling from historical buildings is not possible. Therefore, nondestructive testing methods are often suggested for the prediction of weathering grade of building stones. One of the most practical methods for similar purposes is ultrasonic pulse velocity measurement, which can be performed easily. In this study, terrastrial lasser scanner has been employed to measure the instensity of marble previously deteriorated by thermal treatment. The experimental results indicated that physical properties of Muğla marble can be reliably estimated by ultrasonic pulse velocities and intensity obtained by LIDAR.*

Keywords: *Marble, pulse velocity, thermal treatment, intensity, LIDAR*

GİRİŞ

Mermer, tarihsel dönemde mimari elemanların yapımında en yaygın kullanılan taş türüdür. Ancak atmosferik etkenlere hassas olup, sınırlı dayanıklılığa sahiptir. Yağmur, kar, periyodik sıcaklık değişimi rüzgar ve kirletici gibi etkenler, bu tür yapı taşlarının yapısal sağlamlığı ve görünümünde olumsuz etkiler oluşturur. Sıcaklık, bozunma hızını ve taş içerisinde tuz göçünün paternini etkileyebilmektedir. Yüksek sıcaklık kimyasal değişim hızında artış, düşük sıcaklık donma-çözülme problemine, ani sıcaklık değişimi ise farklı genleşmeden dolayı iç gerilmeye neden olmaktadır (Mahmutoğlu, 2017).

Mineral bileşiminden dolayı, atmosfer sıcaklığındaki periyodik değişim mermerlerin hastalığında çok büyük öneme sahiptir. Birçok farklı neden ileri sürülse de, genel görüş termal salınımın olayın esas kaynağını oluşturduğu yönündedir. Isıl etki nedeniyle mermerlerde şekerlenme problemi oluşmaktadır. Genellikle antik ve modern yapıların dış elemanlarında görülen mermerin şekerlenmesi bu tür bir bozunma olayıdır.

Ancak, pratikte laboratuvar deneyleri için antik yapılardan ve tarihi eserlerden örnek alınması mümkün olmadığından, kullanılan taşların mühendislik özellikleri çoğu zaman geleneksel deneylerle kolayca belirlenememektedir. Bu nedenle, yapı elemanlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için yerinde uygulanabilen hasarsız deney teknikleri tercih edilmektedir.

Tarihi eserler ve antik yapıların 3B modelleme çalışmaları, başta Geomatik mühendisleri, mimarlar olmak üzere diğer mühendislik dalları için de çok önemli çalışmalardır. Bu yapıların belgeleme ve modelleme çalışmaları için birçok jeodezik ve fotogrametrik yöntem kullanılmaktadır. Bunlar arasından en çok tercih edilenlerden biri olarak yersel Lidar (Light Detection And Ranging) sistemleri öne çıkmaktadir. Lidar sistemleri bir yapının x,y,z koordinat değerlerinin yanı sıra, intensity (Yogunluk) değerini de ölçmektedir. Bu değer Geomatik Mühendisliğinin birçok uygulamasında (Kent Bilgi Sistemleri, Röleve Çalışmaları, 3B Modelleme) sınıflandırma amaçlı tercih edilmektedir.

Bu çalışmada da yersel lazer tarayıcı (Leica Scan Station C10 by Leica GeoSystems) ile farklı düzeylerde ısıl işlem görmüş Muğla mermer numuneleri taranmıştır ve intensity değerleri ile deneysel olarak belirlenen fiziksel özellikler arasındaki ilişki irdelenmiştir.

KULLANILAN MALZEME VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, numuneler ısıl işleme tabi tutulmuş ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca yersel lazer tarayıcıyla intensity değerleri her bir numune grubu için belirlenmiştir.

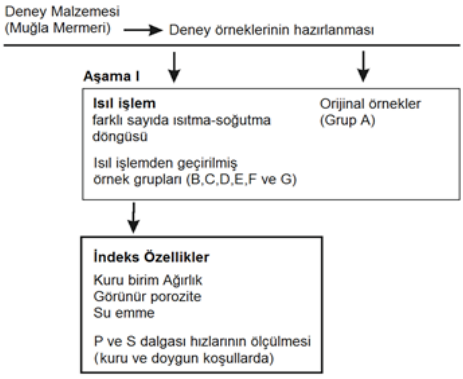
Isıl işlem

Deney malzemesi olarak homojen ve izotrop özelliklere sahip Muğla Kavaklı Dere bölgesinde işletilmekte olan iri kristalli mermer seçilmiştir. Genellikle düzgün şekilli taneleri düz ve hafif eğrilikte olup kayaç homoblastik dokuya sahiptir. Mikroskopta incelenen kesitlerde tane boyunun genellikle 0.5-2 mm arasında değiştiği, kimyasal olarak ise % 99 $CaCO_3$'den oluştuğu belirlenmiştir. Isıl işlem periyodunun sayısına bağlı olarak kalsit taneleri arasındaki örselenme ve açılmanın arttığı, malzemenin tane sınırları boyunca kohezyonun kısmen kaybolduğu saptanmıştır (Mahmutoğlu 2006).

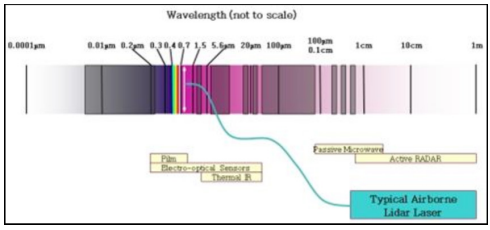
Deneylerde, ISRM 2007 tarafından önerilen

şartlar göz önünde tutularak hazırlanan, çapı 54mm ve boy/çap oranı 2 olan silindirik numuneler kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan 42 adet örnek tek bir bloktan, aynı yönde alınan karotlardan hazırlanmıştır. Daha sonra 6'şar numuneden oluşan 7 gruba rastgele ayrılmıştır. Her bir örnek grubundan beş numune deneylerde kullanılmış, geriye kalan bir numune ise yedek olarak tutulmuştur. Örnek gruplarından biri dışında (A grubu), diğerleri farklı sayıda ısıtma soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Isıtma işlem 400°C, soğutma ise 20°C' sıcaklıkla sınırlandırılmıştır.

Isıl işlem aşamasında (Şekil 1), G grubuna giren örnekler bir kez 12 saat süreyle, diğer D, B, C, E, F örnek grupları ise art arda 24 saatlik sürelerle sırasıyla 1, 2, 3, 4, 8 ısıtma soğutma döngüsüne tabi tutulmuştur. Bu aşamanın sonunda örneklerin tümünün birim hacim ağırlığı, görünür porozitesi, su emmesi, kuru ve doygun haldeki P ve S dalgalarının hızları (, , ve) ölçülmüştür (ASTM D2845-08, 2008)



Şekil 1. Örnek hazırlama, ısıl işlem aşamaları ve deneysel çalışmaları gösteren akım şeması.

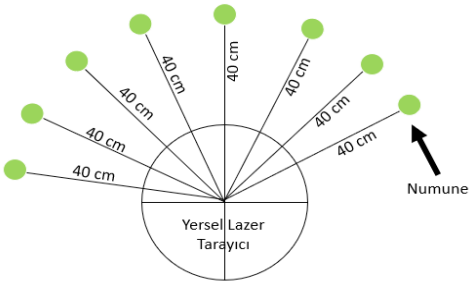


Şekil 2. Lazer Işını Dalga Boyu.

Yersel lazer tarayıcılar yatay ve düşey yönde dönebilen bir mekanizmaya sahiptir. Modüle edilen lazer ışını aletin elektronik biriminden çıkar ve büyük bir hızla dönen optik kısma çarpar ve özel bir açı ile aletten çıkar. Lazer tarayıcı bu açıyı elde ettikten hemen sonra bir sonraki açıyı elde etmek için düşey eksen etrafında çok küçük bir açı ile döner (Vozikis, Vd., 2004). Bu işlem periyodik olarak tarama işlemi bitene kadar devam eder. Taramalar esnasında büyük bir nokta bulutu elde edilir ve bu noktalar kümesindeki her bir nokta kutupsal koordinatlarla ifade edilir. Bu nokta bulutunun içinde "intensity" olarak ifade edilen lazer ışığının yüzeyden yanısama enerjisi her bir nokta için kaydedilir. Bunun yanında, yüksek çözünürlüklü kamera sistemlerine sahip lazer tarayıcılar sayesinde, fotoğraflar da kayıt edilmekte ve bu fotoğraflar sayesinde renkli nokta bulutları elde edilebilmektedir. (Kuçak, A., 2014)

Yersel Lidar sistemleri ölçme yöntemine ya da teknik özelliklerine göre sınıflandırılır. Bütün uygulamalarda kullanılabilen bir yersel lazer tarayıcı tanımlamak oldukça zordur. Kapalı mekânlar ve orta mesafelerde farklı yersel lazer tarayıcılar, açık mekânlarda ve daha uzun mesafelerde farklı lidar sistemleri kullanılır. Bu nedenle uygulamaya bağlı olarak en uygun yersel lazer tarayıcının seçilmesi önemlidir (Kuçak, A., 2014).

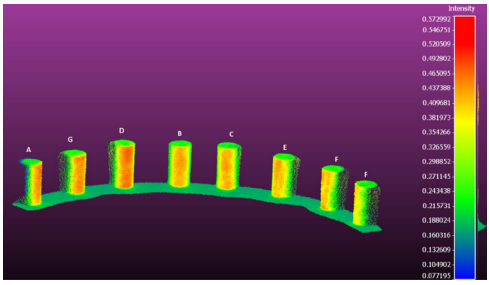
Bu çalışma da seçilen Alet, Leica Scan station C10, 532 nm daldaboyuna sahip, 50 metrede 6 mm nokta konum doğruluğuna sahip bir alettir. Leica C10 ile Şekil 2'de belirtildiği gibi numuneler 40 cm uzaklığa yaklaşık 15 grad açı aralığıyla yerleştirilmiştir ve bütün numuneler tek seferde medium tarama sıklığı ile aynı mesafeden taranmıştır (Şekil 3). Bu tarama sonucunda Cloud Compare açık kaynak kodlu yazılımı kullanılarak numunelerin intensity değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 3. Yersel lazer ile numunelerin taranması.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada "Leica C10" Yersel Laser tarayıcısı ile 7 farklı ısıl işlem görmüş mermer numunesi üzerinden bir çalışma yapılarak. Lazer intensity (Yoğunluk) değerinin değişimi incelenmiştir (Şekil 4).



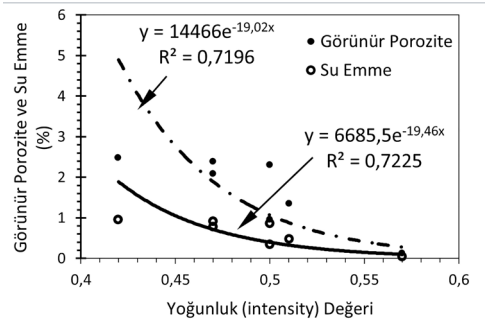
Şekil 4. Lazer ışını intensity(yoğunluk) değerleri.

Yapılan ölçümler neticesinde en az 5 ısıl işlem gören numune ile en çok ısıl işlem gören mermer numuneleri arasında ciddi farklar görülmüştür. Isıl işlem gördükçe intensity değerinin azaldığı görülmüştür. Fakat, Şekil 4 de D ve C numuneleri azalma trendini bozan etkiler belirlenmiştir. Bunlar da numunelerin hazırlanması sırasında oluşabilecek farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

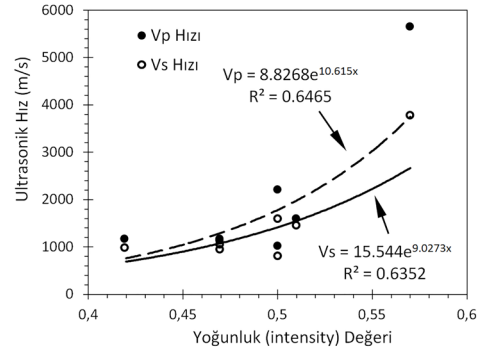
Deneysel olarak elde edilen fiziksel özellikler ile lazer taraması sonucunda elde edilen intensity değerleri karşılaştırıldığında korele edilebilir oldukları görülmüştür (Şekil 5 ve Şekil 6).

Çizelge 1. Deneye tabi tutulan örnek kategorilerinin fiziksel özellikleri ve laser ışınını yansıtma yoğunluğu (instensity).

Örnek Kategorisi	Isıl İşlem Sayısı	γ_d (kN/m^3)	n_a (%)	a_w (%)	Vp (m/s)	Vs	I_{ort}	I_{max}
A	0	27.10	0.14	0.05	5636	3759	0.39	0.57
G	1/2	26.90	0.96	0.36	2182	1576	0.39	0.50
D	1	26.76	1.32	0.49	1583	1445	0.40	0.51
B	2	26.49	2.07	0.78	1160	949	0.38	0.47
C	3	26.43	2.31	0.87	1027	808	0.37	0.50
E	4	26.34	2.39	0.91	1111	1044	0.37	0.47
F	8	26.32	2.47	0.94	1170	981	0.34	0.42



Şekil 5. Deney örneklerinin görünür porozitesi, su emmesi ve lazer ışınlarını yansıtma yoğunluğu (intensity) arasındaki ilişki.



Şekil 6. Deney örneklerinin ultrases hızları ile lazer ışınlarını yansıtma yoğunluğu (intensity) arasındaki ilişki.

DEĞİNİLEN BELGELER

Kuçak, R. A., 2012. Almanya Karlsruhe Şehrinde bulunan Tarihi Çin Çay Evi Chinese Tea House Binasının Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile 3 Boyutlu Dokümantasyonu. 6. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Afyon.

Vozikis, vd., 2004, Laser Scanning: A New Method for Recording and Documentation in Archaeology, FIG Working Week May 22-27 2004 Athens, Greece.

URL 1: https://www.e-education.psu.edu/lidar/book/export/html/1798, (15.05.2013).

Mahmutoglu, Y., 2006. The effects of strain rate and saturation on a micro-cracked marble. Eng. Geol. 82, pp. 137–144.

Mahmutoglu, Y., 2017. Prediction of weathering by thermal degration of a coarse-grained marble using ultrasonic pulse velocity. Environ. Earth Sci. 76;435.

DOĞAL YAPI TAŞLARI VE ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER

NATURAL BUILDING STONES AND INDUSTRIAL MINERALS

ATİYE TUĞRUL – MURAT YILMAZ – OSMAN SERKAN ANGI

Poster/*Posters*

Bursa Mermerlerinin P Dalga Hızı İle Element İçerikleri Arasındaki İlişkinin Regresyon Analizi ile Araştırılması

Investigation of the Relationship Between P Wave Velocity and Element Contents of Bursa Marbles by Regression Analysis

Bilgehan Toksoy Ediş, Selman Er, Atiye Tuğrul

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(toksoybilgehan@gmail.com)

Öz: Mermerler, yer ve duvar kaplamalarından mutfaklardaki tezgâha, heykellerden mezar taşına kadar birçok alanda; ilk çağlardan günümüze kadar en yaygın kullanılan doğal yapıtaşlarındandır. Bu çalışmada; Türkiye'nin Kuzey Batı'sında bulunan Bursa ilinde blok üretimi yapılan aktif ocaklardan seçilen farklı özelliklere sahip mermerler üzerinde çalışılmıştır. Mermerlerin element içerikleri ile P dalga hızı arasındaki ilişkinin regresyon analizi ile saptanması araştırılmıştır. Böylece XRF yapılmadan tahribatsız yöntem olan P dalga hızı ile mermer element içeriği arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Mermer numunelerinin en az % 95 $CaCO_3$'dan oluşması nedeniyle kimyasal olarak bileşimde farklılıklar çok azdır. Ancak farklı renklerdeki mermerlerde bulunan ikincil minerallerden dolayı element içeriklerinde farklılıklar saptanabilir. Bu amaçla bu farklılıkları belirlemek için XRF analizi yapılmıştır. Mermerlerin yoğunluğuna, porozitesine ve dokusal özelliklerine bağlı olarak değişim gösteren P dalga hızı ölçümü ise; numunelerin element içeriklerinin değişimi ile ilişkisi olup olmadığını saptamak amacıyla yapılmıştır. P Dalga Hızı ve XRF analizlerinden elde edilen sonuçlar ile regresyon analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda; Bursa mermerlerinin P dalga hızı ile Mn ve Sr arasında yüksek negatif lineer ilişki saptanmıştır. Diğer elementler ile P dalga hızı sonuçlarının anlamlı bir ilişkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılan bu çalışmanın anlamlı bir sonuç verdiğini kanıtlamak amacıyla Türkiye'deki diğer mermerler üzerinde de yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, element içeriği, P dalga hızı, regresyon analizi

Abstract: *The first ages till today marble is one of the most widely used natural building stone in many areas such as floor and wall coating, kitchen countertop, statues and gravestones. In this study; marbles which has different properties and selected from quarry with active block production in Bursa (North Western in Turkey) was studied. The relationship between element contents of marbles and P wave velocity was investigated by regression analysis. Thus, the relationship between the non-destructive method P wave velocity and marble element content without XRF analysis were determined. Due to the fact that marble samples consist of at least 95% $CaCO_3$, the differences in the composition are minimal. However marbles of different colors can be detected some differences in elements content due to secondary minerals. For this purpose XRF analysis was performed to determine these differences. The P wave velocity, which varies depending on the density, porosity and textural properties of the marbles, was measured in order to determine whether the samples are related to the variation of elemental content. Regression analysis was performed with the result data obtained from P wave velocity and XRF analysis. As a result of Bursa marbles analysis; a high negative linear relationship was detected between P wave velocity and Mn, Sr elements. It was concluded that P wave velocity results do not have a remarkable relationship with other elements. In order to prove that there is a significant result of this study it should be performed on other marbles in Turkey.*

Keywords: *Marble, element content, P-wave vvelocity, regression analysis*

Türk Sepiyoliti, Özellikleri ve Kullanım Alanları

Properties and Usage Areas of Turkish Sepiolite

Nusret Güngör, Behzat Gökçen Demir, Akın Akbulut

Mevlana Bulvarı No:76, Beştepe, Yenimahalle, Ankara, Türkiye

(nsrtgungor@hotmail.com)

Öz: Türkiye, lületaşı tipi (yumrulu), sanayi tipi (tabakalı/endüstriyel/sedimanter) ve volkanik kökenli olmak üzere üç ayrı tip sepiyolitin bulunduğu nadir ülkelerden birisidir. Türk sepiyoliti, kalite, rezerv ve kullanım alanları bakımından dünyada ilk sıralardadır. Lületaşı tipi sepiyolit, yüzyıllardır ülkemizi barış ve tanıtım elçisi olarak temsil etmektedir. Sanayi (sedimanter) tipi sepiyolitin son yirmi beş yıldır yıldızı parlamıştır ve ekonomik olarak yoğun şekilde üretilmektedir. Volkanik tip sepiyolit ise araştırma-geliştirme aşamasında olup, henüz ekonomik olarak üretilmemektedir. Sepiyolitin kendine has özellik ve özniteliklerine dayalı jeolojik, mineralojik, fiziksel, sorptif, kolloidal, reolojik, termal, katalik özelliklerinden dolayı en çok kullanım alanı bulan madenlerin başında gelmektedir. Lületaşı tipi sepiyolit kolay işlenebildiğinden lületaşı ustaları tarafından sanat eserine dönüştürülür, yurt içi ve yurt dışında yıllardır süs ve hediyelik eşya olarak pazarlanmaktadır. Endüstriyel tip sepiyolit hayvan altlığı (pet-litter), renk giderici madde yapımı, ilaç sanayi, karbonsuz kopya kağıdı ve deodorant etkili kağıt yapımı, deterjan ve temizlik maddeleri, boya, sondaj çamuru, tarım (toprak düzenleyici madde olarak), kauçuk sanayi, seramik üretimi, besicilik, kozmetik sanayi, asfalt kaplama gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sepiyolit, madencilik, lületaşı

Abstract: *Turkiye is one of the rare countries where there are three diffrent types of sepiolite: meerschaum type, industrial (sedimantary) type and volcanic origin. Turkish sepiolite is the fist in the world in terms of quality, reserve and usage areas. Meerschaum has represented our country for centuries as an ambassador for peace and promotion. Industrial type sepiolite has shone in the twenty-five years and has been produced economically intensively. Volcanic type sepiolite is in the research and development stage and is not yet produced economically. Sepiolite is one of the most widely used mines due to ist geological, mineralogical, physical, sorptive, colloidal, rheological, thermal and catalytic properties. Meerschaum is converted into artwork by meerschaum masters and sold as ornaments and souvenirs in home and abroad for years. Industrial type sepiolite is used in many areas such as animal litter (pet-litter), color removal material, pharmaceutical industry, carbonless copy paper and deodorant effective paper making, detergents and cleaning agents, paint, drilling mud, agriculture (as soil regulator), rubber industry, ceramic production, livestock, cosmetic industry, asphalt pavement.*

Keywords: *Sepiolite, mining, meerschaum*

Önemli Bir Hammadde Kaynağı: Profillit

An Important Raw Material Source: Pyrophyllite

Nusret Güngör, Akın Akbulut, Behzat Gökçen Demir

Mevlana Bulvarı No:76, Beştepe, Yenimahalle, Ankara, Türkiye

(nsrtgungor@hotmail.com)

Öz: Profillit, nadir oluşan bir kayaçtır. Literatüre göre sedimanter, metamorfik ve hidrotermal olaylar sonucunda oluşmuştur. Ülkemizde ekonomik anlamda üretilen tek rezervi oluşturan yatak, Pütürge masifinde yer almaktadır. Kalitesine göre önemli kullanım alanları olan ve bazı sektörler için vazgeçilemeyen çok değerli bir madendir Profillit; seramik, cam, refrakter sanayilerinin kil dışında en önemli endüstriyel hammaddesidir. Ülkemiz için, gelecek yıllarında profillit yerine ikame edilebilecek bir hammadde bulunamayacağını varsayarsak, nadir bulunan bu madenin kullanım alanlarının yeniden değerlendirilmesi önemli olacaktır. Profillit, mevzuat açısından 3213 sayılı Maden Kanununun IV. grup madenler bölümünde ruhsatlandırılmaktadır. Maden Kanununun 16. maddesi kapsamında, IV. grup madenlere 2.000 hektarı geçmeyecek şekilde arama ve işletme ruhsatı düzenlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pirofillit, madencilik, Pütürge

Abstract: *Pyrophyllite is a rare rock. According to the literature, is the result of sedimentary, metamorphic and hydrotermal events. The pyrophyllite bed which constitutes the only reservoir produced economically in the Pütürge massif in our country. It has important areas according to quality and is indispensable valuable mine for some sectors Pyrophyllite is the most important industrial raw material out of clay for ceramic, glass, recratory industries. Assume that there is no substitute raw material in place of pirofillite, re-evaluaiton of use areas will be important in the coming years of our country. Pyrophyllites is licensed as IV. groups mines according to Turkish Mining Law. According to 16th article of Turkish Mining Law, application for II (b) group marble license does not exceed 2.000 hectares, an exploration and operation license can be given.*

Keywords: *Pyrophyllite, mining, Pütürge*

Bazı Doğaltaş Numunelerinin Donma-Çözünme ve Isıl Şok Sonrası Eğilme Dayanımlarının Karşılaştırılması

Comparing the Freeze-Thaw Durability and Flexural Resistance After a Thermal Shock for Some Natural Stones

Gökhan Erol

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(gokhan.erol@mta.gov.tr)

Öz: Doğal taşlar özellikle döşeme ve kaplama işlemleri başta olmak üzere birçok uygulama alanında gittikçe artan biçimde yoğun olarak kullanılmaktadırlar. Türkiye 15 milyar m^3 olduğu tahmin edilen dünya doğal taş rezervinin yaklaşık %33'üne sahip olup, sektörde büyük söz sahibi olan ihracatçı bir ülke durumuna gelmiştir. Doğal taş İthalatı yapan ülkeler, kullanım yerlerine bağlı olarak bazı fiziksel ve mekaniksel testler talep etmekte ve ithalatını ilgili test sonuçlarına göre şekillendirmektedirler.

Bu çalışmada Türkiye'nin farklı yerlerinden elde edilen 5 farklı doğal taş örneği Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün ilgili laboratuvarlarında 5x5x30 cm boyutlarında olacak şekilde hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde TS EN 12371 "dona dayanım tayini" ve TS EN 14066 "ısıl şok etkisiyle yıpranmaya direncin tayini" testleri akredite olarak yapılmıştır. Özellikle dış zemine döşenen doğal taşlarda, iklimsel kaynaklı donma-çözünme ve ısıl şokun etkisi doğal taşların zamanla bozunmasına ve dayanım özelliklerini yitirmesine sebep olmaktadır. Söz konusu testlerin öncesinde ve sonrasında örneklere akredite olarak TS EN 12372 "yoğun yük altında eğilme dayanımı tayini" testi yapılmış ve çıkan sonuçlara göre hangi doğal taş örneklerinin daha çok etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Dona dayanım tayini testi sonrasında eğilme dayanımında en büyük azalma %22,25 ile rekristalize kireçtaşı-2 numunesinde gerçekleşmiş olup, sırasıyla %16,18 ile traverten-1, %13,33 ile mermer, %11,71 ile traverten-2 ve %10,64 ile rekristalize kireçtaşı-1 örneğinde olmuştur. Isıl şok etkisiyle yıpranmaya direncin tayini testi sonrasında ise eğilme dayanımında en büyük azalma %23,70 ile mermer numunesinde gerçekleşmiş olup, sırasıyla %19,18 ile traverten-2, %11,12 ile rekristalize kireçtaşı-2, %7,35 ile traverten-1 ve %4,26 ile rekristalize kireçtaşı-1 örneğinde olmuştur. Bu sonuçlara göre rekristalize kireçtaşı-1 örneğinin uygulanan yıpranma testlerinden en az etkilenen doğal taş örneği olup, dış zeminde kullanılmasının diğer örneklere göre daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Doğal taşların uygulama yapılmadan önce akredite olarak bu testlere tabi tutulması, hem zaman hem de ekonomik açıdan özellikle ihracat yapan firmalara büyük fayda sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Doğal taş, donma çözünme, ısıl şok, eğilme dayanımı, akredite

Abstract: *Natural stones, have been used intensively especially in the field of flooring and covering alongside of many application. Turkey has become as a main actor in the natural stone exportation with a share as big as around 33% of the world natural stone reserves which make about 15 billion m³. Natural stone importer countries required some physical and mechanical tests for the aim of the use of those stones, so their trades are shaped as the reuslts of the tests.*

In this study, 5 different natural stone samples, from different locations within Turkey, were prepared in a size of 50x50x300 mm in the accredited natural stones laboratory of General Directorate of Mineral Research and Exploration. The samples were tested in accordance with the accredited procedures and with the accredited tests which are TS EN 12371 'determination of frost resistance' and TS EN 14066 'Determination of resistance to aging by thermal shock'. Especially for the natural stones which are paved outdoor spaces are aged with time and lose their resistance because of the seasonal freeze-thaw and thermal shock impact. Before and after the tests above, the samples were tested with an accredited test of TS EN 12372 'flexural strength under concentrated load' so the results were compared to determine which sample was got impacted. The results of the determination of frost resistance tests show that the most severe decline took place in the result of recrystallized limestone-2 with a percentage of 22.25%, moreover, the other samples had also decreases in their frost resistance respectively as follow; 16.18% in travertine-1, %13.33 in marble, %11.71 in travertine-2, and %10.64 in recrystallized limestone-1. The results of the determination of resistance to aging by thermal shock tests show that the most severe decline took place in the result of marble with a percentage of 23.70%, moreover, the other samples had also decreases in their resistance to aging by thermal shock respectively as follow; 19.18% in travertine-2, 11.12% in recrystallized limestone-2, 7.35% in travertine-1 and 4.26% in recrystallized limestone-1. According to these results, recrystallized limestone-1 was determined as the best chose to use for external application since it had been affected lesser from the wear tests than the other saples. Testing natural stones before installing them, contributes to the trader companies with regard to marketing and economic.

Keywords: *Natural stones, freezing-thaw, thermal shock, flexural strength, accreditation*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gülümbe Bölgesi (Bilecik-Batı Türkiye) Taş Ocaklarında Mermer Üretimi ve Desenini Etkileyen Jeolojik Parametreler

Geological Parameters Affecting Marble Exploration and Pattern in Gülümbe Region Quarries (Bilecik, West Turkey)

Serdar Akgündüz[1], Göksel Dursun[1], Abdulkerim Aydındağ[2], Atiye Tuğrul[1], Murat Yılmaz[1], Serkan Palas[2], Erdi Avcı[1]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Daire Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(serdar.akgunduz@istanbul.edu.tr)

Öz: Bilecik ili, Sakarya Zonu'nun batısındaki mermer üretim bölgelerinin başında gelir. Sakarya Zonu'nun temeli yüksek dereceli metamorfik kaya topluluklarından oluşur. Bu metamorfik temel transgresif nitelikli Jura-Kretase istifi tarafından uyumsuzlukla örtülür. Çalışma alanının yer aldığı Bilecik kuzey alanlarındaki (Gülümbe bölgesi) mermer ocakları; Jura-Kretase yaşlı istif içerisindeki Orta-Üst Jura yaşlı Bilecik Kireçtaşı, Kretase yaşlı Vezirhan Formasyonu ve/veya bu iki birimin dokanaklarında açılmıştır. Bu bölgedeki ocaklarda gözlenen mermer desenleri; Bilecik Bej (Bilecik Bej oolitik, Bilecik Bej resifal, Bilecik Bej fosilli, Bilecik Bej fosilsiz veya kıt fosilli, Golden) ve Rozalya (Rozalya breşik, Rozalya stilolitik) olarak belirlenmiştir. Bu desenler mermer ocağının stratigrafik olarak hangi seviyede açıldığı, açılan seviyedeki kayaların litolojik ve sedimentolojik özellikleri, ocak içerisinden veya yakın dolayından geçen fayların özellikleri (türleri, eğim yönleri, doğrultuları), bölgedeki kırık-çatlak yoğunluğu, ikincil mineral gelişimleri ve bu mineral damarlarının yoğunlukları ile yakından ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Sakarya Zonu, Jura-Kretase, Bilecik kireçtaşı, mermer ocağı, mermer deseni

Abstract: *Bilecik province is one of the marble production regions in the west of Sakarya Zone. The basement of Sakarya Zone consists of high-grade metamorphic rocks. This metamorphic basement is unconformably overlain by the transgressive Jurassic-Cretaceous sequence. The marble quarries in the northern areas of Bilecik (Gülümbe Region) where the study area is located were opened in the Middle-Upper Jurassic Bilecik limestone, Cretaceous Vezirhan formation and/or in contacts of these two units in the Jurassic-Cretaceous sequence. The marble textures recognized in this region were identified as Bilecik beige (Bilecik beige oolitic, Bilecik beige reefal, Bilecik beige fossil, Bilecik beige not fossil or scarce fossil, Golden) and Rozalya (Rozalya breccia, Rozalya stilolithic). These textures are closely related with the stratigraphic level of the marble quarry, lithological and sedimentological properties of the rocks at the level of the quarry, the characteristics of the faults (types, slope directions, directions) passing through the quarry, the fracture-crack density in the region, the secondary mineral development and the density of these mineral veins.*

Keywords: *Sakarya Zone, Jurassic-Cretaceous, Bilecik limestone, marble quarry, marble texture*

ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ

ENERGY RESOURCES AND TECHNOLOGIES

ZÜHTÜ BATI – SADETTİN KORKMAZ – HÜSEYİN KARAKUŞ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Erken Oligosen Yaşlı Bitümlü Kömür (Taşkömürü) Oluşumuna Bir Örnek: Kale-Tavas (Denizli) Alt-Havzası, GB Anadolu

A sample for Early Oligocene Bituminous Coal Formation: Kale-Tavas (Denizli) Sub-basin, SW Turkey

Ali İhsan Karayiğit[1], Rıza Görkem Oskay[2], Mine Sezgül Kayseri-Özer[3], Yılmaz Bulut[4]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[2]Hacettepe Üniversitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler MYO, Malıköy, Sincan, Ankara, Türkiye

[3]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35340 Balçova, İzmir, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(aik@hacettepe.edu.tr)

Öz: Çalışma kapsamında Likya Molas Havzası'nın Kale-Tavas (Denizli) alt-havzasında yapılan iki adet kömür arama sondajında (KT-3 ve KT-11) Erken Oligosen yaşlı Mortuma Formasyonu içerisinde değişik derinliklerde farklı kalınlıklarda kömür tabakaları kesilmiştir. Bu kömürlerin standart kömür karakteristikleri, maseral içerikleri ve kömürleşme dereceleri ilk kez bu çalışma kapsamında incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İncelenen kömür örnekleri havada kuru bazda çok geniş aralıkta kül (%.26,4-77,4), uçucu madde (%17,1-36,1), üst ısıl değer (1101-5313 kcal/kg), %C (%15,2-54,6) ve toplam %S (%0,5-7,1) değerleri sunmaktadırlar. Bununla beraber örneklere ait toplam nem içerikleri orijinal bazda %3,4-6,4 gibi çok düşük değerlerde ölçülmüştür. İncelenen örneklerinden yapılan rastgele hüminit/vitrinit yansıtma değerlerinin ortalamaları (%Rr) 0,63-0,69% aralığında bulunulmuştur. İncelenen örneklerde yaygın maseral grubunu vitrinit maseralleri oluşturmaktadır. İnertinit ve liptinit maseralleri ise çok düşük yüzdeler sunmaktadır. Telovitrinit ve detrovitrinit maseralleri incelenen örneklerdeki en yaygın vitrinit maseralidir. İlerleyen kömürleşme aşamasıyla kaybolması beklenen porigelinit maserali ise ilginç bir şekilde telinitlere ait hücre boşluklarında ender olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında incelenen her iki sondajdan derlenen kömür örneklerinin geniş aralıkta değişen kül, uçucu madde ve üst ısıl değere sahip olduklarını göstermekle birlikte ortalama %Rr değerleri bitümlü kömürleşme derecesine (taşkömürü) sahip olduklarını göstermektedir. Bu sonuçlar ışığında incelenen örneklerin Güneybatı Anadolu'da bugüne kadar rapor edilmiş ilk bitümlü kömür oluşumunu göstermektedir. İncelenen örneklerin ileri kömürleşme derecesi, bölgede Oligosen sonrası bir volkanik aktivitenin ve/veya sıcak hidrotermal akışkanların var olabileceğini düşündürmektedir. Ancak çalışma alanında bu iki olasılığın mevcut olmaması kömürleşme derecesindeki bu artışa neden olabilecek başka sebeplerin aranmasını gündeme getirmektedir. Güney Avrupa'da yer alan kömür havzalarında Oligosen yaşlı kömür damarlarının Miyosen öncesi tektonik hareketlere bağlı olarak ani şekilde gömülmesine bağlı olarak kömürleşme derecelerinde anomallikler rapor edilmektedir. Nitekim çalışma alanın Likya Molas Havzası'nın içerisinde yer aldığı dikkate alındığında Erken Oligosen yaşlı Mortuma

Formasyonu içerisinde yer alan kömür damarlarının beklenilenden daha fazla derinliklere gömüldükleri düşünülebilir.

Bu çalışmanın bir kısmı, TÜBİTAK tarafından desteklenen 117Y377 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kale-Tavas, kömürleşme, bitümlü kömür, Mortuma Formasyonu, molas havzası

Abstract*: In this study, coal seams with different thickness within Early Oligocene Mortuma were cored from different depths of two coal exploration wells (KT-3 and KT-11), which were drilled Kale-Tavas (Denizli) sub-basin of Lycian Molasse Basin, have been investigated. The standard coal characteristics, maceral composition, and coal rank of the coal seams were firstly represented in this study. The studied coal samples on an air-dry basis display a wide range in ash yields (26,4-77,4%), volatile mater contents (17,1-36,1%), gross calorific values (1101-5313 kcal/kg), total C (15,2-54,6%) and total S (0,5-7,1%) contents. Furthermore, total moisture contents of the studied samples are on as-received basis very low and range from 3,4% to 6,4%. The mean random huminite/vitrinite reflectance values (%Rr) of the studied samples are found as 0,63-0,69%. Vitrinite is the dominant maceral group in the studied samples, while inertinite and liptinite group macerals display very low proportions. The macerals of telovitrinite and detrovitrinite in vitrinite group are the most common in the studied samples. Interestingly, porigelinites, which are supposed to be disappeared due to advance coalification, were rarely identified within the cell-lumens of tellinites. Even though studied coal samples display variable ash yields, volatile matter and gross calorific values, the mean random huminite/vitrinite reflectance (%Rr) values indicate a bituminous coal (steinkohle) in rank. These results show that the studied coal seams are the firstly reported bituminous coal seams in the south-western Anatolia. The advance coalification degree of the studied samples firstly suggests a possible volcanic dyke intrusion and/or influenced hot-hydrothermal fluids into the coal seams after Early Oligocene; however, both possibilities were not presented in the study area. Therefore, another possible should take into account for elevated coalification degree. Nevertheless, coalification anomalies were reported from molasses basins in the south and south-eastern Europe due to rapid burial as a result of pre-Miocene regional tectonic movements. Considering the studied coal seams were located in the Lycian Molasse Basin, the coal seams in the Mortuma Formation of Early Oligocene age seem to have greater burial depths than expected burial depth.*

A part of this study is supported by TÜBİTAK under a project 117Y377

Keywords: *Kale-Tavas, coalfication, bituminous coal, Mortuma Formation, molasse basin*

Doğu Karadeniz Deniz Alanlarında Gaz Hidrat Aramalarında MTA Genel Müdürlüğü Araştırmaları

General Director of MTA Researches for Gas Hydrate Exploration at Eastern Black Sea Offshore Area

Güzide Kalyoncu Ergüler[1], Zeynal Abiddin Ergüler[2], Nevin Uras Aytemiz[3], Ayşe Dağlıyar[4], Melis Bayındır[4], Füsun Danacı[4]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 43000 Kütahya, Türkiye

[3]Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Temel Bilimleri Bölümü, 10200 Bandırma, Balıkesir, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(guzide.kalyoncuerg@mta.gov.tr)

Öz: Klatrat hidratlar olarak da bilinen metan gaz hidratlar, uygun sıcaklık ve basınç koşullarında oluşan ve içerisinde istenmeyen diğer gaz molekülleri ile metan gazını da konuk eden su moleküllerinin oluşturduğu kafesli yapılardır. Gaz hidratların oluşumunu ve işletilebilirliği konusunda kararlılık zonlarını etkileyen temel unsurlar: basınç, jeotermal gradyan, sıcaklık, konuk gaz molekülün bileşimi, ortamın gözenekliliği, gözenek suyu tuzluluğu ve gaz doygunluğunun derecesidir. Karadeniz, anoksik yapısı ve dünyanın en hızlı sedimantasyon ortamlarından biri olarak daha kapalı geçirimsiz ortamlar hazırlayarak, gaz hidrat oluşumunu ve muhafazasını sağlar. Günümüzde Japonya gaz hidratı endüstriyel anlamda işleyerek Nankaj Çukuru'nda, Çin ise Güney Çin Denizi Shenhu bölgesinden çıkarmayı başarmıştır. Doğu Karadeniz'de yer alan, önceki yıllarda ulusal ve uluslararası çalışmacılar tarafından yürütülen araştırmalarda belirlenmiş gaz hidrat yataklarının potansiyeli, miktarı ve işletilebilirliğinin saptanması, olası çevre etkilerinin belirlenmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

Bu bulgular, geleceğin yakıtı olarak bilinen metan gaz hidratları üzerinde ulusal kaynaklara sahip olduğumuz ve doğal gaz dönüşüm modellerinin rezerv ve işlerlik tespiti ile ilgili çalışmalar yürütülmesi bağlamında özel önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında, 2018 yılında Hopa-İyidere arası deniz alanında 20 000 km^2 alan incelenmiştir. Uzaktan algılama yöntemlerinden faydalanılarak Hopa- İyidere arası alanda çalışılacak lokasyonlar belirlenmiştir. Uydu görüntülerinin incelenmesinde doğru bir yaklaşım belirleyebilmek amacıyla, gerek sıcaklık haritaları gerek bulanıklık haritaları için meteorolojik veriler kullanılmıştır. Ayrıca, deniz suyunun sıcaklığında veri doğruluğunu arttırmak amacıyla görüntü tarihleri, soğuk suda daha fazla görünen hamsi balığı popülasyonu TUİK verileri incelenerek belirlenmiştir. Elde edilen tarihlere yönelik tüm alan (20 000 km^2) görüntü taramaları ile plankton halkaları incelenerek anomali gösteren alanlar tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında tespit edilen alanların yerinde örnekleme yapılabilmesi için, Recep Tay-

yip Erdoğan Üniversitesi Araştırma Gemisi ile 01-20 Ağustos 2018 tarihleri arasında Doğu Karadeniz, deniz alanı kamp çalışması yapılmıştır. Bu araştırma gemisi ile, anomali gösteren (uzaktan algılama ile taranan 20 000 km^2 alanın sıcaklık ve bulanıklık haritaları oluşturularak belirlenen) Hopa- İyidere arası 8 farklı yerde incelenmiştir.

Bu çalışmada, deniz araştırmaları kapsamında CTD, derinliğe bağlı su örneklemesi, 1600 metreyi derinliği bulan sediman örnek alımı ve par geçirgenlik ölçümleri gibi çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarında, iki alanda (Hopa ve Çayeli) yüksek TPH (Toplam Petrol Hidrokarbonları) değerleri bulgusu yer almıştır. Bu çok önemli bulguyu, CTD değerleri de aynı iki alanda hidrokarbon zenginliğine işaret ederek desteklemektedir. Sediman analiz sonuçlarının, su numunelerini doğrular nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte örneklerde paleontolojik incelemeler ile çeşitli bulgular elde edilmiştir. Ayrıca, toplam C (karbon) ve diğer ayrıntılı (çok sayıda parametreyi içeren) su örnekleri ise tüm lokasyonlarda derinliğe bağlı değişimleri, 35 parametre için incelenmiştir. Farklı yöntemlerle belirlenen tane boyu analiz sonuçları, CTD ve deniz araştırmaları (çalışmaları) sırasında sediman numuneleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, çalışma alanında gaz hidrat varlığı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: CTD, Doğu Karadeniz, gaz hidrat, geleceğin enerjisi, TPH

Abstract: *Gas hydrates (called also clathrate hydrates) are formed under appropriate temperature and pressure conditions and cage-like structures of water molecules that host guest unwanted gas molecules as well as methane. The main factors affecting the stability zones on the formation and operability of gas hydrates are: pressure, geothermal gradient, temperature, guest gas molecule composition, porosity of the environment, pore water salinity and degree of gas saturation. Due to the anoxic nature of the Black Sea, it provides the formation and preservation of gas hydrate by preparing more closed impermeable environments with one of the highest sedimentation rates in the world. Nowadays, Japan has succeeded in extracting gas hydrate from the Nankaj Trench, and China from the South China Sea from the Shenhua region. The main purpose of this study is to determine the potential, amount and processability of gas hydrate deposits determined by international researchers in the Eastern Black Sea Region and to identify its possible environmental impacts.*

These findings are of particular importance in terms of the fact that we have national resources on the gas hydrates known as the fuel of the future, and in the context of conducting studies on determination of reserve and operability determination of natural gas conversion models. In this study, the offshore area between Hopa and İyidere (20 000 km^2) was investigated in 2018. By using remote sensing methods, the locations to be studied in the Hopa-İyidere area were determined. Meteorological data were used for both temperature maps and turbidity maps to identify the correct approach in the analysis of satellite images. In addition, in order to increase the accuracy of the data at sea water temperature, the dates of the images were determined by examining the TUİK data of the anchovy population which appeared more in cold water. All areas (20 000 km2) for the dates obtained were examined by image scans and plankton rings showing anomaly areas.

In order to carry out in-situ sampling on identified areas within the scope of the study, the marine research of the Eastern Black Sea was conducted between 01-20 August 2018 by using Recep Tayyip Erdoğan University Research Ship. Eight different locations between Hopa-Iyidere, which were determined by creating temperature and turbidity maps of 20 000 km^2 area scanned by remote sensing, were examined by this research ship.

In this study, as a part of the marine research CTD investigations, depth-dependent water sampling, sediment sampling up to 1600 meters' depth and par permeability measurements were performed. The results of analyses indicate the evidence of high TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) values in two areas (Hopa and Çayeli). This very important finding supported by CTD values indicates the hydrocarbon abundance in the same two areas. The results of sediment analysis were found to confirm the water samples. In addition, various findings were obtained by paleontological examinations. In addition, the variations of total C (carbon) and other detailed water samples (including many parameters) with depth were investigated for thirty-five parameters. The grain size analysis results determined by different methods, CTD and visual investigations on sediment samples during field studies reveals the possibility of gas hydrate in the study area.

Keywords: *CTD, Eastern Black Sea, gas hydrate, future energy, TPH*

Olası CO_2 Depolama Sahaları Olarak Akköy ve Edremit Jeotermal Sistemlerindeki Akışkan - Kayaç Etkileşimlerinin Jeokimyasal Modellemesi: Ön Çalışma Sonuçları

Geochemical Modelling of Fluid-Rock Interactions in Akköy and Edremit Geothermal Fields as Prospective CO_2 Storage Sites: Results of a Preliminary Study

Sanem Elidemir, Nilgün Güleç

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(esanem@metu.edu.tr)

Öz: CO_2'in yeraltında depolanması, i) insan kaynaklı emisyonlardan dolayı atmosferdeki CO_2 miktarındaki artışın ve ii) bu emisyonların, küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerindeki istenmeyen etkilerinin azaltılması konusundaki başlıca stratejilerden bir tanesidir. Geliştirilmiş Jeotermal Sistemler (EGS), CO_2'in rezervuara geri basımı ile enerji üretiminin arttırılmasının yanı sıra yeraltında depolanmasını sağlayan yenilikçi bir yaklaşımdır.

Bu ön çalışma kapsamında, olası EGS sahaları olarak Batı Anadolu'daki iki jeotermal sistemin (Akköy-Denizli ve Edremit-Balıkesir) CO_2-akışkan-kayaç etkileşimi açısından jeokimyasal modelleri oluşturulup değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, sahalara ait kırıntı kayaç örneklerinden, rezervuar seviyelerini temsil edecek şekilde örnekler seçilmiş ve mikroskop çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan jeokimyasal modellerde kritik bir girdi olan "modal mineraloji", bu çalışmalar ile belirlenmiştir. PHREEQC yazılımı kullanılarak hazırlanan bu modeller, denge, kinetik ve reaktif-taşınım modellemelerini içermektedir. Modelleme sonuçları ile i) sistemlerdeki potansiyel jeokimyasal reaksiyonlar belirlenmiş, ii) olası bir CO_2 enjeksiyonu sonrasında sistemin ne kadar sürede yeniden dengeye ulaşabileceği yorumlanmış ve iii) CO_2'in rezervuarda ne kadar mesafe yol alabileceği incelenmiştir. Akköy ve Edremit sahaları farklı rezervuar litolojilerine sahip olduğundan (sırasıyla şist-kalkşist-mermer ve aglomera birimleri) elde edilen modelleme sonuçları, mineralojik farklılıkların sisteme CO_2 eklendiğinde oluşturacağı etkiyi karşılaştırma ve yorumlama imkanı sağlamıştır. Bu ön çalışma, jeotermal sistemlere uygulanabilecek olası CO_2 depolama projelerinin jeokimyasal olarak değerlendirilmesi açısından bir örnek teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akışkan-kayaç etkileşimi, CO_2 depolama, jeokimyasal modelleme, jeotermal sistemler

Abstract: *Geological storage of CO_2 is regarded as one of the major strategies to reduce i) the increasing CO_2 concentrations in the atmosphere due to anthropogenic emissions and ii) the unfavourable effect of these emissions on global warming and climate change. Enhanced geothermal systems (EGS) are a novel concept in which CO_2 is reinjected into the reservoir to increase energy recovery, combined with its subsurface storage.*

Within the framework of this preliminary study, geochemical models of two geothermal fields (Akköy-Denizli and Edremit-Balıkesir) from western Anatolia, regarded as potential EGS sites, have been constructed and assessed in terms of CO_2-water-rock interactions. In this regard, samples that belong to the reservoir levels of relevant fields are selected from drill cuttings and these samples are studied under microscope. The "modal mineralogy" which is a critical constituent of the input data in geochemical modelling, is determined via these studies. The geochemical models are comprised of equilibrium, kinetic and reactive-transport modelling which are performed with the utilization of PHREEQC software. The modelling results indicate i) the potential geochemical reactions in the systems, ii) the time required for the systems to reach equilibrium following the CO_2 injection and iii) the distance that CO_2 covers in the reservoir. Since the fields Akköy and Edremit have different reservoir lithologies (schist-calcschist-marble and agglomerate units, respectively), the results of each model can be used to compare and analyse the effect of mineralogical differences in case of a CO_2 addition to the systems. This study provides an example, as a preliminary survey, of geochemical assessment of CO_2 storage in geothermal systems for the implementation of prospective projects.

Keywords: *Fluid-rock interactions, CO_2 storage, geochemical modelling, geothermal systems*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yaz ve Kış Mevsiminde Kentsel Isı Adasının Kütahya İli Şehir Merkezi (Batı Anadolu, Türkiye) Üzerindeki Etkisi, Öncel Çalışma

The Effect of Urban Heat Island on Kütahya City Center (Western Anatolia, Turkey) in Summer and Winter Season, Preliminary Investigation

Ali Samet Öngen, Zeynal Abiddin Ergüler, Hüseyin Karakuş

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya, Türkiye (alisamet.ongen@dpu.edu.tr)

Öz: Yerleşim yerlerinin, çevrelerinde bulunan kırsal alanlara göre daha yüksek sıcaklığa sahip olması olarak tanımlanan kentsel ısı adası etkisinin ortaya çıkmasında evler, endüstriyel yapılar, kent yüzeyini kaplayan beton ve asfalt kaldırımlar, yollar, beton, tuğla, briket gibi malzemelerden yapılan binaların termal özellikleri gibi birçok faktör rol oynamaktadır. Özellikle yapıların birbirine yakın inşa edilmesi ve yapı malzemelerinin ısı tutmada/yalıtımda çok iyi olması kentsel alanları kırsal alanlara göre daha sıcak hale getirmektedir. Çünkü, kırsal kesimlerde gündüz gelen güneş ışınları bitkiler tarafından evapotranspirasyon (buharlaşma-terleme) ile soğurulurken, kentsel kesimlerde bu ışınlar binalar ve yapay yüzeyler ile önemli derecede hapsedilmektedir. Bu yapılar gündüz güneşten aldıkları enerjiyi gece boyunca termal ışınım olarak havaya ve yeraltına salmaktadırlar. Dolayısıyla kentsel ısı adası etkisi hava, yüzey ve yeraltı sıcaklıklarında artışa neden olmaktadır. Kentsel ısı adası etkisinin yaz ve kış mevsiminde Kütahya şehir merkezinde yer alan sığ akiferlerde gözlenebilmesi için, kırsal ve kentsel alanlarda yeraltısuyu sıcaklığı ölçümüne uygun su kuyuları tespit edilmiştir. Bu kuyularda çelik şerit metre (HERON Conductivity Plus) yardımıyla yaz ve kış aylarında periyodik olarak yeraltısuyu sıcaklığı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kentsel ve kırsal bölgeler arası yeraltısuyu sıcaklığı değişiminin haritalandırılması amacıyla arazi çalışmalarında elde edilen sonuçlar kullanılarak CBS tabanlı programlar yardımıyla yaz ve kış mevsimi için Kütahya ili şehir merkezinin yeraltısuyu sıcaklık dağılımı modeli oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Kütahya şehir merkezindeki sığ akiferlerde yer alan yeraltısuyu yaz ve kış aylarında kentsel alanda kırsal alana göre daha sıcaktır. Kentsel alanlar ile kırsal alanlarda yeraltısuyunun sıcaklık farkı yaz ve kış mevsiminde sırasıyla 8^{o}C ve 6^{o}C'ye kadar çıkmaktadır. Gözlemlenen tüm kuyulardan elde edilen verilere göre yeraltısuyu yaz mevsiminde kış mevsimine göre yaklaşık 2^{o}C daha sıcaktır. Sonuçlar yeraltısuyunun kentsel alanda kırsal alana göre daha sıcak olduğunu göstermekte, bu durum Kütahya ili şehir merkezinde yeraltısuyunun yaz ve kış aylarında kentsel ısı adası etkisi ile ısındığına işaret etmektedir. Bu sonuç kentsel alanın altında uygun bir akifer bulunmak kaydıyla, binalardaki ısıtma/soğutma sistemlerinde düşük entalpili jeotermal enerji üretmek için kentsel ısı adası etkisinden yararlanılabileceği fikrini güçlendirmiştir.

Anahtar kelimeler: Kentsel ısı adası, sığ jeotermal enerji, yenilenebilir enerji, yeraltısuyu

Abstract: *Many factors such as houses, industrial buildings, concrete and asphalt pavements, roads, concrete, bricks, briquettes and thermal properties of buildings play a role in occurring urban heat island effect is defined as urban areas have higher temperature than surrounding rural areas. Especially, construction of buildings close to each other and the fact that building materials are very good in heating retention/isolation makes urban areas hotter than rural areas. Because, sun rays coming in daytime are absorbed by plants via evapotranspiration (evaporation-perspiration), while these rays are trapped by buildings and artificial surfaces in urban areas. These buildings release the energy received from the sun as thermal radiation into the air and subsurface during the night. Therefore, the urban heat island effect causes increase in air, surface and subsurface temperatures. Somewells suitable for groundwater measurement were selected in rural and urban areas to observe urban heat island effect in shallow aquifers underlying in the center of Kutahya in summer and winter season. Groundwater temperature measurements were periodically carried out in these wells by using steel measuring tape (HERON Conductivity Plus) during summer and winter months. The groundwater temperature distribution model of the city center of Kutahya for summer and winter seasons was generated in GIS based softwares by using obtained results from field studies to map the change of groundwater temperature between urban and rural areas. According to results, groundwater inside of shallow aquifers of Kutahya city center in summer and winter seasons is warmer in the rural area than urban area. The groundwater temperature difference in summer and winter season reaches to 8°C and 6°C, respectively. According to the data obtained from all observed wells, groundwater is 2°C warmer in summer season than winter season. The results show that groundwater is warmer in urban areas than rural areas, this indicates that groundwater is heated in the city center of Kutahya with the effect of urban heat island in summer and winter months. This result has strengthened the idea that the urban heat island effect can be utilized to generate low enthalpy geothermal energy in heating/cooling systems in buildings, provided a suitable aquifer underlies the urban area.*

Keywords: *Urban heat island, shallow geothermal energy, renewable energy, groundwater*

Alaşehir Grabeni'ndeki Jeotermal ve Mineralli Suların Lityum Potansiyeli

Lithium Potential of Geothermal and Mineral Waters in Alaşehir Graben

Aydın Çiçek, Oktay Çelmen, Murat Akar

MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Turkey,

(aydincicek2003@gmail.com)

Öz: Aralık 2007 yılında "5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular" yasasının çıkması ile birlikte Türkiye jeotermal kurulu güç kapasitesi ciddi anlamda büyümüştür. Bu tarihten itibaren, kurulu güç kapasitesi 20 MWe değerinden Kasım 2019 itibari ile ~1.496 MWe değerlerine ulaşmıştır. Bu değerin lisans, proje ve kurulum aşamasında olanlarla birlikte önümüzdeki birkaç yıl içerisinde 2.000 MWe değerini aşması öngörülmektedir. Güncel değerler dikkate alındığında, Türkiye kurulu güç kapasitesi bağlamında Avrupa'da birinci Dünya'da ise 4. Sıraya yerleşmiştir.

Son zamanlarda dünyada jeotermal akışkanlardan enerji üretilmesinin yanında jeotermal akışkandan silisyum, lityum, çinko vb. gibi değerli minerallerin de üretilmesi hususunda ciddi bir ilgi oluşmuştur. Yüzlerce jeotermal kuyunun açıldığı ve binlerce mineralli doğal kaynağın tanımlandığı Türkiye'de maalesef jeotermal ve mineralli akışkanlardan değerli mineral kazanımı hususunda henüz ciddi bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada, Alaşehir Grabeni'nde günümüze kadar mevcut çalışmalarda ele alınan jeotermal ve doğal mineralli akışkanlardan elde edilen yayınlanmış ve yeni üretilmiş veriler değerlendirilmiş ve lityum içerikleri hususunda genel bir değerlendirme yapılmıştır. Tüm bu veriler değerlendirildiğinde çalışma sahasındaki jeotermal ve doğal mineralli akışkanlarda bazı lityum, silisyum vb. gibi bazı mineral zenginleşmeleri gözlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen ilksel verilere göre, çalışma sahasındaki lityum değerlerinin 0,36-12,8 mg/l arasında değiştiği gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Jeotermal, mineral kazanımı, lityum, Türkiye, Alaşehir Grabeni

Abstract: *Geothermal energy sector has severely grown up in Turkey since the legislation of the "Geothermal Resources and Natural Mineral Waters (Law No: 5686)" law in December 2007. Since then, the installed geothermal power capacity has significantly increased from nearly 20 MWe to ~1,496 MWe as of November 2019. This value is foreseen to exceed 2,000 MWe in the next few years with the projects which are in project phase, licensed phase and construction phase. According to present values, Turkey is ranked first in Europe and forth in the world.*

Beyond the power production from geothermal waters, there is a growing interest in the mineral extraction from geothermal waters in the world such as silica, lithium, zinc and so on. Although hundreds of geothermal wells have been drilled and thousands of mineral water springs have been identified in Turkey, there is no significant effort on the mineral extraction from geothermal waters in Turkey up to now.

We present the lithium contents of some important geothermal and mineral waters of Alaşehir Graben based on existing published and newly produced data. This study indicates that there are some lithium enrichments from geothermal and mineral waters in the Alaşehir Graben. According to the preliminary data obtained during this study, the lithium values range between 0.36 and 12.8 mg/l in the study area.

Keywords: *Geothermal, mineral extraction, lithium, Turkey, Alaşehir Graben*

Sincan-Kazan (Ankara) Ovası'nın Jeotermal Potansiyeli

Geothermal Potential of Sincan-Kazan (Ankara) Plain

Engin Bülbül, Düzgün Çam

MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(e.bulbul08@gmail.com)

Öz: MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2011 yılında başlayan Ankara Jeotermal Enerji Aramaları projesi kapsamında Sincan, Beypazarı, Ayaş, Güdül, Nallıhan, Kızılcahamam, Çamlıdere, Polatlı ilçelerinde detay jeotermal jeoloji, jeofizik (MT-AMT, DES, CSAMT, Gravite-Manyetik), hidrojeokimya çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışmalar sonucunda 16 farklı lokasyonda toplamda 23,598.50 metre jeotermal araştırma sondajı gerçekleştirilmiştir. Önemli bir bölümü olumlu sonuçlanan bu sondajların bulunduğu jeotermal ruhsat sahaları ihale yoluyla yatırımcıya devredilmiştir.

Proje kapsamında gerçekleştirilen etüt ve sondaj çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde Ankara'nın batı kesiminde yer alan jeotermal sahaların genelde bölgenin geçirmiş olduğu tektonik rejime de bağlı olarak KD-GB hatlar üzerinde bulunduğu görülmektedir. Bu hatlardan en önemlilerinden biri güneyde Sincan-Malıköy'den başlayıp, kuzeyde Kahramankazan ilçesine kadar uzanan ve Sincan-Kazan Ovası olarak adlandırılan alandır. Bu bölgede 2013-2018 yılları arasında birçok sondaj gerçekleştirilmiştir. Bunlardan Sincan-Yenikent-Yenikayı sahasında 1.296 metre derinlikte tamamlanan ASY 2013/07 kuyusu, Sincan-Türkobası sahasındaki 2.200 metre derinlikte tamamlanan AST 2016/10 kuyusu, Sincan-Yenikent sahasında 2.188 metre derinlikte tamamlanan ASİ 2017/06 kuyusu ve Sincan-Anayurt sahasında, 3.001,50 metre derinlikte tamamlanan ASA 2017/10 kuyusu en dikkat çeken sondajlardır. Bu sondajlardan ASY 2013/07 sondajından 59.6 ^{o}C sıcaklıkta ve 51.96 l/s debide, AST 2016/10 sondajından 75 ^{o}C sıcaklıkta ve 25 l/s debide, ASİ 2017/06 sondajından ise 89.3 ^{o}C sıcaklıkta ve 40 l/s debide jeotermal akışkan elde edilmiştir. ASİ 2017/06 sondajından elde edilen sıcaklık değeri Ankara ili için en yüksek üretim sıcaklığına karşılık gelmektedir. Son olarak ASA 2017/10 sondajından ise 2.988 metrede 138.47^{o}C sıcaklık değeri ölçülmüştür. Fakat MTA Genel Müdürlüğü'nün jeotermal amaçlı en derin sondajı olan bu sondajdan yeterli akışkan elde edilememiştir. Ayrıca, Sincan-Kazan ovasının kuzey kesiminde yer alan Soğucak mevkiinde Kahramankazan Belediyesi'nin yapmış olduğu sondajlarda 55 ^{o}C sıcaklığa, 60 l/s debiye ulaşan sonuçlar elde edilmiştir.

Sondaj çalışmalarından elde edilen tüm bu sonuçlardan sonra, Sincan-Kazan Ovası'nın şehir merkezine yakınlığı da düşünüldüğünde söz konusu jeotermal sahaların termal turizm, şehir ısıtmacılığı, seracılık alanlarında değerlendirilmesinin mümkün olabileceği anlaşılmıştır. Gelişen teknoloji ve daha derin gerçekleştirilecek sondajlarla bu bölgenin enerji üretimine uygun olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sincan, Kahramankazan, jeotermal, sondaj, ısıtma, seracılık

Abstract: *Detailed geological, geophysical (MT-AMT, DES, CSAMT, Gravity-Magnetic), hydrogeochemistry studies for geothermal energy exploration in Sincan, Beypazarı, Ayaş, Güdül, Nallıhan, Kızılcahamam, Çamlıdere, Polatlı districts within the scope of Ankara Geothermal Energy Exploration project were initiated by the General Directorate of MTA in 2011. As a result of these studies, a total of 23,598.50 meters of geothermal exploration drillings were carried out in 16 different locations inside the geothermal license areas. The wells found to be positive were transferred to the investors through a tender.*

According to the field studies and drilling works carried out within the scope of the project, it can be inferred that the geothermal fields located in the western part of Ankara are located on NE-SW lineaments in relation to the tectonic regime. One of the most important of these lineaments is the area between Sincan-Kazan Plain starting from Sincan-Malıköy to the south and ending in the Kahramankazan district to the north. We performed a number of drilling studies in different locations in the region between 2013-2018. ASY 2013/07 well, which was completed at a depth of 1,296 meters with 59.6 °C, 51.96 l/s production values in the Sincan-Yenikent-Yenikayı field, AST 2016/10 well, which was completed at a depth of 2,200 meters with 75 °C, 25 l/s production values in the Sincan-Türkobasi field, ASI 2017/06 well, which was completed at a depth of 2,188 meters with 89.3 °C, 40 l/s production values in the Sincan-Yenikent field and ASA 2017/10 well, which was completed at a depth of 3,001,50 meters without sufficient production are the most remarkable ones. The temperature value obtained from ASİ 2017/06 well corresponds to the highest production temperature for Ankara city up to now. In addition to these, 138.47 °C temperature value measured at 2,988 meters depth in the 3,001,50 meters deep ASA 2017/10 well, the deepest well of General Directorate of MTA up to now. In addition, the production values from the wells drilled by Kahramankazan Municipality in Soğucak locality in the northern part of the Sincan-Kazan plain reach up to 55 ° C and 60 l/s.

As a result of these obtained from the drilling works, it is thought that the geothermal fields in question can be evaluated for thermal tourism, city heating, greenhouse cultivation considering the proximity of the Sincan-Kazan Plain to the city center. In addition, this region may be suitable for energy production with developing technology and deeper wells.

Keywords: *Sincan, Kahramankazan, geothermal, drilling, heating, greenhouse*

Ankara Jeotermal Alanlarının Çoklu Kullanımda Yararlanma Potansiyeli

The Utilization Potential of Geothermal Multiple Applications in Ankara Geothermal Fields

İbrahim Akkuş[1], Nilgün Başarır[2]

[1]TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Hatay Sok., No: 21, Çankaya, Ankara, Türkiye
[2]Jeotermal Araştırma ve Tesisler A.Ş. Nilgün Sokak No:14 Bağ Apt. D:5, Çankaya, Ankara, Türkiye
(akkusmta@gmail.com)

Öz: Ankara, çok sayıda sıcak su kaynağı ve değişik üretim değerlerinde kuyuların bulunduğu 28 adet jeotermal alanı barındırır. Sahaların jeolojik özellikleri, gelişebilir termal kapasite, yerleşimlere yakınlık, coğrafik ve iklim koşulları, tarımsal alanların kapasitesi ile ulaşım ve pazar durumu, jeotermal kaynaktan enerji üretimi yanı sıra, merkezi ısıtma, jeotermal sera, modern termal ve sağlık tesislerinde kullanım, kültür balıkçılığı gibi çoklu kullanımda yararlanma seçeneği sunmaktadır.

Sincan-Anayurt sahasındaki kuyuda ölçülen sıcaklık, enerji üretimi için cesaret vericidir. Merkezi ısıtma için Çobanhamamı, Sincan-Yenikayı, Sincan-Türkobası, Sincan-Anayurt, Sincan-İlyakut, Beypazarı-Merkez, Kazan, Kızılcahamam-Gümele, Kızılcahamam-Üçbaş, Beypazarı-Bağözü, Çamlıdere-Tatlak, Ayaş İçmeceleri potansiyel alanlardır. Limit sıcaklık değerine yakın olan diğer alanlarda da geliştirme çalışmalarıyla uygun sıcaklığa erişmek mümkündür. Sera kurulumunda pik değer dış ortam sıcaklığı esas alındığında, ısıtma uygulaması için potansiyel alanlardan, aynı zamanda jeotermal seracılıkta da yararlanılabilir, üretim tüm yıla yayılarak sera işletmesi yapılabilir. Geliştirme çalışmalarıyla 16 sahada açılacak her 1 kuyudaki üretim senaryolarına göre, ortaya çıkarılarak sisteme entegre edilecek ilave ısıl potansiyel toplam 71,5 MWt, ısıtılacak alan büyüklüğü 258,9 dönüm olarak kabaca hesaplanmaktadır. Kırsal alanlara yakın bölgelerde yeni keşiflerin yapılması ise, kaynakların tarımsal üretimleri geliştirir nitelikte kullanılmasını özendirecektir. Ankara fiziksel, kimyasal ve şifa özellikleriyle, üstün nitelikli sıcak su kaynaklarına sahiptir. Alanların altyapı yatırımları ile cazibesi artırılarak, klasik kaplıca uygulaması yerine yüksek hizmet standartlarındaki tesislerde, yerli ve yabancı turistlere hizmet verebilir ve sağlık turizmi yapılabilir. Düşük sıcaklıklı alanlarda ise kültür balıkçılığı uygulamaları ile ekonomik yatırım geliştirilebilir.

Ankara jeotermal kaynak potansiyeli açısından önemli merkezlerden bir olmasına rağmen, kaynaklardan yararlanma arzu edilir seviyede değildir. Günümüzde merkezi ısıtma, modern termal tesisler ile kaplıcalarda kullanım ve sera ısıtmasında yararlanılmaktadır.

Alanlarda yapılan çalışmalar, sistemlerin modelini tartışmasız ortaya koyabilecek yeterlikte değildir. Kızılcahamam sahasında, çok sayıda kuyu açıldığı için rezervuar parametreleri göreceli olarak daha bilinir haldedir. Bu bakımdan yatırımın riskini minimize etmek, alanların gerçek kapasitesi, üretim yeteneği ve işletilebilme özelliklerini ortaya koymak, sahalarla ilgili süreci netleştirmek için belirsizliklerin giderilmesine yönelik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Bu kapsamda, rezervuar karakteristikleri berrak olmayan sahalarda geliştirme çalış-

maları yapılarak, hangi tür yatırımların hangi jeotermal sahalarda yapılabileceği konusunda fizibilite çalışmasının mutlak surette yapılması kritik gerekliliktir.

Kentin ortaya çıkarılacak gerçek jeotermal kapasitesinden ekonomik olarak yararlanılması, kamu yararı çerçevesinde işletilmesi durumunda Ankara halkına önemli bir iş potansiyeli sağlayacağı gibi gelişmesi ve zenginleşmesine de vesile olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ankara, jeotermal potansiyel, jeotermal çoklu kullanım

Abstract: *28 geothermal fields exist in Ankara, including a large number of geothermal springs and wells with different production values. Beside of electricity production, the geological properties of the geothermal fields, developable thermal capacity, nearness to the settlement areas, the geographical and climate conditions, as well as the agricultural land capacity, transportation and market properties are offering multiple application alternatives like geothermal district heating, geothermal greenhouse, modern thermal facilities, balneological usage and fish farming. The temperature measured in Sincan-Anayurt geothermal well is encouraging for electricity production. In terms of district heating, Çobanhamamı, Sincan-Yenikayı, Sincan-Türkobası, Sincan-Anayurt, Sincan-İlyakut, Beypazarı-Merkez, Kazan, Kızılcahamam-Gümele, Kızılcahamam-Üçbaş, Beypazarı-Bağözü, Çamlıdere-Tatlak, Ayaş İçmeceleri are potential geothermal areas. It is possible to reach convenient temperatures also in the other geothermal fields with temperature values near to the limit temperature values. Geothermal greenhouse heating and the yield production can be done the whole year in the potential geothermal fields suitable for district heating in terms of peak outdoor temperature in greenhouse construction. By means of development studies, drilling of one new well in each 16 geothermal field and their production scenarios, roughly a total of 71,5 MWt additional heat potential and 258.900m^2 heatable area could be expected. Starting new exploration works near to the rural areas, will encourage the use of geothermal in agricultural activities. In terms of physical, chemical and curative properties, Ankara owns high quality of geothermal resources. It is important to develop the infrastructure of the geothermal fields for appeal the indigenous and foreign tourists/curists to thermal facilities with high quality service standard rather than classical spa applications. In low temperature geothermal fields economical fish farming investments can be realized.*

Although Ankara region constitutes an importance in terms of geothermal resource potential, its utilization is not as much. Today, geothermal district heating, modern thermal facilities, spa's and greenhouse heating exist in Ankara area. The existing studies are far to be enough to establish the system models. As many geothermal wells have been drilled in Kizilcahamam geothermal field , the reservoir parameters are relatively better known if compared with other fields in Ankara region. To minimise the investment risk, to determine the geothermal capacities, production abilities and operational properties it is necessary to make the required studies. In this framework, it is a critical necessity to realize the geothermal field exploration studies in the geothermal fields and to realize the feasibility studies about which kind of geothermal applications can be realized in each geothermal field in Ankara.

Under the public welfare framework, the economical use and operation of the real geothermal capacity of the geothermal fields will constitute an important employment and prosperity in Ankara region.

Keywords: *Ankara, geothermal potential, geothermal multiple use*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

GD Türkiye'deki Siluriyen (Llandovery) Dadaş Şeylinin Üretilebilir Hidrokarbon Miktarına Termal Olgunluk Etkisi

Impact of Maturity on Producible Shale Oil Volumes in the Silurian (Llandovery) Dadaş Hot Shales, SE Turkey

Şamil Şen[1], Hüseyin Kozlu[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, Istanbul, Turkey

[2]Turkish Petroleum Exploration Group, Ankara, Turkey (Retired)

(samilsen@istanbul.edu.tr)

Öz: GD Türkiye'deki Siluriyen (Llandovery) Dadaş şeyli Gulf Kevan 1 ve TP Doğan 1 kuyularında 0.45-0.76% hesaplanmış vitrinit yansıması (Requ) değerleri ile olgun olmayan-erken olgun, TP Soğuktepe 1 ve TP K. Migo 2 kuyularında 0.78-0.92% Requ ile petrol penceresinde ve TP G. Hazro 2 ile TP-Arco Abdülaziz 1 kuyularında 1.08-1.30% Requ ile ıslak gaz-konkensat penceresindedir. Dadaş şeylinin düzeltilmiş (buharlaşma kaybı API gravite değerleri ile yerine konmuş) petrol doygunluk indeksleri (OSIc) Gulf Kevan 1, TP Doğan 1 ve TP-Arco Abdülaziz 1 kuyularında 100 mg HC/g TOC değerinden daha azdır ve bu kuyularda şeyl petrol, ıslak gaz-kondensat potansiyeli içermez. Dadaş şeylinin OSIc değerleri TP Soğuktepe 1, TP K. Migo 2 ve TP G. Hazro 2 kuyularında 100 mg HC/g TOC değerini geçmektedir ve potansiyel üretilebilir şeyl petrol, ıslak gaz-kondensat potensiyeli vardır. Bu verilere göre Dadaş şeyli 0.8 ve 1.1% Requ arasındaki olgunluklarda şeyl petrol ve ıslak gaz-kondensat üretebilir.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Arap Kıtası, Silüriyen Sıcak Şeyl, GD Türkiye

Abstract: The Silurian (Llandovery) Dadaş hot shales of SE Turkey in the Gulf Kevan 1 and TP Doğan 1 wells are immature to early mature with vitrinite reflectance equivalent (Requ) of 0.45-0.76%. The hot shales in the TP Soğuktepe 1 and TP K. Migo 2 wells are mature and in the oil window at 0.78-0.92% Requ. The hot shales are interpreted to be in the wet gas-condensate maturity window with 1.08-1.30% Requ in the TP G. Hazro 2 and TP-Arco Abdülaziz 1 wells. Corrected (evaporation loss restored using oil API gravity values) oil saturation index values (OSIc) within the Gulf Kevan 1, TP Doğan 1 and TP-Arco Abdülaziz 1 wells are less than 100 mg HC/g TOC, which indicates unconventional commercial oil production is not probable. The OSIc values of the mature hot shales at the TP Soğuktepe 1, TP K. Migo 2 and TP G. Hazro 2 wells all exceed 100 mg HC/g TOC indicating potentially producible oil and wet gas-condensate. Thus, producible oil and wet gas-condensate in the hot shale play appears present in areas that have been assessed as having between % Requ 0.8 and 1.1% Requ.

***Keywords*:** *Northern Arabian Plate, Silurian Hot Shale, SE Turkey*

INTRODUCTION

Black, organic-rich shales were deposited many places in North Africa and the Arabian Peninsula during the Silurian (Llandovery). These organic rich shales with total gamma-ray a values exceeding 200 API, which equates to about 3% TOC, are termed hot shales (Lünning et al., 2000). The northern Arabian Plate in SE Turkey contains a Cambrian to Quaternary sedimentary section (Yılmaz and Duran, 1997; MTA, 2002; Aydemir, 2011; Eren, 2013; Fig.1). The Silurian (Llandovery) hot shales of the succession are represented by the Dadaş I Member (Bozdoğan et al., 1994). The hot shales are represented by black-dark gray, laminated pyrite-rich shales. The depositional environment was open marine but temporally restricted where anoxic conditions prevailed (Kozlu, et al., 2012).

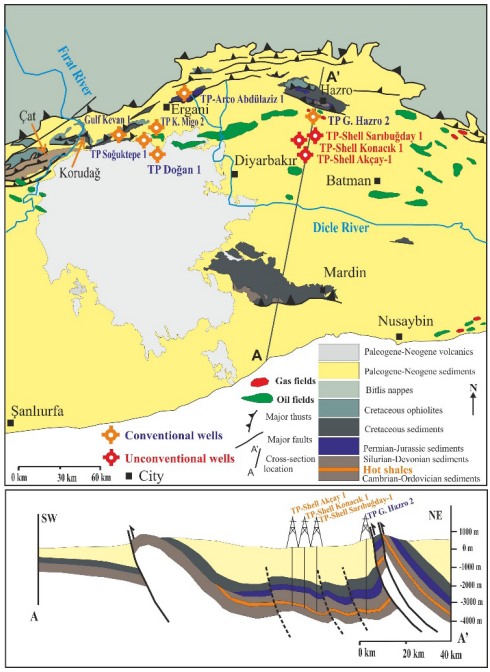


Figure 1: Simplified geologic map and cross-section of the Silurian (Llandovery) hot shales area of the northern Arabian Platform of Turkey with principal oil and gas fields (modified from MTA, 2002, Aydemir, 2011; Eren, 2013). Location of the studied wells can be seen in this map.

A work-flow for de-risking productivity of an unconventional play is in part of based on our examination of the S1*100/TOC ratio. Values of S1*100/TOC exceeding 100 mg oil/g TOC, are considered the threshold for potentially producible oil (Jarvie, 2012). One of the key factors controlling the S1 value is maturity of the source rock. Thermal maturity requires for generation and formation of hydrocarbons by a source rocks and its fluid characteristics.

The aim of this study is to build links between maturity and organo-facies (kerogen) type, and generation for the Dadaş system necessary for assessing the unconventional resource potential through calculating producible oil volumes that would enable a quantitative estimation of ultimate recovery (EUR) and play potential.

MATERIALS AND METHODS

In this study, a total of 68 cutting samples from the Silurian (Llandovery) hot shales from the Gulf Kevan 1, TP Doğan 1, TP Soğuktepe 1, TP K. Migo 2, TP G. Hazro 2 and TP-Arco Abdülaziz 1 wells (Fig. 1) have been used to access producible shale oil volume. The samples were analyzed at the Turkish Petroleum Company Research Center using the standard procedures of Espitalié et al. (1980).

Equivalent vitrinite reflectance (Requ) has been used as a maturity indicator in this study. The formula published by Jarvie et al. (2001), where %Requ= 0.018*Tmax-7.16 was applied to the samples.

The correction of S1 for 'evaporative loss' is an important step to restore the present-day

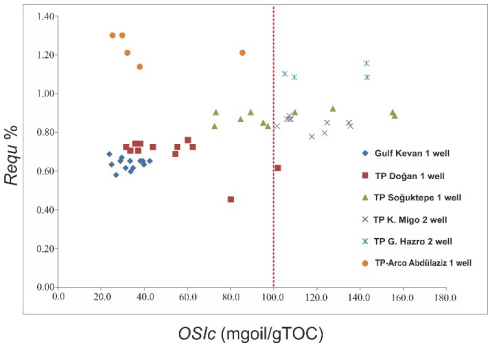
values to original values. Michael et al. (2013) and Andrews (2014) showed that oil API gravity, which is partially controlled by maturity, is a major control on evaporative loss from C_{15}+ (lower boiling-range-point components) and can be represented by equations of Michael et al. (2013);

$\%C_{15}$+ loss= (Oil API gravity-20.799/0.412)

S1 correction factor, $S1_{cf}$ =1/ (1-$\%C_{15}$+loss)

Producible Oil Assessment of the Silurian Dadaş Hot Shales

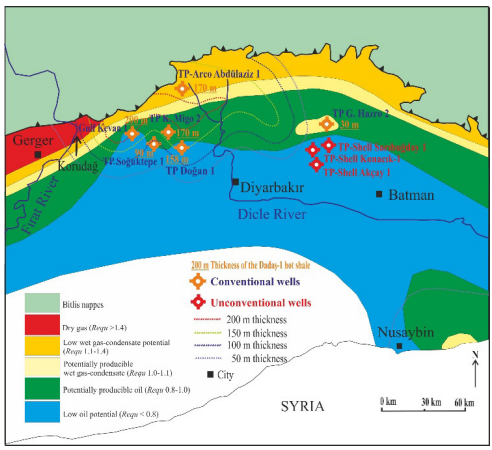
OSI calculations have been made using S1*100/TOC. Because cutting samples were taken from conventional wells and preserved in cloth bags, evaporation loss restoration using oil API gravity values was used. The OSIc values of the mature hot shales of the TP Soğuktepe 1, TP K. Migo 2 and TP G. Hazro 2 wells exceed the 100 mg HC/g TOC cut-off, indicating likely presence of producible volumes of retained oil and wet gas-condensate within the system are present at the well locations (Fig. 2). In contrast, the corrected oil saturation index values for the early mature hot shales present in the Gulf Kevan 1 and TP Doğan 1 wells and over mature hot shales of the TP-Arco Abdülaziz 1 all fell below the 100 mg HC/g TOC cut-off, suggesting the likely lack of producible oil and wet gas-condensate at these locations (Fig. 2). Based on the observed relationship between OSIc values and maturity distribution within the Dadaş hot shales system, 0.8-1.1% Requ appears to be considered as the minimum and maximum level of maturity required for materiality of this unconventional oil and gas play.



Figure, 2: Plots showing relationship between oil retention and thermal maturity of the Silurian hot shales. Note that samples exceeding 100 mg HC/g TOC are located between 0.8 and 1.1% Requ.

Thus, using available data an unconventional resource play map for the Silurian (Llandovery) hot shales in SE Turkey may be constructed (Fig. 3). The map indicates that majority of the hot shales are positioned in the oil and wet gas-condensate window except for a small gas area near Korudag (according to surface samples of Öztürk et al., 2016). The play resource map based on maturity and producible oil volumes (Fig. 3) shows that only certain areas of the oil and wet gas-condensate windows appears to contain potentially producible quantities of hydrocarbons.

Turkish Petroleum (TP) and Shell JV have drilled three wells to test the Silurian (Llandovery) hot shales (Fig. 1). Unfortunately, the TP-Shell Sarıbuğday 1 and TP-Shell Akçay 1 wells were abandoned without hydraulic fracking. Economic production (<50 b/d) was not established in the TP-Shell Konacık 1 well with five stages of hydraulic fracking in the 500 m horizontal leg (Derman, et al., 2017). One possible reason may be the early mature state (<0.8% Requ) of the Dadaş hot shale in the platform area (Fig. 3).



Figure, 3: Thermal maturity, thickness and unconventional resource map of the Silurian (Llandovery) hot shales of the SE Turkey.

CONCLUSIONS

The corrected oil saturation index values of the mature hot shale intervals encountered in the TP Soğuktepe 1, TP K. Migo 2 and TP G. Hazro 2 wells are above the 100 mg HC/g TOC indicating potentially volatile and producible oil and wet gas-condensate. However, the corrected oil saturation index values for the early mature and over mature hot shales within the Gulf Kevan 1, TP Doğan 1 and TP-Arco Abdülaziz 1 wells are below the 100 mg HC/g TOC threshold, indicating the probable absence of commercially producible, volatile and free hydrocarbons. Based on the observed relationship between oil saturation index values and maturity distribution within the Dadaş I hot shales system, 0.8-1.1% Requ appears to be considered as the minimum and maximum level of maturity required for materiality of the Dadaş unconventional play

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University (Project numbers: FUA-2018-30098 and 40214) and by the Turkish Petroleum Company (TP). Well data were used with permission of the General Directorate of Petroleum Affairs of Turkey (Permission Dates and Numbers: 12.18.2018, 458336 and 6.19.2018, 19525). We thank İ. Erdal Kerey (Istanbul Rumeli Univ.), Gilbert Kelling (Keele Univ.), Barry J. Katz (Chevron), Ozkan Huvaz (Shell), Jonathan C. Evenick (BP) for helpful and constructive comments; Erdal Coşkun (TP Exploration Group Manager), Murat Altunkaynak, Mesut Sinanlı (TP Batman Exploration Group) for constructive field study comments and logistical assistance; Ulvi Aydıngün (General Directorate of Petroleum Affairs of Turkey) for helping with well data permission.

REFERENCES

Andrews, I.J. 2014, The Jurassic shales of the Weald Basin: Geology and shale oil and shale gas resource estimation. British Geological Survey for Department of Energy and Climate Change, London, UK.

Aydemir, A., 2011, Comparison of Mississippian Barnett Shale, northern-central Texas, USA and Silurian Dadas Formation in southeast Turkey. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 80, p. 81–93.

Bozdoğan, N., Karabulut, A., Erten, T., **İztan**, Y. H., Cubukcu, A., Korucu, M., 1994, Stratigraphy and Petroleum Potential of the Paleozoic Secession in the Diyarbakır Region of S.E Anatolia. Proceeding of 10th Petroleum Congress and Exhibition of the Turkey, p. 125-139 (in Turkish).

Derman, A., Karataş, C., Guzel, A., Sevinc, S., 2017, Emerging shale plays of Turkey, Unconventional hydrocarbon resource development. In: Forums: North American phenomena or global opportunity.

Interactive poster presentation in the 22nd World Petroleum Congress, 2017, Istanbul, Turkey (unpublished).

Eren, A., 2013, Lower Paleozoic Oil Potential of SE Turkey, Districts X & XI, International Shale Gas and Oil Conference of Turkey. Ankara, 26 p.

Espitalié, J., Madel, M., Tissot, B., 1980, Role of mineral matrix in kerogen pyrolysis: Influence on petroleum generation and migration. AAPG Bulletin, v. 64, p. 59-66.

Jarvie, D. M., 2012, Shale resource systems for oil and gas: Part 2—Shale-oil resource systems. AAPG Memoir, v. 97 p. 89–119.

Jarvie, D. M., Morelos, A., Han, Z., 2001, Detection of pay zones and pay quality, Gulf of Mexico: Aplications of geochemical techniques Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions, v. 51, p. 151–160.

Kozlu, H., Sachanski, V., Goncuoglu, C., 2012, Silurian. Paleozoic of Northern Gondwana and Its Petroleum Potential, A Field Workshop, pp., 61-78 GUIDEBOOK. Kayseri-Turkey.

Lüning, S., Craig, J., Loydell, DK, Storch, P., Fitches, B., 2000, Lower Silurian `hot shales' in North Africa and Arabia: regional distribution and depositional model. Earth Science Reviews, 49, 121-200.

Michael, G. E., Packwood, J., Holba, A., 2013, Determination of in-situ hydrocarbon volumes in liquid rich shale plays. Unconventional Resources Conference. Denver, Colorado, USA, August 2013.

MTA, 2002, Geology maps of Turkey. Ankara, Turkey, 1:500 000 scale (in Turkish).

Öztürk, S. S., Demirel, İ. H., Günay, Y., 2016, Petroleum source rock potential of the Silurian Dadaş shales in the Hazro and Korudağ regions of southeast Anatolia, Turkey. Marine and Petroleum Geology, 75, 53-67.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Siluriyen (Llandovery) Dadaş Şeylinin Mineralojik Bileşimi: Hidrolik Çatlatma Oluşumuna Etkisi

Mineralogical Composition of the Silurian (Llandovery) Dadaş Hot Shales: Implication to Hydraulic Fracture Propagation

Şamil Şen[1], Namık Aysal[1], Ersin Kaygısız[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrrahpaşa, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34119 Beyazıt, İstanbul, Türkiye

samilsen@istanbul.edu.tr

Öz: Gevreklik ve plastiklik terimleri sık oluşmuş doğal kırık zonlarını veya hidrolik çatlatma sırasındaki başarısızlığa meyilli olmayı tahmin için sıklıkla kullanılır. Yüksek silis, feldispat ve karbonat miktarı dış yükler altında doğal ve hidrolik çatlakların gelişimini üreten yüksek gevreklik sağlar. XRD tam kaya analizleri ile Siluriyen (Llandovery) Dadaş şeylinin mineralojik bileşimi Shell-TP Akçay 1, TP Derindere 1, B. Migo 2 kuyularından alınan 16 karot örneği ve TP-Arco Abdülaziz 1, TP Doğan 1, TP K. Migo 2, TP Soğuktepe 1 kuyularından alınan 37 kırıntı örneğinde çalışılmıştır. Buna göre, Dadaş şeylinin toplam kuvars ve karbonat miktarı %21,3-82,1 arasında değişmekte olup, ortalaması 48,6% olarak tespit edilmiştir. Bu şeylin kil miktarı %20,4-77,7 arasında değişmekte ve ortalaması %49,2 dir. Buna göre Dadaş Şeyli yatay ve düşey olarak düşük- yüksek gevrekliğe sahip olup, hidrolik çatlatma oluşumu düşük- yüksek olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dadaş Şeyli, Mineraloji, Hidrolik Çatlatma

Abstract: *The terms brittleness and plasticity are often used qualitatively to predict zones having closely spaced natural fractures or the propensity to fail during hydraulic fracturing. High-silica, feldspar, and carbonate content correspond to greater brittleness to produce natural and induced fractures under external forces. Mineralogical composition of the Silurian (Llandovery) Dadaş hot shales with whole rock XRD analysis has been studied with the 16 core samples of the Shell-TP Akçay 1, TP Derindere 1, B. Migo 2 wells and with the 37 cutting samples of the TP-Arco Abdülaziz 1, TP Doğan 1, TP K. Migo 2, TP Soğuktepe 1 wells. Total quartz and carbonate contents of the Dadaş hot shales chance from 21,3 to 82,1% with an average of 48,6%. Clay contents of the hot shales vary from 20,4 to 77,7% with an average of 49,2%. Thus, the Dadaş hot shales have low to good brittleness along vertically and horizontally depend on stratigraphic cycles which decreases and increases susceptibility to hydraulic fracture propagation.*

Keywords: *Dadaş Hot Shale, Mineralogy, Hydraulic Fracturing*

INTRODUCTION

Black, organic-rich shales that termed as hot shale (Lünning et al., 2000) were deposited many places in North Africa and the Arabian Peninsula during the Silurian (Llandovery). The Silurian (Llandovery) hot shales of Gerger, Diyarbakır, Batman, Nusaybin in the SE Turkey (Şen and Kozlu, 2019; Fig. 1) are represented by the Dadaş I Member (Bozdoğan et al., 1994)

Mineralogy of the Dadaş hot shales were investigated by Ercengiz et al. (2004) in the several wells! near Diyarbakır. They offered that the hot shales contain 30-40% quartz and 30-45% clay. According to the Demirel et al. (2016) mineralogical composition of the hot shales consists of 7,25% quartz, 5.8% feldspar, 20% mica minerals and 60,6 clay in the Korudağ area. Akkoca and Işık (2018) suggest that the hot shales contain 4-9% quartz, 10-27% carbonate and 56-74% clay in the Derindere-1 and Çeltikli-1 wells. The aim of this study is to investigate mineralogical composition of the Dadaş hot shale in more detail with core and well data to predict hydraulic fracture propagation.

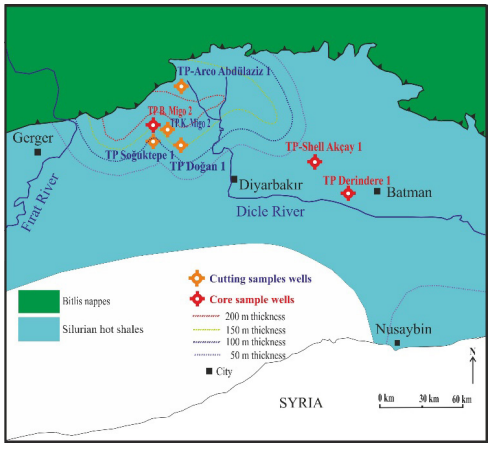


Figure 1, Map of the Silurian (Llandovery) hot shales in the SE Turkey with worked wells (modified from Şen and Kozlu, 2019).

MATERIALS AND METHODS

In this study, a total of 51 samples from the Silurian (Llandovery) hot shales (16 core of Shell-TP Akçay 1, TP Derindere 1, TP K. Migo 2 wells and 37 cutting of the TP Doğan 1, TP Soğuktepe 1, and TP-Arco Abdülaziz 1 wells) have been collected (Fig. 1).

XRD analysis was carried out on a powdered sample with using a GNR APD-2000 Pro diffractometer at the X-ray diffraction laboratory of the Istanbul University–Cerrahpasa, Dept. of Geological Engineering, Mineralogy, Petrography division. Diffraction data was acquired by exposing powder samples to Cu-K_α X-ray radiation, which has a characteristic wavelength (λ) of 1.5418 Å. X-rays were generated from a copper (Cu) anode supplied with a voltage of 40 kV and a current of 30 mA. A goniometer speed of 2θ=1°/min was set during the analyses. The data were collected over a range of 5° to 55° for 2θ values, step size of 0.02°, divergence slit = 0.5 mm and receiving slit = 0.3 mm. Analysis of the X-ray patterns (phase identification) was carried out by using Philips High Score Plus software in conjunction with the JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards) data base.

Mineralogical Composition and Implication to Hydraulic Fracture Propagation

Rock failure, which can be interpreted as a complex function of lithology, mineral composition, total organic carbon (TOC), effective stress, reservoir temperature, diagenesis, thermal maturity, porosity, and type of fluid (Wang and Gale, 2009). The terms brittleness and plasticity are often used qualitatively to predict zones having closely spaced natural fractures or the propensity to fail during hydraulic fracturing. High-silica, feldspar, and carbonate content correspond to a higher Young's modulus, a lower Poisson's

ratio, and greater brittleness (Gatens et al., 1990; Miller et al., 1994; Dong et al., 2017). Although brittleness is controlled by a combination of factors including in situ stress, mineralogical composition, elastic moduli, the presence of pre-existing fractures, and the well completion methods (Yang et al., 2010), shales with high silica, feldspar, or carbonate are more prone than other shales to produce natural and induced fractures under external forces (Gale et al., 2014).

XRD whole rock analysis suggest that the hot shales contain 8,9-47,7% quartz with average of 26,4. Carbonate (calcite and dolomite) contents vary 0-65,7% with average of 22,1%. Total quartz and carbonate contents of the Dadaş hot shales chance from 21,3 to 82,1% with a mean value of 48,6%. Clay contents of the hot shales vary from 20,4 to 77,7% with mean of 49,2 (Fig. 2A). Thus, the Dadaş hot shales have a low to good brittleness along vertically and horizontally depend on stratigraphic cycles which decreases and increases susceptibility to hydraulic fracture propagation. To correlation aims mineralogical compositions of the shale oil and gas producing shales of the North America have given in the Fig 2B (Mews et al., 2019).

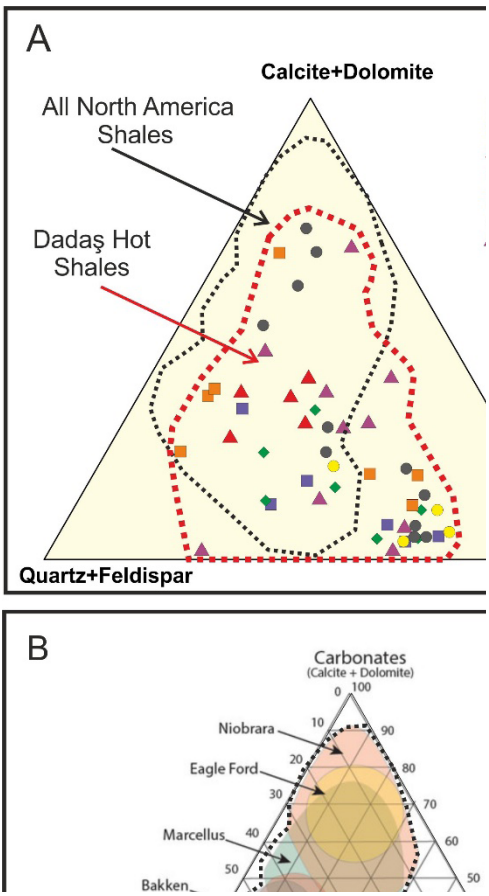


Figure 2, AB Ternary plot of Dadaş hot shales and correlation North America shales.

CONCLUSIONS

Total quartz and carbonate contents of the Dadaş hot shales chance from 21,3 to 82,1% with an average of 48,6%. Clay contents of the hot shales vary from 20,4 to 77,7% with an average of 49,2%. Thus, the Dadaş hot shales have low to good brittleness along vertically and horizontally depend on stratigraphic cycles which decreases and increases susceptibility to hydraulic fracture propagation.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Is-

tanbul University (Project number: FUA-2018-30098) and by the Turkish Petroleum Company (TP). Well data were used with permission of the General Directorate of Petroleum Affairs of Turkey (Permission Date and Number: 12.18.2018, 458336). We thank Erdal Coşkun (TP Exploration Group Manager), Murat Altunkaynak, Mesut Sinanlı (TP Batman Exploration Group) for constructive field study comments and logistical assistance; Ulvi Aydıngün (General Directorate of Petroleum Affairs of Turkey) for helping with well data permission.

REFERENCES

Akkoca, D.B., Işık, Ü., 2018, Geochemistry of Paleozoic Dadaş Shales from the Foreland of Southeastern Turkey, Bismil, Diyarbakır, PERIODICO di MINERALOGIA, 87, 2007-225.

Bozdoğan, N., Karabulut, A., Erten, T., **İztan**., Y. H., Cubukcu, A. and Korucu, M., 1994, Stratigraphy and Petroleum Potential of the Paleozoic Secession in the Diyarbakır Region of S.E Anatolia. Proceeding of 10th Petroleum Congress and Exhibition of the Turkey, p. 125-139 (in Turkish).

Dong, T., Harris, NB., Ayrancı, K., and Yang, S., 2018, The impact of rock composition on geomechanical properties of a shale formation: Middle and Upper Devonian Horn River Group shale, Northeast British Columbia, Canada. AAPG Bulletin, v. 101, no. 2, pp. 177–204.

Ercengiz, S.A., Alper, M.Z., Sancay, R.H., Blair G.J., Ekinci, M.K., 2014, Characteristics of Lower Silurian Rocks as an Unconventional Resource in Diyarbakir Basin, SE Turkey. International Conference & Exhibition, Istanbul, Turkey. AAPG Datapages/Search and Discovery Article #90194

Gale, J. F. W., Laubach, S. E., Olson, J. E., Eichhubl, P. and Fall, A., 2014, Natural fractures in shale: A review and new observations: AAPG Bulletin, v. 98, no. 11, p. 2165–2216.

Gatens, J. M., Harrison, C. W., Lancaster, D. E. and Guidry, F. K., 1990, In situ stress tests and acoustic logs determine mechanical properties and stress profiles in the Devonian Shales: SPE Formation Evaluation, September, SPE 18523, p. 248–254.

Lüning, S., Craig, J., Loydell, D.K, Storch, P., Fitches, B., 2000, Lower Silurian `hot shales' in North Africa and Arabia: regional distribution and depositional model. Earth Science Reviews, 49, 121-200.

Mews, K.S., Alhubail, M.M. and Barati, R.G, 2019, A Review of Brittleness Index Correlations for Unconventional Tight and Ultra-Tight Reservoirs. Geosciences 2019, 9, 319.

Miller, W. K., Peterson, R. E., Stevens, J. E., Lackey, C. B. and Harrison, C. W., 1994, In situ stress profiling and prediction of hydraulic fracture azimuth for the West Texas Canyon Sands Formation: SPE Production and Facilities, v. 9, no. 3, p. 204–210

Öztürk, S. S., Demirel, İ. H. and Günay, Y., 2016, Petroleum source rock potential of the Silurian Dadaş shales in the Hazro and Korudağ regions of southeast Anatolia, Turkey. Marine and Petroleum Geology, 75, 53-67.

Şen, Ş. And Kozlu, H., 2019, Impact of maturity on producible shale oil volumes in the Silurian (Llandovery) hot shales of the Northern Arabian Plate, SE Turkey, AAPG Bulletin, 18 p., (in press).

Wang,F.P. and Gale, J.F.W., 2009, Screening Criteri for Shale-Gas Systems; Gulf Goast Assoc. Geol. Soc. Trans. 2009, 59, 779–793.

Yang, Y., Sone, H., Hows, A., Zoback, M.D., 2013, Comparison of Brittleness Indices in Organic-rich Shale Formations; 47th U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, San Francisco, California USA. 7 p.

ENERJİ KAYNAKLARI VE TEKNOLOJİLERİ

ENERGY RESOURCES AND TECHNOLOGIES

ZÜHTÜ BATI – SADETTİN KORKMAZ – HÜSEYİN KARAKUŞ

Poster/*Posters*

Kolombiya'nın Kömür ve Kömür Kökenli Doğalgaz (CBM) Potansiyeli

Coal and Coalbed Methane (CBM) Potential of Colombia

İlker Şengüler[1], Barış Elçi[1], Oscar Saavedra[2], Margaret Munoz[2], Onur Karakaya[1], Alp Malazgirt[1]

[1]Yıldırım Şirketler Grubu, Yılmaden Holding, Yıldırım Tower, Maslak 1453, İstanbul, Türkiye

[2]Best Coal Company, One Plaza Building, South Tower, Cra 43A No. 5A-113, Medellín, Kolombiya

(ilkersenguler@gmail.com)

Öz: Kolombiya, dünyanın en önde gelen yüksek kaliteli bitümlü kömür üreticilerinden biridir. Ülkenin 4,881 milyon ton (Mt) kanıtlanmış kömür rezervi Güney Amerika'daki en büyük miktardır (ANM, 2016; 2018). La Cesar ve La Guajira'nın (Paleosen) kuzey bölümleri, Kolombiya'nın en büyük kömür yataklarına ev sahipliği yapmaktadır.

Guajira Havzası Kolombiya'nın kuzeyinde deniz kıyısında yer alır ve yerli doğal gaz üretiminin oran olarak en fazla olduğu bölgeyi oluşturur (EPA, 2019).

Kolombiya'nın 4,881 Mt'lık kanıtlanmış kömür rezervinin önemli miktarda kömür kökenli doğalgaz (Coalbed Methane/CBM) potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Ulusal Hidrokarbon Ajansı (National Hydrocarbons Agency/ANH) verilerine göre kömür kökenli doğalgaz (CBM) rezervlerinin 11-35 Tcf olduğu tahmin edilmektedir.

Kolombiya yasalarına göre, Madenler ve Enerji Bakanlığı (Ministry of Mines and Energy/MinMinas) bünyesinde faaliyet gösteren Ulusal Hidrokarbon Ajansı (ANH), kömür kökenli doğalgaz (CBM) da dahil olmak üzere bütün hidrokarbon kaynaklarının aranması ve üretilmesi konusunda yetkili kurumdur.

Kömür endüstrisi, Kolombiya'nın ekonomisinin ayrılmaz bir parçası olmaya devam etmektedir. 2010'dan 2015'e kadar kömür üretimi 75 Mt'dan 85 Mt'a yükselmiş olup, 2020'de 105 Mt'a ulaşması beklenmektedir (BP, 2016); (World Coal, 2016). Kolombiya'nın Türkiye ve Avrupa gibi büyüyen ihracat pazarları karşısında kömür üretimindeki artışı sürdürmesi beklenmektedir. Kömür endüstrisinin Kolombiya'nın ekonomisi üzerindeki etkisi nedeniyle, sermaye yatırımını teşvik etmek için uygun politikalar ve düzenlemeler ülkede mevcuttur.

Anahtar kelimeler: Kolombiya, kömür, kömür kökenli doğalgaz (CBM)

Abstract: *Colombia is one of the world's most prominent high-quality bituminous coal producers. The nation's 4,881 million tonnes (Mt) of proved coal reserves are the greatest in South America (ANM, 2016; 2018). The northern departments of La Cesar and La Guajira (Paleocene) are home to Colombia's largest coal deposits.*

The Guajira Basin is located in northern onshore and just offshore Colombia and has historically accounted for the greatest percentage of domestic natural gas production (EPA, 2019).

Colombia's 4,881 Mt of proved coal reserves are thought to hold significant volumes of coalbed methane (CBM) utilization potential. According to the National Hydrocarbons Agency (ANH), coalbed methane (CBM) reserves are estimated to be 11-35 Tcf.

Under the laws of Colombia, the National Hydrocarbon Agency (ANH), which operates under the Ministry of Mines and Energy (MinMinas), is the organization that authorizes the exploration and production of all hydrocarbon resources, including coalbed methane (CBM).

The coal industry remains integral to Colombia's economy. From 2010 to 2015, coal production grew from 75 Mt to 85 Mt, and by 2020 production is expected to reach 105 Mt (BP, 2016); (World Coal, 2016). Colombia's exposure to growing export markets such as Turkey and Europe will also continue to support coal production growth. Because of the coal industry's impact on Colombia's economy, favorable policies and regulations exist to encourage capital investment.

Keywords: *Colombia, coal, coalbed methane (CBM)*

San Juan Kömürlerinin (Cerrejon, Guajira, Kolombiya) Jeolojik, Kimyasal ve Organopetrografik Özellikleri

Geological, Chemical and Organopetrographic Properties of San Juan Coals (Cerrejon Formation, Guajira, Colombia)

İlker Şengüler[1], Barış Elçi[1], Margaret Munoz[2], Oscar Saavedra[2], Onur Karakaya[1], Alp Malazgirt[1]

[1]Yıldırım Şirketler Grubu, Yılmaden Holding, Yıldırım Tower, Maslak 1453, İstanbul, Türkiye

[2]Best Coal Company, One Plaza Building, South Tower, Cra 43A No. 5A-113, Medellín, Kolombiya

(ilkersengüler@gmail.com)

Öz: San Juan, Kolombiya'nın kuzeyindeki La Guajira bölgesinde büyük bir potansiyele sahip yeraltı kömür madenidir. Bölgede, Kretase yaşlı temel kayaçlar üzerine Tersiyer yaşlı Cerrejon Formasyonu'nun kömür içeren sekansı gelmektedir. Cerrejon Formasyonu (Orta-Üst Paleosen), önemli bir ekonomik kaynak olan bitümlü kömür alanlarından oluşmaktadır. Cerrejon Formasyonu içindeki kömür damarları çok sayıda olup, kalınlıkları birkaç santimetre ile 6 metre arasında değişim göstermektedir.

Cerrejon Formasyonu, kömür yataklarının kalınlığına ve dağılımına göre üç gruba (alt, orta, üst) ayrılmıştır. Tersiyer çökelleri üzerinde ise, San Juan maden alanının da üzerini örten ve 400-700 metre arasında değişen kalınlığa sahip olan Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri yer alır. Cerrejon Formasyonu muhtemelen kıyı düzlüğünde oluşmuş, nemli tropik yağmur ormanları ile örtülmüş ve büyük bir nehir sistemi tarafından kazılmıştır.

San Juan yeraltı maden kömürünün muhtemel rezervi 671.7 milyon tondur. Yapılan değerlendirmeye göre, kömür rezervlerinin %92'si çelik endüstrisinde PCI (toz haline getirilmiş kömür enjeksiyonu) olarak uygundur (MPX, 2012).

San Juan kömürlerinin yaklaşık (proximate) analizlerine göre nem içeriği; (% Ağırlık) 16.2, kül içeriği (% ağırlık) 6.8, uçucu madde içeriği (% ağırlık) 35.2, sabit karbon (% ağırlık) 41.9, toplam kükürt (% ağırlık) 0,49 ve kalorifik değer (kcal / kg) 6289 dir.

Kömür petrografi analizlerinin sonucu San Juan kömürleri vitrinit (%48.3-79.7), ekzinit (% 1.0-6.6), füzünit (%0.3-5.6), semifüzünit (%5.5-25.9) ve mineral maddeden (%0.6-13.3) oluşmaktadır. Vitrinit yansımasına dayanarak (0.5-07 Rm%), San Juan kömürleri yüksek uçuculu bitümlü kömür olarak sınıflandırılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kömür, jeoloji, Cerrejon Formasyonu, San Juan, Kolombiya

Abstract: *San Juan is a large potential underground coal mine located in the La Guajira region in the northeast of Colombia where Cretaceous basement rocks are overlain by coal-bearing Middle-Upper Paleocene Cerrejon Formation. Bituminous coals of the Cerrejon Formation having thicknesses ranging from a few centimeters to 6 meters is an important economic resource. The Cerrejon Formation has been divided into three groups (lower, middle, upper) based on the thickness and distribution of the coal beds. Quaternary alluvial deposits of 400-700 m thickness overlie the Tertiary rocks in the San Juan mine area. The Cerrejon Formation is considered to be deposited in a coastal plain environment, covered in a wet tropical rainforest and incised by a large river system.*

San Juan underground coal mine has a probable reserve of 671.7 million tons. Based on evaluation, 92% of the coal reserve is suitable as a PCI (pulverized coal injection) product to the steel industry (MPX, 2012).

Proximate analyses of San Juan coals are moisture content (Wt. %) 16.2, ash content (Wt. %) 6.8, volatile matter (Wt. %) 35.2, fixed carbon (Wt. %) 41.9, total sulphur (Wt. %) 0.49 and calorific value (kcal/kg) 6289.

The result of coal petrography analyses San Juan coals are composed of vitrinite (48.3-79.7 %), exinite (1.0-6.6 %), fusinite (0.3-5.6 %), semifusinite (5.5-25.9 %) and mineral matter (0.6-13.3 %). Based on vitrinite reflectance (0.5-07 Rm %), the coal of San Juan can classified as high volatile bituminous coal in rank.

Keywords: *Coal, geology, Cerrejon Formation, San Juan, Colombia*

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğünün Hukuki Statüsü

Legal Status of the General Directorate of Mining and Petroleum Affairs

Muradiye Çevikçelik

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, 42090 Meram, Konya, Türkiye (muradiyecvkclk@gmail.com)

Öz: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG), 09.07.2018 tarihli ve 30473 sayılı 3. mükerrer Resmî Gazete'de yayımlanan 703 sayılı Kanun Hükmünde Kararname'nin 118. maddesiyle kurulmuştur. MAPEG'in kurulmasıyla birlikte, Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGEM) ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (PİGM) aynı çatı altında birleştirilmiştir. 15.07.2018 tarihli ve 30479 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 763 ila 784 maddeleri arasında, MAPEG'in teşkilatı, görev, yetki ve sorumlulukları düzenlenmiştir.

Türk idari teşkilatı, Anayasa'nın 123/2 hükmünde belirtildiği üzere, merkezden yönetim ve yerinden yönetim ilkelerine dayanarak örgütlenmiştir. Merkezden yönetim ilkesi, kamu gücünün kullanılmasının ve devletin görmekle yükümlü olduğu kamu hizmetlerinin görülmesinin devlet tüzel kişisi bünyesinde toplanmasını ifade etmektedir. Merkezi idarede devlet kamu tüzel kişiliği olarak adlandırılan tek bir kamu tüzel kişiliği vardır. Yerinden yönetim ilkesi ise bazı kamu hizmetlerinin görülmesinin merkezi idari teşkilatı ve hiyerarşisi dışında yer alan kamu tüzel kişiliğine sahip idarelere bırakılmasıdır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, idari teşkilatta merkezi idarenin başkent teşkilatında yer almaktadır ve devlet tüzel kişiliğinden bağımsız bir kamu tüzel kişiliği yoktur. MAPEG ise 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 766. maddesi uyarınca, kamu tüzel kişiliğine sahiptir. MAPEG kamu tüzel kişiliğine sahip olmasının doğal bir sonucu olarak icrai kararlar alabilecek ve bu kararları re'sen icra edebilecektir. Ayrıca personeli kamu personeli, gelirleri devlet geliri ve malvarlıkları kamu malı olarak kabul edilecektir. Dolayısıyla MAPEG, merkezi idarenin hiyerarşisi dışında örgütlenen yerinden yönetim teşkilatında hizmet yönünden yerinden yönetim kuruluşları arasında yer almaktadır.

MAPEG, kamu tüzel kişiliğine sahip olduğu için merkezi idarenin hiyerarşi denetiminin dışındadır. Ancak kanunla öngörülmüş olmak kaydıyla, merkezi idare MAPEG üzerinde vesayet denetimi yapabilecektir. 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 766. maddesinde MAPEG'in, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın bağlı kuruluşu olduğu ifade edilmiştir. Keza 3046 sayılı Bakan Yardımcılarının Mali Hakları ve Bazı Düzenlemeler Hakkında Kanun'un 19/A hükmünde de bakanlığın bağlı kuruluşların her türlü faaliyet ve işlemlerini denetlemeye yetkili olduğu ifade edilmiştir. Bu hüküm uyarınca Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, MAPEG'in her türlü işlem ve faaliyetlerini denetlemekle yetkilidir.

Bağlı kuruluş, 3046 sayılı Kanun'un 10. maddesinde "bakanlığın hizmet ve görev alanına giren ana hizmetleri yürütmek üzere, bakanlığa bağlı olarak özel kanunla kurulan, genel bütçe içinde ayrı bütçeli veya katma bütçeli veya özel bütçeli kuruluşlardır" şeklinde tanımlanmıştır. Her ne kadar söz konusu düzenleme 703 sayılı KHK'nın 41. maddesiyle ilga edilse de bağlı kuruluşun hizmet ve görev alanının bağlı olduğu bakanlığın görev alanına giren ana hizmetle-

rin görülmesine ilişkin olduğu hususunda kuşku bulunmamaktadır. Bu durum ilgili ve ilişkili kuruluşlara kıyasla bağlı kuruluşlar üzerinde bakanlığın denetiminin daha yoğun olması sonucunu doğurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İdare, idare hukuku, idari teşkilat, idari vesayet, MAPEG

Abstract*: The General Directorate of Mining and Petroleum Affairs (MAPEG) was established by Article 118 of Decree Law No.703 published in the 3rd repetitive Official Journal dated 09.07.2018 and numbered 30473. The General Directorate of Mining Affairs (MİGEM) and The General Directorate of Petroleum Affairs (PİGM) gathered under the same roof of the MAPEG. The MAPEG's organisation, duties, powers and responsibilities are regulated in Article from 763 to 784 of Presidential Decree No.4 published in Official Gazette dated 15.07.2018 numbered 30479.*

As provided for in Article 123/2 of Constitution, Turkish administrative organisation is organized on basis of principles of centralization and decentralization. Centralization comes to mean that use of public power and execution of public services which the state is obliged to give gather into state legal personality. There is only one public legal personality named as state legal personality in central administration. Decentralization comes to mean that execution of some public services are given to public legal personalities out of organization and hierarchy of central administration.

In administrative organisation, Ministry of Energy and Natural Resources is located in capital organisation of central administration. It has not got public legal personality independent of state legal personality. On the other hand, according to Article 766 of Presidental Decree No.4, MAPEG is a public legal personality. As a consequence of this, MAPEG will be able to take executory decisions and execute these decisions ex efficio. In addition, it is regarded that its personnels are as civil servants, its incomes are as public revenues and its goods are as public goods. Therefore MAPEG is one of decentralized institution in service.

MAPEG is out of hierarchy control of central administration because it has public legal personality. However, provided that it is regulated in law, central administration has administrative tutelage over MAPEG. Article 766 of the Presidental Decree No.4 states that MAPEG is an affiliated institution of Ministry of Energy and Natural Resources. Article 19/A of Law No.3046 states that ministry is entitled to supervise all of activities and acts of affiliated institutions. In accordance this article, Ministry of Energy and Natural Resources is entitled to supervise activities and acts of MAPEG.

The affiliated institution was defined Article 10 of Law No.3046: "The affiliated institutions are ministerial institutions with separate budget within general budget or annexed budget or special budget established by special law in order to carry out main services within services and duties of ministry". Althought this article was abolished by Article 41 of Decree Law No.703, services and duties of affiliated institution are related to main services of ministry which institution affiliates to. Therefore in comparison with related and connected institution, there is more intense supervision of ministry over affiliated institutions.

Keywords: *Administration, administrative law, administrative organisation, administrative tutelage, MAPEG*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Niksar Çek-Ayır Havzasındaki Sıcak ve Mineralli Suların Jeokimyasal ve İzotopik Özellikleri

Geochemical and Isotopic Characteristics of Thermal and Mineral Waters in the Niksar Pull-Apart Basin

Hafize Akıllı[1], Önder Kayadibi[2], Halim Mutlu[3], Akın Kürçer[4], Orhan Tatar[5]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[5]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

(hafize.akilli@mta.gov.tr)

Öz: Çek-ayır (pull-apart) havzalarda, tektonik yapıya uygun olarak boşalım yapan çeşitli sıcak ve mineralli su kaynakları vardır. Ülkemizin en önemli aktif doğrultu atımlı fay zonu olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde yer alan Niksar çek-ayır havzasında sıcaklıkları 21-30° C arasında değişen su kaynakları mevcuttur.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülmekte olan "Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Boyunca Gelişmiş Havzaların Ekonomik Potansiyellerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri ile İncelenmesi" başlıklı projede, birbirinden farklı uzmanlık alanlarını kapsayan konular bir arada çalışılmaktadır. Havzalardaki sıcak suların oluşumu, kökeni, ısıtıcı kaynağı, rezervuar kayacı, kimyasal özellikleri vb. özelliklerin ortaya konması söz konusu projenin konuları arasındadır.

Niksar Havzası'ndaki sıcak su kaynaklarında açılan kuyulardan üretilen sıcak akışkanlardan ve çeşitli soğuk su kaynaklarından örneklemeler yapılarak kimyasal ve izotopik özellikler belirlenmiştir. Örneklenen soğuk ve sıcak suların elektriksel iletkenlikleri 388-6140 µmho/cm arasında değişmektedir. Kuyulardan ve kaynaklardan alınan akışkanların sıcaklıkları 31-55°C arasındadır. Sarıyazı sıcak suları Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (IAH)'ne göre bor içeren sodyumlu, klorürlü sıcak ve mineralli sular sınıfına girer ve diğer sulara göre derin dolaşımı ifade eder. Olgunlaşma indeksi 2'den büyük olan Sarıyazı sıcak sularının rezervuar sıcaklıkları Na-K ve Na-K-Mg jeotermometreleri ile sırasıyla 49-72°C ve 49-90°C arasında hesaplanmıştır. İncelenen örneklerin $\delta^{18}O$ içerikleri -5.77‰ ile -13.27‰, $\delta^{2}H$ değerleri ise -67.6‰ ile -94.46‰ arasında değişmektedir. Bu veriler suların meteorik kökenli olduğunu göstermekle birlikte, Şenyurt ve Küresel Meteorik Çizgisinden olan sapmalar ise büyük olasılıkla buharlaşma etkisinden kaynaklanmıştır. Niksar sularının trityum değerleri 0.0 ile 4.65 TU arasındadır. Sarıyazı örnekleri için kaydedilen düşük trityum değeri ve yüksek Cl içerikleri bu suların yeraltındaki dolaşımının derin olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Niksar Havzası, sıcak su, jeokimya, duraylı izotop, jeotermometre

Abstract: *There are various thermal and mineral springs in the pull-apart basins, which discharge in accordance with the tectonic structure. The Niksar pull-apart basin located on the North Anatolian Fault Zone (NAFZ), which is the most important active strike-slip fault zone of Turkey, hosts thermal springs with temperatures between 21 and 30°C.*

In the project entitled "Investigation of Economic Potential of the Basins Developed along the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and the Eastern Anatolia Fault Zone (EAFZ) by Remote Sensing and Geographic Information Systems" conducted by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), various topics covering different areas of expertise are studied. The formation of hot water in the basins, origin, heat source, reservoir rock, and chemical properties are among the topics of this project.

Water samples in the Niksar Basin were collected from hot springs, wells, and some cold springs, and their chemical and isotopic properties were analyzed. The electrical conductivity of cold and hot waters varies from 388 to 6140 µmho/cm. The temperatures of the fluids from wells and springs are between 31 and 55°C. According to the International Association of Hydrogeologists (IAH), the Sarıyazı hot waters are classified as boron-containing sodium, chlorinated hot and mineral waters implying a deeper circulation compared to other waters. The reservoir temperatures of the Sarıyazı hot springs, which have maturation index higher than 2, were estimated 49-72°C and 49-90°C by Na-K and Na-K-Mg geothermometers, respectively. The $\delta^{18}O$ contents of the studied samples range from -5.77 to -13.27‰, and $\delta^{2}H$ values range from -67.6 to -94.46‰. These data show that the waters are of meteoric origin, and deviations from Şenyurt and the Global Meteoric Line are probably due to evaporation effect. The tritium values of Niksar waters vary between 0.0 and 4.65 TU. The low tritium value and high Cl contents recorded for the Sarıyazı samples indicate that these waters have a deep circulation.

Keywords: *Niksar Basin, hot water, geochemistry, stable isotope, geothermometer*

GELECEĞİN YERBİLİMCİLERİ

FUTURE GEOSCIENTISTS

AYKUT AKGÜN – KAAN SAYIT – MUSTAFA AKYILDIZ
BEKİR LEVENT MESCİ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Mustafakemalpaşa Fayı'nın Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri

Geology and Structural Features of the Mustafakemalpaşa Fault

Ünal Kibar, Elif Çakır, İrem Avcu, Bora Uzel

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye (kibarunal@outlook.com)

Öz: Güney Marmara'nın genç dönem deformasyonundan sorumlu ana yapılar; sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterine sahip Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), sağ ve sol yanal doğrultu atımlı faylardan oluşan İzmir-Balıkesir Transfer Zonu ve sağ yanal doğrultu atımlı Eskişehir Fay Zonu olarak özetlenir. Bölgede tanımlanan birçok diri fay segmenti bulunmakta, bunlardan Bursa İli'nin GB'sinde yer alan Mustafakemalpaşa Fayı (MKF), bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır. Bu fay ile ilgili literatür yok denecek kadar az olsa da, son yapılan çalışmalarda sağ yanal doğrultu atımlı fay olarak tanımlanmış ve güncel drenaj ağında yaklaşık 2,5 km sağ yanal ötelenmeye sebep olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın çıkış noktasını, MKF'nin arazide toplanacak fay düzlemi verileri ile kinematik olarak daha detaylı tanımlanması oluşturur. Ayrıca, MKF boyunca ötelenmenin işaret edildiği alan içerisinde bulunan ve MKF tarafından kesilen paleotektonik döneme ait bir dokanağın, jeoloji haritalarında herhangi bir ötelenme göstermemesinin arazide denetlenmesi, bu çalışmanın diğer bir motivasyonudur.

Bu kapsamda yapılan çalışma, MKF'nin 1/25.000 ölçekli haritalanması, fay boyunca yüzlek veren kaya birimlerinin stratigrafik kaya paketlerine ayrılması, fay parçalarının tanımlanması ve fay düzlemlerinden toplanan veriler ile yapılan paleostres analizlerini içermektedir. Çalışma alanında gözlenen kaya birimleri yaşlıdan gence doğru: (i) Permo-Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi, (ii) Üst Kretase yaşlı Ovacık-Burhan Ofiyoliti, (iii) Eosen yaşlı Kızderbent Volkanikleri, (iv) Miyosen yaşlı Soma Formasyonu ve (v) Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimidir. Arazi çalışmaları sonucunda bölgede gözlenen faylar 4 grupta incelenmiştir. Bunlar; (i) Kuvaterner öncesi fay, (ii) olası Kuvaterner fayı veya çizgisellik, (iii) Kuvaterner fayı ve (iv) Holosen fayıdır. Arazide 22 lokasyondan toplanan yaklaşık 400 fay düzlemi verisi WINTENSOR programında değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçları ile bölgedeki yersel gerilme aşamaları ortaya konmuş ve MKF sağ yanal bileşenli oblik/normal fay olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bölgesel ölçekte, batıdan doğuya doğru Yenice-Gönen Fayı ile karakterize olan ve Manyas Fayı boyunca doğuya devam eden sağ yanal doğrultu atımlı faylanmanın, MKF ile en doğuda 'atkuyruğu yapısı' şeklinde normal fay basamaklarına dönüşerek sonlandığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diri fay, Güney Marmara, kinematik analiz, Mustafakemalpaşa Fayı, Kuzey Anadolu Fay Zonu

Abstract: *The main structures responsible for the young period deformation of the South Marmara are summarized as dextral the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) strike-slip fault character, the İzmir-Balıkesir Transfer Zone consisting of right and left lateral strike-slip fault and dextral the Eskişehir Fault Zone. There are many active fault segments around the region and the Mustafakemalpaşa Fault (MKF) on the SW of Bursa Province is the main subject of this study. Even though there is almost no literature about this fault, in recent studies, it is defined as a right-lateral strike-slip fault and it is stated that it causes approximately 2.5 km right-lateral offset in the current drainage network. The starting point of this study is kinematic identification of the MKF with collected data along the MKF. Additionally, another motivation of this study is that in geological maps a paleotectonic contact does not show any displacement, where this 2,5 km offset identified along the MKF.*

In this context, the present study includes; mapping of the MKF in a scale of 1/25000, identification of rock units along the fault and their stratigraphic separation into rock packages, identification of fault segments and their paleostress analysis with fault plane data. The rock units observed in the study area are identified, older to younger: (i) Permo-Triassic Karakaya Complex, (ii) Upper Cretaceous Ovacık-Burhan Ophiolite, (iii) Eocene Kızderbent Volcanics, (iv) Miocene Soma Formation and (v) Quaternary Alluvium. Based on the field studies, faults in the study area were separated into 4 groups. These are classified, older to younger; (i) Pre-Quaternary fault, (ii) probable Quaternary fault or lineament, (iii) Quaternary fault and (iv) Holocene fault. In the field, about 400 fault plane data from 22 locations were collected and analyzed in the WINTENSOR program. Based on the results, the local paleostress conditions in the region were determined and the MKF is defined as a normal/oblique fault with the dextral component. Regionally, the dextral deformation starting from the Yenice-Gönen Fault, continuing to the Manyas Fault, turns into normal fault steps and ends as a 'horsetail structure' at the easternmost along the MKF.

Keywords: *Active fault, South Marmara, kinematic analysis, Mustafakemalpaşa Fault, North Anatolia Fault Zone*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Bursa İli ve Yakın Çevresine Tektonik Açıdan Bir Bakış

A Tectonically Look of the Bursa City and Surroundings

Elif Çakır, Bora Uzel

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(elifcakir96@gmail.com)

Öz: Deprem kuşağı üzerinde yer alan ülkemizin, aletsel ve tarihsel dönemler boyunca sismik aktivitesi oldukça yoğundur. Marmara çöküntü havzasının güneyinde, tektonik açıdan çok kritik bir alanda yer alan ve kentsel yapılaşması ile dikkat çeken Bursa İli, bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır. Kuzeyinde, sismik yönden Türkiye'nin en aktif yapılarından biri olan sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterine sahip Kuzey Anadolu Fay Zonu, güneybatısında kıtasal ölçekli bir tektonik yapı olan İzmir-Balıkesir Transfer Zonu ve güneydoğusunda ise sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan yapılı Eskişehir Fay Zonu bulunan Bursa İli, tektonik konumu açısından oldukça kritik bir yerde bulunur. Bu tektonik konum içerisindeki Bursa şehir merkezinden geçen ve resmi diri fay haritalarında Holosen fayı olarak tanımlanan Bursa Fayı'na ait fay parçaları haritalanmıştır.

Bu çalışma, Bursa İlinden geçen Bursa Fayı'nın 1/25000 ölçekli haritalama çalışmalarını ve kinematik özelliklerinin saptanmasını içermektedir. Bu kapsamda, Bursa Fayı boyunca gözlenen kaya birimleri stratigrafik olarak paketlere ayrılmış, haritalanan fay parçaları boyunca toplanan fay düzlemi verileri ışığında kinematik analiz çalışmaları yapılmış ve Bursa Fayı denetiminde gelişen Kuvaterner yaşlı Bursa havzasının yapısal evrimi ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, Bursa İli ve yakın çevresindeki faylar, yaşlıdan gence doğru: (i) Kuvaterner öncesi faylar, (ii) Kuvaterner fayları ve (iii) Holosen fayları olarak üç grupta incelenmiştir. Kuvaterner öncesi faylar sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterine sahiptir ve genel uzanımları KD-GB olarak haritalanmıştır. Kuvaterner ve Holosen yaşlı faylar ise oblik ve normal fay karakteri sunar ve genel doğrultuları D-B'dır. Bursa İli'nin içinde bulunduğu Bursa havzası boyunca, kuzey ve güney kenar faylarından elde edilen farklı yaşlardaki kinematik veriler, bölgede Kuvaterner öncesinde ve Kuvaterner-Holosen döneminde olmak üzere 2 farklı gerilme dağılımının varlığını ortaya koymaktadır. Bu gerilmeler; (i) Kuvaterner öncesi için KD-GB yönlü sıkışma ile buna eşlik eden KB-GD yönlü genişleme ve (ii) Kuvaterner-Holosen döneminde ise KD-GB yönlü genişleme olarak hesaplanmıştır. Yapılan arazi gözlemleri ve elde edilen kinematik veriler, bölgesel ölçekteki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde Bursa İli'nin Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun güney kolu üzerinde konumlu olduğunu ve gelecekte önemli depremlere ev sahipliği yapabileceğini ve bu sebeple, Bursa Fayı'nın bölgedeki konumuna göre şehir planlamalarının yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu çalışma 117R011 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bursa Fayı, kinematik analiz, Kuzey Anadolu Fay Zonu, yapısal evrim

Abstract: *The seismic activity of our country, which is located in the earthquake zone, is quite intense throughout the instrumental and historical periods. The main subject of this study is Bursa City, which is located in a very critical area tectonically in the south of the Marmara depression. Bursa Province is surrounded by many seismically active structures, such as the dextral North Anatolian Fault Zone at the north, the dextral Izmir-Balıkesir Transfer Zone at the southwest, the dextral Eskişehir Fault Zone at the southeast. In this tectonic context, the fault segments of the Bursa Fault, which is defined as the Holocene fault in the government maps, were mapped through the Bursa city center.*

This study includes mapping of the Bursa Fault in a scale of 1/25000 and collecting of kinematic data of the region. Here, the rock units observed along the Bursa Fault were stratigraphically divided into packages, paleostress analysis was performed in the light of the fault plane data collected along the mapped of the fault segments, and the structural evolution of the Quaternary Bursa basin developed under control of the Bursa Fault was revealed. Fault segments around the Bursa region separated into three groups. These are, from older to younger: (i) Pre-Quaternary, (ii) Quaternary and (iii) Holocene Faults. The NE-SW trending Pre-Quaternary Faults are mainly strike-slip faults, while the E-W trending Quaternary-Holocene faults are normal in character. As a result of the kinematic data collected from the northern and southern margin faults along the Bursa Basin, two different paleostress states were identified. The first one is Pre-Quaternary period associated with the NW-SE trending extension and related NE-SW compression. The second one is Quaternary period associated with the NE-SW trending extension. According to evaluation of the field observation and kinematic data results together with the regional studies, Bursa City is located on the southern branch of the North Anatolian Fault Zone and it can host destructive earthquakes in the future. Thus, these results show that city planning should be made according to Bursa Fault's location in the region. This study is supported by TUBITAK Project, Grant Number of 117R011.

Keywords: *Bursa Fault, kinematic analysis, The North Anatolian Fault Zone, structural evolution*

GEZEGEN JEOLOJİSİ

PLANETARY GEOLOGY

NURGÜL ÇELİK BALCI – ERSİN GÖĞÜŞ – MEHMET YEŞİLTAŞ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Çoklu Sistemlerin Yaşanabilir Bölgelerindeki Ötegezegenler

Exoplanets in Habitable Zones of Multi-Body System

Özgür Baştürk, Ekrem Murat Esmer, Şeyma Torun

Ankara Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bil. Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara, Türkiye
(obasturk@ankara.edu.tr)

Öz: Ötegezegenler, Güneş'ten başka yıldızların etrafında dolanan gezegenlere verilen isimdir. Kayaç bir yüzeyi bulunan bir ötegezegenin yüzeyinde su, barınak yıldızına adına yaşanabilir bölge denen bölgenin içinde bulunması durumunda sıvı halde bulunabilir. Bu bölgenin limitleri barınak yıldızın temel parametreleri olan, kütle, yarıçap, kimyasal bolluk ve en önemlisi yüzey sıcaklığına bağlıdır. Bu faktörler yıldızdan gezegenin birim yüzeyine ulaşan ışıtmayı, dolayısı ile suyun sıvı formda yüzeyde bulunup bulunamayacağını belirler. Tek bir yıldız için yaşanabilir bölgenin sınırlarının belirlenmesi görece basit bir iştir ve çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır. Buna karşın, yıldızların büyük çoğunluğu çoklu yıldız sistemlerinde, bunun önemli bir bölümü de çift yıldız sistemleri içinde ortak bir kütle merkezinin etrafındaki yörüngelerinde bulunurlar. Bu sistemler gezegen araştırmalarında, etraflarındaki olası gezegenlerin keşiflerindeki zorluklar nedeniyle uzunca bir süre ihmal edilmiş olmasına karşın, sistemdeki her iki yıldızın etrafında (gezegen tipi) ya da yıldızlardan birinin etrafında dolanan (uydu tipi) pek çok gezegen keşfedilmiştir. Bu tür sistemlerin yaşanabilir bölgesinin tespiti iki ışıma yapan cismin (yıldızın) varlığı nedeniyle daha güçtür. Buna karşın bu amaçla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada bugüne kadar çift yıldız sistemlerine kütle çekimle bağlı, gezegen (p-type) ve uydu (s-type) tipi gezegenlerin keşfedildiği sistemlerde yaşanabilir bölgenin limitlerinin belirlenerek, bu gezegenlerin bu limitler dahilindeki uzaklıklarda olup olmadığı değerlendirilecektir. Ayrıca bu tür sistemlerin parametreleri ve bu parametreler arasındaki ilişkiler konusunda da değerlendirmeler yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gezegenler, ötegezegenler, çift yıldız gezegenleri, uydu-tipi, gezegen-tipi, yaşanabilirlik, yaşanabilir bölge

Abstract: *Exoplanets are planets orbiting stars other than the Sun. Water can exist in a liquid state on the surface of a terrestrial exoplanet provided that the planet orbits its host star within a favorable region, so-called the habitable zone (HZ). The boundaries of this region depend on the fundamental properties of the host star, its mass, radius, atmospheric constituents, and most importantly on its surface temperature. These factors determine the stellar irradiation received by the planet on its surface, hence whether or not the water will be in a liquid state. For a single star, the calculation of the boundaries of an HZ is relatively simple and has been discussed by a number of studies. However, majority of stars are in multi-stellar systems, mostly in binaries, formed by two stars orbiitng a common center of mass. Although such systems have been neglected in most surveys for exoplanets due to the complications that they bring about, many planets have been found in binary systems so far, orbiting both stars in a circumstellar orbit (p-type planets) or just one of the components (s-type planets). Computation of the boundaries of the habitable zones in those systems is a more challenging task. However, a few attempts have been made which will be discussed within this contribution. We will attempt at deriving the boundaries of HZs in known systems with s-type or p-type planets, determine whether the suggested planets have orbits that are either enclosed within or pass through these boundaries. We will also discuss some of the properties of such systems and the relations between those properties.*

Keywords: *Planets, exoplanets, circumbinary, s-type, p-type, habitability, habitable zone*

Salda Gölü Jezero-Krateri (MARS) İçin Neler Sunuyor?

What Does Lake Salda Mean for Jezero-Crater, MARS?

Nurgül Balcı[1], Yağmur Günes[1], Bradley Garczynski[2], Briony Horgan[2]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Purdue University, West Lafayette, IN, USA

(ncelik@itu.edu.tr)

Öz: Mars'ta yürütülen güncel mineralojik ve jeokimyasal çalışmaların Jezero Krater'in de Mg içeren sulu karbonatların varlığını ortaya koyması ve NASA'nın gelecek Mars 2020 hedefi için bu bölgeyi seçmesi Yerküre'deki benzer alanları çalışmaların odağına taşıdı. Modern karasal ortamlarda hidromanyezit oluşumuna neden olan jeokimyasal/fizikokimyasal ve olası biyolojik süreçlerin ortaya konması erken dönem Mars'ın ne kadar yaşanabilir olduğu konusunda önemli veriler açığa çıkaracaktır.

Bu bağlamda hedefimiz Salda Gölü'nün hidromanyezit içerikli güncel ve sub/fosil stromatolitlerinin oluşumunu kontrol eden prosesleri (biyotik vs. abiyotik) anlamaktır. Gölün değişik lokasyonlarından toplanan stromatolitik mikrobiyal oluşumlarının moleküler biyoloji analizleri fotosentetik ve aerobik heterotrofik mikroorganizmaların oluşturduğu mikrobiyal konsorsiyumu ortaya koymuştur. Aktif ve fosil stromatolitlerde tespit edilen benzer lipit ve $\delta^{13}C$ değerleri güncel oluşumlarda hakim olan ve mikrobiyal konsorsiyumla dengelenen CO_2 döngüsünün gölde stromatolit oluşumlarından sorumlu olduğunu önermektedir. Sub/fosil stromatolit ince kesitlerinde tanımlanan ayrık, kesintili tabakalanma ve mikropeloidal yapılar ile siyanobakteri fosilleri, siyanobakteri aktivitesi sonucu oluşan eksopolimerik (EPS)-organikçe zengin çökelme alanlarına işaret etmektedir. Bu çalışma ile ilk defa Salda Göl'ü stromatolitlerini oluşturan hidromanyezit mineralinin dokusunda aerobik heterotrof ve fotosentetik mikrobiyal konsorsiyumun izleri için güçlü kanıtlar ortaya konmuştur. Gölde ortaya konan bu mikrobiyal simbiyotik ilişki ile mineralojik kayıtlarının anlaşılması yalnızca Yerküre'deki benzer oluşumların değil; aynı zamanda Jezero kraterinde tanımlanan muhtemel paleogöl çökellerinde ki oluşumların kökenine yönelik önemli çıkarımlar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jezero krateri, Mars, Salda Gölü, sulu Mg'ca zengin karbonatlar

Abstract: *Recent mineralogical and geochemical discoveries on Mars have revealed the existence of hydrated Mg-bearing carbonates in Jezero crater, and the fact that NASA has chosen this location as the landing site for its upcoming Mars 2020 rover mission has fueled interests into such environments. Elucidating physicochemical processes responsible for hydromagnesite formation in modern terrestrial environments may provide valuable information for understanding habitability of early Mars..*

In this context, our objective is to understand factors (biotic vs. abiotic) controlling formation of hydrated Mg carbonates preserved in Lake Salda's modern and fossil stromatolites and provide a link for Jezero Crater, Mars. Microbal community structure of the stromatolitic mat samples obtained from the different part of the lake demonstrates a microbial consortium consisted of phototrophic and heterotrophic microorganisms. Similar lipid profile and $\delta^{13}C$ *isotope values of hydromagnesite in active and fossil stromatolites showed that* CO_2 *cycling delicately balanced between photosynthetic and heterotrophic (aerobic) activity as in the active ones may have regulated stromatolite formation in the lake. A discrete, discontinuous lamination and clotted micropeloidal textures with cyanobacterial remnants in the fossil stromatolites likely refer to organic rich depositional area created by cyanobacterial sheaths and exopolymers (EPS) as observed in the modern ones and provide a link to the active microbial mat identified in the modern stromatolites. Our results for the first time provide strong evidences for a close coupling of cyanobacterial photosynthesis and aerobic heterotrophic respiration on hydromagnesite textures involved in the stromatolite formation of Lake Salda. Understanding these microbial symbioses and their mineralized records may provide new insights on the formation mechanism of hydrated Mg-rich carbonates not only for terrestrial geological records, but also for planetary bodies like Mars, where hydrated Mg-carbonate deposits have been identified in possible paleolake deposits at Jezero crater, the landing site of the NASA Mars 2020 rover.*

Keywords*: Hydrated Mg rich carbonates, Jezero crater, Lake Salda, Mars*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kasei Vadisi'nin Jeomorfolojik Evrimi; Mars'ta Buzul, Kıyı, Yamaç Süreçlerinin Karşılıklı Etkileşimi ile İlgili Çıkarımlar

Geomorphological Evolution of the Kasei Valley; Implications for Interactions of Glaical, Coastal, Hillslope Processes on Mars

Deniz Yazıcı, Cengiz Yıldırım, Tolga Görüm

İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(yazicid18@itu.edu.tr)

Öz: Mars içinde bulunduğumuz galaksimizde bize en yakın gezegen olarak her zaman insanoğlunun ilgisini çekmiştir. Son yıllarda gelişen uzaktan algılama teknolojileri Mars gezegeninin yüzeyinin çok yüksek çözünürlüklü olarak çalışılmasına imkân vermektedir. Mars'ın atmosferinin çok ince olması, üzerinde herhangi bir bitki örtüsü gibi yer şekillerini maskeleyen herhangi bir örtünün olmaması jeomorfolojik çalışmalar için bulunmaz bir fırsat oluşturmaktadır. Mars'ta bugün yüzeyde herhangi bir su kütlesi yoktur ancak geçmişte geniş su kütlelerinin ve hatta akarsuların olduğunu gösteren bir sürü jeomorfolojik kanıt bulunmaktadır. Bu unsurların haritalanması, yaşlandırılması ve üzerlerinde morfometrik ölçümlerin yapılması Mars'ın paleo fiziki coğrafyası hakkında çok değerli bilgiler sağlar (Chapman et al., 2010; Milton, 1974; Scott and Carr, 1978; Scott and Tanaka, 1986; Chapman and Scott, 1989; Jöns, 1990, 1991; Chapman et al., 1991; Tanaka and Chapman, 1992; Rotto and Tanaka, 1995; Tanaka et al.,2005). Bu çalışmada Mars'ın Kasei Vadisi için jeomorfolojik haritalama yapılmış ve yerşekilleri krater boyut-frekans dağılımı yöntemi kullanılarak yaşlandırılmıştır. Yaptığımız jeomorfolojik yaşlandırmalar vadinin minimum yaşı 3.36 ± 0.50 Milyar yıl olan bir yüzey içerisinde muhtemelen eski bir buzul tarafından açıldığını ve vadi tabanının minimum 350 ± 40 Milyon yıl önce bugünkü seviyesine indiğini ve vadi yamacında minimum 18 ± 8 Milyon yıl önce vadi yamaçlarındaki döküntü ve birikinti yelpazelerinin oluştuğunu göstermektedir. Vadinin yukarı çığırlarında döküntü yelpazelerinin ve heyelanların vadi tabanını tıkaması sonucu birbirlerinden şelale ile ayrılan iki ayrı göl oluşumu belirlenmiştir. Yukarı göl tabanından elde ettiğimiz yaşlar minimum 2.56 ± 0.057 Milyon yıl vermektedir. Yukarı gölün 4 seviyedeki kıyı çizgileri gölün başlarda yavaş bir şekilde çekildiğini daha sonra ise hızlı bir şekilde ortadan kaybolduğunu göstermektedir. Bu sunumda bu verilerin ışında Marsın paleo fiziki coğrafyası ile ilgili çıkarımlar sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mars, Kasei Vadisi, jeomorfoloji, yaşlandırma, yüzey süreçleri

Abstract: *Mars has always attracted the attention of humankind as the closest planet in our galaxy. In recent years, remote sensing technologies have enabled the surface of the planet Mars to be studied with very high resolution. The very thin atmosphere of Mars and the absence of any cover masking the landforms like any vegetation provide a unique opportunity for geomorphological studies. There is no surface water on the surface of Mars today. However, there is a lot of geomorphological evidence in the past that shows presence of large water bodies and even rivers. The mapping, age dating and morphometric measurements of these factors provide valuable information about the paleo physical geography of Mars (Chapman et al., 2010; Milton, 1974; Scott and Carr, 1978; Scott and Tanaka, 1986; Chapman and Scott, 1989; Jöns, 1990, 1991; Chapman et al., 1991; Tanaka and Chapman, 1992; Rotto and Tanaka, 1995; Tanaka et al.,2005). In this study, statistical analysis of the crater size-frequency distributions (CSFDs) of the impact craters of the planet Mars surface was derived from the absolute ages based on the remote sensed image data. Our geomorphological age dating shows that the valley was probably opened by an ancient glacier on a surface with a minimum age of 3.36 ± 0.50 Ga. We can infer that the valley floor was incised to its current level of at least 350 ± 40 Ma before and minimum 18 ± 8 Ma before debris fans and maybe alluvial fans cover hillslopes of the valley. In the upper course of the valley, the formation of two different lakes separated by waterfall was determined as a result of the debris fans and landslides blocking the valley floor. The floor age of the valley is 2.56 ± 0.057 Ma. The presence of four levels of shorelines on the upper lake indicate gradual drop of lake level in the beginning but later on rapid disappearance of the lake. In this presentation, implication about paleo physical geography of Mars will be presented in the light of these data.*

Keywords: *Mars, Kasei Valley, geomorphology, age-dating, surface processes*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Petrografi, Mineral Kimyası ve Jeokimya Verileri ile Çanakkale Meteoritinin Sınıflandırılması

Classification of the Çanakkale Meteorite with Using Petrography, Mineral Chemistry and Geochemistry Data

Namık Aysal[1], Burak Öztürk[2], Hasan Hüseyin Esenoğlu[3], Ersin Kaygısız[4], Mehmet Yeşiltaş[5], Sinan Öngen[1]

[1]İstanbul Üniverstesi - Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniverstesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34119 Beyazıt, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Üniverstesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 34119 Beyazıt, İstanbul, Türkiye

[4]İstanbul Üniverstesi-Cerrahpaşa, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, 34325 Avcılar, İstanbul, Türkiye

[5]Kırklareli Üniverstesi, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü, Lüleburgaz, Kırklareli, Türkiye

(aysal@istanbul.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada 1964 yılında Çanakkale'ye (40°8′44″K; 26°24′23″D) düşen (orijinal kütlesi yaklaşık 4 kg) Çanakkale meteoritinin mineralojisi, petrografisi, jeokimya ve mineral kimyası detaylı olarak incelenmiştir. Silikat ve opak minerallerin petrografisi, mineral bileşimi ve kimyası polarizan mikroskop, X-Ray difraktometre (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Laser Aşındırmalı – İndüklenerek Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (LA-ICP-MS) yöntemleriyle araştırılmıştır. Opak mineralli camsı – mikro kristalli matriks içerisinde, boyutları 2 mm'ye ulaşan olivin kondrül, enstatit kondrül ve kriptokristalen kondrülden oluşan meteorit parçalarının karakteristik özellikleri tanımlanmıştır. Meteoritin dış kısmında kalınlığı yaklaşık 0.6 mm olan kahverengimsi/siyah renkli bir ergimiş kabuk bulunmaktadır. Meteoritin ana mineral bileşimini olivin, ortopiroksen ve plajioklas oluşturur. Opak mineral fazları troilit, taenit, kamasit ve kromit ile temsil edildiği görülmektedir. Meteoritin ana oksit değerleri SiO_2 % 37.55 – 40.67, TiO_2 % 0.098 – 0.11, Al_2O_3 % 2.23 – 2.39, Fe_2O_3 % 29.03 – 30.63, MgO % 22.36 – 26.02, CaO % 1.77 – 1.83, Na_2O % 0.94 – 0.99 ve K_2O % 0.11 olarak belirlenmiştir. SiO_2'ye karşı $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diyagramında Çanakkale meteorit örneği sıradan kondrit alanına düşmektedir, CaO/Al_2O_3 karşı $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diyagramında da Çanakkale meteorit örneği diğer sıradan kondritlerle uyumlu bir gidiş izlemektedir, dolayısı ile meteoritin sınıfı ve türü teyid edilmiştir. Primitif mantoya normalize çoklu element örümcek diyagramında Cs, Rb, Th, U, Ta, K, Pb ve P elementlerinde zenginleşme; Ba, Nb, La, Ce, Pr ve Sr elementlerinde fakirleşme görülmektedir. Kondrit normalize örümcek diyagramında La, Ce, Sm, Gd, Tb, Er ve Yb elementlerinde hafif zenginleşme; Pr, Nd, Eu, Dy, Ho, Tm ve Lu elementlerinde hafif fakirleşme görülmektedir. Bu elementel zenginleşme ve fakirleşmelerin, diğer destekleyici verilerle birlikte, meteoritin geldiği asteroitin geçirdiği evrelerin ve bu evrelerin kimyasal etkilerinin ortaya koyulması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale meteoriti, Sıradan kondrit, jeokimya

***Abstract**: The Çanakkale meteorite was observed to fall near the (40°8'44"N; 26°24'23"E) Çanakkale city (the total mass is about 4 kg) in Western Turkey in 1946 and its mineralogy, petrography, geochemistry and mineral chemistry are described in this study. The petrography, mineral composition and mineral chemistry of silicate and opaque minerals were studied using polarising microscope, X-Ray diffractometer (XRD), scanning electron microscope (SEM) and laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) methods. The characteristic features of the meteorite fragments are described olivine chondrules, enstatite chondrules and cryptocrystalline chondrules, which were up to 2 mm in diameter in a glassy – micro granular matrix with opaque minerals. The fusion crust has a brownish/black colour with a thickness up to 0.6 mm on the outside of meteorite. The main mineral assemblages of the meteorite consist of olivine, orthopyroxene and plagioclase. Opaque mineral phases are represented by troilite, taenite, kamacite and chromite. The major oxide contents of the meteorite are found to be as follows; SiO_2 37.55–40.67, TiO_2 0.098 – 0.11, Al_2O_3 2.23 – 2.39, Fe_2O_3 29.03 – 30.63, MgO 22.36 – 26.02, CaO 1.77–1.83, Na_2O 0.94 – 0.99 and K_2O 0.11 wt.%. In SiO_2 vs. $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diagram, the Çanakkale meteorite falls into the ordinary chondrite region, and CaO/Al_2O_3 vs. $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diagram it shows a coherent trend with other ordinary chondrites. In primitive mantle normalized multi element spidergram Cs, Rb, Th, U, Ta, K, Pb and P elements show enrichment; Ba, Nb, La, Ce, Pr and Sr elements demonstrate depletion. In the chondrite normalized spidergram La, Ce, Sm, Gd, Tb, Er and Yb elements show slightly enrichment, and Pr, Nd, Eu, Dy, Ho, Tm and Lu elements show slightly depletion. On the basis of these elemental enrichments, depletions and other complementary data, we aim to investigate asteroidal processes as well as their chemical effects.*

***Keywords:** Çanakkale meteorite, Ordinary chondrite, geochemistry*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

NWA 11474 Ay Meteoritinin Spektroskopik ve Mikroskopik Teknikler ile İncelenmesi

Investigation of NWA 11474 via Spectroscopik and Microscopic Techniques

Mehmet Yeşiltaş[1], Melike Kaya[2]

[1]Kırklareli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü, Lüleburgaz, Kırklareli, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ankara, Türkiye

(myesiltas@knights.ucf.edu)

Öz: Ay'ın yüzeyi, oluşumundan itibaren değişikliklere uğramaktadır. Yüzeyde bulunan materyaller de bu sebeple hem içerik hem de yapısal olarak değişmektedir. Ay meteoritleri, bu değişikliklerin anlaşılmasında önemli rol oynamakta ve Ay'ın jeolojik ve kimyasal açıdan geçmişinin anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Ay'ın kabuğu genellikle plajiyoklas, feldispat, piroksen, olivin ve ilmenit içermekle birlikte az miktarda da olsa yapısında potasyum feldispat, oksit mineralleri, kalsiyum fosfat, zirkon, trolit ve demir metallerini barındırmaktadır. Kuzeybatı Afrika 11474 (NWA 11474) meteoriti 2017 yılında bulunmuştur ve Uluslararası Meteorit Topluluğu tarafından Ay meteoriti olarak sınıflandırılmıştır. Bu meteoritten kalın bir kesit tarafımızca numune sahibinden temin edilmesinin ardından spektroskopik ve mikroskopik laboratuvar incelemeleri için ince kesit olarak hazırlanmıştır.

NWA 11474'ün sahip oluğu kimyasal fazları ve bunların farklılıklarını incelemek üzere meteorit örneğinin yüzeyindeki birçok bölgeden nano-FTIR ve mikro-Raman spektrumları toplanmıştır. 675 cm-1 ve 1015 cm-1 civarındaki Raman piklerinden, NWA 11474'ün bol miktarda piroksen içerdiği anlaşılmatadır. 840 cm-1 civarındaki dublet olivin'den dolayı ortaya çıkmakta ve toplanan spektrumların sadece bazılarında bulunmaktadır. Nano-FTIR spektrumlarının 1200-800 cm-1 bölgesinde ortaya çıkan pikler Si-O titreşimlerinden dolayı olmakla beraber pik pozisyonlarında ~20-30 cm-1 kayma göstermektedir. Bu spektral farklar silikat minerallerinin moleküler farklılıklarından dolayı olmakta ve silikat minerallerinin alt gruplarını belirlememize yardımcı olmaktadır. Ayrıca nano-FTIR spektrumlarından yola çıkarak bu moleküler yapılar 20 nm yüzeysel çözünürlük ile daha yakından incelenmektedir. Sonuç olarak, ilk incelemelerimiz ile NWA 11474'ün farklı kimyasal içeriğe sahip çeşitli mineraller içerdiğini belirlenmiş ve mevcut olan alt mineral gruplarını kızılötesi ve Raman spektroskopik teknikleri ile ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ay, meteorit, Raman, kızılötesi, spektroskopi

Abstract: *Surface and the chemical content of the moon changes since the formation. Lunar meteorites play an important role for understanding such changes and enable us to learn about geological and chemical history of the moon. Lunar crust consists mostly of plagioclase feldspar, pyroxene, olivine and ilmenite while there is contribution, to a lesser extent, from potassium feldspar, oxide minerals, calcium phosphates, zircon, troilite or iron metal. Northwest Africa 11474 (NWA 11474) was found in 2017, and it was subsequently classified as a Lunar meteorite. We acquired a slab of this meteorite from owner of the main mass and prepared a thin section for our spectroscopic and microscopic investigations.*

In an effort to identify various chemical phases and their diversity in NWA 11474, we collected nano-FTIR and micro-Raman spectra from multiple regions on the surface of the sample. Evident from the 675 cm-1 ve 1015 cm-1 peaks, NWA 11474 seems to contain abundant pyroxene. A doublet centered near 840 cm-1 is due to olivine and is observed in the spectra of some of the phases. Nano-FTIR spectra show silicate bands between 800-1200 cm-1 that are due to Si-O vibrations, although ~20-30 cm-1 variations in the peak positions exist and are indicative of difference in the molecular composition of silicates. These variations help us identify different endmembers of silicates. These molecular structures are being studied in detail with 20 nm spatial resolution. As a result, minerals with varying chemical composition were identified in NWA 11474 through our investigations and present endmembers were shown cia infrared and Raman spectroscopic techniques.

Keywords: *Moon, meteorite, Raman, infrared, spectroscopy*

Dünyada Yapılan Asteroid Araştırmalarına Bir Örnek ve Bu Konu Hakkında Neler Yapılabileceğinin Asteroid Jeolojisi Ekseninde Değerlendirilmesi

An Example of Asteroid Research in the World and Evaluation of What Can Be Done About This Subject on the Axis of Asteroid Geology

Mithat Emre Kıbrıs[1], Can Ayday[2]

[1]Argejeo Mühendislik ve Danışmanlık, 06170 Yenimahalle, Ankara, Türkiye

[2]Coğrafi Veri Modelleme San. ve Tic. Ltd. Şti., 26470 Eskişehir, Türkiye

(argejeo@argejeo.com)

Öz: Uzayda yapılan her araştırma Jeoloji olmadan yapılamaz. Jeoloji konusunda bilgi sahibi olmadan ne uzaya gidilebilir ne de Ay' da ve Mars'ta araştırma yapılabilir. Uzay konusunda araştırma yapan ve araştırmalarını geliştirmek isteyen gelişmiş ülkeler önceliği Jeolojiye vermektedirler.

Asteroidler, Güneş Sistemimiz ve gezegenlerin oluşumuna yönelik birçok bilgi sunar. Bununla birlikte Dünya'da doğal kaynakların biteceğini öngören gelişmiş ülkeler maden aramalarını yeryüzünden gökyüzüne çevirmişlerdir. Bu konuda asteroidlere önem vermişler ve araştırmalarını bu cisimlere yöneltmişlerdir.

Asteroidlerin Güneş Sistemimizin oluşumundan kalan malzemeler olduğu düşünülmektedir. Çoğu, Mars ve Jüpiter' in yörüngeleri arasında olan Asteroid Kuşağında bulunmakta olup kaya ve metalden oluşmaktadırlar. Asteroidlerin bu özelliği, onları maden konusunda önemli bir konuma getirmiştir. Güneş sisteminde 2014 yılında yapılan araştırmaya göre toplamda 600.000' den fazla asteroid bulunmaktadır.

1980' lı yılların sonu ve 1990' lı yılların başından beri gelişmiş ülkeler, asteroidler üzerinde çalışmalara ve araştırmalara başlamışlardır. Günümüze kadar bu konuda yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların büyük kısmı ABD'de ve NASA öncülüğünde başlamıştır. 1990 yılında International Space University (ISU) yapılan Yaz Okulundaki International Asteroid Mission (IAM) projesi öğrencilerin bu konuda 30 yıl önce neler düşündüklerinin ve planladıklarını anlamak için güzel bir örnektir.

Bu çalışmada, IAM Projesi içinde planlanan görüşler ve düşünceler anlatılmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra, Türkiye'de neler yapılabileceği konusunda görüşler öne sürülmeye çalışılmıştır. Türkiye'de geleneksel jeolojinin yeni teknolojiler kullanarak astrojeoloji, gezegen jeolojisi, ay jeolojisi ve asteroid jeolojisi gibi konulara girme zamanının geldiği bilinmelidir.

Anahtar Kelimeler: Astrojeoloji, asteroid jeolojisi, ay jeolojisi, gezegen jeolojisi, international asteroid mission (IAM)

Abstract: *Not all research in space can be done without geology. Without knowledge of geology, neither space can be explored nor research on the Moon and Mars. Developed countries that research on space and want to improve their research on space and want to improve their research give priority to Geology.*

Asteroids provide a lot of information about our Solar System and the formation of planets. Nevertheless, developed countries, which foresee the end of natural resources in the World, have turned their mineral exploration from the earth to the sky. They have give importance to aseroids in this subject and directed thier research to these objects.

Asteroids are thought to be leftover material from the formation of our Solar System. Most are found in the Asteroid Belt, a doughnut-shaped ring which lies between the orbits of Mars and Jupiter, and are composed of rock and metal. This feature of asteroids has made them an important position in mining. According to the 2014 survey there are more than 600.000 asteroids in total in the solar system.

Since the late 1980s and early 1990s, developed countries have begun working on and researching asteroids. To date, there are numerous researches on this subject. Most of the work started in the United States with NASA. The International Asteroid Mission (IAM) project at the Summer School of the International Space University (ISU) in 1990 is a good example of what students think and plan about 30 years ago.

In this study, the opinions and thoughts planned within the IAM Project are tried to be explained. In addition to this, what can be done opinions tried to led about in Turkey. It should be known that, the time has come to enter in to new topics by using new technologies such as the astrogeology, asteroid geology, lunar geology and planetary geology in addition to traditional geology in Turkey.

Keywords: *Astrogeology, asteroid geology, lunar geology, planetary geology, international asteroid mission (IAM)*

Güneş Sistemimizdeki En Yüksek Dağ' ın Morfolojik Özellikleri, Jeolojik Yapısı ve Evrimsel Süreci Üzerine Bir İnceleme: Olympus Mons, Mars

A Study on the Morphological Properties, Geological Structure and Evolutionary Process of the Highest Mountain in Our Solar System: Olympus Mons, Mars

Mithat Emre Kıbrıs[1], Can Ayday[2]

[1]Argejeo Mühendislik ve Danışmanlık, 06170 Ankara, Türkiye

[2]Coğrafi Veri Modelleme San. ve Tic. Ltd. Şti., 26470 Eskişehir, Türkiye

(argejeo@argejeo.com)

Öz: Babil mitolojisinde Nergal, Hint mitolojisinde Mangala, Yunan Mitolojisinde Ares olarak bilinen, antik Roma'da savaş tanrısı olan Mars, kızıl renginin kanı çağrıştırmasından dolayı asırlar boyunca insanoğlu tarafından izlenen ve merak uyandıran gezegene adını vermiştir. Mars, Dünyamızdakine benzer volkanlar, vadiler, çöller, yüzey şekilleri ve buzullarıyla yaşam izlerinin aranmasında ve canlılığın kökenlerinin araştırılmasında insanlığın ilgisini hep üzerinde bulundurmuştur. Bu ilginin sonucu olarak başlayan insanoğlunun Mars'ı yakından inceleme girişimleri çeşitli ülkelerin uzay programı çalışmalarından sorumlu olan kurumlarıyla hayat bulmuştur. Bu kurumlardan bir tanesi olan NASA kapsamında 1964 yılında başlayıp 1971 yılında Mariner 9' un Mars yörüngesine sokulan ilk başarılı uzay aracı olması, Viking 1 ve 2' nin yörüngeye giren ve Mars yüzeyine robot yollayan ilk görevler olması 1996' da Sojourner ve Pathfinder' ın Mars'ta bulunan Ares vadisine inerek kayaların yapısını analiz etmesiyle, 2001' de Mars Odyssey Mars yörüngesinde dolanarak yüzeydeki su dağılımının haritasını çıkarmasıyla, 2003 yılında Mars Express'in Güney Kutbunda su keşfetmesiyle yine 2003' te Spirit ve Opportinity' nin Mars'ın geçmişinde iklimine yönelik tespitlerde bulunması, 2011 de Curiosity 'nin Mars yüzeyinde Gale Kraterini inceleyip kaya, toprak ve hava analizleri yapması ve en son 2018'de Mars yüzeyine ulaşan Insight uzay aracının sismik ve sondaja dayalı yöntemlerle Mars yüzeyinin derinliklerine inerek gezegenin hayati belirtilerini ölçecek olmasının yanı sıra gezegenin oluşum süreçlerinin işaretlerini de arayacak olmasıyla devam etmektedir.

Mars datumuna göre 21 km' lik yükseklikte ve kendini çevreleyen ovalardan 24 km' nin üzerinde mesafeye uzanan yüksekliğiyle Güneş Sistemimizin bilinen en yüksek volkanik kalkanı olma özelliği taşıyan Olympus Mons, Mars' ın Tharsis kalkanının kuzeydoğu tarafında bulunmaktadır. Bu çalışmada, NASA tarafından şimdiye kadar gerçekleştirilip başarılı olan Mars görevlerinden elde edilmiş olan veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama prensipleriyle Jeoloji ekseninde değerlendirilmiştir. Bu prensiplerle Olympus Mons' un morfolojik özellikleri, jeolojik yapısı ve evrimsel sürecine yönelik değerlendirmelerde bulunulmaya çalışılmış, sadece volkanik kökenden değil aynı zamanda tortullardan da oluştuğu ve bazı kısımlarında da buzullaşma emareleri olduğunun ortaya konulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mars, Olympus Mons, gezegen jeolojisi, astrojeoloji, uzaktan algılama, fotojeoloji

Abstract: *Known as Nergal in Babylonian mythology, Mangala in Indian mythology, Ares in Greek Mythology, Mars, the god of war in ancient Rome, gave his name to the planet because of the red color that evokes blood, which was followed by mankind for centuries and caused curiosity. Mars, the volcanoes, valleys, deserts, surface shapes and glaciers similar to those in our world have always kept the interest of humanity in the search for life traces and the origins of life. As a result of this interest, mankind's attemps to study Mars closely came to life with the institutions responsible for the space program studies of various countries. NASA, one of these institutions, started in 1964 and in 1971, Mariner 9 was the first successful spacecraft to be put into Mars orbit, Viking 1 and 2 being the first missions to enter orbit a robot on the surface of Mars, In 1996 Sojourner and Pathfinder analyzed the structure of the rocks by landing in the Ares valley on Mars, Mars Odyssey in 2001, mapping the surface water distribution in Mars orbits, Mars Express in South Pole in 2003 by exploring the water, again in 2003, Spirit and Opportinity's Mars in the past in the climate for the determination, in 2011 Curiosity Mars Gale Crater on the surface of the rock, soil and air analysis to make, and the latest in 2018, the InSight spacecraft, which reaches the surface of Mars, continues with the seismic and sonde-based methods to measure the vital signs of the planet by going deeper into the surface of Mars, as well as by the signs of the formation of the planet.*

Olympus Mons is the hishest volcanic shield known to our Solar System, with a height of 21 km and a distance of over 24 km from the surrounding plains, according to the Mars datum. Olympus Mons is located on the northeast side of Tharsis shield of Mars. In this study, the data obtained from the Mars missions that have been performed and succeeded by NASA have been evaluated on the Geology axis with Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing principles. With these principles, it has been tried to make evaluations on the morphological characteristics, geological structure and evolutionary process of Olympus Mons. It is aimed to show that it is formed not only volcanic origin but also the sediments and some parts show signs of glacialization.

Keywords: *Mars, Olympus Mons, planetary geology, astrogeology, remote sensing, photogeology*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yaş Tayin Yöntemleri ve Lunae Planum, Mars'ın Kronolojik Stratigrafisi

Age Determination Methods and Chronological Stratigraphy of the Lunae Planum, Mars

Oğuzcan Karagöz[1], M. Ersen Aksoy[2], Gino Erkeling[3,4]

[1]Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, The Institute of Earth and Environmental Sciences, Department of General Geology and Structural Geology, Albertstrasse 23-B 79104 Freiburg, Germany

[2]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Kötekli, Muğla, Türkiye

[3]Institut für Planetologie, WestfälischeWilhelms Universität Münster, Germany.

[4]German National Library for Science and Technology, Information Centre of the Leibniz, Germany

(karagoz@daad-alumni.de)

Öz: Lunae Planum, Mars'ın Valles Marineris bölgesinin uzak kuzeyindeki Tharsis dörtgeni (MC-10) üzerinde yer alan geniş bir taşkın bazalt havzası olup 20 - 40 ° K ve 55 - 75 ° D enlemlerinde kadar uzanmaktadır. Havza topografyası Tharsis Montes yükseliminden doğuya doğru gidildikçe 800 m ile -750 m arasında değişmektedir. Havza, gezegen bilimi açısından her daim bir ilgi odağı olmuş, çalışma alanı olarak sıkça tercih edilmiş ve ziyaret edilmiştir (Viking I Misyonu). Lunae Planum havzasının Tharsis volkanizması kökenli düşük viskoziteli bazaltik lavlardan oluştuğunu ve volkanizmanın Noachian (Nhr) - Hesperian (Hr) yaşlı olduğunu göstermiştir [1]. Bu bazalt katmanları için 1 km den az ve 3 km den fazla olmak üzere farklı kalınlıklar önerilmiştir [2], [3], [4], [5]. Ayrıca bölgede, mutlak yaşları 3.9 Ga ila 3.6 Ga arasında hesaplanmış bir dizi kalıntı kırışık sırtları yer almaktadır [4], [6]. Lunae Planum havzasının jeolojik evriminin bazı önemli yönleri henüz anlaşılamamıştır ve bölgenin ayrıntılı bir jeoloji-jeomorfoloji haritası yoktur. Bu eksiklik, Lunae Planum'un jeolojik evrimiyle ilgili temel jeolojik problemlerin çözülmesinde çok sayıda tartışmaya sebep olmaktadır.

Bu tartışmalara katkı sağlamak amacıyla,Lunae Planum havzasının jeomorfolojik birimleri, yeniden yüzeylenme olayları, ve jeokronolojik özellikleri tanımlanmaya ve bu bilgiler ışığında jeolojik evrimi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çerçevede, A.B.D. Jeoloji Servisi'nin önerdiği standart haritalama prosedürlerini kullanarak Lunae Planum bölgesinin 1:1 milyon ölçekli bir jeolojik haritası hazırlanmıştır. Haritalama çalışması, yaklaşık 6 m/piksel çözünürlükteki 500'den fazla Mars Reconnaissance Orbiter Context Camera (CTX) görüntüsü bir araya getirilerek elde edilen mozaik uydu görüntüsü üzerinden gerçekleştirilmiştir. Lunae Planum havzası içerisindeki vadiler ve jeomorfik elemanları, afetsel boyuttaki taşkın kanalları, meteor kraterleri, çukurluklar ve kırışık sırtları bu CTX görüntüleri üzerinden tanımlanmış ve haritalanmıştır. Ek olarak, bu jeomorfolojik birimlerin zamansal ilişkilerini anlamak için Krater boyut frekans dağılımı (KBFD) ve Tampon krater sayma (TKS) yaş tayin yöntemleri kullanılmıştır. Ancak bölgedeki aşırı erozyon etkisinden dolayı TKS yöntemi çoğunlukla tercih edilmiştir. TKS yöntemi, özellikle KBFD yönteminden ziyade yeniden yüzeylenme etkisi altındaki morfolojik yüzeyler için daha küçük bir alanda etkili bir şekilde uygulanabilir [7]. Birimler için

elde edilen 3.6 Ga yıldan 1.2 Ga kadar değişen yeniden yüzeylenme yaşları, birimleri çevereleyen morfolojilerle karşılaştırarak değerlendirildi. Her morfolojik birim için mutlak yaş sonuçları birleştirildi ve kronolojik stratigrafi üretildi.

Anahtar Kelimeler: Lunae Planum, kronolojik stratigrafi, Krater boyut frekans dağılımı (KBFD), Tampon krater sayma (TKS)

Değinilen Belgeler

[1] Scott, D.H., Tanaka, K.L., 1986. Geological Map of the Western Equatorial Region of Mars. s.25.

[2] De Hon, R.A., 1982. Journal of geophysical Research, Solid Earth, 87, B12, 9821-9828.

[3] Frey, H., 2006. Journal of Geophysical Research-Planets, 111, E8.

[4] Platz, T., Michael, G.G., Neukum, G., 2010. Earth and Planetary Science Letters, 293, 3, 388-395.

[5] Watters, T.R., 1991. Journal of Geophysical Research-Planets, 96, E1, 15599-15616.

[6] Karagöz, O., Aksoy, M.E., Erkeling, G., 2017. EGU General Assembly Conference Abstract, 19, p.1530.

[7] Kneissl, T., Michael, G., Platz, T., Walter, S., 2015. Icarus, 250, 384-394.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gezegensel Tektonikte "Kırışıklık Sırtları'nın Morfometrik ve Kinematik Analizi"

"Morphometric and Kinematic analysis of Wrinkle Ridges" in Planetary Tectonics

Oğuzcan Karagöz, Gerwin Wulf, Thomas Kenkmann

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, The Institute of Earth and Environmental Sciences, Department of General Geology and Structural Geology, Albertstrasse 23-B 79104 Freiburg, Germany

(karagoz@daad-alumni.de)

Öz: Bu çalışmada, Mars'taki kırışıklık sırtları için kinematik ve morfometrik takım modellerini geliştirdik ve kantitatif olarak değerlendirdik. Amaçlar arasında kabuk kısalmasının derecesinin belirlenmesi ve kırışıklık sırtlarının ince mi yoksa kalın kabuklu deformasyonla oluşup oluşmadığının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Valles Marineris'in kuzeyinde bulunan Lunae Planum, Mars için önde gelen kırışıklık sırtı düzeneklerinin ve mevcut uydu görüntülerinin varlığı nedeniyle uygun bir çalışma alanı olarak seçildi. Bu çalışma alanında yer alan yapısal kontrol mekanizmalarının sırtların oluşumunu nasıl etkilediğini ve hangi model parametrelerinin litosferik deformasyonu kontrol ettiğini cevaplamak için kinematik parametreler ayarlandı. İşlemde, asıl kırışıklık sırt morfolojisini çoğaltabilen en uygun parametre kombinasyonunun elde edilmesi mümkün olmuştur. Böylece, kısalma derecesinin, fay açısının ve fayların derinliğinin kesin ayarlamaları düzenlendi. Sonuçlar, kalın kabuk deformasyonu altında, 30° ila 45° ters ana fayı olan 8 km'den daha derin bir fay yayılmasıyla karmaşık asimetrik sırt yapılarının oluşabileceğini göstermektedir. Deformasyon işleminin kaynağı olarak Tharsis yükselişini kırışıklık sırtlarının özellikleri ve yönelimleri ile ilişkilendirmek mümkündür. Kalın kabuk deformasyonun, mega-regolit anakaya üzerinde önemli değişikliklere işaret eden 8 km›lik bir derinlikte muhtemel bir zayıflık bölgesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırışıklık sırtları, kalın kabuk deformasyonu, Tharsis yükselmesi, mofometrik ve kinematik analizler

Abstract: *In this study, we developed and quantitatively evaluated a suite of kinematic and morphometric models of wrinkle ridges on Mars. Among the objectives, it is aimed to determine the degree of crustal shortening and to evaluate if wrinkle ridges are formed by thin or thick-skinned deformation. Lunae Planum on Mars, situated north of Valles Marineris was chosen as a suitable study area owing to the existence of prominent wrinkle ridge assemblages and available satellite imagery. The kinematic parameters were adjusted to answer how structural control mechanisms influence the formation of these landforms and which model parameters control lithospheric deformation. In the process, it was possible to obtain the most suitable parameter combination that is able to reproduce the actual wrinkle ridge morphology.*

Thus, precise adjustments of the extent of shortening, the fault angle, and the depth of faults were conducted. The results indicate that complex asymmetric ridges could have been formed by thick-skinned deformational processes and a fault propagation of a more than 8 km deeply rooted, 30° to 45° dipping main fault. It is possible to link the Tharsis rise as the source of the deformation process with the characteristics and orientations of the wrinkle ridges. The thick-skinned deformation may arise from a possible zone of weakness at a depth of 8 km indicating significant changes in the mega-regolith-basement interface.

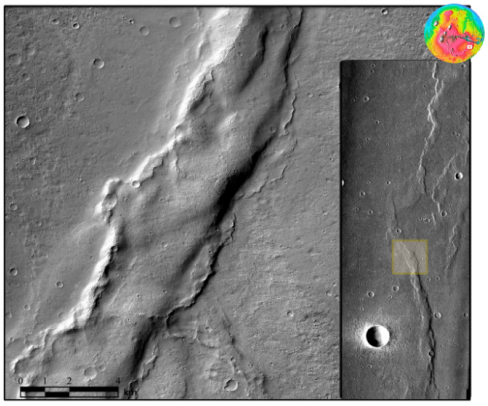
Keywords: *Wrinkle Ridges, thick-skinned deformation, Tharsis load, morphometric and kinematic analysis*

GİRİŞ

Kırışıklık sırtları, tarihlerinde paleo-tektonik ve jeolojik faaliyetleri olan karasal gezegenlerde önemli tektonik yer şekilleridir. Bu yeryüzü şekilleri genellikle yüzlerce metre yüksekliğinde, birkaç kilometre genişliğinde ve birkaç on ila yüz kilometre uzunluğundadır. Uzun sırtlar düz, kavisli veya kıvrımlı olabilir ve bazen aralıksızdır ve "*en-echelon*" bir dizide düzenlenirler. Sırt üzerinden alınan kesitler, genellikle keskin tepe çizgileri ve hafif eğimli çıkıntılar ile genellikle asimetrik topografyalar gösterir. Kırışıklık sırtlarının sıkıştırma ya da baskılı makaslama durumlarından kaynaklandığına inanılmaktadır.

Kırışıklık sırtlarının ve ilgili oluşum mekanizmalarının eşsiz morfolojik özellikleri karasal gezegenler ve aylar arasında farklılık gösterir. Belli bir gezegenin jeodinamik evrimi, litosferin jeolojik özellikleri ve yapıya etki eden itici güçler tarafından kontrol edilir. Bu yer şekillerinin kökeni ve jeodinamik önemini açıklamak için çeşitli kavramsal, kinematik ve mekanik modeller önerilmiştir. Bu bağlamda, kırışıklık sırtlarının kökeni benzer karasal alanların çalışmaları ile desteklenmekte (Plescia, 1991; Plescia ve Golombek, 1986; Schultz, 2000; Watters, 1988) ancak geometrinin etkisi ve faylanma veya kıvrımlanma miktarı üzerine nicel bir gözlem yoktur (Golombek vd., 1991; 2001; Schultz, 2000; Scott ve Tanaka, 1986; Watters, 1991; Watters ve Robinson, 1997). Bu nedenle, kırışıklık sırtının oluşumunda kalın veya ince kabuk deformasyonu durumlarını açıklamak için kinematik ve mekanik model çalışmaları yapılmıştır (Golombek vd., 2001; Mangold vd., 1998; Montési ve Zuber, 2003; Watters, 2004, 1991; Watters vd., 2000; Watters ve Robinson, 1997; Zuber, 1993, 1995; Zuber ve Aist, 1990).

Lunae Planum, için önde gelen kırışıklık sırtı düzeneklerinin ve mevcut uydu görüntülerinin varlığı nedeniyle morfometrik analizler için en uygun çalışma alanı olarak seçildi (örneğin Şekil 1) ve geliştirilen kinematik modeller buradaki gözlemlerle karşılaştırıldı.



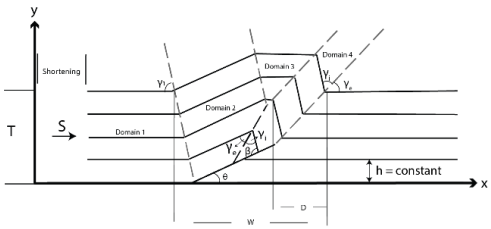
Şekil 1. Araştırma alanı olarak seçilen Lunae Planum üzerinde yer alan asimetrik kırışıklık sırtına ait örnek HiRISE (High-Resolution Imaging Science Experiment) uydu görüntüsü.

Bununla birlikte, morfolojiyi ve kırışıklık sırtlarının oluşum süreçlerini kesin bir nicel biçimde vurgulamaya çalışan tüm önerilen hipotezler, çözülmemiş soruları içermektedir.

Bu soruları cevaplandırmak için, yeni ters fay modelleri ve güncel gezegensel uydu veri setlerinde morfometrik analizler ışığında taze bir bakış açısı gerektirmektedir.

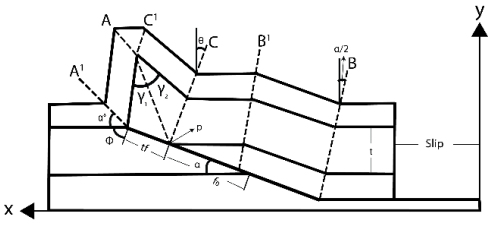
METODLAR

Bu çalışmada öncelik olarak Yüksek çözünürlüklü dijital yükseklik modelleri oluşturulmuştur. Bu işlem CTX (Context Camera) ve HiRISE (High-Resolution Imaging Science Experiment) uydu görüntülerinden elde edilerek ISIS3 (The Integrated Systems for Imagers and Spectrometers) ve AMES Stereo Pipeline yazılımları kullanılarak işlenmiştir. Bu sayede elde edilen yükseklik profilelrinin çözünürlüğü 5m ile 10m arasında değişiklik gösterir. Bu veris seti üzerinden, kırışıklık sırtları boyunca sistematik profiller elde etmek ve kinematik ve sayısal modeller gerçekleştirmek için MATLAB ortamında yazılan fonksiyon ile numerik izdüşüm üzerinden profiller alınmıştır. Bu yükskelik profillerinin asimetrik olan bir yapı için sistematik aralıklarla ve sırt morfolojisine dik alınması gerekmektedir. Elde edilen 500 profil için, ortalama yükseklik, maksimum yükseklik genişlik ve sırtların Tharsis Montes'e olan ilişkileri incelenmiştir. Morfometrik analizin sonuçları birbirinden oldukça farklılık gösteren bu sırt yapılarının daha iyi anlaşılabilmesi için kinematik modellerin geliştirilmesini mecbur kılmaktadır. Bu neden iki farklı kinematik model geliştirildi ve sırt yüksekliği ve genişliği gibi gözlemler kullanılarak benzer morfolojinin oluşmasında hangi mekanizmaların etkili olabileceği üzerinde duruldu. Geliştirilen modellerin ilki, sabit akslı fay ilerleme modeli olarak düşünüldü.



Şekil 2. Kırışıklık sırtları için geliştirilen kalınlaşma ve incelmeye izin vermeyen sabit akslı fay ilerleme modeli şematik diagramı ve parametreleri.

Bu bağlamda temel prensipleri içeren faylanmaya bağlı kıvrımlanma (Suppe ve Medwedeff, 1990) yaklaşımı ile geliştirilen bindirme modelinde örnek olarak alındı (Şekil 2). MATLAB yazılım ortamında farklı tabakalanma ve uzunluktaki bu model için kısmi yatay iletim diferansiyel denklemi kullanılarak parametre çalışmaları tamamlandı. Farklı kısalma miktarları için yürütülen modellerde, bindirme açısı katman kalınlığı, kısalma miktarı ve yüzeylenme açıları gibi parametreler ile, parametre çalışmaları yapılmıştır. Modelin davranışını açıklayan, parametre ilişkilini gösteren ızgara değişken ızgara figürü oluşturulmuştur. Geliştirilen ikinci model, sırtları oluşturan bindirme açısının değişmesi ile iki farklı rampaya sahip morfoloji göz önünde bulundurularak Chester ve Chester (1990) yaklaşımı ile geliştirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Değişken bindirme açısına sahip iki rampalı fay ilerleme kinematik modeli şematik diagramı ve kinematik model de kullanılan parametreler.

Bu modelde sırt morfolojisi kıvrımlanması üzerinde analizler yapılmış, kıvrımlanmaya ait ön ve arka kanat uzantıları arasındaki açısal farklılıklar her bir kesit için ölçülmüştür.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Morfometrik gözlemler sonucunda deformasyon işleminin kaynağı olarak Tharsis yükselişini kırışıklık sırtlarının özellikleri ve yönelimleri ile ilişkilendirmek mümkündür. Bu bağlamda sırtların gelişmesinde batıdan doğuya doğrusal bir eğilim vardır. Batıda Tharsis Montese yakın olan sırtlar deformasyon özeliklerini en kalıcı şekilde barındıran, en fazla sırt yüksekliği ve genişliği sahip olan kırışıklık sırtlarıdır. Bu çalışmada geliştirlen kinematik modeller ve morfometrik gözlemler kalın kabuk deformasyonu altında, 30 ° ila 45 ° ters ana fayı olan 8 km›den daha derin bir fay yayılmasıyla karmaşık asimetrik sırt yapılarının oluşabileceğini göstermektedir. Geliştirilen sabit akslı faylanmaya bağlı kıvrımlanma modeli sonucunda, kalın kabuk deformasyonun, mega-regolit anakaya üzerinde önemli değişikliklere işaret eden 8 km'lik bir derinlikte muhtemel bir zayıflık bölgesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. İki farklı rampaya sahip faylanmaya bağlı kıvrımlanma modellemesi, kırışıklık sırtları üzerinde yapılan morfometrik analizler ile ön ve arka kanat uzantıları arasındaki açı değişimi ile uyumsuz olarak gözlemlenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Chester, J.S., Chester, F.M., 1990. Fault-propagation folds above thrusts with constant dip. Jour. Struct. Geol. 12, 903–910. https://doi.org/10.1016/0191-8141(90)90063-5.

Golombek, M., Anderson, F., Zuber, M., 2001. Martian wrinkle ridge topography: Evidence for subsurface faults from MOLA.

Golombek, M.P., Plescia, J.B., Franklin, B.J., 1991. Faulting and folding in the formation of planetary wrinkle ridges. Lunar Planet. Sci. Conf. Proc. 21, 679–693.

Mangold, N., Allemand, P., Thomas, P.G., 1998. Wrinkle ridges of Mars : structural analysis and evidence for shallow deformation controlled by ice-rich decollements.

Montési, L.G., Zuber, M.T., 2003. Clues to the lithospheric structure of Mars from wrinkle ridge sets and localization instability. J. Geophys. Res. Planets 108.

Plescia, J., 1991. Wrinkle ridges in Lunae Planum Mars: Implications for shortening and strain. Geophys. Res. Lett. 18, 913–916.

Plescia, J.B., Golombek, M.P., 1986. Origin of planetary wrinkle ridges based on the study of terrestrial analogs 11.

Schultz, R.A., 2000. Localization of bedding plane slip and backthrust faults above blind thrust faults: Keys to wrinkle ridge structure. J. Geophys. Res. Planets 105, 12035–12052. https://doi.org/10.1029/1999JE001212.

Scott, D.H., Tanaka, K.L., 1986. Geologic Map of the Western Equatorial Region of Mars 25.

Suppe, J., Medwedeff, D.A., 1990. Geometry and kinematics of fault-propagation folding 46.

Watters, T.R., 2004. Elastic dislocation modeling of wrinkle ridges on Mars. Icarus 171, 284–294. https://doi.org/10.1016/j.icarus.2004.05.024.

Watters, T.R., 1991. Origin of periodically spaced wrinkle ridges on the Tharsis Plateau of Mars. J. Geophys. Res. Planets 96, 15599–15616.

Watters, T.R., 1988. Wrinkle ridge assemblages on the terrestrial planets. J. Geophys. Res. Solid Earth 93, 10236–10254.

Watters, T.R., Robinson, M.S., 1997. Radar and photoclinometric studies of wrinkle ridges on Mars. J. Geophys. Res. Planets 102, 10889–10903.

Watters, T.R., Schultz, R.A., Robinson, M.S., 2000. Displacement-length relations of thrust faults associated with lobate scarps on Mercury and Mars: Comparison with terrestrial faults. Geophys. Res. Lett. 27, 3659–3662.

Zuber, M.T., 1995. Wrinkle Ridges, Reverse Faulting, and the Depth Penetration of Lithospheric Strain in Lunae Planum, Mars. Icarus 114, 80–92. https://doi.org/10.1006/icar.1995.1045.

Zuber, M.T., 1993. Wrinkle ridges, reverse faulting, and the depth penetration of lithospheric stress in Lunae Planum, Mars, in: Lunar and Planetary Science Conference.

Zuber, M.T., Aist, L.L., 1990. The shallow structure of the Martian lithosphere in the vicinity of the ridged plains. J. Geophys. Res. 95, 14215. https://doi.org/10.1029/JB095iB09p14215.

Abstract: *The Lunae Planum is an extensive flood basalt basin on the Tharsis quadrangle (MC-10) in the far north of the Valles Marineris region, having a spatial extent in latitude from 20 to 40° N and longitude from 55 to 75° W. The topography of the basin varies from 800 m to -750 m moving away towards the east from the Tharsis Montes bulge. This unique basin has been a central topic of ongoing interest and frequently preferred and visited (Viking I Mission) as a regional study area in planetary science. The earliest studies indicate that the Lunae Planum basin was formed due to Noachian (Nhr) to Hesperian (Hr) aged low-viscosity basaltic lava flows from the Tharsis volcanic sources [1]. Different thickness estimates of flood basalt layers have been proposed between <1 km to > 3 km [2], [3],[4], [5]. Also, it contains an array of linear pristine wrinkle ridge landforms of absolute age ranging from 3.9 Ga to 3.6 Ga [4], [6]. However, several critical aspects of the geologic history of the Lunae Planum basin remain unresolved, and there is no detailed geology or geomorphology map of the region. This lack of information is leading to abundant disagreements over fundamental geologic problems on our understanding of Lunae Planum.*

Thus, this mapping study aimed to understand the geologic history of the Lunae Planum region by determining the relationships between the intermountain basin and its geomorphological units, resurfacing events, and geochronological characteristics. We have produced a 1:1 million scale geologic map of the Lunae Planum region, utilizing the USGS standard geologic mapping procedures. The mapping was conducted on a mosaic satellite image that was built from over 500 Mars Reconnaissance Orbiter Context Camera (CTX) images at approximately 6 m/pixel. Geomorphological units of valleys, catastrophic outflow channels, impact craters, fossae, and wrinkle ridges have been determined and mapped using these CTX images. Additionally, in order to understand the temporal relations of these geomorphological units, Crater-size frequency distribution (CSFD), and Buffer crater counting (BCC) age determination methods have been applied. In this study, the BCC method was frequently preferred due to the extreme erosion effect in the region. The BCC method was applied effectively in a smaller area, especially for morphological surfaces under the effect of resurfacing rather than the CSFD method [7]. The age obtained for the unit was determined by comparing the environmental ages with the morphological variables. The absolute age results show 3.6 Ga to 1.2 Ga resurfacing events, and sequences of each morphological unit were assembled, and the chronological stratigraphy was produced.

Keywords: *Lunae Planum, age determination, chronological stratigraphy, Lunae Planum Map, BCC and CSFD methods.*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kemer Meteoritinin Mineralojisi, Petrografisi ve Jeokimyası

Mineralogy, Petrography and Geochemistry of the Kemer Meteorite

Ersin Kaygısız[1], Namık Aysal[2], Feyza Güzelçimen[3], Mehmet Emin Özel[4]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 34325 Avcılar, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 34119 Beyazıt, İstanbul, Türkiye

[4]Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Kağıthane, İstanbul, Türkiye

(ersinkygsz@gmail.com)

Öz: Kemer meteoritinin 3 Mart 2008 tarihinde Muğla'nın Fetiye ilçesine bağlı Kemer köyüne (36°32'31"K, 29°25'05.6"D) düştüğü gözlemlenmiştir ve bu çalışmada meteoritin mineralojisi, petrografisi, jeokimyası ve mineral kimyası tanımlanmıştır. Silikat ve opak minerallerin petrografisi, mineral bileşimi ve kimyası polarizan mikroskop, X-ışını difraktometre (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve elektron prob mikro analiz (EPMA) yöntemleriyle çalışılmıştır. Polarizan mikroskop ve XRD analizleri Kemer meteoritinin ana silikat minerallerinin olivin, ortopiroksen, klinopiroksen olduğunu göstermiştir. Yansımalı mikroskop çalışmalarına göre opak mineral fazı kamasit, troilit, taenit ve kromit ile temsil edilmektedir. Meteoriti oluşturan başlıca kondrül tipleri; porfirik olivin kondrül (PO), kuşaklı olivin kondrül (BO), granüler olivin-piroksen kondrül (GOP), ışınsal piroksen kondrül (RP), porfirik olivin-piroksen kondrül (POP), kriptokristalin kondrül (C) olarak belirlenmiş ve ek olarak ilk defa porfirik poiklitik plajioklas piroksen kondrül (PPPLP) tanımlanmıştır. Tüm kayaç jeokimyası indüklenerek eşleşmiş plazma kütle spektroskopisi (ICP-AES ve ICP-MS) kullanılarak analiz edilmiştir. Meteoritin ana oksit bileşimi; SiO_2 37.47, TiO_2 0.10, Al_2O_3 2.13, Fe_2O_3 33.92, MgO 22.36, CaO 1.76, Na_2O 0.93 ve K_2O 0.10 (ağ.%). SiO_2'ye karşı $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diyagramında, Kemer meteorit örneği sıradan kondrit alanına düşmektedir ve ayrıca CaO/Al_2O_3 karşı $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diyagramında da Kemer meteorit örneği sıradan kondrit örnekleriyle uyumludur. Primitif mantoya normalize çoklu element örümcek diyagramında Cs, Rb, Th, U, Ta, K, Pb ve P elementlerinde zenginleşme; Ba, Nb, La, Ce, Pr ve Sr elementlerinde fakirleşme görülür. Kondrit normalize örümcek diyagramında La, Ce, Sm, Gd, Tb, Er ve Yb elementlerinde hafif zenginleşme; Pr, Nd, Eu, Dy, Ho, Tm ve Lu elementlerinde hafif fakirleşme görülür.

Anahtar Kelimeler: *Kemer meteoriti, kondrül, L4 tip, mineral kimyası, sıradan kondrit*

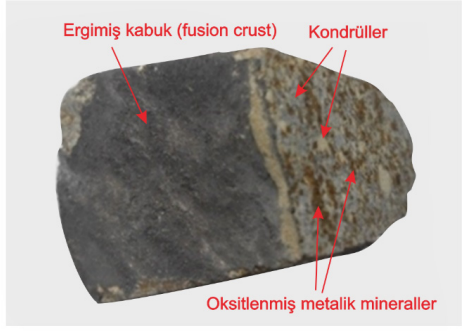
Abstract: *The Kemer meteorite was observed to fall on 3 March 2008 near the village of Kemer in the Fethiye district of Muğla in Turkey and its mineralogy, petrography, geochemistry and mineral chemistry are described in this study. The petrography, mineral composition and mineral chemistry of silicate and opaque minerals were studied using polarising microscope, X-Ray diffractometer (XRD), scanning electron microscope (SEM) and electron probe micro analysis (EPMA) methods. Polarizing microscope studies and XRD analysis showed that the main silicate minerals of the Kemer meteorite are olivine, orthopyroxene and clinopyroxene. According to the reflective microscope studies, opaque mineral phases are represented by tro-*

ilite, taenite, kamacite and chromite. The major types of chondrule forming the meteorite are porphyric olivine chondrule (PO), barred olivine chondrule (BO), granular olivine-pyroxene chondrule (GOP), radial pyroxene chondrule (RP), porphyritic olivine-pyroxene chondrule (POP) and cryptocrystalline chondrule (C). In addition, porphyritic poiclitic plagioclase pyroxene chondrule (PPPLP) was first described. Whole rock chemical composition of the meteorite was analysed by using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-AES and ICP-MS). The major oxide contents of the kemer meteorite: SiO_2 37.47, TiO_2 0.10, Al_2O_3 2.13, Fe_2O_3 33.92, MgO 22.36, CaO 1.76, Na_2O 0.93 ve K_2O 0.10 (wt.%). In SiO_2 versus $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diagram Kemer meteorite sample fall in to the ordinary chondrite field, and also in CaO/Al_2O_3 versus $Fe_2O_{3(T)}$+MgO diagram, Kemer meteorite sample is in coherent trend with the ordinary chondrite samples. In primitive mantle normalized multi element spidergram Cs, Rb, Th, U, Ta, K, Pb and P elemenets show enrichment; Ba, Nb, La, Ce, Pr and Sr elements demonstrate depletion. In the chondrite normalized spidergram La, Ce, Sm, Gd, Tb, Er and Yb elements show slightly enrichment, and Pr, Nd, Eu, Dy, Ho, Tm and Lu elements show sligtly depletion.

Keywords: *Kemer meteorite, Chondrule, L4 type, mineral chemistry, ordinary chondrite*

GİRİŞ

Kemer meteoriti 3 Mart 2008 saat 11:00 civarında Muğla ili, Fethiye İlçesinde (36°32'31"NK, 29°25'05.6"D) yüksek sesli bir patlama ile düşmüştür. Rabia Saadet isimli bir bayan tarafından buğday tarlasına düştüğü gözlenen meteorit parçaları (ilk gün 2,56 kg ve 1,7 kg'lık iki parça ve on gün sonra 1,5 kg'lık olmak üzere toplam 3 parça bulunmuştur) toplanarak Muğla Valiliğine teslim edilmiştir (Garvie, 2011). Meteorit parçaları Muğla Valiliği tarafından Prof. Dr. Mehmet Emin Özel'e teslim edilmiştir. Meteoritin her parçasında yaklaşık 0.8 mm'lik ergimiş kabuk vardır (Şekil 1). Bu çalışma kapsamında meteoritin mineralojik bileşimi ve petrografik tanımlaması yapılmış ve jeokimyasal karakteri ortaya konmuştur. Kemer meteoriti, sıradan kondritlerin L4 sınıfına ait olarak belirlenmiş ve meteorit bülteninin 99 no'lu sayısında (2011) yayınlanmıştır (Garvie, 2011).



Şekil 1. Kemer meteoritinin ergimiş kabuk (fusion crust) dokusu ve iç kısmındaki kondrüller ile oksitlenmiş metal minerallerinin görünümü.

Materyal ve Method

Meteorit parçası üzerinde, öncelikle binoküler mikroskop ile örneklerin dış yanık kabukları ve kırık yüzeylerde görülen az miktardaki metalik parçalar incelenmiş ve fotoğraflanmıştır. Polarizan mikroskop altında mineralojik bileşim, doku ve yapı tanımlanmış, opak mineral fazlarını belirlemek için parlatılmış ince kesitler yansımalı mikroskop ile incelenmiştir.

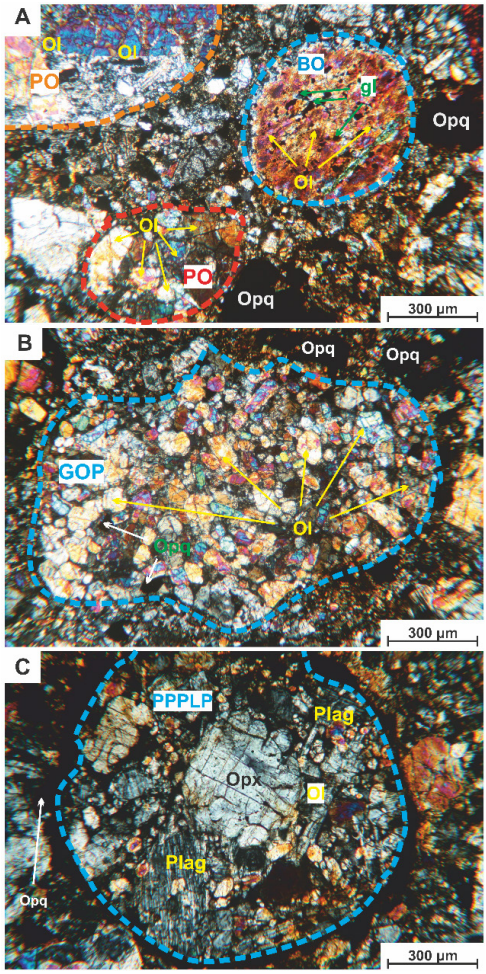
Ayrıca mikroskop altında tanımlanamayan fazlar için XRD analizi, İstanbul Üniversi-

tesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı X-Işınları laboratuvarındaki GNR marka APD 2000 Pro model cihazda Cu-Kα radyasyonu ile 40 kV gerilim ve 30 mA akım altında 2θ=1°/dk goniometre hızı ile yapılmıştır. Ölçüm 10°–70° arasında alınmıştır. Tüm kayaç jeokimya analizleri ACME laboratuvarında (Kanada) yapılmıştır. Analizlerde ana element oksit bileşimleri ICP-AES, iz ve nadir toprak element içerikleri ICP-MS ile belirlenmiştir.

Kemer meteoritinden hazırlanan parlatılmış ince kesitin elektron mikroprob analizleri İstanbul Teknik Üniversitesi Prof. Dr. Adnan Tekin Malzeme Bilimleri ve Üretim Teknolojileri UYG-AR Merkezi'nde bulunan Cameca SX100 marka cihaz ile 0.6 µm çaplı elektron ışın demetinde 15 kV voltaj ve 100 nA akım altında yapılmıştır. SEM-EDX analizleri İBB-KUDEB (İstanbul Büyükşehir Belediyesi – Koruma Uygulama ve Denetim Büroları) SEM-EDX laboratuvarında, Carl Zeiss marka EVO LS 10 model SEM cihazı ve Bruker marka Quantax 200 model EDX dedektörü ile yapılmıştır.

Mineraloji – Petrografi

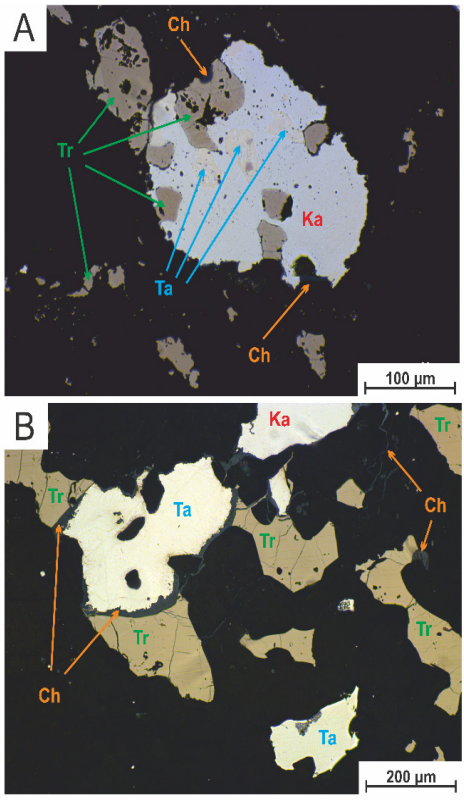
Polarizan mikroskop ve XRD analizleri ile Kemer meteoritinin ana silikat mineral fazını olivin, ortopiroksen ve plajioklasın oluşturduğu belirlenmiştir. Kemer meteoritinde gözlenen kondrül tipleri; porfirik olivin kondrül (PO), kuşaklı olivin kondrül (BO), granüler olivin-piroksen kondrül (GOP), ışınsal piroksen kondrül (RP), porfirik olivin-piroksen kondrül (POP), kriptokristalin kondrül (C) olup literatüre ek olarak porfirik poiklitik plajioklas piroksen kondrül (PPPLP) ilk kez tanımlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kemer meteoriti kondrül görüntüleri: A) Kuşaklı (barred) olivin kondrül ve porfirik olivin tipi kondrüllerin çift nikol görüntüsü B) Granüler olivin-piroksen kondrül çift nikol görüntüsü C) Porfirik poiklitik plajioklas piroksen kondrül çift nikol görüntüsü.

Opak mineral fazında ise kamasit, troilit, taenit, kromit minerallerinin bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Opak mineraller kondrüller içerisinde ve bazen kondrülü çevreleyen halka olarak yer almakla birlikte çoğunlukla

kondrüller arası matriks kısımda düzensiz şekilde dağılmışlardır.

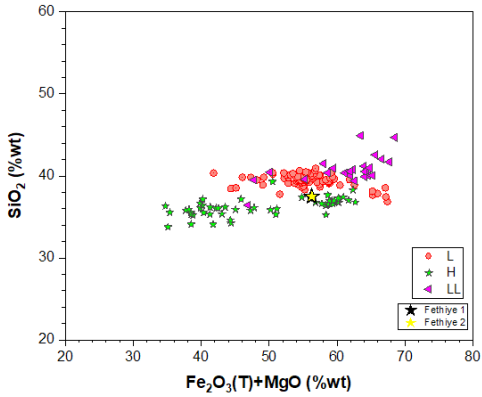


Şekil 3. Fethiye (Kemer) meteoriti silikat mineralleri ve kondrülleri arasında bulunan çeşitli opak (metalik) minerallerden yansımalı mikroskop görüntüleri.

Kamasit, parlak metalik gri renkli, taenite göre nikel oranı daha düşük demir-nikel alfa fazı alaşımdır. Sadece meteoritlerde bulunur. Çoğu zaman taenit ile girift halde bulunur. Kemer meteoritinde taenit ve troilit ile birlikte girift halde oldukça sık gözlemlenmiştir. Taenit açıktan koyuya değişen sarımsı-gri renkli, demir-nikel gama fazlı doğal alaşımdır. Metalik parlak kristalleri karakteristiktir. Manyetik özellik gösterir. Kemer meteoritinde kondrüller arasında ve kondrül içi bazı kısımlarda gözlenmiştir. Troilit ise kahverengi tonlarında gri renkli demir sülfür mineralidir. Manyetik değildir. Genellikle kamasit, taenit ve kromit mineralleri ile birlikte girift bir yapıdadır. Tane boyu değişkenlik gösterebilir. Belirgin yansımalı mikroskop pleokroziması gösterir. Pleokroizma renkleri açık sarıdan koyu kahverengiye kadar değişkenlik gösterir. Dünya'da nadiren rastlanır.

Jeokimya

Meteoritin ana oksit bileşimi; SiO_2 37.47, TiO_2 0.10, Al_2O_3 2.13, Fe_2O_3 33.92, MgO 22.36, CaO 1.76, Na_2O 0.93 ve K_2O 0.10 (ağ.%) olarak ölçülmüştür. Kemer meteoritinin (%wt) ve (%wt) oksit konsantrasyonları (Jarosewich, 1990) ve (Korotev, 2017) ile iz düşürüldüğünde sonuçların sıradan kondrit dağılımına uygun bölgede yer aldığı görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. (%wt) ve (%wt) konsantrasyonlarına göre dağılım (Jarosewich, 1990).

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında yapılan petrografik, mineralojik ve jeokimyasal ölçümlerin yanı sıra kullanılan analitik yöntemler ile Kemer meteoritinin yapısının daha detaylı anlaşıla-

bilmesi sağlanmış ve Türkiye meteor bilimi literatürüne katkı yapılmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Garvie, L.A.J., 2011, The Meteoritical Bulletin (99), E2.

Jarosewich, E., 1990, Chemical analyses of meteorites: A compilation of stony and iron meteorite analyses, Meteoritics 25, 323-338.

Korotev, R.L., 2017, Chemical Composition of Meteorites, http://meteorites.wustl.edu/metcomp/alca.htm, [Ziyaret Tarihi: 30 Aralık 2019].

Kaygısız, E., 2018, Bazı Meteoritlerin Petrografik ve Elemental Analiz Yöntemleri İle İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 143s.

GEZEGEN JEOLOJİSİ

PLANETARY GEOLOGY

NURGÜL ÇELİK BALCI – ERSİN GÖĞÜŞ – MEHMET YEŞİLTAŞ

Poster/*Posters*

Uzay Kaynak Kullanımı (SRU) ve Ay Sistemleri Cevher Rezerv Standartları 101 (LORS-101)

Space Resource Utilization (SRU) and Lunar Ore Reserv Standarts 101 (LORS-101)

Gülay Sezerer Kuru

gsk geology consulting, Çankaya, Ankara, Türkiye

(gskgeolgyconsulting@gmail.com)

Öz: Uzay kaynak kullanımı, güneş sistemi içinde herhangi bir yerde bulunan ay, mars ve diğer kütlelerdeki doğal kaynakların kullanımı anlamına gelmektedir. SRU disiplinler arası benzersiz bir özelliği bulunmaktadır. Oldukça farklı bilimsel disiplini bir araya getirmek zorundadır. Örneğin uzay sistemleri, robotik çalışmalar, kimyasal proses mühendisliği gibi ve aynı zamanda gezegenlerin jeolojisi, mineralojisi, fiziksel özellikleri ve yerel malzemelerin değişkenlikleri gibi konularla da desteklenmektedir. Dünya ayında, gezegenlerde, asteroitlerde veya başka herhangi bir yerde barındırılan su, hidrojen, helyum, oksijen, demir, alüminyum, titanyum vb. gibi uzay kaynaklarının keşfedilmesi, kullanılması ve ticarileştirilmesine olan ilgi artmıştır.

SRU faaliyetlerinden önce ele alınacak en önemli konular, uzay araştırma sonuçları, uzay kaynak değerlendirilmeleri ve uzay rezerv tahmin çalışmalarıdır. Bu nedenle Lunar Ore Reserves (LORS-101) adında, CRIRSCO'nun diğer raporlama kodlarına uyumlu olarak rezerv kaynak rapor kodu oluşturulmuştur ve bu kodun ilk duyurusu da yapılmıştır. Bu standartlar, ay sistemi içerisinde çalışan araştırmacılara, madencilere, yatırımcılara, ay sistemine ait kaynakların (maden ve uçucu madde) miktarlarının tahminine, ya da başkalarına, bu kaynak projelerinin değerlendirilmesine ilgi duyanlara, sonuçların kapsamlı bir sınıflandırma çerçevesi içerisinde rapor edilmesine yönelik tutarlı bir rehber sunmayı amaçlamaktadır.

Ay sistemine ait kaynaklar, minerallerde, buzullarda, camlarda ve regolitler içinde bulunmaktadır. Bu nedenle, bu kaynaklar maden ve petrol ve gaz endüstrisi gibi farklı endüstriler ile ilgilidir. Dünya Standartlarını içeren LORS-101 rezerv raporlama kodu, bir dizi uzman kişi, kuruluş ve araştırma kurumunun çalışmalarını birlikte dikkate almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Keşif, ay sistemleri, kaynaklar, rezervler, standartlar

Abstract: *Space Resource Utilization (SRU) is the use of natural resources from the Moon, Mars and other bodies for use in situ or elsewhere in the Solar System. SRU has the unique cross-disciplinary nature of; it integrates space systems, robotics, materials handling and beneficiation, and chemical process engineering. This is underpinned by knowledge of the lunar or planetary geology, including mineralogy, physical characteristics, and the variability in local materials. A current interest has increased in the exploration, utilization, and commercialization of space resources such as water, hydrogen, helium, oxygen, iron, aluminum, titanium etc.), which are hosted on Earth's Moon, planets, asteroids, or in any other.*

The most important issues to be addressed before SRU activities are space research results, space resource evaluations and space reserve estimation studies. A reserve reporting code was created for the Lunar Ore Reserves (LORS-101) is designated and is used as an example of other reporting codes of CRIRSCO and the first announcement of this code has been made. These standards aim to provide a consistent guide to Lunar resource explorers, miners, investors, and any concerned party interested in the estimation of Lunar resources (mineral and volatiles) quantities, evaluation of Lunar resource projects, and to report results within a comprehensive classification framework.

The Lunar resources are found in minerals, ices, glasses, and within the regolith. So these of resources are related different industries such as mineral and oil and gas industries. and LORS-101 considered Earth Standarts and . studies of a number of expert individuals, organisations, and research institutions.

Keywords: *Exploration, lunar, resources, reserves, standarts*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Buzul Ortamındaki Volkanik Kayaçların Ayrışma Profilleri: Soğuk-Buzlu Mars Yüzey Prosesleri için Önermeleri

Alteration Profiles of Volcanic Rocks in Glacial Environment: Implications for Cold-Icy Mars Surface Processes

Yağmur Güneş, Nurgül Balcı

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (gunesya@itu.edu.tr)

Öz: Alterasyon prosesleri sonucu oluşan değişimler hem ilksel malzeme hem de söz konusu malzemenin maruz kaldığı fiziksel ve kimyasal olaylar hakkında bilgi verir. Dünya benzeri karasal gezegenlerden olan Mars'ta uzun yıllardır yürütülen uzay ve gezegen temelli çalışmalar, Mars'ın yüzeyi hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. Ancak bu yüzeyi oluşturan jeokimyasal-jeolojik prosesler ve koşullar hakkında henüz fikir birliği sağlanmış değil. Yerküre'deki Mars benzeri koşullarda yürütülecek çalışmalar, bu proseslerin ortaya konmasına olanak sağlayarak Mars'ın deneyimlediği jeolojik evrim ve güncel proseslerin anlaşılmasına önemli katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada buzul etkisi altında volkanik kayaçların ayrışma süreçleri ve jeokimyasal izleri sediman, su ve kayaç jeokimyası ve mineralojisi esas alınarak araştırılmıştır. Bu amaçla, Antarktik yarımadanın kuzeyinde bulunan Admiralty Koyu, King George Adası'nda saha çalışması gerçekleştirilmiş; bölgenin değişik noktalarından kayaç, sediman ve su örnekleri toplanmıştır. Bölge için hesaplanan kimyasal alterasyon indeks (CIA) değerleri düşük alterasyon derecesini göstermiştir. Sediman örneklerinin element içerikleri benzerlik sergilerken, suların iyon içerikleri bölgesel olarak farklılaşmıştır. Su-kayaç etkileşiminin fazla olduğu yüksek enerjili bölgelerdeki sularda Si zenginleşmesi (3,22-0,84 ppm) görülmüştür. Tüm veriler, ayrışma süreçlerinin 1-Buzul eriyiklerinin atmosferik karbonu bağlayarak bikarbonatça zenginleşmesi ve alkali özellik kazanması 2-Alkali eriyiklerin volkanik kayaçlarla etkileşimi ve amorf silikanın çözünerek ortama element girdisinin sağlanması şeklinde gerçekleştiğini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Admiralty Koyu, ayrışma, soğuk-buzlu Mars, su-kayaç etkileşimi

Abstract: *Alteration processes provide information on both the primary material and the physical and chemical conditions that the material once exposed to. Mars, one of the Earth-like terrestrial planets, has provided important information about the surface of Mars for many years. However, there is no consensus on the processes and conditions that make up this surface. Studies on Mars-like conditions in the Earth, understanding the conditions of alteration make an important contribution to the understanding of the geological evolution and current processes experienced by Mars. In this study, the alteration processes and geochemical traces of volcanic rocks under the influence of glaciers were investigated based on sediment, water and rock geochemistry and mineralogy. For this purpose, field work was carried out on Admiralty Bay, King George Island, north of the Antarctic peninsula; rock, sediment and water samples were collected from different points of the region. Based on the analysis, the region*

presents a low degree of alteration. Although the elemental content did not show significant changes in sediment samples, ionic contents of the waters differed regionally. Si-enrichment was observed in the areas with high water-rock interaction and high-energy areas (3,22-0,84 ppm). It is concluded that these alteration processes are 1-Enriched by bicarbonate by bonding atmospheric carbon to glacial solutions and gaining alkaline properties. 2-Interaction of alkali solutions with volcanic rocks and dissolution of amorphous silica to provide elemental input to the environment.

Keywords: *Admiralty Bay, alteration, cold-icy Mars, water-rock interaction*

GİRİŞ

Mars'ın yüzeyinde uzun yıllardır yapılan araştırmalar gezegenin büyük bölümünün mafik bileşimli kayaçlardan oluştuğunu ortaya koymuştur (Bibring et al., 2005). Tektonik aktivitenin Dünya'dakinden çok daha az olması nedeniyle bu kayaçların büyük çoğunluğu petrografik yönden ilksel özelliklerini korumaktadır (Ehlmann et al., 2014). Bu nedenle, Mars yüzeyinde tespit edilen jeokimyasal farklılıkların oluşmasında kayaçların etkileşimde olduğu yüzey koşulları ile atmosferik olaylar etkilidir. Mars'ın yüzeyinde tespit edilen bazı minerallerin sulu ortamları işaret etmesi gezegenin bir zamanlar şimdikine göre daha sulu bir ortama sahip olduğu görüşünü desteklemektedir (Bishop, 2005). Ancak bu su-kayaç etkileşiminin hangi koşullar altında gerçekleştiği tam olarak anlaşılamamaktadır. Gezegenin geçmişinde soğuk-buzlu mu (Wordsworth et al. 2013) yoksa ılık-sulu mu (Craddock et al. 2013) olduğu son yıllarda popülaritesi artan bir tartışma konusudur. Yerküre'deki mafik bileşimli kayaçların farklı jeokimyasal ortamlardaki ayrışma ve depolanma koşullarının incelenmesi bu konuda önemli veriler sağlayacaktır. Antarktik Yarımada'nın kuzeyinde yer alan King George Adası'nda bulunan Admiralty Koyu, gelişmiş akarsu sistemleri ve gölleri ile ekstrem koşullar altındaki su-kayaç ilişkisini anlamak için ideal çalışma alanı sunmaktadır. Bu çalışmada, Admiralty Koyu'nun batı kıyısında bulunan Petrified Forest Deresi, Mud Göl, Upper Göl ve çevre sahalardan alınan sediman, su ve kayaçların jeokimyasal özellikleri ortaya konularak; bölgenin ayrışma profili araştırılmıştır. Çalışmanın sonraki aşamasında ayrışma ürünleri ile Mars regoliti arasındaki benzerlikler esas alınarak; soğuk-buzlu Mars yüzeyinde gerçekleşmesi olası jeokimyasal prosesler için çıkarımlar yapılmıştır.

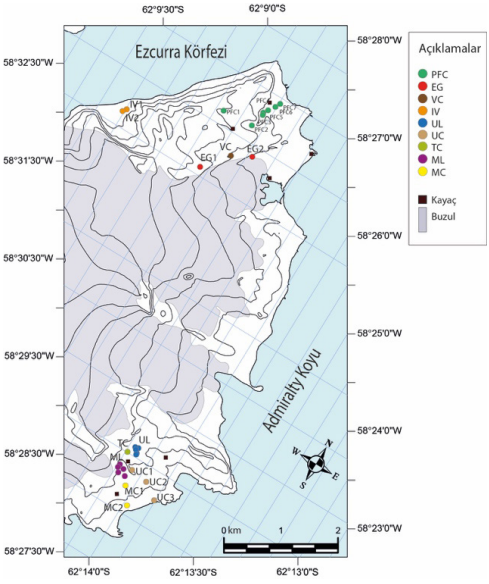
Çalışma Alanının Tanıtılması

Admiralty Koyu Antarktika'daki King George Island'da bulunur (Enlem:-62.3833, Boylam: -58.4500). Ada, kuzeyden Drake Pasajı ve güneyden Bransfield Boğazı ile sınırlanmış 1150 m^2'lik yüzölçümü ile Güney Shetland Adası grubunun en büyük üyesidir. Çalışma alanı Antarktik anakaraya kıyasla daha ılıman bir iklime sahip olup % 90 buzullarla kaplıdır (Birkenmajer, 1980). Dalma-batma zonu sonucu gelişen ada yayı sisteminin bir parçası olan volkanik ada, mafik kayaçlarca zengindir. Yaşları Üst Kratese-Alt Miyosen arasında değişen stratigrafik birimler kalkalkalin volkanikler ve volkanoklastik sedimanlar içerir; birimlerin üzeri çoğunlukla morenlerle örtülüdür (Birkenmajer, 1991; Smellie, 1999).

MATERYAL VE METOD

Arazi Çalışması ve İncelenen Birimler

Bölgede gerçekleştirilen saha çalışması sırasında su, sediman ve kayaç örnekleri toplanmıştır (Şekil 1). Su örneklerinin pH ve iletkenlik değerleri yerinde ölçülmüş; yaklaşık 250 ml su örneği filtre edilerek asit eklenmiş ve sonraki analizleri için korunma altına alınmıştır. Su ve sediman örneklerinin element içerikleri ICP-MS ile analiz edilmiştir. Bu analizlere ek olarak, sediman ve kayaçların mineral içeriği X ışını saçınım (XRD) analizi ve optik incelemeler ile tayin edilmiştir.



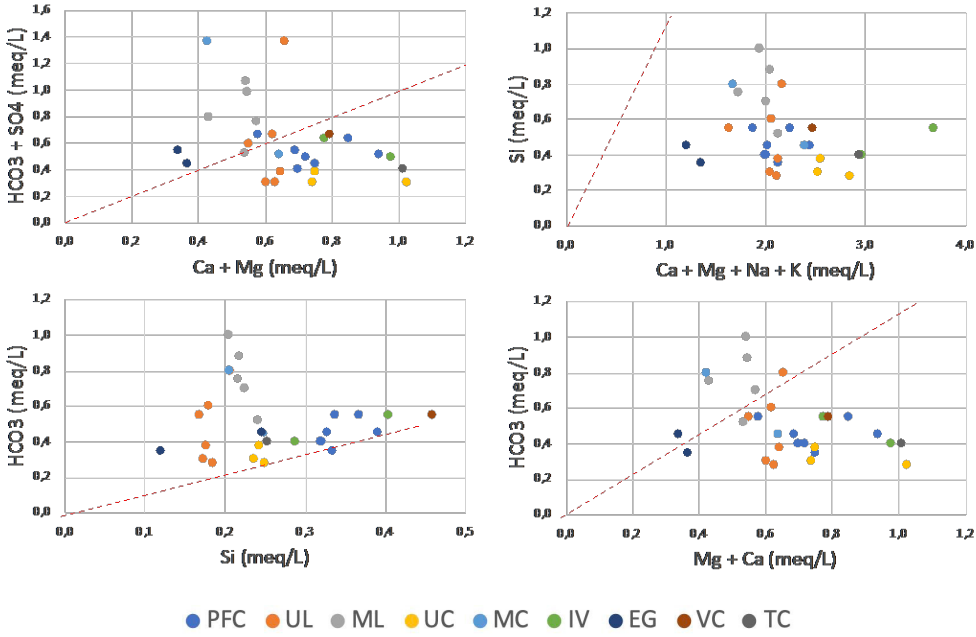
Şekil 1. Örnekleme haritası

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Su Kimyası

Petrified Forest Deresi (PFC); kar erimesi, yağışlar ve permafrost çözünmesi ile beslenmektedir (Szopińska vd., 2018). Mud Göl (ML) ve Upper Göl (UL) daha çok buzul (Tower Buzulu) eriyikleri ile beslenen göllerdir. Bu birimlerin dışında Ekoloji Buzulu (Ecology Glacier-EG) eriyikleri, İtalya Vadisi Deresi (Italian Valley-IV), Kaybolan Dere (Vanishing Creek-VC) ve göl kaynaklı dereler de (Mud Creek-MC, Upper Creek-UC) incelenmiştir. pH değerleri tüm örnekler için 8 ve üzerinde ölçülmüştür.

Suların majör anyon ve katyonları, dağılım grafiklerinde gösterilmiştir (Şekil 2). HCO_3 vs. Mg + Ca ve Si grafiklerinde 1: 1 çizgisinin üzerindeki numuneler bikarbonatça zenginleşmiş olanları, çizginin altındaki numuneler ise daha yüksek katyon konsantrasyonlarına sahip su örneklerini temsil etmektedir. Suların HCO_3 içeriği ve katyonlar arasındaki bu ilişki silikat minerallerinin ayrışmasında atmosferik karbonu kaynak olarak önermektedir. HCO_3 ve SO_4'a karşılık $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ birlikte çizildiğinde bu dağılımın değişmediği görülmüştür. Bu durum ortamdaki sülfat minerallerinin eksikliğini veya mevcut sülfatların ayrışması için gerekli ortam koşullarının oluşmadığını önermektedir. Si ve HCO_3 korelasyonu, sudaki HCO_3 zenginleşmesinde silikat minerallerinin ayrışmasının etkili olduğunu gösterirken, silisyumun majör katyonlarla gösterdiği düşük korelasyon, sudaki katyonların tek kaynağının silikat minerallerinin çözünmesi olmadığına işaret etmektedir. Göl örneklerinde bikarbonat-silisyum ilişkisi, diğer örneklere kıyasla daha zayıftır. Sulardaki Na^+ ve Ca^{2+} zenginleşmesi ana kaynak olarak plajiyoklazların ayrışmasını işaret etmektedir. Mg^{2+}+Ca^{2+} vs. HCO_3 ve Na^+ vs. HCO_3 grafikleri birlikte yorumlandığında suların Mg^{+2} ve Ca^{2+} içeriğinin silikat minerallerinin ayrışma derecesi ile ilişikli olduğu, sodyumun zenginleşmesinde deniz suyu aerosollerinin de etkili olduğu çıkarımı yapılmıştır.



Şekil 2. Suların anyon ve katyon ilişkilerini gösterir grafikler.

Sediman-Kayaç Jeokimyası ve Mineralojisi

Optik incelemelere göre örnekler, bazaltik andezit-andezit bileşimli kayaçlardır. Plajiyoklazlarca zengin örneklerde camsı yapı ve mikritik dokulu hamur gözlenmiştir. Ayrışma yapıları, serüzitleşme ve hematitleşme kesitlerde yaygın görülen ikincil minerallerdir. XRD analizleri, plajiyoklazların kayaç örneklerinin büyük çoğunluğunu oluştuğunu; piroksenlerin genellikle ojit, opak minerallerin ise manyetit-titanomanyetit şeklinde bulunduğunu göstermiştir. Kayaç örneklerinde hematit ve zeolit mineralleri ayrışmaya bağlı ikincil mineraller olarak görülmüştür. Sediman örnekleri kayaçların mineralojik bileşimi ile uyumluluk sergilemektedir. Örnekler plajiyoklazlarca zengin olup birçoğu kuvars, manyetit, zeolit ve kil mineralleri içerir. Yüksek Al>Fe>Ca>Na>Mg>K trendi sediman örneklerin büyük çoğunluğunda gözlemlenmiştir. Örnekler kimyasal alterasyon indeksi (CIA) değerlerine göre düşük derece kimyasal ayrışma gösterirler (Nesbitt ve Young, 1982). Bütün örnekler birlikte değerlendirildiğinde suda çözünmüş silisyum miktarı VC örneğinde en yüksek değerlerde görülmüştür. VC örneği, buzul eriyikleri ile beslenen sığ ve devamlı su akışı görülen bölgeden alınmıştır. Moren üzerinde bulunan derenin ince boyutlu malzeme ile etkileşiminin yüksek olması; sığlığından dolayı evaporasyon yüzeyinin diğer noktalara oranla daha fazla olması artan ayrışmaya ve dolayısı ile yüksek Si değerine işaret etmektedir. Ekoloji Buzulu önünden alınan EG2 örneği ise en düşük silisyum değerini göstermektedir. Örnek noktasının buzul eriyiklerince devamlı besleniyor olmasının su-moren etkileşim süresini kısaltarak suya iyon geçişini kısıtladığını göstermektedir. Çalışma bölgesinde kayaçların buzul etkisinde aberasyon derecesi, kimyasal ayrışma de-

recesinden yüksektir. Bu saptama düşük CIA değerleri (<%60) ile de uyumludur. Bunun sonucunda mineral yapısı bozulmakla birlikte, ikincil mineralleri geliştirecek şartların oluşmadığı anlaşılmaktadır. Suyun pH derecesinin bazik karakterli olması, camsı yapılı volkanik kayaçların ayrışma ürünü olarak kil yerine zeolitlerin gelişmesine neden olmaktadır (Tomita vd., 1993). Düşük alterasyon derecesine sahip mafik kayaçların hâkim olduğu bölgede suda silisyum zenginleşmesi bölgedeki kayaçların amorf silika içeriğinden kaynaklanmaktadır. (Rutledge vd., 2018). Elde edilen tüm veriler, buzul etkisi altındaki volkanik kayaçların ayrışmasını denetleyen ana faktörün amorf silisin ayrışma derecesi olduğunu göstermekte ve Mars'ta silisce zengin benzer alanların önemli jeokimyasal arşivler olabileceğini önermektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Cumhurbaşkanlığı himayesinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Kutup Araştırmaları Uyg-Ar Merkezi (PolReC) koordinesinde gerçekleşen 2. Ulusal Antarktik Bilim Seferi kapsamında, yapılmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Bibring J-P, Langevin Y, Gendrin A, Gondet B, Poulet F, et al. 2005. Mars surface diversity as revealed by the OMEGA/Mars Express observations. Science 307:1576–81

Bibring, J. P., Langevin, Y., Mustard, J. F., Poulet, F., Arvidson, R., Gendrin, A., ...& Berthe, M. (2006). Global mineralogical and aqueous Mars history derived from OMEGA/Mars Express data. science, 312(5772), 400-404.

Birkenmajer, K. (1980). Geology of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands). An outline. Polish Polar Research, 1(1), 29-54.

Birkenmajer, K., Francalanci, L., & Peccerillo, A. (1991). Petrological and geochemical constraints on the genesis of Mesozoic–Cenozoic magmatism of King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. Antarctic Science, 3(3), 293-308.

Bishop, J. L. (2005). 4 Hydrated Minerals on Mars. In Water on Mars and Life (pp. 65-96). Springer, Berlin, Heidelberg.

Ehlmann, B. L., Mustard, J. F., Murchie, S. L., Bibring, J. P., Meunier, A., Fraeman, A. A., & Langevin, Y. (2011). Subsurface water and clay mineral formation during the early history of Mars. Nature, 479 (7371), 53.

Tomita, K., Yamane, H., & Kawano, M. (1993). Synthesis of smectite from volcanic glass at low temperature. Clays and Clay Minerals, 41(6), 655-661.

Nesbitt, H. W., & Young, G. M. (1982). Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. Nature, 299 (5885), 715

Rutledge, A. M., Horgan, B. H. N., Havig, J. R., Rampe, E. B., Scudder, N. A., & Hamilton, T. L. (2018). Silica dissolution and precipitation in glaciated volcanic environments and implications for Mars. Geophysical Research Letters, 45, 7371–7381. https://doi.org/10.1029/ 2018GL078105

Smellie, J. L. (1999). Lithostratigraphy of Miocene–Recent, alkaline volcanic fields in the Antarctic Peninsula and eastern Ellsworth Land. Antarctic Science, 11(3), 362-378.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Bazalt Bileşimli Kayaçların Ayrışmasında Mikrobiyal Etkiler ve Mars İçin Önermeleri

Microbial Weathering of Basaltic Rocks and Implications for Mars

Fatih Şekerci, Nurgül Balcı, Yağmur Güneş, Ali Haydar Gültekin

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (sekercif@itu.edu.tr)

Öz: Volkanik kayaçların ayrışması biyosfer için gerekli temel ve eser elementleri biyojeokimyasal döngüye kazandıran ana jeokimyasal süreçlerdir. Uzay ve gezegen temelli spektroskopik çalışmalar Mars yüzeyinde flüvyal ve eski göl çökellerini ortaya koyarak gezegenin erken tarihinde (Noachian) suyun bulunduğunu doğrulamıştır. Yerküre'de olduğu gibi Mars'ın yüzeyinin büyük kısmı da ultramafikten mafik bileşime değişim gösteren kayaçlarla kaplıdır. Yerküre'deki benzer ortamlar oldukça yüksek mikrobiyal çeşitliliğe sahiptir. Dolayısıyla, söz konusu kayaçların ayrışma profillerinin değişik Mars benzeri koşullarda araştırılması, Kızıl gezegenin jeolojik geçmişi hakkında önemli veriler sağlayacaktır. Mars'ın kuzeyinde bazı bölgelerde Fe oksit mineral içerikli yüksek aside bölgeleri bulunmuş ve kayaçların ayrışmasında etkili düşük pH koşullarını işaret etmektedir. Bu bulgular, sunulacak çalışmaya motivasyon kaynağı olmuştur. Bu çalışmada *Acidithiobacillus ferrooxidans* ve düşük pH'ın bazalt ayrışması üzerindeki etkilerinin ve bu etkileşim sonucunda biyolojik reaksiyonların izlerinin takibinde kullanılabilecek olası bir biyoizin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, yüksek asit koşullarında (pH=-1) yaşayabilen asidofilik kemolitotrofik *Acidithiobacillus ferrooxidans* bakterisi kullanılarak değişik jeokimyasal koşullarda bazalt ayrışma deneyleri yapılmıştır. Deneyler biyolojik ve kimyasal bazalt deneyleri şeklinde gerçekleştirilerek, deney süresince çözelti kimyasında meydana gelen değişimler (Si, Ca, Mg, Al, Fe Na, K) ile pH monitör edilerek metabolik reaksiyonların bazalt ayrışmasına olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen ilksel sonuçlar bazaltların ayrışması ile ortama yüksek konsantrasyonlarda Si, Fe, Ca salınımı olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Bazalt, asidik ayrışma, *Acidithiobacillus ferrooxidans,* biyoiz

Abstract: *Weathering of igneous rocks are major geochemical processes to provide major and trace elements into biogeochemical cycles on Earth. Space and planetary-based spectroscopic studies confirmed the existence of water on past Mars surface (Noachian time) by detecting fluvial environments and ancient lake sediments. Mars surface is mainly composed of ultramafic and mafic rocks like Earth. The similar environments on Earth is a host for diverse microbial communities. Therefore, studying the weathering of these rocks in Mars analogue environments on Earth would provide information about Mars' geological past. Acidic environments containing iron oxide minerals are found in the northern parts of Mars indicating acidic weathering processes. These findings create a base for this study and we aimed to determine possible effects of Acidithiobacillus ferrooxidans bacteria and low pH on the basalt weathering, and detect potential biosignatures that might be used in extraterrestrial life research.*

For this purpose, acidophilic and chemolithoautotrophic Acidithiobacillus ferrooxidans bacteria is used for the basalt weathering experiments in different conditions. Experiments were performed as abiotic and biotic to reveal metabolic processes on the basalt weathering by monitoring changes in the solution chemistry (Si, Ca, Mg, Al, Fe, Na, K) and pH. Preliminary results showed that compared to abiotic reactions biotic reactions liberate high concentration of Si, Fe, and Ca into the reactive solution.

Keywords: *Basalt, acidic weathering, Acidithiobacillus ferrooxidans, biosignatures*

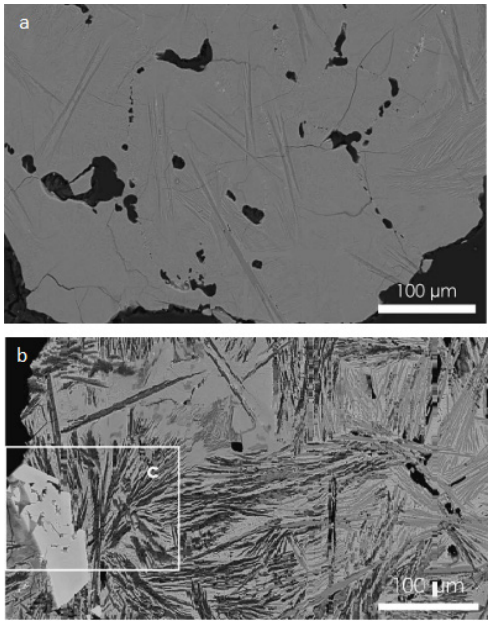
GİRİŞ

Mars, Güneş'e olan uzaklığından dolayı sıvı suyun barınabileceği sıcaklığa sahip olan yaşama elverişli Goldilock Bölgesi'nde bulunur. Noachian dönemde sulu ve ılık iklime sahip olan Mars'ta sıvı suyun varlığı birçok çalışmayla desteklenmiştir (Cabrol, 2018; Cockell, 2014). Mars'ın yüzeyinde tespit edilen eski gölsel çökeller ve kanal sistemleri bu verileri desteklemektedir (Malin ve Edgett, 2003). NASA'nın Mars'a gönderdiği Opportunity isimli araç Endeavour Krateri'nde darbeye bağlı olarak geliştiği düşünülen bir hidrotermal sistem tespit etmiştir (Arvidson vd, 2014). Ayrıca, Mars yüzeyinde çeşitli bölgelerde azot ve organik karbon ile demir ve magnezyumca zengin sulu kil mineralleri ve sülfatlı bileşikler bulunmuştur (Bibring vd. 2006; Klingelhöfer vd. 2004). Tüm bu veriler, Mars'ın geçmişinde etkin olan kompleks çevresel koşullara ve yaşam içerebilecek potansiyel ortamlara işaret etmektedir.

Mars yüzeyinin petrografik bileşimine bakıldığında ultramafik ve mafik içerikli kayaçların ağırlıkta olduğu görülmüştür (Hurowitz, 2007). Volkanik kayaçların ayrışmaları biyojeokimyasal döngüler için gerekli elementlerin en büyük kaynaklarından biridir. Ultramafik ve mafik bileşime sahip bu kayaçların su ve diğer kimyasallar nedeniyle ayrışmaları sonucunda ortaya çıkan ürünlerin Mars'a yaşam için gerekli olan temel ve eser elementleri sağladığı düşünülmektedir (Cockell, 2015). Bundan dolayı Mars'taki kayaçların ve minerallerin ayrışma süreçleri Dünya dışı yaşam arayışlarında önem taşımaktadır.

Volkanik aktivitelerden dolayı açığa çıkan sülfür dioksit gazları Mars'ta asidik koşulların oluşmasında etkili olmuştur (Cockell, 2015). Asidik koşullarda ultramafik ve mafik kayaçların ayrışmaları ve oluşturacakları ürünlerin niteliği ortamı anlamamızda önemli parametrelerden biri olacaktır. Yerküre'de bazaltik kayaçların ayrışmasının farklı türde mikrobiyal faaliyetlerin gelişmesi için gerekli koşulları sağlandığı bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda Mars'ta bir zamanlar asidik koşulların etkin olduğu; bazaltın ayrışması sonucunda demir ve magnezyumca zengin minerallerin oluşabileceği ve canlılık için ihtiyaç duyulan Ca, Mg, Fe, Na ve diğer eser elementlerin ortama salınarak kemolitotrofik temelli bir yaşam için ortam sağlanacağı önerilmiştir (Hurowitz, 2007; Cockell, 2015). Yapılan çalışmalarda pH=1 değerine sahip çözeltiye maruz bırakılan bazalt ve bazaltik kayaçların şekil 1'de görüldüğü gibi mikroskobik seviyede değiştiğinin ve bu farkın spektral analizlerle belirlenebildiği gözlemlenmiştir (Horgan vd, 2017). Elde edilen sonuçlar Mars'taki Siton Undae, Acidalia ve Utopia Planitiae bölgelerindeki sonuçlarla eşleştiği ve bu bölgelerdeki bazaltik camların da aynı asidik ayrışmaya uğradığı belirlenmiştir (Smith vd, 2017). Ek olarak bazalt kayacının üzerinde bulunan minerallerinin boyutların ve sınırlarının asidik çözeltinin girmesine

olanak sağlayarak ayrışmanın boyutunu ve şeklini de doğrudan etkilediği gösterilmiştir (Smith vd, 2017).



Şekil 1. Bazalt kayacının pH 1 ve pH 3 değerlerine sahip çözeltilere maruz bırakıldıktan sonraki SEM görüntüleri. a. pH 3 çözeltisiyle ayrışma. b. pH 1 çözeltisiyle ayrışma (Smith vd., 2017).

Doğada kayaçların mikroorganizma etkileri ile ayrışmaya uğradıkları ve bunun sonucu olarak çeşitli elementleri ortama saldıkları ve yeni minerallerin oluşmasına neden oldukları bilinmektedir (Uroz vd, 2009). Bu mikroorganizmalardan en önemlisi kemolitotrofik bakterilerdir. Bu bakteriler yaşadıkları ortamlardaki kayaçların barındırdığı mineralleri çözerek açığa çıkardıkları elementleri redoks reaksiyonlarında kullanan ve kendilerine yaşamları için gerekli olan enerjiyi sağlayan bakterilerdir (Ruby vd, 1981). Yapılan çalışmalar, kemolitotrofik bakterilerin bazaltın içinde bulunan olivin, plajioklaz ve diğer silikat minerallerini çözerek metabolik reaksiyonları için gerekli enerjiyi elde edebildiklerini ortaya koymuştur (Olsson-Francis vd, 2017).

Acidithiobacillus ferrooxidans asidik ortamlarda yaşayan (pH 1-2), metabolik faaliyetleri için gerekli olan enerjisini demir ve kükürt bulunan mineralleri oksitleyerek elde eden kemolitotrofik bir bakteridir (Valdes vd, 2008). Laboratuvar temelli yapılan çalışmalarda *Acidithiobacillus ferrooxidans*'ın demir içeriği yüksek meteoritleri kullanarak hayatta kaldığı belirlenmiştir (Gonzalez-Toril vd., 2005).

Bu çalışmada, bazalt bileşimine sahip kayaç asidik koşullar altında biyotik ve abiyotik ayrışmaya maruz bırakılarak reaktif çözeltide meydana gelen jeokimyasal, kayacın ise mineralojik ve morfolojik yapısında meydana gelen değişimler araştırılmaktadır. Burada elde edilen ilksel sonuçlar sunulacaktır.

MATERYAL ve METOTLAR

Mikroorganizma ve Kültür Koşulları

Acidithiobacillus ferrooxidans (ATCC 23270), Amerikan Tipi Kültür Koleksiyon merkezinden elde edilmiştir (ATCC). Deneyler öncesinde bakteri optimum besiyerinde büyütüldü. Optimum besiyer hazırlanırken üç farklı solüsyon kullanıldı. İlk olarak ana besiyeri 950 ml ultra saf suyun içine 1 g $(NH_4)_2SO_4$, 4 g $MgSO_4.7H_2O$ ve 1 g KH_2PO_4 eklenerek hazırlandı ve pH'ı sülfürik asit kullanılarak 1.8'e ayarlandı; otoklav kullanılarak steril edildi. Ardından 33 g $FeSO_4.7H_2O$, 50 ml 0.25N sülfürik asit çözeltisi içinde çözdürülerek demir çözeltisi hazırlandı. Steril koşullar altında demir çözeltisi 0.22 µm filtreden geçirilerek ana besiyere eklendi. Son olarak 0.05 mg $CuSO_4.5H_2O$, 0.20 mg H_3BO_3, 0.20 mg $MnSO_4.H_2O$, 0.08 mg Na_2Mo-

$O_4.2H_2O$, 0.06 mg $CoCl_2.6H_2O$, 0.09 mg $ZnSO_4.7H_2O$ ve 0.01 mg $NiCl_2.6H_2O$ 1 litre ultra saf suyun içinde çözdürülerek eser element solüsyonu hazırlandı. Otoklav kullanılarak sterilizasyonu yapılan eser element çözeltisinden 1 ml eser steril koşullar altında ana besiyer ve demir solüsyonu karışımına eklenerek optimum besiyer hazırlandı. Bu işlemin ardından deney öncesinde *Acidithiobacillus ferrooxidans* optimum besiyerinde 28 °C, 130 rpm çalkalanmada üç kez bir önceki kültürün alt kültürü kullanılarak büyütüldü ve deneyde kullanılmak üzere yeterli miktarda bakteri elde edildi.

Bazalt Kayacının Mineralojik ve Elementsel İçeriği

Deneyde kullanılan bazalt kayacının majör oksit bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneyde kullanılan bazaltın majör oksit bileşimi.

Majör oksit	%		%
SiO_2	48,6	TiO_2	1,46
Al_2O_3	15,9	MnO	0,14
Fe_2O_3	9,01	P_2O_5	0,51
CaO	8,76	SrO	0,08
MgO	9,44	BaO	0,07
Na_2O	3,61	LOI	1,62
K_2O	1,97	Total	101,24

Biyotik ve Abiyotik Bazalt Deneyleri

Deneylerde kullanılmak üzere bazalt kayacından 2 x 1,5 cm^2'lik bazalt çipleri hazırlandı. Sonra ki aşamada çipleri steril hale getirilerek 200 ml'lik erlenmeyer flaskların dibine yerleştirildi. *Acidithiobacillus ferrooxidans*'ın bazalt üzerinde ayrışma sağlaması için minimum besiyer hazırlandı. Minimum besiyer optimum besiyerde kullanılan 950 ml ana besiyerin içerisine 1 ml eser element solüsyonunun eklenmesiyle hazırlandı ve deney öncesinde pH'ı 2.1 olacak şekilde ayarlandı. Ardından deneyin kurulumuna gerçekleştirildi. İlk olarak abiyotik ayrışma deneyi için 100 ml minimum besiyer şişeye eklendi. Biyotik ayrışma deneyi için 95 ml minimum besiyer ve 5 ml *Acidithiobacillus ferrooxidans* bazalt çipinin üzerine eklendi. Hazırlanan deneyler 28 °C'de, fakat çiplerin morfolojisinin bozulmaması için çalkalanmaya maruz bırakılmadan bekletildi. 150 günün ardından deney sonu çözelti örnekleri jeokimyasal analizler için santrifüj kullanılarak bakterilerden arındırıldı ve +4 °C'de saklandı. Bazalt çipleri ise SEM-EDX analizleri için -20 °C'de saklandı.

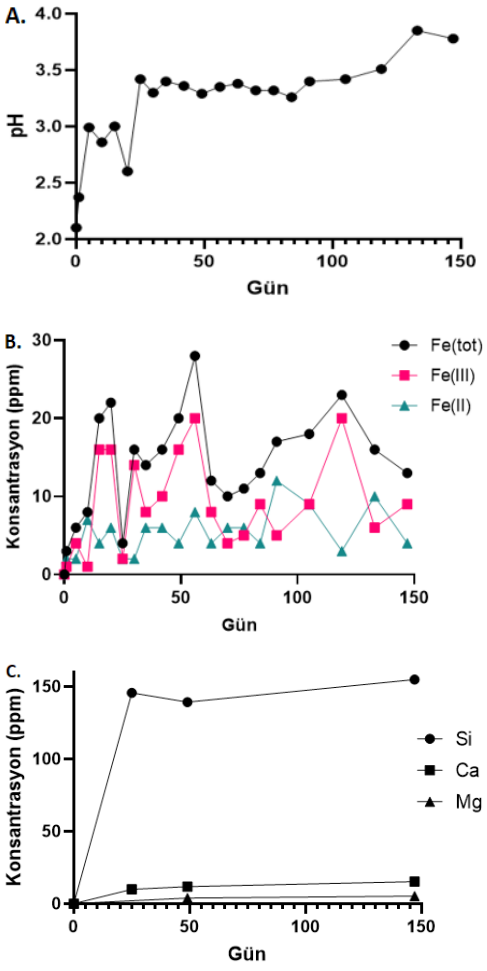
Jeokimyasal Analizler

Biyolojik ve abiyotik deneyler süresince (147 gün) deneysel çözelti beş günlük aralıklarla örneklenmiştir. Deneysel çözeltiden steril ortamda yaklaşık 5 ml alınarak filtre edilmiş ve pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Örneğin bir kısmı sonraki ICP-MS analizleri için +4 °C'de saklanmıştır. Örneğin yaklaşık 1 ml'sinde Ferrozin metodu kullanılarak toplam Fe, Fe(II) ve Fe(III) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bazalt örnekleri SEM-EDX analizleri için hazır hale getirilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Abiyotik ayrışma deneyinin ilksel sonuçları incelendiğinde çözeltinin pH değerinin başlangıç 2.1 değerinden 25. Gün sonunda 3.42'ye, sonrasında ise daha yavaş şekilde artarak 147 günün sonunda 3.78'e kadar yükseldiği ölçülmüştür. İçinde demir bulundurmayan minimum besiyer çözeltisinde ise

bazalt ayrışmasıyla beraber toplam Fe, Fe (II), Fe (III) Si, Mg ve Ca miktarlarının arttığı ortaya konmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Bazalt abiyotik ayrışma deneyinde deney süresince çözeltinin a. pH değerinin b. Fe(II), Fe(III) ve toplam demir miktarının c. Si, Ca ve Mg miktarının değişimi.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arvidson, R. E. Squyres, S. W. Bell, J. F. Catalano, J. G. Clark, B. C. et al. (2014). Ancient aqueous environments at Endeavour Crater, Mars. Science 343:1248097, doi: 10.1126/science.1248097

Banfield, J. F. Moreau, J. W. Chan, C. S. Welch, S. A. Little, B. (2001). Mineralogical biosignatures and the search for life on Mars. Astrobiology 1(4), 447-465, doi: 10.1089/153110701753593856

Bibring, J. P. Langevin, Y. Mustard, J. F. Poulet, F. Arvidson, R. et al. (2006). Global mineralogical and aqueous Mars history derived from OMEGA/ Mars express data. Science 312. 400-404

Cabrol, N. A. (2018). The Coevolution of life and environment on Mars: An ecosystem perspective on the robotic exploration of biosignatures. Astrobiology 18, 1-27, doi: 10.1089/ast.2017.1756

Cockell, C. S. (2014). Trajectories of Martian Habitability. Astrobiology 14(2), 182-203, doi: 10.1089/ast.2013.1106

Cockell, C. S. (2015). Astrobiology: Understanding Life in the Universe. Wiley Blackwell. West Sussex, United Kingdom, pp.321

Gonzalez-Toril, E. Martinez-Frias, J. Gomez, J. M. G. Rull, F. Amils, R. (2005). Iron meteorites can support the growth of acidophilic chemolithoautotrophic microorganisms. Astrobiology 5(3). 406-414, doi: 10.1089/ast.2005.5.406

Horgan, B. H. N. Smith, J. R. Cloutis, E. A. Mann, P. ve Christensen, P. R. (2017). Acidic weathering of basalt and basaltic glass: 1. Near-infrared spectra, thermal infrared spectra, and implications for Mars. J. Geophys. Res. Planets, 122, doi: 10.1002/2016.JE005111

Hurowitz, J. A. and McLennan, S. M. (2007). A~ 3.5 Ga record of water-limited, acidic weathering conditions on Mars. Earth and Planet. Sci. Lett, 260(3-4), 432-443

Klingelhöfer, G. Morris, R. V. Bernhardt, B. Schröder, C. Rodionov, D. S. et al. (2004). Jarosite and hematite at Meridiani Planum from Opportunity's Mössbauer spectrometer. Science 306, 1740-1745.

Malin, M. C. ve Edgett, K. S. (2003). Evidence for persistent flow and aqueous sedimentation on

Early Mars. Science 302(5652). 1931-1934. doi: 10.1126/science.1090544

Olsson-Francis, K. Pearson, V. K. Steer, E. D. Schwenzer, S. P. (2017). Determination of geochemical bio-signatures in Mars-like basaltic environments. Frontiers in Microbiology 8, 1-17, doi: 10.3389/fmicb.2017.01668

Ruby, E. G. Wirsen, C. O. Wannasch, H. W. (1981). Chemolithotrophic sulfur-oxidizing bacteria from the Galapagos Rift Hydrothermal Vents. Applied and Environmental Microbiology, 42(2), 317-324

Sanchez-Andrea. I, Rodriguez. N, Amils. R, Sanz, J. L. (2011). Microbial diversity in anaerobic sediments at Rio Tinto, a naturally acidic environment with a high heavy metal content. Applied and Environmental Microbiology, 77(17), 6085-6093, doi: 10.1128/AEM.00654-11

Schrenk, M. O. Edwards, K. J. Goodman, R. M. Hamers, R. J. Banfield, J. F. (1998). Distribution of Thiobacillus ferrooxidans and Leptospirillum ferrooxidans: Implications for generation of acid mine drainage. Science 279(5356), 1519-1522, doi: 10.1126/science.279.5356.1519

Smith, R. J. Horgan, B. H. N. Mann, P. Cloutis, E. A. ve Christensen, P. R. (2017). Acid weathering of basalt and basaltic glass: 2. Effects of microscopic alteration textures on spectral properties. J. Geophys. Res. Planets, 122, 203-227, doi: 10.1002/2016JE005112

Uroz, S. Calvaruso, C. Turpault, M-P. ve Frey-Klett, P. (2009). Mineral weathering by bacteria: ecology, actors and mechanisms. Trends in Microbiology 17(8), 378-387, doi: 10.1016/j.tim.2009.05

Valdes, J. Pedroso, I. Quatrini, R. Dodson, R. J. Tettelin, H. vd. (2008). Acidithiobacillus ferrooxidans metabolism: from genome sequence to industrial applications. BMC Genomics 9:597, doi: 10.1186/1471-2164-9-597

HİDROJEOLOJİ, SU KAYNAKLARI VE YÖNETİMİ

HYDROGEOLOGY, WATER RESOURCES AND ITS MANAGEMENT

ALPER BABA – MEHMET EKMEKÇİ – AHMET APAYDIN
DURSUN YILDIZ – LUIS ANTONIO BITTAR VENTURI

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Water Availability Versus Water Management in the World

Dünyanın Bazı Bölgelerinde Su Mevcudiyeti ve Su Yönetimi Arasındaki Karşıtlıklar

Luis Antonio Bittar Venturi

University of São Paulo, School of Philosophy, Literature and Human Sciences, Dept. of Geography, Brazil

(luisgeo@usp.br)

Abstract: The most abundant natural resource, water is constantly subject of debates around the idea that it could be depleted due to mismanagement or over-exploitation. Here, we aim to clarify the concepts of water availability and management to demonstrate that water is inexhaustible and the access to it is always a management matter.

Water availability – it is known that only 2.8 of all water is fresh and most part of it is frozen. However, some major aspects are rarely mentioned: firstly, the Earth has 1.4 billion of km3 of water the fresh part is enormously superior than human demand. Only the water that precipitates in continents (110km3/year) would be sufficient to supply human kind. Besides, the quantity of water in Earth has been the same for 2 billion years and will not change, once uses do no destroy water; it always come back to the nature. Consequently, water is an inexhaustible natural resource. Another aspect to consider is that fresh water comes mostly from oceans by hydrological circle through which precipitation is 8% higher than evaporation in continents. Thus, oceans will be always our source of fresh water.

Water management – naturally, some regions are extremely humid while others are dry, with various grades of humidity between these extremes. If a population settles a region naturally dry and is not capable to assure their water supply, this is a social problem once settling here or there is a human decision. Considering the Brazilian context, although the natural water availability is one of the highest in the world (35.000m^3/inh./year) the country still has 40 million people not receiving water regularly and 11 million with no access to drinkable water. The lower access to clean water in Brazil occurs in Amazon, exactly where this resource is more abundant in the world. In the Middle East, this paradox is also evident. On one side, most Gulf countries have low water availability, but through investment and management they can assure high level of water supply. In the United Arab Emirates, natural water availability is less than 100m^3/inh./year, but water supply reaches 1.127m^3/inh./year, similar to Denmark or South Africa. On the other side, Syria and Iraq have natural water availability of around 2.000m^3/inh./year, but approximately 20% of their population has no access to drinkable water. Therefore, due to the available quantity of water in Earth and to the fact that uses do not destroy it, water is an inexhaustible resource. Finally, based on many evidences of humid and dry regions, we can assert that having or not access to drinkable water is much more an issue of planning, investment and management than water availability itself.

Keywords: Water, availability, management

Öz: *Dünya genelinde doğal kaynak içinde en bol olan olarak görülen su kaynaklar, yanlış yönetim veya aşırı çekim nedeniyle tükenebileceği konusunda sürekli tartışmalara konu olmaktadır. Bu bildiride, suyun genel anlamda tükenmez olduğunu ve ona erişimin genellikle bir yönetim meselesi olduğunu açıklamak için su mevcudiyeti ve su yönetimi kavramları arasındaki karşıtlıkları ele alınmıştır.*

Su mevcudiyeti: Dünyada tüm suyun sadece % 2.8'inin tatlı su bunun da büyük bölümünün buzul ve buz tabakaları şeklinde olduğu belirtilmekte ancak bu konuda diğer bazı önemli hususlardan nadiren bahsedilmektedir. Öncelikle, Dünya'da 1.4 milyar km^3 tatlı su bulunmakta olup bu miktar insanoğlunun talebinden çok daha büyüktür. Bunun yanı sıra sadece kıtalara düşen yağıştan oluşan tatlı su (110 km^3/yıl) insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak için yeterlidir. Bununla birlikte, Dünya'daki su miktarı 2 milyar yıldır aynı olup değişmemektedir. Suyun bir kez kullanımı suyu yok etmemekte ve bu kaynak doğaya hep geri dönmektedir. Sonuç olarak, genel bir yaklaşımla su tükenmez bir doğal kaynaktır. Dikkate alınması gereken bir diğer husus da tatlı suyun genellikle okyanuslarda başlayan hidrolojik döngü ile oluşuyor olmasıdır. Kıtalara düşen yağışlar buralardaki buharlaşmadan % 8 daha fazladır. Böylece, okyanusların her zaman tatlı suyumuzun asıl kaynağını oluşturduğunu söyleyebiliriz.

Su yönetimi: Dünyada doğal olarak bazı bölgeler aşırı yağış alırken diğer bölgeler de çeşitli oranlarda kurak bir iklime sahiptir. Eğer bir topluluk kurak bir bölgeye yerleşir ve bu bölge kendilerine gerekli olan suyu sağlayamazsa, yerleşim sonrası bu bir sosyal problem olur ancak ortada bir yerleşim kararı da vardır. Bu konu Brezilya bağlamında göz önüne alındığında, kişi başına düşen doğal tatlı su potansiyeli dünyada en yüksek olmasına rağmen (35.000 m^3 / kişi / yıl) bu ülkenin hala düzenli olarak suya ulaşamayan 40 milyon ve içilebilir suya erişimi olmayan 11 milyon vatandaşı bulunmaktadır. Dünyanın en büyük tatlı su kaynağı olan Amazon Nehri havzasında temiz suya erişim daha düşük seviyededir. Bu paradoks Orta Doğu için de geçerlidir. Örneğin Körfez ülkelerinin çoğunda tatlı su kaynakları kısıtlı olmasına rağmen Bu ülkeler vatandaşlarına yatırım ve yönetim yoluyla büyük miktarda su temini sağlayabilmektedirler.

Birleşik Arap Emirlikleri'nde kişi başına düşen doğal tatlı su miktarı 100 m^3 / kişi / yıldan daha az iken Danimarka veya Güney Afrika'da bu miktar 1.127m^3 / kişi / yıla ulaşmaktadır. Öte yandan, Suriye ve Irak›ın doğal su mevcudiyeti yaklaşık 2.000m^3 /kişi/ yıl iken nüfuslarının yaklaşık % 20'sinin içilebilir temiz suya erişimi yoktur.

Dünyadaki mevcut su miktarı ve kullanımların suyu yok etmediği dikkate alındığında suyun genel olarak tükenmez bir kaynak olduğu söylenebilir. Sonuç olarak ise, dünyanın yağışlı ve kurak bölgelerinden elde edilen birçok veriye dayanarak, bir bölgede içilebilir suya erişimin olması ya da olmamasının suyun mevcudiyetinden daha çok bir planlama, yatırım ve yönetim meselesi olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler*: Su, su mevcudiyeti, su yönetimi*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Seyfe Gölü (Kırşehir) Sulak Alan Havzasındaki Yüzey ve Yeraltısularının Hidrojeokimyasal ve İzotopik Özelliklerinin İncelenmesi

Investigation of Hydrogeochemical and Isotopic Properties of Surface and Groundwaters of Seyfe Lake (Kirsehir) Wetland Basin

Cansu Yurteri

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Hidrojeoloji Anabilimdalı, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

(cyurteri@hacettepe.edu.tr)

Öz: Çalışma alanı Kırşehir ilinin kuzeydoğusunda yer alan 1487 km^2'lik yüzey drenaj alanına sahip Seyfe Gölü sulak alanı havzasıdır. Seyfe Gölü kapalı bir havzada yer alıp, göl ve çevresi "I. Derece Doğal Sit Alanı", "Tabiatı Koruma Alanı" ve "Ramsar Alanı" statülerine sahiptir. Geçmişten günümüze kadar Seyfe Gölü Sulak Alanına yapılan müdahaleler (drenaj veya sulama kanallarının açılması, içme-kullanma suyu temini, tarımda sulama amaçlı yasal veya yasa dışı derin kuyular ile yeraltısuyu çekimi gibi sistemin hidrolojik yapısını olumsuz yönde etkileyecek faaliyetler) ve doğal süreçler göl su seviyesinin zamanla düşmesine yol açmış; Seyfe Gölü Sulak Alan Sistemini kuraklık, su sıkıntısı, kirlilik ve yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Günümüzde Seyfe Göl alanında süregelen küçülme ve Seyfe Gölü Havzası'ndaki su kaynaklarındaki azalma, mevcut yönetmeliklerin, koruma ve yönetim planlarının uygulanmasına rağmen devam etmektedir. Bu çalışmada Seyfe Gölü sulak alanı havzasındaki su kaynaklarının korunmasına ve alanın sürdürülebilirliğine temel oluşturacak çalışmalar için; havzadaki su kaynaklarının hidrojeokimyasal ve izotopik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca havza genelinde su kaynaklarının tarımsal sulama ve içme suyu olarak kullanılması nedeniyle; sular kalite ve uygunluk yönünden de değerlendirilmiştir. Havza içerisinde Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifi metamorfik serileri, Senozoyik yaşlı örtü birimler ve güncel alüvyon birimler yüzeylemektedir. Paleozoyik yaşlı Kırşehir masifinin Bozçaldağ Formasyonu'nu temsil eden mermer ve kireçtaşı seviyelerinin kırıklı ve çatlaklı zonları akifer özelliği göstermektedir. Eylül 2019 döneminde havza beslenim alanında yer alan kaynaklardan, sığ kuyulardan, drenaj kanallarından ve çeşmelerden örnekleme ve yerinde ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Örneklenen su noktalarının majör iyon ve duraylı izotop analizleri gerçekleştirilmiştir. Örnekleme çalışmaları sırasında su kaynaklarının ölçülen sıcaklıkları 14.5-21.2ºC arasında, pH değerleri 7.15-8.65, özgül elektriksel iletkenlik değerleri 370-30.500 µS/cm arasında değişmektedir. Alanın batısında örneklenen su noktaları; doğusundaki su noktalarına göre daha düşük özgül elektriksel iletkenlik değerlerine sahiptir. Sular nötr-alkali karakter göstermektedir. Su kaynaklarının debileri 0.02-1 l/s arasında; toplam çözünmüş katı miktarları ise 10-864 mg/l arasında değişmektedir. Su noktalarının hidrokimyasal fasiyesleri Piper diyagramı ile değerlendirilmiş; suların Ca-HCO_3, Na-HCO_3 ve Na-SO_4 sular fasiyesinde oldukları belirlenmiştir. Wilcox Diyagramına göre çalışma alanında örnekleme yapılan su kaynaklarının çoğunluğu Çok İyi-İyi, İyi Kullanılabilir Sular sınıfına düşmektedir. ABD Tuzluluk Laboratuvarı Diyagramına göre su kaynakları C_2S_1, C_3S_1, C_4S_1 ve C_4S_2 sınıflarında kümelenmektedir. Çalışma alanındaki su noktalarının $\delta^{18}O$ değerleri ‰ -11.97 ile -0.86 arasında; δ^2H değerleri

ise ‰ -80.88 ile -27.61 arasında değişmektedir. Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen verilerin Seyfe Gölü ve sulak alan havzasının etkin korunması ve sürdürülebilirliği için gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalara altlık oluşturması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Duraylı izotop, hhidrojeokimya, Kırşehir, Seyfe Gölü, Seyfe Havzası

Abstract: *The study area covers the entire basin of Seyfe lake wetland which has a catchment area of 1487 km^2 and is located northeast of Kırşehir. Seyfe Lake is contained in a closed basin and has a status of "First Degree Natural Protected Area", "Natural Reserve Area" and "Ramsar Site" together with its surroundings. Due to the antropogenic activities (practices which affect the hydrologic system negatively such as construction of drainage and irrigation channels, utilization as domestic water, withdrawal of groundwater from legal or illegal wells for irrigation purposes) and natural processes, which resulted in continuous decreasing of the lake water level, the Seyfe Lake wetland is faced with drought, water shortages, pollution and disappearance. The persisting shrinkage of lake area and diminishing of the water resources in the Seyfe Lake basin still continue despite the application of protection and management plans and current legislations. In this study it is aimed to determine the hydrogeochemical and isotope characteristics of water resources, which will be the basis for studies aimed for the protection of the water resources in the basin and the sustainability of the Seyfe Lake wetland. Considering that the water resources in the whole basin are utilized, quality and suitability of these water resources are evaluated additionally. Paleozoic Kırşehir massif metamorphic series, Cenozoic cover units and alluvial units are exposed in the basin. The fractured and faulted zones of the marble and limestone levels representing the Bozçaldağ Formation of the Paleozoic Kırşehir massif show aquifer characteristics. In September 2019, springs, shallow wells, drainage canals and fountains in the basin recharge area were sampled and in-situ measurements were performed. Major ion and stable isotope analyzes were performed on these samples. During the sampling studies, temperature of the water samples were measured between 14.5-21.2ºC, pH values were between 7.15-8.65, and specific electrical conductivity values were between 370-30.500 µS /cm. The spring waters sampled in the western part of the basin area have lower specific electrical conductivity values than the spring waters located in the eastern part. The waters have neutral-alkali character. The flow rate of the springs changes between 0.02 -1 l / s; total amount of dissolved solids varies between 10-864 mg/l. The hydrochemical facies of the water samples were evaluated by Piper diagram. It was determined that the water samples are grouped under Ca-HCO_3, Na-HCO_3 and Na-SO_4 facies. According to the Wilcox Diagram, the majority of the water resources which are sampled in the study area fall into the category of Very Good-Good, Good Usable Water. According to the US Salinity Laboratory Diagram, water resources are clustered in C_2S_1, C_3S_1, C_4S_1 and C_4S_2 classes. In the study area; $\delta^{18}O$ value of the water samples varies between -11.97 and -0.86; and δ^2H value changes between -80.88 and -27.61. It is expected that the results of this study will be used in the future studies involving the effective protection and sustainability of Seyfe Lake wetland and its basin*

Keywords: *Stable isotope, hydrogeochemistry, Kırşehir, Seyfe Basin, Seyfe Lake*

Küresel Isınmanın Ortadoğu ve Çevresindeki Su Sorunu Kaynaklı Sosyopolitik Gelişmelere Etkileri

The Effects of Global Warming on Sociopolitical Developments Originated from Water Scarcity Problems in the Middle East and Its Perifery

Ali Ergin Duygu

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara, Türkiye
(duygu@science.ankara.edu.tr)

Öz: Tarihte binlerce yıllık uzunluktaki bir sürede çeşitli zamanlarda çok etkili kurak dönemlere tanık olduğu bilinen Ortadoğu bölgesi günümüzde hızla artan ve kent ve büyük kentlerde yoğunlaşan nüfus, sanayileşme çabaları yanında artan iletişimin tetiklediği tüketim ve beklentileri gibi etkilerle su sıkıntısına çok duyarlı duruma gelmiştir. Bu tablo da kamu yönetimlerini baskı altına almakta ve tümüyle sürdürülemez olsa da kısa erimli çözümlere yöneltmektedir. Bu tür uygulamalar da çeşitli ve boyutları farklı sorunların birikerek artışına, iç, bölgesel ve uluslararası düzeylerdeki gerilimlerin büyümesine neden olmaktadır. Burada bu tür gerilimler örneklenerek analiz edilmeye ve büyüyen risklere dikkat çekilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ortadoğu, kuraklık, sürdürülebilirlik, sosyopolitik sorunlar

Abstract: *Middle East, known as a region witnessed very efficient dry periods in thousands of years long history, currently become very sensitive to water shortages, such as rapidly increasing population concentrating in the cities and metropoles, industrialization efforts, which are accompanied by increased communication inducing consumption and expectations. This picture puts pressure on the shoulders of public administrations and leads them to search for some short sighted solutions, which may be totally unsustainable. Such applications result the accumulation of various problems with different weight and sizes, leading to growing internal, regional and international tensions. It will be attempted to analyze some examples of such tensions and also to draw attention to the growing risks.*

Keywords: *Middle East, drought, sustainability, sociopolitical problems*

Ortadoğu ve Çevresinde Su Kısıtlılığı Sorununun Tarihçesi

History of Water Scarcity Problem in the Middle East and Its Periphery

Ali Ergin Duygu

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara, Türkiye (duygu@science.ankara.edu.tr)

Öz: Ortadoğu'nun ve çevresinin binlerce yıldır suyun gerginlik ve savaşlara neden olduğu bir bölge olduğu bilinmektedir. Araştırmalar yanlış uygulamalar ve bilinçsiz tüketime eklenen şiddetli ve uzun süreli kurak dönem etkilerinin kıtlık, göçler, kitlesel ölümler, başkaldırı ve yönetim değişiklikleri ile çölleşme gibi sonuçlara yol açtığını göstermiştir. Doğal olanla insan etkisiyle olan çölleşme arasındaki ilişkilerle makro ve mikro düzeylerdeki iklim değişimlerinin etkileşimleri konularında çok değerli ve ayrıntılı bilgiler sunan kanıtlar da elde edilmiştir. Daha geniş bakış açısıyla yapılan değerlendirmeler ise bölgede yaşanmış olan iklimsel değişimlerin çok uzaklardakilerle ilişkileri olduğunu göstermiştir. Burada tarihten ders alınması amacıyla şiddetli ve uzun süreli kuraklıklarla su kaynaklarının sürdürülemez yönetim şekillerinin binlerce yıllık dönem boyunca yaratmış olduğu çevresel ve sosyopolitik sorunlar akarsuların kurumasına ve susuzluk ve kitlesel açlık ve göçlere kadar varan örnekleri üzerinden değerlendirilmelerine çalışılmıştır.

Nitekim NASA 2016 yılında yayınladığı raporda Doğu Akdeniz'de son dokuz yüzyılda görülmüş olan en şiddetli kuraklığın yaşanmakta olduğunu bildirerek etki haritasını eklemiştir. Mısır, İsrail, Lübnan ve Suriye ile Libya gibi siyasal sorunların ağırlık taşıdığı yerlerdeki yoğunluğu dikkat çekici olan kuraklığın İberya'da ve Doğu Anadolu'da da etkili olduğu görülmektedir. Kuraklığın Suriye'deki iç savaşa etkisini tartışan çok sayıdaki araştırma makalesinin varlığı da konunun önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ortadoğu, kuraklık, çölleşme, sosyopolitik sorunlar, tarihçe

Abstract: *Middle East has been known as a region, where water was the reason of tensions and wars in the region and its periphery for thousands of years. Studies showed that when the effects of long and severe dry periods were added onto mispractices, careless consumption and misuse of water lead to famine, migration an even massive death tolls, leading to rebellions and revolts and also to desertification. Detailed and very valuable evidences were obtained and evaluated, such as the interrelationships between natural and human impacted desertification processes and macro and micro climate changes. More comprehensive evaluations clearly showed the interrelationsip between the climatic patterns in local and distant regions. It is attempted here to explicate sociopolitical problems originated from severe and long-lasting droughts and unsustainable management of water resources, by taking the assessments made on such incidents in the past, which lead to dry running major rivers, in order to take lessons from history.*

The report publicised by NASA in 2016 in fact, showed that the current drought affecting Eastern Mediterranean was the severest one experienced in nine hundered years time. As shown in the map of severity included, it is particularly high in Egypt, Israel, Lebanon, Syria and Libya, where the political conflicts are present; it is also affecting Iberia and Eastern Anatolia. The number of research articles studying the effect of drought on the Syrian civil war indicates the importance of the topics discussed here.

Keywords: *Middle East, drought, desertification, sociopolitical problems, history*

Porsuk Havzası Su Kaynaklarındaki Nitrat Artışının Nedenleri ve Nitrata Hassas Bölgelerin Belirlenmesinin Su Kaynaklarının Sürdürülebilirliği Açısından Önemi

The Reasons of High Nitrate Concentrations in the Porsuk Basin and the Importance of Determination of Nitrate Vulnerable Zones in terms of Sustainability of Water Resources

Dilek Gedik[1], Galip Yüce[1], Güneş Ertunç[2], Özgür Çakmak[3], Ali Kılıç Özbek[4], Yusuf Gürbüz[4], Özgür Günhan[3]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hidrojeoloji Mühendisliği Programı, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[2] Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[3]Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 06560 Yenimahalle, Ankara, Türkiye

[4]Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, 06120 Keçiören, Ankara, Türkiye

(dil3kg3dik@gmail.com)

Öz: Nitrat, içme suyunu kirleten ve mavi bebek sendromu gibi zararlı biyolojik etkiler doğuran, ülkemiz su kaynaklarında da yaygın bir şekilde görülen önemli bir problemdir. Yeraltı suyunda nitrat artışı, tarımsal amaçlı bilinçsiz gübre kullanımı ya da evsel atıklardan (kanalizasyon ve şehir deşarjlarından) kaynaklanabilmektedir. Nitrata Hassas Bölgelerin (NHB) belirlenmesinin ülkemiz ekonomisi ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından önemi şüphesiz büyüktür. Yapılan çalışmada, yeraltı suyunda nitrat kirliliğinin kaynakları, yüksek konsantrasyonlardaki nitratın sağlık açısından sakıncaları, yeraltı suyundaki yüksek nitrat konsantrasyonunun önlenmesi için alınacak tedbirler ile yeraltı suyunda nitrat miktarları bakımından Türkiye ve Avrupa Birliği üye ülkelerindeki mevcut durum karşılaştırılmıştır. Yeraltı suyu ve yüzey suyu için eşik değer ve doğal arka plan değerleri belirlenmiştir. Pilot çalışma sahası olarak seçilen Porsuk Havzası'nda, nitrat kirliliği endüstriyel ve jeotermal baskılar, atık su deşarjları, hayvan çiftlikleri ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda, yeraltı suyunda ve yüzey suyunda yaygın olduğu belirlenmiştir.

Havzadaki yüzey suyunda nitrat değerleri, yağışlı dönemde genellikle bir kaç ppm değerlerinde iken, kurak dönemde 30 ppm'e kadar yükselmektedir. Yeraltı suyundaki nitrat derişimleri sığ kuyular için (30 m derinliğine kadar) yağışlı dönemde bir kaç ppm'den 194 pmm'e kadar çıkmaktadır. Daha derin (30 m'den daha aşağıda) kuyulardaki nitrat değerleri kurak dönemde bir kaç ppm'den başlayarak 56 ppm'e kadar çıkarken, yağışlı dönemde 5 ppm'den 68 ppm'e kadar yükseldiği gözlenmiştir. Derinliği 30m'den daha fazla olan kuyulardan alınan yeraltı suyu örneklerindeki yağışlı döneme ait nitrat değerlerinin kurak döneme göre daha yüksek olması muhtemelen yağış sularının bir önceki sezondaki gübreleme sonrasında toprak yüzeyinde biriken azotu yıkayarak çözmesinden kaynaklanabilir.

Nitrat kirliliğinin azaltılmasında; kimyasal ve hayvansal gübrelerin doğru uygulama miktar ve koşulları, hayvansal gübrelerin depolama koşulları, arazi ve sulama yönetimi uygulamalarını içeren Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan İyi Tarım Uygulamaları Kodu'nun çiftçiler tarafından uygulanmasının yaygınlaşmasını sağlayacak bir stratejinin geliştirilmeli, çevreye duyarlı tarımsal dizaynın oluşturulmalı, bölgeye uygun bitki türünün seçimi şeklindeki tedbirler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Doğal arka plan, eşik değeri, iyi tarım uygulamaları kodu, mavi bebek sendromu, Nitrata Hassas Bölgeler (NHB), nitrat kirliliği ve önlenmesi, Porsuk Nehir Havzası

Abstract**:** *Nitrate is a serious problem that widely seen in groundwater systems in Turkey. It pollutes drinking water and causes harmful biological effects such as methemoglobinemia. The high concentration of nitrate in groundwater may also be sourced from the excess and usage of fertilizer/manure for agricultural applications and/or from domestic wastes (sewage and city discharges). It is obvious that determination of Nitrate Vulnerable Zones (NVZs) is very important for our country regarding economical and sustainable importance of water resources. Within the scope of this project, the sources of nitrate pollution in ground water and the drawbacks of nitrate in high concentrations, preventation of high nitrate concentrations in groundwater and measures to be taken in terms of quantity of nitrate in groundwater by comparing the situation in Turkey and EU member states were examined. Natural background value and threshold value were determined for surface water and groundwater. In this respect, Porsuk River Basin was considered and examined as a pilot area that industrial and geothermal activities, waste-water discharge, animal farms, and agricultural activities are the main sources of high nitrate concentrations in the basin.*

Nitrate values of surface water in the basin are generally a few ppm in the wet period, but increase up to 30 ppm in dry period. Nitrate concentrations in groundwater range from a few ppm to 194 ppm in the wet period for shallow wells (up to 30 m depth). However, nitrate values in the deep wells (>30 m) increased from a few ppm to 56 ppm in the dry period while those values elevated from 5 ppm to 68 ppm in the wet period. The increase of nitrate values in the wet period is probably sourced from washing of precipitation and leaching of nitrogen, which accumulated on the soil surface after fertilization process in the previous season.

In reducing nitrate pollution, a strategy should be developed for farmers to ensure the spread of the Code of Good Agricultural Practices issued by the Ministry of Agriculture and Forestry. This strategy should include the appropriate application techniques of chemical and animal fertilizers, right amount of fertilizer required by the plants, storage conditions of animal fertilizers, caring for the positive effect on human health and the environment, good management practices for the land and irrigation, and selection of the plant species depending on the soil type.

Keywords: *Natural background value, threshold value, code of good agricultural practice, methemoglobinemia, Nitrate Vulnerable Zones (NVZs), nitrate pollution and prevention, Porsuk River Basin*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kurtboğazı Baraj Gölü Havzasında (Ankara, Türkiye) Arazi Kullanım Değişikliğinin Hidrolojik Süreçlere Etkisi

Impact of the Land Use Changes on Hydrologic Processes, Kurboğazı Dam Basin, Ankara, Turkey

Ayfer Özdemir

Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 06560 Yenimahalle, Ankara, Türkiye

(ozdemir.ayfer@gmail.com)

Öz: Kurtboğazı Barajı Kurtderesi çayı üzerinde, sulama ve içme suyu temini amacı ile 1963 - 1967 yılları arasında inşa edilmiştir. Kurtboğazı Barajı Havzası 331 km²'lik alanı kapsamakta olup, havza alanı Ankara ili sınırları içinde yer almaktadır. Barajı; Bahtılı, Mera, Kınık, Pazar, Uzunöz, Bostan, Kayıcık, Batak, İğmir, Kirazlı, Eneğim ve Karaboya Dereleri beslemektedir. Kurtboğazı Barajı havza sınırları içerisinde yer alan toplam 33082,7 ha'lık arazi kullanımının; %40'ı orman alanları, %29'u tarım alanları, %28'i çayır-mera alanları, %2'lik bir kısmı yerleşim yerleri ve %1'i ise su alanlarıdır. Havzada Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliğinden (SKKY 2008) uyarlanan İçme ve Kullanma Suyu Havzalarının Korunması Yönetmeliği'nin (PDUWB 2017) koruyucu hükümleri uygulanmaktadır. Yönetmelik, yerleşimler, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler su kalitesi ve miktarı üzerinde olumsuz etkisi olduğundan, yerleşim, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlere ilişkin birçok kısıtlayıcı önlem içermektedir. Başarılı su kaynakları planlaması ve yönetiminin uygulanması su kaynaklarının fiziksel (arazi kullanımı) ve iklimsel (yağış ve hava sıcaklığı) değişikliklerine karşı hidrolojik tepkisinin anlaşılmasıyla mümkündür. Nehir havzalarında arazi kullanımı hakkında doğru karar vermek için matematiksel simülasyon modelleri kullanılmaktadır. Suyun nehir havzalarındaki zamansal ve mekansal dağılımını anlamak matematiksel modeller ile elde edilebilir. Tüm önemli hidrolojik süreçleri uygun bir ölçekte temsil eden havza modelleri, araştırmacılar tarafından su sistemi üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkileri öngörmek için yaygın olarak uygulanmaktadır. SWAT (Toprak ve Su Değerlendirme Aracı) modeli bu amaçla kullanılan en yaygın modellerden biri olduğu için uygulanmıştır. Bu çalışmada, Kurtboğazı Baraj havzasındaki hidrolojik süreçler üzerinde arazi kullanım değişikliğinin etkisi SWAT modeli kullanılarak ortaya konulmuştur. Havzaya iki arazi kullanım değişikliği senaryosu uygulanmıştır; 1. tarımsal alanların ormanlık alanlara dönüştürülmesi, 2. Çayır ve mera alanlarının tarımsal alanlara dönüştürülmesi. Çalışma sonucunda, arazi kullanım değişikliklerinin hidrolojik süreçlere önemli derecede etkisi olduğu gözlenmiş olup, özellikle yüzeysel akış ve baz akımda düşüş beklenmektedir. Çalışma sonucunda, modellenen arazi kullanım değişikliklerinin hidrolojik süreçlere önemli derecede etkisi olduğu gözlenmiş olup, her iki değişiklik halinde de özellikle yüzeysel akış ve baz akımda düşüş beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi kullanım değişikliği, hidroloji, SWAT, Kurtboğazı barajı, Ankara

Abstract: *Kurtboğazı Dam was built on the Kurtderesi creek between 1963 and 1967 for irrigation and drinking water supply. The dam basin covers an area of 331 km^2 and is located within the boundaries of Ankara province. Bahtılı, Mera, Kınık, Pazar, Uzunöz, Bostan, Kayıcık, Batak, Igmir, Kirazli, Enegim and Karaboya creeks are the main streams that recharge the reservoir. The total land use of 33082.7 hectares within the basin; 40% is forest areas, 29% is agricultural areas, 28% is pasture-pasture areas, 2% is settlement area and finally 1% is wetland. The protective regulations surrounding the Regulation on Protection of Drinking and Utility Water Basins (PDUWB 2017), which is adapted from the Accessed and Accessible Drinking and Utility Water (SKKY 2008), has been implemented to provide sustainable water management in drinking water basins. The regulation includes many restrictive measures regarding settlements, agricultural and industrial activities since these activities have a negative impact on water quality and quantity. Successful water resource planning and management can be implemented by understanding the hydrological response of water resources to physical (land use) and climatic (precipitation and air temperature) changes. Mathematical simulation models are used to make the right decision about land use in river basins. Understanding the temporal and spatial distribution of water in river basins can be achieved with mathematical models. Watershed models representing all major hydrological processes on an appropriate scale are widely applied by researchers to predict short and long-term impacts on the water system. The SWAT (Soil and Water Assessment Tool) model was applied in this study because it is one of the most common models used for this purpose. In this study, the impact of land use change on hydrological processes in the Kurtboğazı Dam basin was determined by using the SWAT model. Two land use change scenarios were applied to the basin; the first one is the conversion of the agricultural areas to forest areas and the second one is the conversion of the meadow and pasture areas to agricultural areas. As a result of the study, it has been observed that the land use changes have a significant effect on the hydrological processes, especially, decrease in base flow and surface runoff are expected.*

Keywords: *Land use changes, hydrology, SWAT, Kurtboğazı dam, Ankara*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Çarşamba Akiferi (Samsun) Yeraltı Sularının İzotop Hidrojeolojisi Yönünden Değerlendirilmesi

Evaluation of the Isotope Hydrogeology of Çarşamba Groundwater Aquifer (Samsun)

Abdourazakou Maman Hassan, Arzu Fırat Ersoy

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Türkiye

(arzufirat@gmail.com)

Öz: Bu çalışmada Türkiye'nin en önemli kıyı akiferlerinden birisi olan Çarşamba alüvyon akiferinde, yeraltı suyunun izotop hidrojeolojisinin belirlenmesi ve kimyasal yönden sulamaya uygunluğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Çarşamba ovasının yıllık yeraltı suyu rezervi 156.6 hm^3/l olup bu suları çoğunlukla tarımsal sulama ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılmaktadır. Akifer kalınlığı 2-15 m arasında değişip seviyeleri genelde çakıl, killi-kum, kavkı, killi-kavkılı çakıl ve siltli kumdan oluşmaktadır.

Çalışma kapsamda Çarşamba Ovasında kıyı bölgesinde Temmuz 2019'da 33 adet sondaj kuyusundan ve denizden 3 noktadan su numunesi alınarak örnekler üzerinde fiziksel (PH, EC, DO), kimyasal (Ca2+, Mg^{2+}, Na^+, K^+, SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-) ve izotop (^{18}O ve ^2H ve ^3H) analizleri yapılmıştır. Yeraltı suyunun sulama açsından kullanılabilirliğini belirlenmek için kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak sodyum absorbsiyon oranı (SAR), atık bikarbonat oranı (RSC), Kelly İndeksi (Kİ), çözünürlük indeksi (Pİ), sodyum yüzdesi (%Na), Magnezyum zararı (MR) ve potansiyel tuzluluk (PS) değerleri hesaplanmıştır.

Yeraltı sularının pH değerleri 6.5 ile 8 arasında değişirken EC değerleri 587 ile 3940 µS/cm arasında değişmektedir. Hesaplanan sodyum yüzdesi değerlerine göre örneklerin 30% undan fazlasının şüpheli olduğu belirlenmiştir. SAR, RSC Kİ, MR ve PS değerlerine göre su örneklerinin birçoğunun sulama açısından uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. Yeraltı suyunun hidrojeokimyasal olarak sınıflandırılmasında ve sulama açısından uyguluğunu değerlendirilmesinde Piper diyagramı kullanılmıştır. Yeraltı sularının izotop hidrojeolojisi değerlendirilmesinde $\delta^{18}O$ - δ^2H ve $\delta^{18}O$ - Cl grafikleri çizilmiştir. Piper diyagramına göre suların çoğunluğu Ca-Mg-HCO_3-SO_4, Ca-Na-HCO_3-SO_4, Ca-Na-SO_4-HCO_3'lu sular sınıfındadır. Diyagram incelendiğinde yeraltı suyu örneklerinin "tatlı su", "karışım suyu" ve "deniz suyu girişimi" bölgeleri olmak üzere üç farklı bölgede yer aldığı görülmektedir. $\delta^{18}O$ ve δ^2H izotop dağılımlarına göre bütün yeraltısuyu örneklerinin meteorik kökenli olduğu anlaşılmaktadır. $\delta^{18}O$ – Cl dağılımlarına göre ise inceleme alanında yer alan suların Cl içeriğinin hemen hemen aynı olduğu gözlenmektedir. Ancak sanayi tesisleri ve tarım arazilerinde bulunan sondaj kuyularında yüksek Cl ve sıfıra yakın $\delta^{18}O$ değerleri gözlenmektedir. Bu kuyularda yeraltısuyunun aşırı miktarda çekilmesi nedeniyle denizi suyu girişimi olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İzotop hidrojeolojisi, Çarşamba Akiferi, Samsun

Abstract: *The purpose of this study is to determine the hydrochemical properties, to investigate the water quality for agricultural and to assess the isotope hydrogeology of the groundwater*

of Çarşamba aquifer which is one of the most important coastal aquifers in Turkey. The annual underground water reserve of the Çarşamba plain is 156.6 hm^3 / l and is used mostly for agricultural irrigation and industrial activity. The aquifer thickness varies between 2-15 m, and its levels generally consist of gravel, clay-sand, shells, clay-shells pebbles and silty sand. For this purpose 33 samples of underground water and 3 samples of Black Sea Water were taken in July 2019 in the study area and for these samples the physical parameters (EC, pH and TDS), the major ions (Na+, Ca^-, K^+, Mg^{2+}, CO_3^-, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}) and isotopic parameters (^{18}O, ^2H and ^3H) values were determined. Using the results of chemical analysis, Sodium Adsorption Ratio (SAR), Percent Sodium (Na%), Residual Sodium Carbonate (RSC), Kelly Index (KI), Magnesium Ratio (MR), Permeability Index (PI) and Potential Salinity (PS) were also used to assess suitability of waters for irrigation. Piper diagram is prepared to assess the hydrochemical facies and groundwater quality for agricultural.

The pH values are between 6.5 and 8 and EC values between 587 and 3940 µS/cm. The Na% values indicate that more than 30% of the samples are in ''suspiciously useable'' category. According to the SAR, RSC, Kİ, MR and PS values, almost all samples are suitable for irrigation. The plot of the major cations and anions on Piper diagram indicated that the major hydrogeochemical facies of water samples in the area are Ca-Mg-HCO_3-SO_4, Ca-Na-HCO_3-SO_4, Ca-Na-SO_4-HCO_3. According the isotope distributions of $\delta^{18}O$ and $\delta^{2}H$, it is understood that all groundwaters samples are of meteoric origin. The distributions of $\delta^{18}O - Cl^-$, show Cl^- contents of the groundwaters samples in the study area are almost the same. However, excessive Cl^- and $\delta^{18}O$ values that are close to zero are observed in the boreholes which are in the industrial zone and farmland. These values indicate a probable intrusion of sea water caused by an over-extraction of water in these boreholes.

Keywords: *Isotope hydrogeology, Çarşamba Aquifer, Samsun*

GİRİŞ

Yeraltı suyu, yaşam kaynağı olarak, doğal kaynaklar arasında insanlık için olmazsa olmazdır. Uzun zamandır tükenmez ve değiştirilemez gibi görünen su şimdi tüm dikkatleri hak eden çok değerli bir kaynak olarak algılanmaktadır. Yeryüzünde yüzey ve yeraltı sularının esas kaynağını oluşturan yağışın dünya ortalaması 1000 mm iken Türkiye'de bu miktar 646 mm'dir. Bu durum Türkiye'nin su kaynakları bakımından zengin ülkeler arasında yer almadığını göstermektedir. Türkiye'de, artan nüfusla, kişi başına düşen su potansiyeli her yıl biraz daha azalmaktadır. Öte yandan, yanlış arazi kullanımı, kentleşme ve sanayi kuruluşları, vahşi depolama alanları, sıvı atıkların arıtılmaksızın su havzalarına deşarjı gibi olumsuz etkenler yüzey ve yeraltı sularının hızla kirlenmesine neden olmaktadır. Genel olarak kıyı bölgelerinde yeraltısuyunun aşırı çekiminin yapılması nedeniyle yeraltısuyu seviyesi düşmektedir. Bu düşüşün sonucunda deniz suyu kara içine doğru ilerlemektedir.

Bu çalışma, Türkiye'nin en önemli kıyı akiferlerinden birisi olan Çarşamba akiferi yeraltısuyunun izotopik özelliklerinin ve sulamaya uygunluğunun incelenmesi ve bu bölgelerdeki deniz suyu girişiminin araştırılması amacı ile hazırlanmıştır.

İnceleme alanı Yeşilırmak Havzası'nın sol sahilinde, Samsun il sınırlarında Çarşamba ovasının batı bölümünde yer almaktadır.

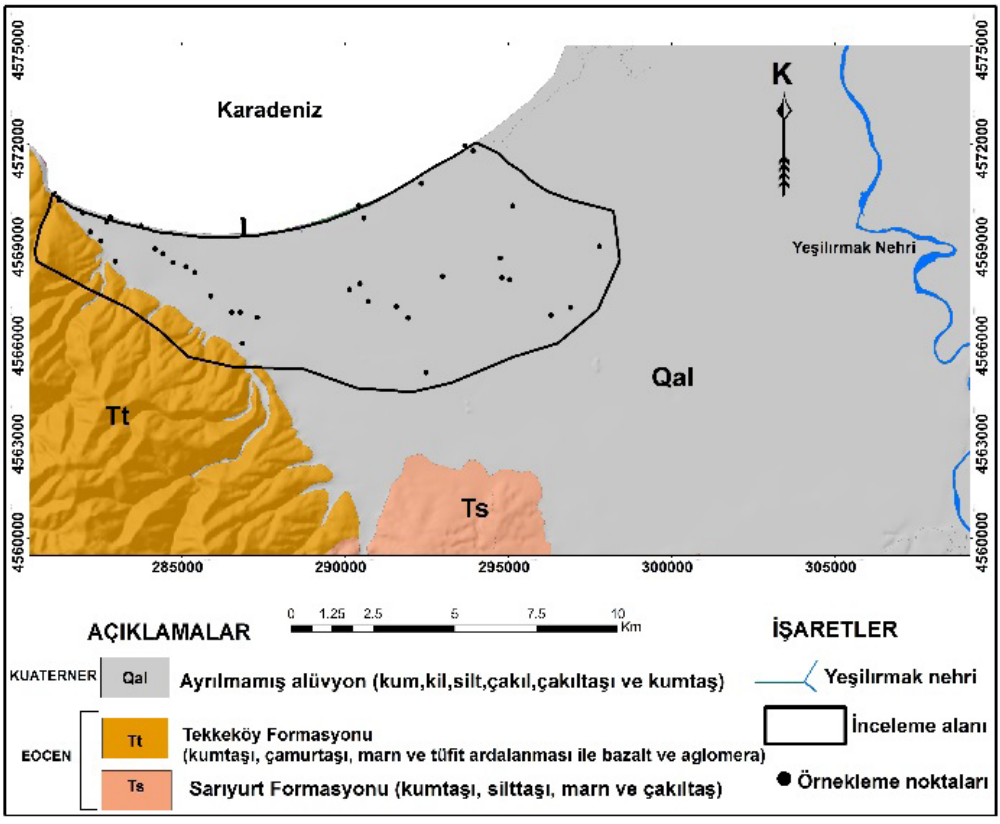
MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında Temmuz 2019'da inceleme alanında 36 noktada yeraltısuyu ve deniz suyu örneklemesi yapılmıştır. Bunlardan 33 adedi kuyulardan ve 3 adedi Karadeniz'den alınmıştır. Su örnekleri TS EN ISO 5667 Su Kalitesi-Numune Alma Standardına uygun olarak alınmış, korunmuş ve DSİ Samsun 7. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde ve DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı İzotop Laboratuvarı Şube Müdürlüğü'nde analizleri yapılmıştır. Yeraltısuyu ve deniz suyu örnekleri üzerinde EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO_3, HCO_3, Cl, NH_4, NO_3, NO_2, PO_4, SO_4, O^{18}, ^2H ve ^3H analizleri ile yapılmıştır.

Yeraltı sularının sulamada kullanılabilirliğini belirlemek için suların sodyum absorbsiyon oranı (SAR), atık bikarbonat oranı (RSC), Kelly, Çözünürlük İndeksi (Pİ), Sodyum Yüzdesi (%Na), Magnezyum zararı (MR) ve potansiyel tuzluluk (PS) değerleri hesaplanmıştır. Yeraltı suyunun hidrojeokimyasal olarak sınıflandırılmasında ve deniz suyu girişimi değerlendirilmesinde Piper diyagramı kullanılmıştır. Suların izotop hidrojeolojisini değerlendirilmesinde $\delta\,^{18}O$ - $\delta\,^{2}H$ ve $\delta\,^{18}O$ - Cl grafikleri çizilmiştir.

JEOLOJİ VE HİDROJEOLOJİ

Çalışma alanında Yoldaş, Hakyemez ve diğerleri (1985), tarafından adlandırılan Eosen yaşlı Tekkeköy Formasyonu, Sarıyurt Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar



Şekil 1. İnceleme alanının jeoloji haritası.

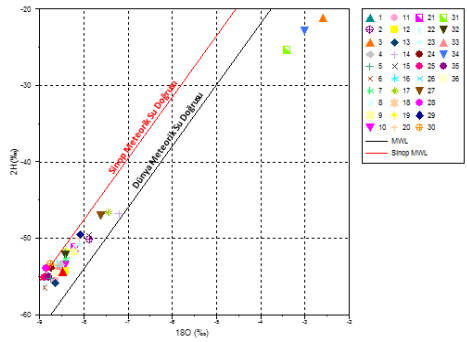
bulunmaktadır. Sarıyurt Formasyonu kumtaşı, silttaşı, marn ve çakıltaşlardan oluşmaktadır. Tekkeköy Formasyonu kumtaşı, çamurtaşı, marn ve tüfit ardalanması ile bazalt ve aglomeradan oluşmaktadır. İnceleme alanında bulunan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ise kum, kil, silt, çakıl, çakıltaşı ve kumtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı hidrojeolojik açıdan Yeşilırmak sol sahili ve Yeşilırmak sağ sahili olmak üzere iki parçaya ayrılmaktadır. Yeşilırmak sol sahilinde bulunan inceleme alanı serbest akifer seviyelerinden oluşurken diğer parça basınçlı-yarı basınçlı akifer bölümünü oluşturmaktadır.

İnceleme alanında akifer seviyeleri genelde çakıl, killi-kum, killi-kavkılı çakıl ve siltli kumdan oluşmaktadır. Alüvyon kalınlığı ova güneyinden kuzeyine gittikçe artmaktadır

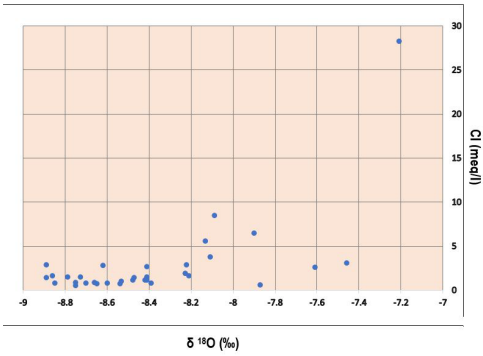
İZOTOP HİDROJEOLOJİSİ VE HİDROJEOKİMYASAL DEĞERLENDİRİLMESİ

Genel olarak yeraltısuyu çalışmalarında kullanılan en önemli çevresel izotoplar Oksijen 18 (^{18}O) ve Döteryum'dur. Oksijen 18 (^{18}O) ve Döteryum konservatif izotoplar olarak akifer içindeki hidrojeokimyasal süreçlerden etkilenmezler ve akiferin beslenme miktarı, beslenme bölgesinin ayırtlanması, yeraltısuyu-yüzey suyu ilişkileri, karışımın belirlenmesi ve çatlaklı kayaçlardaki beslenme-boşalım ilişkilerini açıklamakta kullanılmaktadır. Kararlı izotop verileri kullanılarak karışımı sağlayan suların kökeni; tuzların çözünmesi, buharlaşma ile izotopça zenginleşme veya tatlı su-tuzlu su veya tatlı su-deniz suyu karışımı kolaylıkla ayırt edilebilir (Kurttaş, Türker, 2002).

Örneklenmiş yeraltısuyu ve Karadeniz sularının izotop sonuçlarının $\delta\ ^2H$ - $\delta\ ^{18}O$ grafiği üzerinde Küresel Meteorik Su Doğrusu (Craig, 1961) ve Sinop Meteorik Su Doğrusu ile birlikte değerlendirilmesi Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. *$\delta\ ^{18}O$-$\delta\ ^2H$ ilişkisi.*

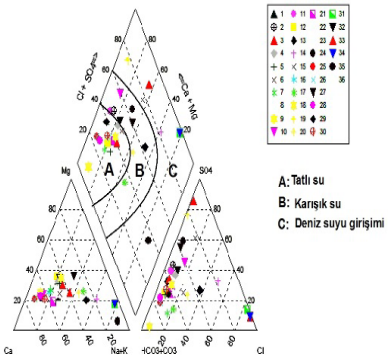


Şekil 3. $\delta\ ^{18}O$-Cl ilişkisi.

$\delta^{18}O$ değerleri -8.89 ile -7.21 arasında değişirken δ^2H değerleri -56.41 ile -46.64 arasında değişmektedir. Yeraltı suyu $\delta^{18}O$-Cl dağılımlarına göre ise inceleme alanında yer alan suların Cl içeriğinin hemen hemen aynı olduğu gözlenmektedir (Şekil 3). Ancak sanayi tesisilerinde ve tarım arazilerinde bulunan kuyularda çok yüksek Cl ve sıfıra yakın $\delta^{18}O$ değerleri gözlenmektedir. Bu durum, kuyulardan aşırı yeraltısuyu çekiminin yapılması nedeniyle deniz suyu girişimi olduğuna işaret etmektedir. Bu kuyularda Cl fazlalığın nedeninin kirlenme olduğu düşünülmektedir.

Yeraltısuyunun hidrojeokimyasal olarak sınıflandırılmasında ve sulama açısından uygunluğunun değerlendirilmesinde Piper Diyagramı kullanılmaktadır. Hidrojeokimyasal özelliklerine göre suların çoğunluğu Ca-Mg-HCO^-_3-SO^{2-}_4, Ca^{2+}-

Na^+-HCO^-_3-SO^{2-}_4, Ca^{2+}-Na^+-SO^{2-}_4-HCO^-_3'lu sular sınıfındadır (Şekil 3). Fakat bazı kuyularda suların Na-Cl-SO4, Na-Ca-Cl-HCO3'lu suların sınıfında olduğu görülmekedir. Deniz suyu girişiminin belirlenlemesinde, Kelly (2005) tarafından Piper diyagramıyla yapılmış sınıfılandırması biraz değiştirerek kullanılmıştır. Buna göre örneklerin 58%'i "tatlı suyu", 10%'u "karışık suyu" ve 4%'ü "deniz suyu girişim" sınıflarında yer almaktadır. "Karışık suyu" ve "deniz suyu girişimi" sınıfındaki örnekler sanayi tesisleri ve tarım arazilerinde açılan sondaj kuyularından alınmıştır. Bu kuyulardan aşırı çekim yapılması nedeniyle denizi suyu girişimi olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum kuyularda deniz suyunun varlığına işaret etmektedir. Sodyum yüzdesi değerlerine göre su örneklerinin 30% 'undan fazlasının şüpheli olduğu göstermektedir. SAR, RSC, Kİ, MR ve PS değerlerine göre örneklerin çoğunluğunun sulama açısından uygun olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4. Piper diyagramı.

SONUÇLAR

Bu çalışmaların ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

$\delta^{18}O$ değerleri -8.89 ile -7.21 arasında değişirken $\delta^{2}H$ değerleri -56.41 ile -46.64 arasında değişmektedir.

$\delta^{18}O$–Cl dağılımlarına göre ise inceleme alanında yer alan suların Cl içeriğinin hemen hemen aynı olduğu gözlenmektedir. Sanayi tesisleri ve tarım arazilerindeki sondajlarda aşırı Cl ve sıfıra yakın $\delta^{18}O$ değerleri gözlenmektedir. Bu kuyulardan suların aşırı çekilmesi sonucunda denizi suyu girişimi olduğuna işaret etmektedir.

Piper Diyagramına göre değerlendirme yapıldığında; yeraltısuyu örneklerinin ağırlıklı olarak HCO^-_3-SO^{2-}_4, Ca^{2+}-Na^+-HCO^-_3-SO^{2-}_4, Ca^{2+}-Na^+-SO^{2-}_4-HCO^-_3'lu sular sınıfında olduğu görülmektedir. Ancak bazı kuyularda suların Na-Cl-SO4, Na-Ca-Cl-HCO3'lu su sınıfında olduğu görülmektedir. Piper diyagramına göre örneklerin 58%'i "tatlı suyu", 10%'u "karışık su" ve 4%'ü "deniz suyu girişim" sınıflarında yer almaktadır. Sodyum yüzdesi değerlerine göre örneklerin üçte birinden fazlasının şüpheli olduğu görülmektedir. SAR, RSC Kİ, MR ve PS değerlerine göre su örneklerinin birçoğunun sulama açısından uygun olduğu ortaya çıkmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi 8168 nolu proje ile desteklenmekte ve ayrıca DSİ 7. Bölge Müdürlüğü (Samsun) ile gerçekleştirilen ortak protokol ile yürütülmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arslan, Hakan, et al. Deniz suyu girişiminin belirlenmesinde çevresel izotopların kullanılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2011, 4.2: 59-64.

Cemek, H. Arslan M. Güler B.; Demır, Y. Bafra Ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007, 4.2: 219-226.

Craig, Harmon. "Isotopic variations in meteoric waters." *Science* 133.3465 (1961): 1702-1703

DSI (1993) Çarşamba Ovası Hidrojeolojik Etüd Rapor

Kelly, F. (2005). Seawater intrusion Topic paper: Island Country Health Department.

Kurttaş, Türker. Karışım sularında kökensel katkıların belirlenmesi. Hidrolojide izotop tekniklerinin kullanılması sempozyumu, 297

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Harmanlı (Edirne) Kömür Sahasının Hidrojeolojik İncelenmesi

Hydrogeological Investigation of Harmanlı (Edirne) Coal Field

Toygar Akar, Ünsal Gemici, Anıl Küçüksümbül, Gültekin Tarcan, Mümtaz Çolak

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(toygar.akar@deu.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada önceki araştırmacıların yaptıkları jeolojik çalışmalar temel alınarak bölgenin hidrodinamik özellikleri eski yıllarda DSİ tarafından ölçülmüş veri seti eşliğinde değerlendirilmiştir. Alanda Danişmen Formasyonu yüzeylenmekte ve linyit seviyeleri içeren marn ara katkılı silttaşı-kiltaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Birim akifer özelliği göstermemektedir. Formasyondaki kömürlü, kumlu seviyeler nispeten geçirimli, killi ve siltli katmanlar ise geçirimsiz ya da çok az geçirimli birimleri oluşturmaktadır. Derinlikleri 106 ve 425 m arasında değişen 14 yeni sondaj kuyusu açılarak yapılan jeolojik kesitler ile kömürlü katmanların yeraltındaki durumu ve hidrojeolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Seçilen dört sondajda basınçlı su testleri yapılmış ve hidrolik iletkenlik katsayısı (geçirimlilik) her kaya birimi ve kömür seviyeleri için çeşitli derinliklerde ayrı ayrı hesaplanmıştır. Basınçlı su testi (BST) jeolojik birimlerin geçirimliliklerinin ve Lugeon değerlerinin belirlenmesi amacıyla sondaj kuyularının bir kısmının izole edilerek kaybolan suyun ya da emilen suyun debisini belirlemek esasına dayanır. Yeraltı kömür işletmesi sırasında açılacak desandre ve galerilerde birimlerin geçirimlilik durumlarına bağlı olarak galerilere kazı sırasında gelebilecek yeraltı suyu miktarları işletme sırasında hayati önem taşımaktadır. BST testleri sonucunda elde edilen hidrolik iletkenlik katsayıları Danişmen Formasyonu için 9,56 x 10^{-8} m/sn ile 4,08 x 10^{-6} m/sn arasında, kömürlü seviyeler için ise 1,25 x 10^{-7} m/sn ve 5,41 x 10^{-7} m/sn arasında saptanmıştır. Alandaki birimler az geçirimli kaya sınıfına karşılık gelmektedir. Yağışlı dönemde bölgede yeraltı suyu oluşması durumunda galeri açımı sırasında düşük oranda su gelişi (0,13-18,22 L/dk/m) beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Basınçlı su testi, desandre, tünele akış, yeraltı suyu

Abstract: *Based on the geological studies of the previous researchers, the hydrodynamic properties of the region were evaluated with the data set obtained by DSİ (State Hydraulic Works) in the previous years. Danişmen Formation outcrops all of the study area and consist of alternation of lignite levels and marl intercalated siltstone-claystone-sandstone lithologies. Coal and sandy levels in the formation are relatively permeable and clayey-silty layers form impermeable or very low permeable units. Underground condition of the coal layers and hydrogeological properties were evaluated with geological cross-sections made by drilling 14 new boreholes with depths ranging between 106 and 425 m. Packer Tests were performed on the four selected newly drilled wells and hydraulic conductivity coefficients (permeability) was calculated separately at various depths for each rock unit and coal levels. Packer test is done in boreholes, which isolates a portion of boreholes and determine the rate of water loss or ab-*

sorbed water with the aim of finding out hydraulic conductivity and Lugeon value of geological units. Depending on the permeability of the units in galleries and inclined shaft that will be opened during underground coal mining, the amount of groundwater that may flow into the galleries during mining is crucial. Hydraulic conductivity coefficients obtained from Packer Tests were determined between 9.56 x 10^{-8} m/s and 4.08 x 10^{-6} m/s for Danişmen Formation and 1.25 x 10^{-7} m/s and 5.41 x 10^{-7} m/s for coal levels. The units in the area correspond to low permeable rock classification. In case of existence of groundwater in the rainy periods, it is expected low rate of water flow (0.13-18.22 L/min/m) during gallery excavation.

Keywords: *Flow into tunnel, groundwater, inclined shaft, packer test*

GİRİŞ

Bu çalışma kapsamında Harmanlı (Uzunköprü / Edirne) bölgesindeki kömür sahasındaki jeolojik birimlerin geçirimlilik parametresinin hesaplanmasını amaçlamaktadır. Alanda basınçlı su testleri yapılarak desandre ve galerilere gelebilecek olası su miktarları hesaplanmıştır.

JEOLOJİ

Trakya Yarımadası, Türkiye'nin ana tektonik birliklerinden Istranca Zonu üzerindedir. Istranca Masifi altta gnays ve bunların üzerinde yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı sedimanter kayalarla temsil edilmektedir (Üşümezsoy, 1982). Sedimanter kayaçlar Geç Kretase yaşlı volkano-sedimanter birimler tarafından örtülmüştür (Taner ve Çağatay, 1983). Trakya Tersiyer havzasında kömür oluşumları Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonunda yer almaktadır. Trakya Havzası'nın kömürleri, gölsel ortamların delta bataklıklarında çökelmiştir. Eosen yaşlı çökeller ardından Geç Miyosen - Pliyosen yaşlı birimlerin sedimantasyon evresi başlamıştır. Orta ve Kuzey Trakya'da Miyosen yaşlı Hisarlıdağ, volkanitleri, Çanakkale, Çekmece ve Ergene formasyonları; Pliyosen yaşlı Trakya formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon, Eosen-Oligosen istifini örtmektedir.

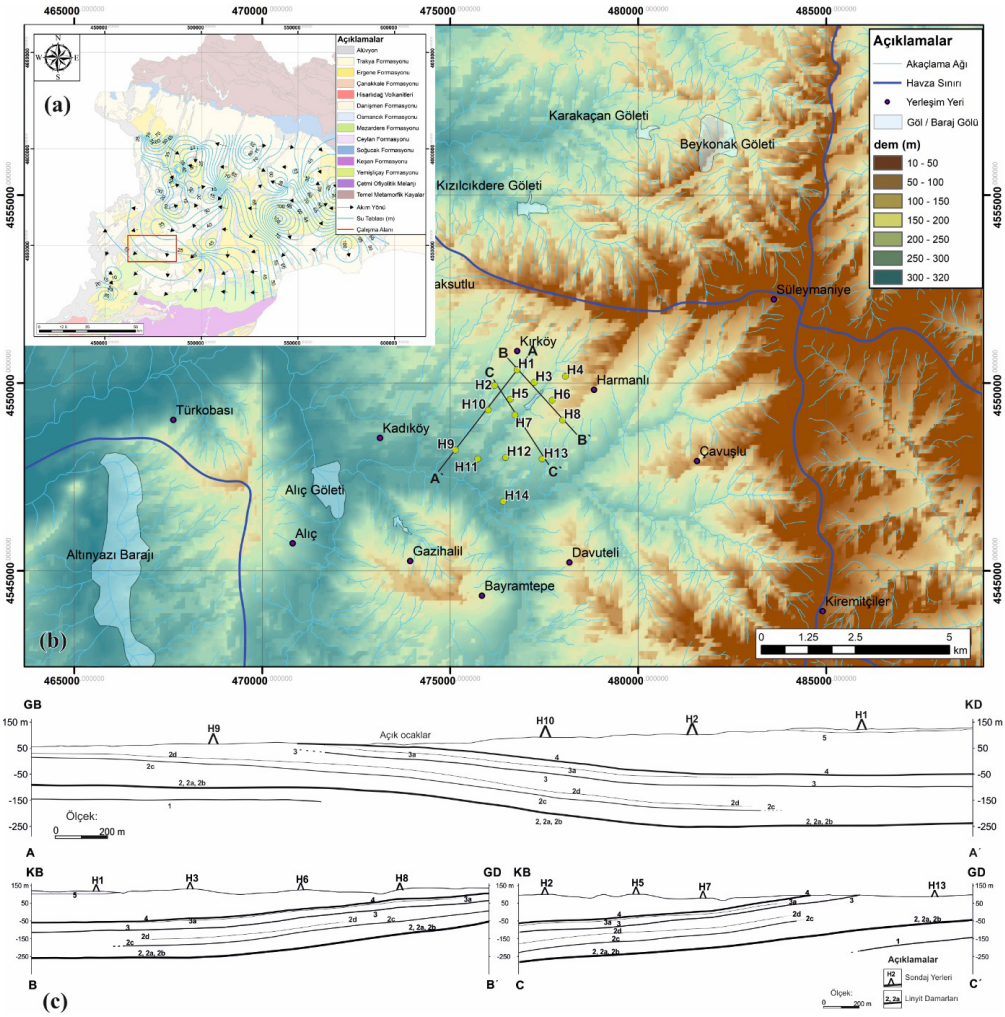
Çalışma alanının tamamı Orta-Üst Oligosen yaşlı Danişmen Formasyonu içinde yer almaktadır. Birim litolojik açıdan linyit seviyeleri içeren marn ara katkılı silttaşı-kiltaşı-kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Kumtaşları orta tabakalı olup, 25-30 m'ye kadar kalınlık sunmaktadır. Kiltaşları; yeşil, koyu yeşil, nefti renkli, sıkı-çok sıkı tutturulmuş, eklem sistemi gelişmemiş, ince tabakalı, genellikle 8-10 derece ile kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı eğimlidir. Yer yer kömür bantları içermekte olan kiltaşları üste doğru düşey ve yanal dereceli olarak silttaşları ile geçişlidir. Danişmen Formasyonu katmanlarının eğimi batı yönünde ve yaklaşık 5-6 derece dolaylarındadır.

HİDROLOJİ

Harmanlı bölgesi kömür sahasını besleyen yüzey suları ile drenaj ağı haritası oluşturulmuş olup havza sınırları ile birlikte Şekil 1'de sunulmuştur. Çalışma alanında hidrolik parametrelerin hesaplanması için 4 adet kuyu açılmıştır. Yerinde yapılan ölçümlere göre Harmanlı kömür sahasında tamamlanan kuyularda yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Bununla birlikte bölgesel olarak Trakya Havzası'nda yer alan 101 adet sondaj kuyusunda DSİ tarafından ölçülen statik su seviyelerinden oluşan veri seti aracılığıyla yeraltı suyu akım yönü haritası oluşturulmuştur (Şekil 1).

HİDROJEOLOJİ

Çalışma alanının tamamına yakını Danişmen Formasyonu'nda yer almaktadır. Alanın güney kısmında alüvyon bulunmaktadır. Linyit kömürü oluşumları Danişmen Formasyonu'nda yer almaktadır. Formasyonda killi düzeyler yoğun bir şekilde gözlendiğinden dolayı hem bu çalışmada hem de geçmiş çalışmalarda saha ve çevresinde yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. H2, H3, H4 ve H10 kuyularında linyit damarlarını da kapsayacak şekilde toplamda 122 adet basınçlı su testi gerçekleştirilmiştir. Test yapılan 4 kuyuda da su seviyesi saptanamadığından birimlerin K (geçirimlilik) değerinin hesaplanabilmesi için Basınçlı Su Testi (Packer Testi) yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 1. (a) Trakya havzası jeoloji haritası (MTA, 2002; Perinçek vd., 2015; Şengüler, 2013) ve bölgesel su tablası, (b) drenaj ağı, hidrolojik havza sınırı, kuyu konumları ve (c) jeolojik kesitler.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

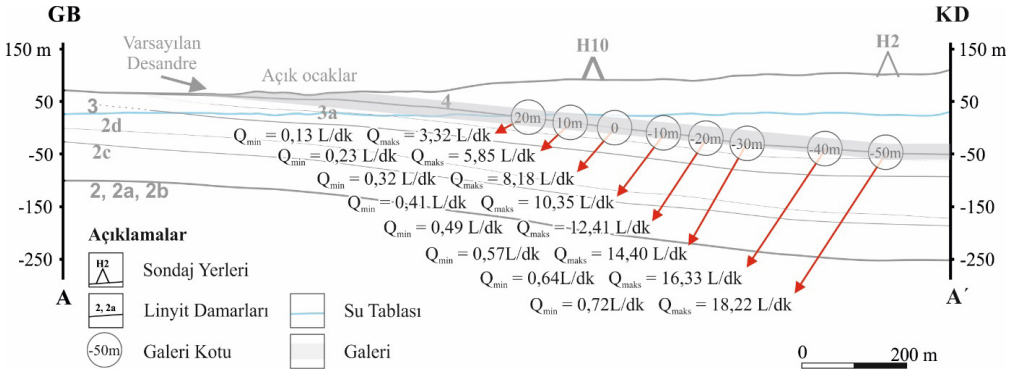
Jeolojik birimlerin geçirgenlikleri Danişmen Formasyonu'nda açılmış olan H2, H3, H4 ve H10 kuyularında yapılan basınçlı su testleri ile hesaplanmıştır. H2 kuyusunda toplam 24 adet basınçlı su testi gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan en düşük ve en yüksek Lugeon ile hidrolik iletkenlik değerleri sırasıyla 1,09 Lu ve 4,56 Lu ile 1,08 x 10^{-7} m/sn ve 4,52 x 10^{-7} m/sn'dir. Derine gidildikçe geçirimlilikte düşüş gözlenmektedir. Kuyudaki tüm sonuçlar gerek Lugeon gerek hidrolik iletkenlik katsayısı için az geçirimli kaya sınıflamasına karşılık gelmektedir.

H3 kuyusunda toplam 35 adet basınçlı su testi gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan en düşük ve en yüksek Lugeon ile hidrolik iletkenlik katsayısı değerleri sırasıyla 1,28 Lu ve 41,20 Lu ile 1,27 x 10^{-7} m/sn ve 4,08 x 10^{-6} m/sn'dir. Jeolojik birimler Lugeon değeri sınıflamasına göre ilk 233 metrede geçirimli kaya devamında ise az geçirimli kaya sınıfına karşılık gelmektedir.

H4 kuyusunda toplam 30 adet basınçlı su testi gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan en düşük ve en yüksek Lugeon ile hidrolik iletkenlik katsayısı değerleri sırasıyla 0,97 Lu ve 10,52 Lu ile 9,56 x 10^{-8} m/sn ve 1,04 x 10^{-6} m/sn'dir. Jeolojik birimler Lugeon değeri sınıflamasına göre ilk 56 metrede geçirimli kaya devamında ise az geçirimli kaya sınıfına karşılık gelmektedir.

H10 kuyusunda toplam 33 adet basınçlı su testi gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan en düşük ve en yüksek Lugeon ile hidrolik iletkenlik katsayısı değerleri sırasıyla 1,33 Lu ve 27,70 Lu ile 1,31 x 10^{-7} m/sn ve 2,75 x 10^{-6} m/sn'dir. Jeolojik birimler Lugeon değeri sınıflamasına göre ilk 26 metrede geçirimli kaya devamında ise az geçirimli kaya sınıfına karşılık gelmektedir.

Çalışma alanında tamamlanan kuyularda yeraltı suyuna rastlanmamıştır ancak Ergene Havzası'nda açılmış olan 103 kuyuda DSİ tarafından ölçülen statik su seviyeleri kullanılarak oluşturulan yeraltı suyu haritasında çalışma alanına karşılık gelen bölgede, yeraltı su seviyesinin 25 metre kotunda olabileceği belirlenmiştir. Eğer ruhsat alanındaki jeolojik birimler akifer olma özelliği gösterseydi, yeraltı su seviyesinin 25 metre kotlarında olması beklenirdi. Bu senaryodan yola çıkarak en sığ derinlikte bulunan 4 numaralı kömür damarı kazısı sırasında olası su geliş miktarları, hidrolik iletkenliği K olan homojen ve izotrop bir ortamda, dengeli rejimde bir dren gibi davranan r yarıçapındaki tünelin birim uzunluğu boyunca hesaplanmıştır (Freeze ve Cherry, 1979; Şekil 2).



Şekil 2. Senaryo üzerinden 4 No.lu linyit damarındaki olası su akış miktarı.

Danişmen Formasyonundaki 4 numaralı kömür damarında H10 ve H2'de basınçlı su testlerinden elde edilen minimum ve maksimum hidrolik iletkenlik katsayıları kullanılarak, tünel içerisindeki bir metrelik ilerleme için olası akış miktarı sırasıyla 0,13 L/dk ve 18,22 L/dk olarak hesaplanmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akartuna, M. 1968. Armutlu yarımadasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografiler, 20, s. 105.

Freeze, R. A., ve Cherry, J. A. (1979). Groundwater. Pretice-Hall. Inc., Englewood Cliffs, NJ.

Perinçek, D., Nurdan, A. T. A. Ş., Karatut, Ş., ve Erensoy, E. (2015). Trakya Havzasinda, Danişmen Formasyonu İçindeki Linyit Katmanlarinin Potansiyelini Kontrol Eden Jeolojik Faktörler. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, (150), s. 77-108.

Siyako, M., Bürkan, K., & Okay, A.I. 1989. Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 1, s. 183-199.

Şengüler, İ. (2013). Ergene (Trakya) Havzası'nın jeolojisi ve kömür potansiyeli. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, (16), s. 109-114.

Taner, F. ve Çağatay, A. (1983). Istranca masifindeki maden yataklarının jeolojisi ve minerolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Ankara, Türkiye, s. 31-40

Üşümezsoy, Ş. (1982). Igneous and metamorphic geology and mineralization of Istranca region (Geotectonic setting and mineralization of the Istranca masif). İstanbul University Earth Sciences Review, 3(1-2), s. 227-294.

Orta Doğu-Akdeniz'in Hidro Jeopolitiği ve Yeni Su ve Enerji Denklemi

Hydro Geopolitics of the Middle East-Mediterranean and New Water and Energy Equation

Dursun Yıldız

Su Politikaları Derneği, Kavaklıdere Mah., Güfte Cad., 8/9, 06680 Çankaya, Ankara, Türkiye

(dursunyildiz001@gmail.com)

Öz: Bu çalışmada "Orta Doğu Akdeniz" olarak ele alınacak olan coğrafya Akdeniz'in doğu bölümü ile Büyük Ortadoğu'nun merkezinin çakıştığı coğrafyadır. Esas olarak sürekli bir değişim içindeki Doğu Akdeniz ile yeni Ortadoğu'nun jeopolitik etkileşimini ele alınmaya çalışılmıştır. Bu etkileşim zaman zaman birbirini tetiklemiş ve bölgede yeni bir jeopolitik eksenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bölgenin artan nüfusu ve iklim değişimi senaryoları 2050 yılına varmadan bölgede ciddi bir su sıkıntısı yaşanabileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bölgenin güvenlik mimarisi, enerji ve su kaynakları konusunda işbirliğine geçmişten daha çok bağımlı olacaktır. İklim değişimi etkilerinin en fazla beklendiği kuşakta yer alan Orta Doğu Akdeniz coğrafyası ciddi bir bölgesel güvenlik riski altındadır. Bölgede belirlenmeye çalışılan yeni enerji denklemi bölgenin yeni su denklemini doğrudan etkileyecektir. Orta Doğu Akdeniz'de enerji alanında yapılacak işbirliği su yönetimi konusunda işbirliğini de kolaylaştıracak ve bölgenin güvenlik ve istikrarını olumlu yönde etkileyecektir.

Anahtar Kelimeler: Orta-Doğu Akdeniz, yeni su ve enerji denklemi

Abstract: *In this study, the geography that will be considered as "the Middle East-Mediterranean is the natural intersection area of Center of Greater Middle East and the Eastern Mediterranean. In this study it is focused to address the geopolitical interaction of the constantly changing Eastern Mediterranean and the new Middle East. This interaction has triggered each other from time to time and caused a new geopolitical axis to emerge in the region. The increasing population of the region and climate change scenarios reveals that there may be a serious water shortage before the year 2050*

Therefore, the security architecture of the region will be more dependent on the cooperation of energy and water resources than in the past. The Middle East Mediterranean geography, which is in the zone where severe climate change impacts are most expected, is at a serious regional security risk. The new energy equation that is tried to be determined in the region will directly affect the new water equation of the region. Cooperation in the field of energy in the Middle East Mediterranean will facilitate cooperation in water management and positively affect the security and stability of the region.

Keywords*: Middle East-Mediterranean, new water and energy equation*

GİRİŞ

Uluslararası ticaretin en önemli kavşaklarından birisi olan Akdeniz, Dünya ticaretinin %25'inden fazlasına ev sahipliği yapan bir coğrafyadır. Avrupa ülkelerinin ihtiyaç duyduğu enerjinin yaklaşık %70'i de Akdeniz üzerinden taşınmaktadır (Çomak ve Şeker 2019). Avrupa ticaretinin yüzde 40'ı bölgeden geçmekte; Bağımsız Devletler Topluluğu'nun ithalatının yaklaşık yüzde 60'ı ve ihracatının yüzde 50'si bu bölgeden gerçekleştirilmektedir (Yıldız ve Yaşar, 2012).

Doğu Akdeniz tarih boyu stratejik öneme sahip bir coğrafya olmuştur. Doğu Akdeniz'de varlığı saptanan hidrokarbon kaynakları ve tahmin edilen rezervler bu coğrafyanın jeopolitik, jeostratejik önemini daha da arttırmıştır. Bu durum bölge ülkeleri ile birlikte uluslararası güçleri de harekete geçirmiştir. Akdeniz'in enerji açısından son dönemde değişen bu konumu, dünya ölçeğindeki jeopolitik ve jeoekonomik rekabetin de artmasına neden olmuştur. Çünkü Akdeniz'deki her gelişme dünyadaki gelişmelerden tarih boyu bağımsız olmamıştır. Bunun yanı sıra bu bölgede yaşanan gelişmeler dünyadaki gelişmeleri de etkilemiştir.

Akdeniz'in tarih boyunca artan önemi ve bu dinamik özelliği bu bölgede kalıcı ve istikrarlı bir güvenlik ortamının tesisini sürekli zorlaştırmıştır. Bu nedenle Akdeniz uzun dönem boyunca tek bir gücün egemenliğine giren bir coğrafya olmamıştır.

Bugün olduğu gibi tarihsel olarak da bölge dışı aktörler, Akdeniz'deki güvenlik mimarisinin oluşmasına ve dinamiklerine müdahil olmuştur. Çünkü Akdeniz, jeopolitik konumu gereği; Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Uzak Doğu ülkelerinin güvenlik dinamiklerini doğrudan etkilemektedir. Bu etkileşim son dönemde Doğu Akdeniz ve Orta Doğunun Suriye Irak bölgesindeki gelişmeler üzerinden daha da artmış ve bu iki bölgenin güvenlik mimarisi iç içe geçmiştir.

Bölgenin enerji jeopolitiğindeki son gelişmeler, Doğu Akdeniz'i barışa ve istikrara en çok ihtiyaç duyulan bölgelerden biri durumuna getirmiştir. Bunun yanı sıra bölgenin iklim değişiminden en fazla etkilenecek coğrafyalardan biri olarak tanımlanması da kısıtlı su kaynaklarını öne çıkartmıştır. Böylece Enerji ve Su kaynakları Doğu Akdeniz'in geleceğinde en etkili olacak doğal kaynaklar olarak ortaya çıktığı gibi, aynı zamanda işbirliği yaratabilecek alanların en üst sıralarına oturmuştur. Doğu Akdeniz bölgesi, önceden bilinen ancak çıkartılmasına yeni karar verilen hidrokarbonlar bölgedeki ülkeler arasında anlaşmazlığın yanı sıra yeni işbirliği olanakları da yaratmıştır.

DOĞU AKDENİZ VE JEOPOLİTİK ÖNEMİ

Jeopolitik ve jeostratejik açıdan yapılan incelemelerde ve yayınlarda Doğu Akdeniz bölgesi, Yunanistan'ı da kapsayacak şekilde "22º Doğu boylamının doğusunda kalan bölge" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımı benimseyecek olursak Doğu Akdeniz bölgesinde; Yunanistan, Türkiye, Mısır, Suriye, İsrail, Lübnan, Ürdün, Filistin, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) ve Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (GKRY) bulunmaktadır (Doğan, 2013;Yıldız veYaşar,2012).

Dünya deniz ticaretinin yüzde 30'u, dünyada deniz yoluyla yapılan petrol ticaretinin de yüzde 25'i Doğu Akdeniz kaynaklıdır. Bazı kaynaklarda Akdeniz'in bugün gemi trafiğinin günde yaklaşık 4000 gemi olduğu yer almaktadır. Bunun yarısından çoğunu da tankerlerin oluşturduğu belirtilmektedir (Keser ve Akgün, 2015). Doğu Akdeniz'de çıkartılmaya başlanan hidrokarbon kaynakları bölgenin gelecekte de temel enerji koridorlarından biri olacağını ortaya koymuştur.

Son dönemde öne çıkan Doğu Akdeniz'in stratejik öncelikleri; Yeni Orta Doğu'yu kontrol, Genç ve Yoksul Afrika'yı kontrol, Rusya ve ABD için Karadeniz ve Akdeniz'i kontrol, Güney Asya ve Pasifik Ticaret yollarını kontrol olarak sıralanabilir.

ORTA DOĞU-AKDENİZ

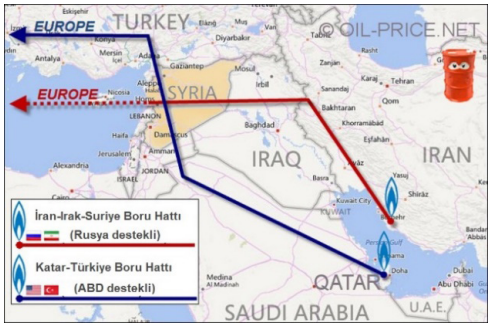
Siyasi olarak çok uzun dönemdir tüm küresel etkilere açık olan Ortadoğu, son dönemde aynı özellikteki Doğu Akdeniz'i de bünyesine katmıştır. Böylece **"Orta Doğu Akdeniz",** Orta Asya'da hegemonya sağlamaya kadar uzanan büyük planların uygulandığı bir coğrafya bütünü haline gelmiştir. Doğu Akdeniz bölgesinin artan kendi jeostratejik öneminin üzerine Yeni Ortadoğu ve Orta Asya'nın artan önemi de eklenmiştir.

Ortadoğu coğrafyası, bölgelerinin siyasi aktivitelerinin değişkenliğine paralel olarak, coğrafi boyutları değişebilen, fakat daima Doğu Akdeniz'i ortasında bulunduran bir coğrafi alandır. Ortadoğu'nun çatışma yoğun kaderini bölgede çıkan petrol belirlemiştir. Doğu Akdeniz de bölgede çıkan hidrokarbon rezervleri ve enerji yolları ile bu kadere ortak olmuştur. Orta Doğu Akdeniz, Cebelitarık'tan Orta Asya'ya kadar uzanan bölgenin tam merkezinde yer alarak, onun her noktasına en uygun erişim ve etki sağlayacak konumdadır. Bu sebeple, bu bölgede doğrudan veya dolaylı yer ve pozisyon sahibi olmak, çok önemli bir jeopolitik avantaj olarak değerlendirilmektedir.

Bölgenin Yeni Enerji Denklemi

21. Yüzyılda Doğu Akdeniz'in yeni enerji denklemini etkileyen iki önemli gelişme yaşanmıştır. Bunlardan ilki Doğu Akdeniz'in hidrokarbon rezervleri ile ilgilidir. Doğu Akdeniz'deki hidrokarbon rezervleri ile ilgili hareketlenme bundan 17 yıl önce başlamış ve 2003 yılında Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (GKRY) ile Mısır arasında iki ülkenin Doğu Akdeniz'deki münhasır ekonomik bölgelerinin sınırlarını belirledikleri bir anlaşma imzalanmıştır. Bundan dört yıl sonra**,** Ocak 2007'de bu kez GKRY ile Lübnan arasında benzer içerikte bir anlaşma imzalanmış ve bunu 2010'da GKRY'nin İsrail ile yaptığı anlaşma takip etmiştir. Son dönemde Mısır Yunanistan Kıbrıs yakınlaşmasına İsrail de dahil olmuştur. Bölgede önce İsrail sonra Mısır yeni enerji denkleminde oyun kurucular olarak öne çıkmıştır. Doğu Akdeniz'de en uzun sahile sahip olan Türkiye ise hak iddialarını sürdürerek bölgedeki gelişmeleri aktif olarak izlemeye devam etmektedir.

Bölgede enerji denklemini etkileyen ikinci gelişme ise İran ve Katar gazlarının Orta Doğu da güvenli bölgelerden geçecek boru hatlarıyla Doğu Akdeniz'e çıkması planının uygulanması ile ortaya çıkmıştır (Şekil1). Bu gelişme bölgede vekâlet savaşlarını başlatmış ve Ortadoğu'da yeni güç dengelerini ortaya çıkartmıştır. ABD'nin Arap Baharı projesinin ateşi Tunus'ta yakılmış ve bu ateş önce Libya, Mısır, Suriye gibi Doğu Akdeniz ülkelerini sarmıştır. Günün sonunda ise plana göre bölge dışında tutulmaya çalışılan Rusya, İran gibi ülkeler tam aksine bölgeye kalıcı olarak yerleşmiştir. Bu gelişme bölgenin yeni enerji denklemindeki oyuncu sayısını arttırmıştır.

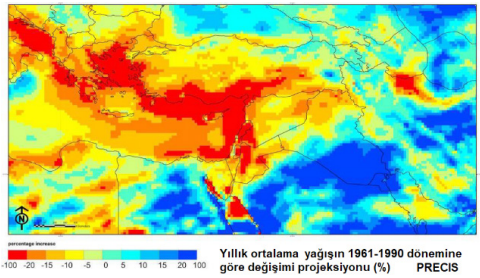


Şekil 1. İran ve Katar gazlarını Doğu Akdeniz'e taşıyacak boru hatları.

Orta Doğu Akdeniz'in Hidro Jeopolitiği

Enerji kaynakları son dönemde Doğu Akdeniz'in gündeminde daha çok yer almaya başlamıştır. Ancak İklim değişimi senaryoları su sıkıntısı içinde olan Doğu Akdeniz'in hidro jeopolitiğini de en az enerji jeopolitiği kadar öne çıkartmaktadır. Doğu Akdeniz Havzası'ndaki Türkiye ve Lübnan dışındaki 7 ülkenin hepsi su potansiyeli açısından, çeşitli oranlarda memba ülkelerine bağımlı veya su kaynaklarını kıyıdaş bir ülkeyle birlikte kullanmak durumunda olan ülkelerdir.

Yapılan çalışmalar Orta Doğu Akdeniz ülkelerinin su kaynaklarının gelecek 20 yıl içinde hem nüfus artışı hem de iklim değişikliğinin baskısı altında kalacağını ortaya koymuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Orta Doğu Akdeniz'de iklim değişiminin yağışlar üzerindeki etkisi (Chenoweth ve diğ., 2011).

Orta Doğu Akdeniz'de yeni düzen tesis edilene kadar mevcut su kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılması zor görünmektedir. İşbirliğinde yaşanan zorluklar bir yana, iklim değişikliğinin de etkisiyle suyun bölge ülkeleri tarafından yeniden güvenlikleştirilmesi riski vardır. Bu riskler nedeniyle, ülkeler arası veya bölgesel ölçekte hidropolitik ilişkilerinin gündemdeki yerini koruyacağı ve artacak su sorunlarının havzanın istikrarsızlığına doğrudan yansımalarının olabileceği görünmektedir.

2016 yılında işletmeye açılan Kıbrıs'a Türkiye'den boru ile su götürme projesinin önemi bölgede iklim değişimi etkilerinin artmasıyla daha net olarak anlaşılacaktır. Bu nedenle adaya iletilen yıllık 75 milyon m^3 suyun çok iyi yönetilerek bir örnek model yaratılması sadece ekonomik değil stratejik önem taşıyan bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Son dönemde Orta Doğu ve Doğu Akdeniz'in jeopolitik öneminin artışında her iki bölgedeki değişimler birbirlerini tetiklemiştir. Böylece Orta Doğu Akdeniz coğrafyası, son dönemde agresif bir şekilde Akdeniz'e ulaşmak isteyen Yeni Orta Doğu hareketi ile Doğu Akdeniz'deki enerjik gelişmeleri kontrol etmeye çalışan güçlerin yeni jeopolitik ekseni olarak ortaya çıkmıştır. Bölgenin enerji yolları jeopolitiği olarak önemine son dönemde Doğu Akdeniz'in enerji kaynakları açısından artan jeopolitik önemi de eklenmiştir. Ancak bölgenin hidrojeopolitiği ve su kaynaklarının bölgenin güvenlik mimarisindeki etkisi bu enerjik gelişmelerin gölgesinde kalmış görünmektedir.

Bölgenin artan nüfusu ve iklim değişimi senaryoları 2050 yılına varmadan bölgede ciddi bir su sıkıntısı yaşanabileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle bölgenin güvenlik mimarisi, petrol ve doğalgaz kaynaklarının yanı sıra su kaynakları konusundaki işbirliğine geçmişten daha çok bağımlı olacaktır.

Bölgede belirlenmeye çalışılan yeni enerji denklemi bölgenin yeni su denklemi üzerinde de büyük etkiye sahip olacaktır. Orta Doğu Akdeniz'de enerji alanında yapılacak işbirliğinin su yönetimi konusundaki işbirliğini kolaylaştırıcı etkisi olacaktır.

İklim değişimi etkilerinin en fazla beklendiği kuşakta yer alan Orta Doğu Akdeniz coğraf-

yası ciddi bir bölgesel güvenlik riski altındadır. Bu risk bugünden görülerek bölge ülkeleri arasında güven ortamının sağlanması ve sürdürülmesi için çaba sarf edilmelidir. Aksi taktir de bölge ülkelerinin enerji kaynaklarının paylaşımı alanında yaşayacakları sorunlar iklim değişikliğine adaptasyon, su, gıda ve enerji güvenliği gibi konularda ortak hareket etme imkanını ortadan kaldıracaktır.

Doğu Akdeniz, Orta Doğu coğrafyası ile bütünleşip geçmişten çok daha hareketli günlerin yaşanacağı bir geleceğe doğru hızla ilerlemektedir. Bu gelişmeler bölgede en uzun kara ve deniz sınırına sahip olan Türkiye'yi de yakından ilgilendirmektedir. Bu nedenle Türkiye öncelikle yeni bir vizyon oluşturması ve bunu yaparken Erbil'den Kıbrıs'a uzanan yeni Orta Doğu Akdeniz hattındaki gelişmeleri de bir bütün olarak dikkate alması uygun olacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Chenoweth, J., Hadjinicolaou, P., Bruggeman, A., Lelieveld, J., Levin, Z., Lange, M. A., Xoplaki, E., Hadjikakou, M. (2011). Impact of climate change on the water resources of the eastern Mediterranean and Middle East region: Modeled 21st century changes and implications, Water Resour. Res., 47, W06506, doi:10.1029/2010WR010269.

Çomak, H., Şeker, B. (2019). Akdeniz Jeopolitiği Cilt 1-2 Takım Nobel Akademik Yayıncılık Ankara (1640 s.s)

Doğan, N. (2013) Doğu Akdeniz'de Enerji Stratejileri ve Bölgesel Güvenliğin Geleceği, 21. Yüzyıl Türkiye Dergisi.

Keser, U., Akgün S., (2015). Stratejik Güvenlik Bağlamında Doğu Akdeniz ve Kıbrıs Adası'nın Stratejik Pozisyonu Üzerine Bir Değerlendirme, Casus Belli : Kıbrıs.. Kıbrıs Akdeniz Stratejik Araştırma Merkezi Yayını KKTC 2015.(s:1-14)

Yıldız, D., Yaşar, D. (2012). Doğu Akdeniz de Küresel Satranç, İstanbul, Truva Yayıncılık. İstanbul, 321s.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İklim Değişikliği ve Kentsel Su Yönetimindeki Darboğazlar

Climate Change and Bottlenecks in Urban Water Management

Dursun Yıldız

Su Politikaları Derneği, Kavaklıdere Mah., Güfte Cad., 8/9, 06680 Çankaya, Ankara, Türkiye

(dursunyildiz001@gmail.com)

Öz: 21 Yüzyıl'ın su yönetimi su, enerji, gıda ve çevre güvenliği ilişkisi, katılımcılık, çevre duyarlılığı döngüsel yönetim, yeniden kullanım, disiplinler arası yaklaşım gibi açılardan 20inci Yüzyıldaki su yönetimi anlayışından önemli farklılıklar taşımaktadır. İklim değişimi, hızlı ve çarpık kentleşme, kentlere göç, kirlilik gibi baskılar da özellikle kentsel su yönetimi konusunda yeni arayışları hızlandırmıştır. Türkiye'nin su yönetiminde son 10 yıldır yasal, kurumsal düzenleme çalışmaları sürmektedir. 2019 yılında yayınlanan Ulusal Su Planımız ve 11. Beş Yıllık Kalkınma Planımızın her ikisinde de su yönetimimizin geleceği ile ilgili hedefler yer almıştır. Ulusal Su Planında belirtilen bazı hedeflerin yanı sıra su ve toprak kaynakları yönetiminde stratejik vizyon, ilke ve kavram bütünlüğü ile katılımcı yönetim anlayışına ihtiyacımız bulunmaktadır. Büyükşehirlerimizden başlayarak kurumsal altyapıların güçlendirilmesi ve akıllı kentlere geçiş, kentlerimizde iklim değişikliğine adaptasyon ile su güvenliği problemlerinin çözümünde önemli bir rol üstlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Ulusal su planı, yenilikçi su yönetimi, iklim değişikliği

Abstract: *The water management of the 21st Century has significant differences from the management of the 20th century in terms of the relationship between water, energy, food and environmental security, participatory approach, environmental awareness, circular management, reuse, and interdisciplinary approach. The pressures such as climate change, rapid internal displacement to cities and water pollution accelerated to study new water management concepts.*

In the last 10 years, Turkey has made some progress in the water institutional arrangements and basin-wide water management plans. Both the National Water Plan and the 11th Five-Year Development Plan accepted in 2019 included targets for the future of water management. In addition to some of the objectives mentioned in the National Water Plan, we need strategic vision, principles, concept integrity and participatory management approach in water and soil resources management. Starting from our metropolitan cities, the strengthening of institutional infrastructure and the transition to smart cities will play an important role in the solution of water security problems through adaptation to climate change in our cities.

Keywords: *National water plan, innovative water management, climate change*

GİRİŞ

2050 yılında dünyada 6 milyara yakın insanın kentlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir. Bu kentlerin büyük bölümü bugün bile trafik, plansızlık, yetersiz enerji ve su temini, yetersiz altyapı, iklim değişimi etkileri, deprem, sel riskleri ve iklim ve savaş göçmenleri güvenlik gibi baskılarla karşı karşıyadır. UN-

HCR'nin 2017 raporuna göre iç göçmenlerin %80'i ile çeşitli şekillerde göçe zorlanan mültecilerin %60'ı kamplar yerine kentlerde yaşamaktadır.

Kentlere göçlerin artması diğer sorunların yanı sıra kent yönetimi üzerindeki su, gıda ve enerji temini gibi yaşamsal ihtiyaçların karşılanması baskısını da arttırmaktadır. İklim değişikliği ise, kuraklık, kent selleri riskleri ve sıcaklık dalgaları ve deniz suyu yükselmesi ile kentlerin fiziki geleceğini tehdit etmektedir. BM Raporlarına göre gelecek 30 yıl içinde kentlerin su ihtiyacında %50-70 oranında artış beklenmektedir. Bu anlamda özellikle bu baskılarla karşılaşmakta olan kentlerde iklim değişimine adaptasyon ve muhtemel zararların önlenmesi konusundaki tedbirlerin önceliği artmaktadır.

Son yıllarda uzmanlar yağışların süresinin kısalacağı ancak şiddetinin artacağı, kurak dönemlerin ve kent sellerinin geçmişe nazaran daha çok yaşanacağı konusunda görüş birliği içindedir. Yapılan araştırmalar dünyada halen 4 kentten birinin su sıkıntısı yaşadığını ve bu sıkıntının kentlere yakın nehir havzalarında yaşanacak iklim değişikliği etkileri ile daha da artacağını ortaya koymaktadır (Mc Donald ve diğ. 2014).

Tüm bu gelişmeler ve projeksiyonlar Dünyada olduğu gibi ülkemizde de kentler su temininin yenilikçi su yönetimi anlayışıyla ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

KENTSEL SU YÖNETİMİ

Kentsel su kullanımı, dünya genelinde toplam su kullanımının ortalama % 10'u gibi görece düşük bir değer gibi görünse de talebinin sürekli olması ve yaşamsal bir ihtiyaç olması nedeniyle diğer sektörel kullanımlardan daha farklı bir özellik ve önem taşır. Kentsel su teminin kesintiye uğraması veya kalitesinin düşmesi günlük insan yaşamını doğrudan ve kısa sürede etkilediği için de toplumsal, siyasal etkileri de daha radikal olur. Bu nedenle kentsel su temininin düzenliliği, kalitesi ve sürekliliği su yönetimi için dinamik dikkat gösterilmesi gereken bir alandır.

Ancak buna rağmen kırsaldan kente göç, plansız çarpık kentleşme ve iklim değişimi baskısı altında kalan kentsel su yönetimi dünyanın çeşitli bölgelerinde artan bu talebi karşılamakta zorluklar yaşamaya başlamıştır. Bu durum Mega Kent yöneticilerinin merkezi hükümetlerin dışında iklim değişimine karşı alınacak önlemler konusunda birlikte hareket ettikleri uluslararası bir ortam da yaratmış durumdadır.

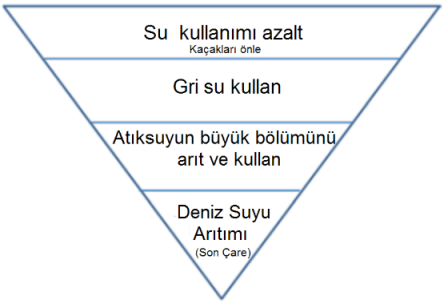
Kentlerin karşı karşıya kaldığı bu baskılar, sistemik ve bütünleşik bir anlayışla kentlerimizi, diğer sorunların çözümünün yanı sıra, "sel ve kuraklığa dirençli akıllı kentlere" dönüştürmemizi de gerekli kılmaktadır.

Yenilikçi Su Yönetimi Stratejileri

Plansız ve hızla büyüyen kentlerin en önemli sorunlarından biri iklim değişikliği ile ilave su temini ihtiyacının doğal ve sürdürülebilir kaynaklardan sağlanmasının riske girmesidir. Bu gelişme bu kentlerin su yönetimini komşu havzalardan suyun transferi ve kıyı kentleri için deniz suyu arıtma gibi doğal ve çevre dostu olmayan pahalı çözümlere zorunlu bırakabilir.

Ancak bu alternatifler hem şehirler arasında gerilim yaratması, kırsal ve kentsel su tahsisi ekolojik denge açısından sorunludur. Bu nedenle bu çözümlerin öncesinde kentin akıllı su kullanan dirençli bir kente geçişi için gerekli altyapı düzenlemesi yapılmalıdır. Bu kapsamda su kullanım bilincinin arttırılması, yağmur suyu hasadı, atık suyun yeniden kullanımı gibi önlemler hızla alınmalıdır. Kent-

lere su temini kadar önemli olan diğer bir husus da, içme ve kullanma suyunun bir kamu hizmeti kapsamında karşılanabilir bir ücret ile temin edilmesidir. Bu nedenle kentlere su temini stratejileri çevre duyarlılığını öne çıkartan ve aynı zamanda suya sürdürülebilir bir şekilde sahip olma insan hakkını da göz ardı etmeyen stratejiler olmalıdır.



Şekil 1. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı hiyerarşisi (Hurlimann, 2007).

Yenilikçi su yönetimi stratejisi için yapılan çalışmalar, bütünleşik su kaynakları yönetimi, doğal çevre eksenli çözümlerin akıllı kentlerde uyumlaştırılmış (adaptive) su yönetimi konsepti ile uygulanmasını içermektedir. Bu anlayış kentlerin su kullanımındaki hiyerarşik dizilimde çevresel duyarlılığı öne çıkartmaktadır (Şekil 1).

Kentlerde Yenilikçi Su Yönetimine Geçiş

Küresel iklim değişikliğine uyum konusunda hazırlık yapmayan meteorolojik ve hidrolojik kuraklık riski altındaki mega kentler, yaşayacakları kurak bir dönemin sonrasında su temini konusunda ekonomik ve ekolojik açılardan sürdürülebilir olmayan hızlı çözümlere zorlanabilmektedir. Bunun önlenebilmesi için kentlerde suyu daha verimli kullanacak yenilikçi yönetim planlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Daha verimli su yönetimi için akıllı kentlere geçiş dönemi, yeni teknolojiler ve yöntemler uygulayarak mevcut kompleks sistemlerin yapısal değişimini sağlamak üzere gerekli olan dönemdir. Bu geçiş klasik sosyo-teknik sistemlerden yeni jenerasyon teknolojik bütünleşik kent su yönetimi sistemlerine radikal bir geçiş olacaktır.

Şehir suyundan yararlanan tüm sektörlerin kullandığı suyun aslında yalnızca %20'si tüketilmektedir. Geri kalan %80'lik kısmı, genellikle arıtılmış veya atık su olarak doğal çevreye geri dönmektedir. Gelişmiş ülkeler kentsel ve endüstriyel atık sularının ortalama yaklaşık %70'ini gelişmekte olan ülkeler %28- %38'ini azgelişmiş ülkeler ise % 8'ini arıtmaktadır (Sato ve diğ., 2013).

Kentlerin su yönetimi tarihsel olarak: başlangıçtaki talebin hızla sağlanması döneminden 4 dönem sonra su kullanımında kuşaklararası eşitliği gözeten, iklim değişimine dirençli ve suyu tüketmeden kullanan bir yönetim dönemine geçişi sağlamaya çalışmaktadır.

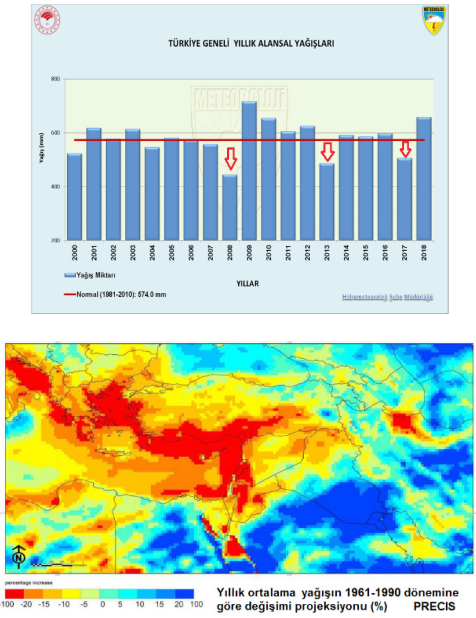
TÜRKİYE'DE KENTSEL SU TEMİNİ VE ÇEVRE SAĞLIĞI HİZMETLERİ

2016 yılının kentsel su istatistiklerine göre, Türkiye'deki 1394 belediye 5,8 milyar m^3 su çekmiş olup bu suyun % 45'i barajlardan, %27'si kuyulardan, %17'si derelerden, %9,5'uğu nehirlerden, %1,8'i de göl ve denizlerden çekilmiştir. Çekilen bu suyun % 57,4'üne karşılık gelen 3,4 milyar m^3 'ü arıtılmıştır. Bu durumda Türkiye nüfusunun % 55'ine temin edilen içme ve kullanma suyu arıtılarak verilmektedir. Türkiye'de 2016 yılında kişi başına bir günde çekilen içme ve kullanma suyu miktarı 217 litre olmuştur. Bu miktar İstanbul'da 189 Lt, Ankara'da 227,

İzmir'de 173 Lt olarak verilmiştir (MWS 2016).

Büyükşehirlerdeki su temini ve çevre sağlığı yönetimi yerel yönetimlerin Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlükleri (SKİ) tarafından gerçekleştirilmektedir.30 Büyükşehirde mevcut bu birimler 25 milyon abone ile büyükşehirlerdeki toplam 65 milyon kişiye su temini ve çevre sağlığı hizmeti vermektedir. Ancak bu idarelerin birkaçı hariç önemli kurumsal ve ekonomik sorunları bulunmaktadır. 2017-2018 yılları itibariyle bu idarelerden 19'unun gelirleri giderlerini aşmıştır. SKİ'lerden sadece 5 inin AR-GE birimi mevcut olup bir yılda personel başına hizmet içi eğitim süresi sadece 1 saattir. 30 SKİ'den sadece 12'si Su Master Planına sahip olup atık sularını yeniden kullanan idare sayısı ise 7 dir (SU-EN 2019). 2014 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı yasa büyükşehir belediye sınırlarının il mülki idare sınırların genişletmiştir. Bunun sonucunda 16220 köy (toplam köy sayısının yarısı) ve 1580 belde mahalle olmuş ve SKİ'lerinin yetki ve sorumluluk alanları çok genişlemiş ancak olanakları aynı ölçüde artmamıştır. Bu durum Büyükşehirlerimizin su yönetiminin zorlanmasına neden olmaktadır. Büyükşehirlerin dışındaki diğer kentlerimizde de su yönetimi sorunları değişik ölçülerde mevcuttur

Ülkemize düşen uzun dönem yıllık yağışların ortalamasında çok büyük değişiklikler olmasa da bu yağışların bölgelere ve zamana göre büyük değişiklikler gösterdiği bilinmektedir (Şekil 2). Bu durumun yanı sıra iklim değişikliği projeksiyonları birçok kentimizin su güvenliği riskini arttırmaktadır.



Şekil 2. Türkiye geneli yıllık alansal yağışları (MGM) ve İklim değişikliği projeksiyonu (Chenoweth ve diğ., 2011).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İklim değişiminin kentsel su temini ve kent selleri konularında olumsuz etkileri hâlihazırda dünyada ve ülkemizde yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra yapılan iklim değişikliği projeksiyonları kentlerimizin "Suyu Çok Verimli Kullanan Akıllı Kentlere" dönüşmesi için daha hızlı hareket edilmesi gereğini ortaya koymaktadır**.** Akıllı kentlerin oluşturulması, su kullanım bilincinden başlayan ve gri su, yağmur suyu, arıtılmış atık suların döngüsel bir sistem içinde tekrar kullanılmasına, korunmasına kadar uzanan bütünleşik bir planlama ile bir geçiş dönemine ihtiyaç duymaktadır.

Özellikle nüfusu hızla artan mega kentlerdeki merkezi su temini sistemine ek olarak suyu kısa bir çevrim içinde tüketmeden kullanan

bölgesel su temini merkezleri ve katılımcı bölgesel su hizmetleri yönetimi alternatifi incelenebilir. Hızla artan kent nüfusu, kirlilik ve iklim değişikliği kentler için atık suyun tekrar kullanımını ve suyun bir çevrim içinde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bu kapsamda 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı dâhilindeki tüm kamu kurum ve kuruluşlarının üzerine düşen görev ve sorumlulukları hızla yerine getirmeleri de yenilikçi kentsel su yönetiminin uygulanabilmesi için büyük önem taşımaktadır

DEĞİNİLEN BELGELER

Chenoweth, J., P. Hadjinicolaou, A. Bruggeman, J. Lelieveld, Z. Levin, M. A. Lange, E. Xoplaki, and M. Hadjikakou (2011), Impact of climate change on the water resources of the eastern Mediterranean and Middle East region: Modeled 21st century changes and implications, Water Resour. Res., 47, W06506, doi:10.1029/2010WR010269.

Hurlimann, A. (2007). Attitudes to Future Use of Recycled Water in a Bendigo Office Building. Water Journal of the Australian Water Association, 34(6), 58-64.

Mc Donald,R.I. et al. (2014).Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. Global Environmantal change, vol.27,pp.96-105.

MGM (2019).Meteroloji Genel Müdürlüğü https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx

MWS (2016). Municipal Water Statistics.

Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T. and Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agricultural Water Management, Vol. 130, pp. 1–13. dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.05

SU-EN (2019). Büyükşehir Su ve Kanalizasyon İdareleri arasında Mukayeseli Değerlendirme Çalışması Su-En Mart 2019 İstanbul (168s.)

HİDROJEOLOJİ, SU KAYNAKLARI VE YÖNETİMİ

HYDROGEOLOGY, WATER RESOURCES AND ITS MANAGEMENT

ALPER BABA – MEHMET EKMEKÇİ – AHMET APAYDIN
DURSUN YILDIZ – LUIS ANTONIO BITTAR VENTURI

Poster/*Posters*

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası Kıyı Akiferinde Yeraltısuyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi

The Evaluation of Groundwater Quality in the Context of Irrigation Purposes in the Coastal Aquifer of Lower Seyhan Plain Sub-basin

Elçin Aldemir

Atakent Mah. Türkler Cad. Miralay sok. No:6 Kat:3 D:8 Ümraniye, İstanbul, Türkiye
(elcinaldemir79@hotmail.com)

Öz: Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası, ülkemizde yer alan 25 nehir havzasından biri olan Seyhan havzasında yer almaktadır. Havzada tipik Akdeniz iklimi görülür, yazları sıcak, kışları ılık ve yağışlıdır. 150 yıllık verilere göre ortalama yıllık yağış miktarı 640,9 mm'dir. Drenaj alanı 2633 km^2'dir. Alt havzada, yeraltısuyu içeren birimler genellikle alüvyonlardır. Bu çalışmada alt havzanın kıyı akiferi su kalitesi bağlamında incelenmiştir. Yeraltısuyu kuyularından alınan 31 adet numune, laboratuvarda analiz edilmiştir. ABD tuzluluk laboratuvarı diyagramına göre sular genellikle orta tuzlu-düşük sodyumlu (C2S1), orta tuzlu-orta sodyumlu (C2S2) ve yüksek tuzlu-düşük sodyumlu (C3S1) sınıflarında bulunur. C2S1 sınıfında bulunan sular tuzluluk ve sodyum oranına göre olumsuzluk yaratmayacağı için her türlü bitki için kullanılabilir. C2S2 sınıfındaki sular ise bitkiler için tuzluluk oranına göre tuzluluk yaratmaz, orta sodyumlu olduğu için geçirimli, bol jipsli arazilerde bitkiler için kullanılabilir. C3S1 sınıfındaki sular tuza dayanıklı bitkiler için kullanılabilir. Piper diyagramına göre de sular genellikle Mg-HCO_3 ve Na-Cl'lü sulardır. Bölgede Handere Formasyonunda bulunan Messiniyen tuzluluk krizinde jips, anhidrit ve kaya tuzundan oluşan evaporitler yeraltısularının kimyasını oldukça etkilemektedir. Durov diyagramında pH değerleri 7 ile 8.5 arasında değişmektedir, buna göre sular nötr, bazik karakterli ve bazik sınıflarındadır. TDS değerleri genellikle 200-2000 mg/l arasında değişen tatlı sulardır. Yalnız bir kuyu sularında TDS değeri 4896 mg/l olup acı su sınıfındadır. Wilcox, diyagramında ise sular çoğunlukla ''çok iyi-iyi" sınıfında yer alır az bir kısmı da "şüpheli kullanılabilir", sınıfında yer alır. Havzada bulunan sular sulama suyu açısından uygundur, fakat "şüpheli kullanılabilir" sınıfında bulunan sular kontrolleri yapılarak kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası, Durov, kalite, Piper, sulama, yeraltısuyu, Wilcox

***Abstract**: The Lower Seyhan Plain Sub-Basin is located in the Seyhan basin, which is one of the 25 river basins in our country. The basin has a typical Mediterranean climate, with hot summers and mild and rainy winters. According to the 150-year data, the average annual rainfall is 640.9 mm. The drainage area is 2633 km2. In the lower basin, the units containing groundwater are generally alluvial. In this study, the coastal aquifer of the lower basin was investigated in terms of water quality. 31 samples taken from groundwater wells were analyzed in the laboratory. According to the US salinity laboratory diagram, waters are generally found in the classes of medium salyt-low sodium (C2S1), medium salty-medium sodium (C2S2) and high salty-low sodium (C3S1). Water in class C2S1 can be used for all kinds of plants as it will not create negativity according to salinity and sodium ratio. Water in the C2S2 class does not create salinity according to the salinity rate for the plants. Waters of class C3S1 can be used for salt-resistant plants. According to the Piper diagram, the waters are generally Mg-HCO3 and Na-Cl. Evaporites, which are composed of gypsum, anhydrite and rock salt, affect the chemistry of groundwater during the Messinian salinity crisis in the Handere Formation in the region. In the Durov diagram, pH values range from 7 to 8.5, according to which the waters are in neutral, basic character and basic classes. TDS values are generally fresh waters ranging from 200-2000 mg / l. TDS value in well water alone is 4896 mg / l and is in brackish water class. In the Wilcox diagram, waters are mostly in the 'very good-good" class and a few are classified as "suspicious use". The waters in the basin are suitable for irrigation water, but the water in the "suspicious use" class should be used by checking.*

***Keywords:** Lower Seyhan Plain Sub Basin, Durov, quality, Piper, irrigation, groundwater, Wilcox*

Ergene Havzası Hidrojeokimyasal İncelenmesi

Hydrogeochemical Investigation of Ergene Basin

Can Berk Albayraktar, Anıl Küçüksümbül, Toygar Akar, Gültekin Tarcan

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

(berkalbayraktar@gmail.com)

Öz: Bu çalışma, Ergene Havzası'nın hidrolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal incelemesini ve yeraltı sularının kullanıma uygunluğunu kapsamaktadır. Çalışma alanında yer alan Ergene ve Kırcasalih (Trakya) Formasyonunda 25 farklı noktadan yeraltı suyu üretimi yapılmaktadır. Ergene Formasyonu akarsu ve göl ortamı ürünü olup Geç Miyosen yaşlı kumtaşı, kiltaşı ve silttaşı litolojilerinden oluşur. Kırcasalih (Trakya) Formasyonu daha yaşlı tüm birimler üzerine uyumsuz gelmektedir, üzerinde Kuvaterner çökelleri bulunur. Kırcasalih (Trakya) Formasyonu çakıltaşı ve kumtaşı litolojilerinden oluşur.

Ergene Havzası Edirne iline ait meteorik veri seti ile su bütçesi yapılmıştır. Hazırlanan bilançoya göre; Edirne'de su noksanı çekilen aylar; haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim ayları olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanında 25 noktaya ait su örnekleri hidrojeokimyasal açıdan incelenmiştir. Su örneklerinde pH 6,48 ile 8,64 aralığında değişmekte ve ortalama pH değeri 7,53, sıcaklık 15,8-25,1^{o} ve suların kullanılabilirlik sınıflamaları için önemli bir parametre olan elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ise 284 ile 2500 µS/cm arasında değişmektedir.

Piper diyagramına göre sular 5 numaralı, 8 numaralı ve 9 numaralı alanlara karşılık gelmektedir. 5 numaralı alan geçici sertliğe sahip sular, 8 numaralı alan aşırı yumuşak sular ve 9 numaralı alana karşılık gelen sular karışık suları temsil etmektedir. Çalışma alanındaki sular genel olarak içme suyu olarak kullanıma uygundur.

Kaynaklar sulamada kullanılabilirliği açısından ABD Tuzluluk diyagramına göre genelde C2-S1 yani orta tuzlulukta ve az sodyumlu sular sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta yer alan örnekler sulama suyu olarak kullanılabilir. 7 adet su örneği ise C3-S4, C2-S4, C3-S1, C2-S2, C4-S2 sınıfında yer almaktadır, sulama suyu olarak kullanılabilirliği şüphelidir.

Su örneklerinde kirliliğin tespiti için yapılan ağır metal analiz sonuçlarına göre Cd, As, Pb, Hg, Fe bolluklarının hiçbiri içme amaçlı kullanım için belirlenen sınır değeri aşmamaktadır. Ayrıca tarımsal ve endüstriyel faaliyet için herhangi bir sorun teşkil etmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Ergene Havzası, hidrojeokimya, hidroloji

Abstract: *This study comprises hydrological, hydrogeological and hydrochemical investigation of Edirne Basin and the convenience of underground water for use. There are water samples from 25 points and the production of underground water of Ergene and Kircasalih (Thrace) Formation is made in the field of study. Ergene Formation, which is production of stream and lacustrine environment, consists of Late Miocene old sandstone, claystone and siltstone. Kircasalih (Thrace) Formation overlaps on the whole older units discordantly and there are quaternary deposits on them. The latter is made of gravel and sandstone lithologies.*

The field of study has become water budget with meteoric data of Ergene Basin, Edirne. With regard to balance sheet; water deficiency exists in June, July, August, September and November.

The water samples from 25 points are investigated in hydrogeochemical terms in the field. pH in the samples changes between 6,48 and 8,64 and the average value of pH is 7, 53; temperature is between 15,8 and 25,1^{o} . Electrical conductivity values, which are an important parameter for usability classification of water, change between 284 and 2500 µS/cm.

According to Piper diagram; the samples refer to the areas numbered as 5, 8 and 9. The area of 5 means the water with temporary hardness; 8 means excessive soft water and 9 means mixed water. The water in the field is usually proper for drinking.

The resources are included generally as C2-S1 based on ABD salinity diagram in terms of usability; namely, in the class of moderate salinity and low sodium. These samples can be used as irrigation water. The other samples are involved in the classes of C3-S4, C2-S4, C3-S1, C2-S2 and C4-S2; and their usability for irrigation is limited. 7 water samples are classified as C3-S4, C2-S4, C3-S1, C2-S2, C4-S2 and their use as irrigation is questionable.

With regard to the results of heavy metal analysis, which is made for determination of contamination in water samples, none of Cd, As, Pb, Hg and Fe concentrations do not exceed the limit value. They can be used for agricultural and industrial operations.

Keywords*: Ergene Basin, hydrogeochemistry, hydrology*

JEODİNAMİK

GEODYNAMICS

OĞUZ GÖĞÜŞ – EBRU ŞENGÜL ULUOCAK – HANS THYBO

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

İnebolu (Kastamonu) – Karkamış (Gaziantep) Jeotraversi Boyunca Jeolojik ve Jeofizik Araştırmalar, Türkiye

Geological and Geophysical Investigations Along the İnebolu (Kastamonu) – Karkamış (Gaziantep) Geotravers, Turkey

Akın Kürçer[1], Ali Rıza Kılıç[2], Ömer Hacısalihoğlu[3], Levent Karadenizli[1], Selim Araslan[2], Emre Değirmenci[4], Önder Kayadibi[1], İsmail Duran[4], Umut Öncü[4], Muammer Can Ünsal[4], Mert Çelik[4], Mehmet Keskin[5], Halil Gürsoy[6], Levent Gülen[7]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61000 Pelitli, Trabzon, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[5]İstanbul Teknik Üniveristesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[6]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[7]Sakarya Üniversitesi, Jeofizik Mühendsiliği Bölümü, Adapazarı, Sakarya, Türkiye

(akin.kurcer@mta.gov.tr)

Öz: Anadolu'da yüzeyleyen farklı jeolojik ve tektonik kökene sahip birliklerin dağılımları, Mesozoyik sonundan itibaren Neotetis Okyanusu'nun çeşitli kollarının diyakronik olarak kapanması ile oluşmuş Alpin Orojenezi tarafından kontrol edilmektedir. MTA tarafından yürütülen "Türkiye Yerkabuğu Özellikleri ve Jeodinamiğinin Araştırılması Projesi" kapsamında, jeotraversler boyunca jeolojik ve jeofizik çalışmalar yürütülmektedir. Jeotraversler, Türkiye'nin önemli jeolojik ve tektonik unsurlarını dik veya dike yakın doğrultuda kesecek şekilde tasarlanmıştır. Jeotraversler boyunca 1:100.000 ölçeğinde jeolojik enine kesitler hazırlanmakta, Manyetotellürik (MT) ve gravite çalışmaları gerçekleştirilmektedir. MT çalışmaları için ortalama istasyon aralığı 3 km olup, her bir istasyonda ölçüm süresi 45-48 saattir.

670 km uzunluğundaki İnebolu (Kastamonu)-Karkamış (Gaziantep) Jeotraversi (İKJ), 2015-2017 yıllarını kapsayan 3 yılda tamamlanmıştır. İKJ; Pontidler, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı (İAEKK), Çankırı-Çorum Havzası, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK), Sivas Havzası, İç Torid Kenet Kuşağı (İTKK), Orta Anadolu Fay Zonu, Toridler, Doğu Anadolu Fay Zonu, GD Anadolu Kıvrım ve Bindirme Kuşağı ve Arap Otoktonu gibi jeolojik ve tektonik unsurları kat eder. Jeotravers boyunca 224 noktada MT ölçümü alınmış ve bu veriden 50 km derinliği ifade eden 2-Boyutlu MT Model kesiti türetilmiştir. Gravite çalışmaları kapsamında, jeotraversi kapsayacak 100 km genişliğinde bir zon boyunca toplam 9416 gravite verisi toplanmış, Bouguer anomali haritası ve kabuk kalınlığı kesitleri türetilmiştir. Bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

İKJ'nin kuzeybatı bölümünü oluşturan Sakarya Kompozit Birliği (SKB)'nin altında ve güneydoğu bölümünü oluşturan Engizek Metamorfik Kompleksi (EMK)'nin altında kıtasal kabuğunun kalınlığı en az 50 km olarak belirlenmiştir.

KAFZ'nun altında, yaklaşık 13 km derinlikte tespit edilen kısmi ergime zonunun, bu bölgedeki kıtasal kabuğun incelmesine ve zayıflamasına neden olduğu düşünülmektedir.

OAKK'nin altında, yaklaşık 20 km derinlikte tespit edilen düşük özdirençli zon, OAKK'nin tabanını kısmi ergimeye uğratmış ve domlaşarak yükselmesine katkı sağlamış olabilir.

İKJ boyunca üretilen MT kesiti, OAKK'nin, kuzeyden İAEKK ile SKB'nden, güneyden ise İTKK ile Toridler'den ayrılan bir mikro-kıta olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmada İTKK'nın varlığı ve konumu hakkında güvenilir jeofizik verilere ulaşılmıştır. MT kesitine göre, İTKK, OAKK ile Toridler'i birbirinden ayıran bir zondur. Bu zonun oluşumu sırasında Torid kıtasal platformundan hendeğe aktarılan devasa kıtasal bloklar, asperite ve bariyer görevi görmekte ve yüzeydeki diri fayların geometri ve segmentasyonunu kontrol etmektedir. Deliler Fayı günümüzde İTKK'nı kullanan paleotektonik bir yapıdır.

EMK'nin güneydoğu kenarı oldukça keskin bir dokanakla Arap Platformu'ndan ayrılır. Bu zon Bitlis Kenet Kuşağı (BKK) olarak tanımlanmıştır. Arap Platformu altında tespit edilen düşük özdirençli bölgeler, Yavuzali bazaltları ve Karacadağ volkanına malzeme veren magma odaları olarak değerlendirilmişlerdir.

Toridler'in altında görüntülenen ve sığ derinliklere kadar ulaşan zonun, Toridler'in altını kısmi ergimeye uğrattığı ve Toridler'in yükselerek bugünkü konumuna ulaşmasına önemli ölçüde katkı sağladığı düşünülmektedir. Toridler'in yükselimi, kıtasal çarpışmaya bağlı kısalıp kalınlaşmanın ötesinde önemli ölçüde manto dinamikleriyle ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Gravite, jeodinamik, jeotravers, manyetotellürik, yerkabuğu

Abstract: *The distribution of different tectonic and geologic origin units of Anatolia are controlled by Alpine Orogeny, which was formed by the diachronic closure of the branches of the Neotethys Ocean at the end of the Mesozoic. In the scope of "The Investigations of crustal features and geodynamics of Turkey" project, which is implemented by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), geological and geophysical surveys are carried out along the geotraverses. Geotraverses are designed to cut in vertical or diagonal direction of main geologic and tectonic elements of Turkey. Within the framework of geological studies, geological cross sections are prepared in scale of 1.100 000 along the geotravers. Magnetotelluric and gravity measurements are conducted along the geotraverses within the scope of geophysical studies in the project. For the magnetotelluric measurements, the average distance between the MT stations is 3 km and time series were recorded 45-48 hours on mentioned MT stations.*

İnebolu – Karkamış Geotravers (IKG), which is 670 km long, was completed in 3 years between 2015-2017. IKG cuts different geologic and tectonic elements such as central Pontides,

North Anatolian Fault Zone (NAFZ), İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ), Çankırı-Çorum Basin, Central Anatolian Cyristalen Complex (CACC), Sivas Basin, Inner Tauride Suture Zone (ITSZ), Central Anatolian Fault Zone, Taurides, East Anatolian Fault Zone, Southeast Anatolian Fold - Thrust Belt and Arabian autochthon. MT time-series were recorded at 224 MT stations along the IKG. 1:100.000 cross sections were derived down to 50 km from 2B modelling and inversion of the MT data. Within the scope of gravity studies 9416 measurements were made within a zone with 100 km and the collected data was included in the 4741 regional gravity measurements. Bouguer anomaly map and crustal thickness section were prepared from this combined data set.

The following results were obtained from this study:

The thickness of the continental crust is at least 50 km below the Sakarya Composite Unit (SCU), which forms the northwestern part of the IKJ, and below the Engizek Metamorphic Complex (EMC), which forms the southeastern part of the IKJ.

NAFZ forms the contact between the easternmost buried part of SCU and CACC. The partial melting zone under the NAFZ at a depth of about 13 km has caused the thinning and weakening of the continental crust in this region.

Below the CACC, at a depth of approximately 20 km, a low resistivity zone was imaged. This zone has caused domal uplift of CACC.

The MT section produced along the IKJ shows that CACC is a micro-continent between SCU and Taurides.

In this study, reliable geophysical data were obtained about the existence and position of ITSZ. According to the MT section, ITSZ is a zone that separates CACC and Taurides from each other. During the formation of this zone, large-scale continental blocks were transferred from the Tauride continental platform to the trench. These continental blocks forms asperites and barriers in the depth. Geometry and segmentation of the active faults on the surface are controlled by these buried continental blocks. The Deliler Fault is a paleotectonic structure on the ITSZ.

The southeastern edge of the EMF is separated from the Arab Platform with a very sharp contact. This contact is defined as Bitlis Suture Zone (BSZ). The low resistive zones identified under the Arabian Platform were evaluated as magma chambers that supply material to the Yavuzeli basalts and Karacadağ volcano.

A low resistivity zone was imaged below the Taurides, reaching shallow depths. This zone is thought to have contributed significantly to the vertical uplift of the Taurides. The vertical uplift of the Taurides is more related to mantle dynamics than to continental collision.

Keywords: *Earth's Crust, geodynamics, geotravers, gravity, magnetotelluric*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın Eosen-Oligosen Yükselimi: Karanlıkdere Granitoyidi Gölbaşı, Adıyaman)

The Eocene-Oligocene Uplift of the Southeast Anatolian Orogenic Belt: The Karanlıkdere Granitoid (Gölbaşı, Adıyaman)

Yusuf Topak

Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 02040 Adıyaman, Türkiye
(ytopak@adiyaman.edu.tr)

Öz: Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağı'nın kuzey tarafında yer alan Nap alanı içinde Üst Kretase ve Eosen yaşlı yay mağmatizması ürünleri olan granitoidler yer almaktadır. Granitoyidlerin yüzeylemesi Eosen, Oligosen ve Miyosen dönemlerinde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada Üst Kretase yaşlı Karanlıkdere granitoyidinin Yüzeylemesine dair apatit Fizyon İzi (AFT) yaşları sunulmaktadır. Gölbaşı (Adıyaman) bölgesinde yer alan birim Nap alanının en güneyinde bulunup, Arap Platformu üzerine tektonik olarak yerleşmiştir. Birimden elde edilen AFT yaşları birimin yüzeylemesinin Eosen-Oligosen (38-34 My) döneminde gerçekleştiğini göstermektedir. Örnekler arasında yaş-yükseklik ilişkisinin olmaması, daha sonraki tektonik süreçlerin bölgede aktif olduğunu göstermektedir. Bölgede Eosen yaşlı Doğanşehir Granitoyidinin yükselimi ile deneştirilen birimin Eosen döneminde gerçekleşen yay gerisi ortamda açılma tektoniğine bağlı olarak yükselmiştir.

Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi TEBMYOMAP/2019-0001numaralı proje kapsamında desteklenmiştir

Anahtar Kelimeler: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı, Gölbaşı (Adıyaman), Karanlıkdere Granitoyidi, apatit fizyon izi, yükselim

Abstract: *The Upper Cretaceous and Eocene aged arc magmatic granitoids exposed along the nappe zone of the Southeast Anatolian Orogenic Belt. The uplift and the exhumation fo the gtranitoids occured during Eocene, Oligocene and Miocene periods. In this study apatite Fission Track (AFT) age data from the Upper Cretaceous aged Karanlıkdere granitoid are presented. The unit, exposed at the Gölbaşı (Adıyaman) region, outcropped at the southernmost part of the Nappe Zone, which tectonically emplaced over the Arabian Platform. The AFT data gathered from the unit indicates an Eocene-Oligocene (38-34 Ma) uplift for the unit. There is no age-elavation relation between the ages indicating that the tectonism were active after the exhumation. A divergent setting was responsible for the exhumation of the unit during the opening of the back-arc environment, which may correlated with the exhumation of the Eocene aged Doğanşehir granitoid.*

This study was funded by Adıyaman University (TEBMYOMAP/2019).

Keywords: *Southeast Anatolian Orogenic Belt, Gölbaşı (Adıyaman), Karanlıkdere Granitoid, apatite fission track, exhumation*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gölbaşı (Adıyaman) Bölgesinin Jeolojisi: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının Üst Kretase – Eosen Evrimi

The Geology of Gölbaşı (Adıyaman) Region: The Upper Cretaceous -Eocene Evolution of the Southeast Anatolian Orogenic Belt

Fatih Karaoğlan[1], Nail Yıldırım[2], Esra Yıldırım[3], Yusuf Topak[4]

[1]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 01330 Sarıçam, Adana, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü, 44900 Yeşilyurt, Malatya, Türkiye

[3]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

[4]Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 02040 Adıyaman, Türkiye

(fkaraoglan@cu.edu.tr)

Öz: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın Gölbaşı-Helete bölgesi, kuşağın Eosen evrimi açısından son derece önemlidir. Kuzeyde Malatya metamorfikleri ve güneyde Arap platformu arasında Üst Kretase yay volkanikleri, Üst Kretase Meydan Ofiyoliti ve metamorfik dilimi, Üst Kretase Karanlıkdere granitoyidi, Eosen volkanikler ve volkano-sedimanter birimler yer almaktadır.

Zirkon U-Pb yaş verileri; yay volkanikleri, ofiyolitik gabro ve metamorfik dilim ile granitoyidin 90-80 My arasında oluştuğunu göstermektedir. Üst Kretase birimleri tarafından üzerlenen volkanik ve volkona-sedimanter birimlerin zirkon U-Pb ve fosil içerikleriyle Eosen yaşlı oldukları tespit edilmiştir.

Arazi, jeokimya ve jeokronoloji verileri Gölbaşı-Helete bölgesinde yüzeyleyen birimlerden Meydan ofiyolitinin, batıda Göksun ofiyoliti doğuda ise İspendere ve Kömürhan ofiyolitleriyle; yay volkaniklerinin Yüksekova yayı ile; Karanlıkdere granitoyidinin Esence ve Baskil granitoyidleri ile deneştirelebileceğini göstermektedir. Eosen yaşlı volkanikler Helete volkanikleri, volkano-sedimanter birimde Savran formasyonu olarak haritalanmıştır (Yılmaz, 1993).

Bu sonuçlar Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nın Nap alanı içinde yer alan Göksun-Esence (Kahramanmaraş), Meydan-Karanlıkdere (Adıyaman) İspendere-Şişman (Malatya), Kömürhan-Baskil (Elazığ) ofiyolit-granitoyid birlikteliğinin kuşak boyunca devamlılığını göstermektedir.

Bu çalışma TUBİTAK-119Y319 ve Adıyaman Üniversitesi TEBMYOMAP/2019-0001 nolu projeler ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı, Gölbaşı (Adıyaman), zirkon U-Pb, Üst Kretase, Eosen

Abstract: *The Gölbaşı-Helete region has an important role for the Eocene evolution of the Southeast Anatolian Orogenic Belt. Upper Cretaceous arc volcanics, Upper Cretaceous Meydan ophiolite and its metamorphic sole, Upper Cretaceous Karanlıkdere granitoid, Eocene aged volcanics and volcano-sedimentary units are exposed between the Malatya Metamorphics to the north and the Arabian platform to the south. The zircon U-Pb age data shows that the arc volcanics, Meydan ophiolite and its metamorphic sole, Karanlıkdere granitoid were formed between 90 and 80 Ma ago. The volcanics and the volcano-sedimentary unit, overlain by the Upper Cretaceous units was dated both zircon U-Pb and fossil content.*

The field, geochemistry and the geochronologic data indicates that the Meydan ophiolite may corralate with the Göksun ophiolite to the west and İspendere and Kömürhan ophiolites to the east, the arc volcanic may corrolate with Yüksekova arc volcanics, Karanlıkdere granitoid may corralate with Esence and Baskil granitoids. The Eocene volcanics was mapped as the Helete volcanics and the volcano-sedimantary unit was mapped as Savran formation regarded to Yılmaz (1993).

These results show that the ophiolite-granitoid association in Göksun-Esence (Kahramanmaraş), Meydan-Karanlıkdere (Adıyaman) İspendere-Şişman (Malatya), Kömürhan-Baskil (Elazığ) within the Nappe zone is continuous.

This study is financially supported by TUBITAK-119Y319 and Adıyaman University TEBMYOMAP/2019-0001.

Keywords: *Southeast Anatolian Orogenic Belt, Gölbaşı (Adıyaman), zircon U-Pb, Upper Cretaceous, Eocene*

JEOFİZİK YÖNTEMLER VE JEOLOJİK UYGULAMALARI

GEOPHYSICAL METHODS AND GEOLOGICAL APPLICATIONS

SEMİH ERGİNTAV – DOĞAN KALAFAT – ONUR TAN

EMİN ULUGERGERLİ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kırkağaç (Manisa) Kaptaj Sahasında Tümleşik Jeofizik Çalışmalar

Integrated Geophysical Studies at Kırkağaç (Manisa) Catchment Site

Caner Öztürk[1], Mahmut Göktuğ Drahor[2], Meriç Aziz Berge[2]

[1]Geoim Mühendislik, Danışmanlık, İnşaat ve Yazılım Ltd. Bornova, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(cozturk@geoim.net)

Öz: Manisa'nın Soma ve Kırkağaç ilçeleri arasında bulunan kaptaj sahasında yeraltısuyu akiferini modellemek ve ortamdaki sıvı dağılımını saptayabilmek amacıyla tümleşik jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Kırkağaç grabeni yaklaşık olarak eşkenar dörtgen biçimli ve asimetrik bir aktif çöküntü alanıdır. Grabenin batı kenarı Kırkağaç ve Bakır fayları tarafından denetlenir. Kırkağaç fayı Şaroğlu vd (1987) tarafından normal bileşenli doğrultu atımlı fay olarak yorumlanırken, Arpalıyiğit ve İnci (2000) bu fayı verev atımlı normal fay biçiminde tanımlamışlardır. Kırkağaç ve Bakır fayları boyunca alüvyon yelpazesi ve kolüvyal apron çökelleri birikmiştir. Faylar batıdan doğuya doğru gençleşmektedir. Bu nedenle Bakır fayı Kırkağaç fayından göreceli olarak daha gençtir. Bu fay çalışma alanındaki kaptajların oluşumunda etkili olmalıdır. Olasılıkla Bakır çayı yatağı içindeki örtülü genç fay gruplarının D-B ve BGB-DGD yönlü Soma fay zonunun gruplarıyla kesişmesi sonucunda yeraltı suyunun yüzeye çıktığı düşünülmektedir. Bölgede 1900 yılından beri 3 ile 6 büyüklüğü arasında oluşan yaklaşık 12 deprem Bakır ve Musahoca fay gruplarının aktif olduğunu ortaya koymaktadır. Böylece Kırkağaç grabeninin en genç kesiminin de bu bölge olduğu düşünülmektedir. Alanda tümleşik jeofizik yöntemler olarak elektrik resistivite tomografi (ERT), indüklenmiş polarizasyon tomografisi (IPT), doğal gerilim (SP), sismik P kırılma tomografisi (SRT) ve çok-kanallı yüzey dalgası analizi tomografisi (MASWT) kullanılmıştır. ERT, IPT ve SP çalışmaları 300x300 m boyutlarındaki inceleme alanında 75 m aralıklı 10 ayrı hat üzerinde yapılmıştır. Bu hatlar birbirine dik olacak biçimde bir ölçüm düzeninde veriler toplanmıştır. SRT ve MASWT çalışmaları ise alanın orta kısmında yeralan toplam 6 hat üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar kapsamında yapılan ERT modellemesiyle alanın genel jeolojik çerçevesi ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarla tabanda görülen yüksek resistiviteli ortamın kiltaşı, çamurtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan Soma-Deniş formasyonu olduğu yorumlanmıştır. Bu birimin yanında ortaya çıkan düşük resistiviteli ortam yeraltının fay ile kesildiğini göstermektedir. Böylece faylarla taşınan suların bu zonlar boyunca hareket ederek yüzeye doğru yükseldiği ve sonrasında da çökel ortamda yatay yayılıma sahip olduğu ve böylece sığ bir akifer sisteminin oluştuğu görüşüne ulaşılmıştır. ERT çalışmaları alanda KB-GD yönlü bir fay sistemi ile bu sisteme dik yönde başka bir fay sisteminin varlığını ortaya çıkarmıştır. Musahoca fay setinin devamı olduğu düşünülen KB-GD yönlü fay normal bir faydır ve düşen bloğu Musahoca fay seti ile aynı yöndedir. Ayrıca buna dik yönde saptanan ikinci fay ile olan kesişim noktasının suların ana çıkış kaynağı olduğu kanısına varılmıştır. SP ölçümleri iki ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir; toplam alan ve gradyent. SP verileri alanda genelde pozitif genlikli ve ortalama 10 mV'a kadar ulaşan anomalilerin varlığını ortaya koymuştur. Bu anomaliler aşağıdan yukarıya doğru olan su çıkışlarının varlığını göstermektedir. SP haritalanması alanın kuzeybatısında önemli bir pozitif kapanımın bulunduğunu ve kaptajlardaki yüzeye doğru olan su çıkışlarının bu kısımda

bulunması da SP sonuçlarının ortamı çok iyi tanımladığını göstermiştir. Bu çalışmalara koşut olarak sürdürülen SRT ve MASWT çalışmalarında alandaki ortalama P dalga hızlarının 1645 m/s, ki tipik çökel tabaka hızlarını gösterir, ve S dalga hızlarının ise 307 m/s olduğu belirlenmiştir. Sismik hız değerlerinden elde edilen dinamik parametreler ortamın belirli kısımlarının suya doygun, yumuşak-orta katı özellikte, çok gözenekli, düşük sıkılığa sahip ve kırıklı-çatlaklı bir karakterde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kaptaj, Kırkağaç, fay, jeofizik

Abstract: *Integrated geophysical studies have been carried out to model groundwater aquifers and to determine the distribution of fluid in the catchment area between Soma and Kırkağaç districts of Manisa. The Kırkağaç graben is an approximately rhombic shaped and asymmetrical active depression area. The western edge of the graben is controlled by Kırkağaç and Bakır faults. The Kırkağaç fault was interpreted by Şaroğlu et al. (1987) as a strike slip fault with normal component, while Arpalıyiğit and İnci (2000) defined this fault in the form of normal fault with oblique slip. Alluvial fan and colluvial apron deposits were deposited along Kırkağaç and Bakır faults. Faults are getting younger from west to east. Therefore, the Bakır fault is relatively younger than the Kırkağaç fault. This fault should be effective in the formation of catchments in the study area. It is thought that the ground water reaches to the surface as a result of the intersection of the E-W oriented young fault groups and WSW-ESE oriented Soma fault zones within the Bakır Stream bed. Approximately 12 earthquakes occurred in the region between 3 and 6 magnitudes since 1900 show that the Bakır and Musahoca fault groups are active. Thus, the youngest part of the Kırkağaç graben is thought to be this region. Electrical resistivity tomography (ERT), induced polarization tomography (IPT), self-potential (SP), seismic P refraction tomography (SRT) and multichannel analysis of surface waves tomography (MASWT) were used as integrated geophysical methods in the field. ERT, IPT and SP studies were carried out on 10 different lines with 75 m spacing in the 300x300 m survey area. The data was collected in a measuring arrangement such that these lines are perpendicular to each other. SRT and MASWT studies were conducted on a total of 6 lines located in the middle of the area. The general geological frame of the area has been revealed by ERT modelling. In these studies, it was interpreted that the high resistive environment seen at the basement is the Soma-Deniş formation consisting of claystone, mudstone and clayey limestones. The low resistivity medium revealed next to this unit indicates that the subsurface units are cut by fault. Thus, it has been concluded that the waters carried by faults move along these zones and rise towards the surface and then have horizontal distribution in the sedimentary environment, thus forming a shallow aquifer system. ERT studies revealed the presence of a NW-SE oriented fault system and another fault system perpendicular to this system. The NW-SE directional fault, which is thought to be the continuation of the Musahoca fault set, has a normal character and the hanging wall of this fault is in the same direction as the Musahoca fault set. In addition, it was concluded that the intersection point with the second fault determined in the perpendicular direction is the main outflow source of the waters. SP measuring was carried out in two separate stages; total field and gradient. SP data showed that there are generally positive amplitudes and anomalies reaching up to 10 mV in the field. These anomalies indicate the presence of water flow from bottom to top. SP mapping showed that there was an important positive inclusion in the northwest of the area and that the water flow direction towards the surface in the catchments in this part, and the SP results were described the subsurface environment very well. In parallel with these studies, the average P wave velocities in the field are 1645 m / sec, which shows typical sedimentary layer velocities, and S wave velocities are 307 m / sec. The dynamic parameters obtained from the seismic velocity values revealed that certain parts of the environment have water-saturated, soft-medium solid, very porous, low compactness and fracture-fissured character.*

Keywords: *Catchment, Kırkağaç, fault, geophysics*

Trakya Havzası'nın Jeotermal Yapısı

Geothermal Structure of the Thrace Basin

Kamil Erkan, Yağmur Polat, İlayda Çetinkaya

Marmara Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34722 Göztepe, İstanbul, Türkiye
(kamil.erkan@marmara.edu.tr)

Öz: Trakya Havzası, Türkiye, genel olarak Eosen-Oligosen yaşlı denizel sedimanter kayaçlardan oluşmaktadır. Havza derinliği ortalama 5km civarında olup havza merkezinde 9km derinliğe ulaşmaktadır. Havza anakaya yapısı genellikle havzayı kuzeyden sınırlayan ve güneye doğru havza altına inen Istranca masifi kayaçlarından oluşturmaktadır. Havzanın jeolojik yapısı hidrokarbon araştırmaları sonucunda oldukça detaylı olarak bilinmektedir. Havzada açılan derin kuyu sondajlarından toplanan oldukça kapsamlı kuyu dibi sıcaklığı verileri (BHT) mevcuttur. Bölgede ayrıca bazı derin kuyulardan alınan denge sıcaklık-derinlik ölçümleri mevcuttur. Bu çalışmada havza litolojik yapısı ile birlikte mevcut sıcaklık verileri kullanılarak havzanın bir termal modeli geliştirilmiştir. Havza sedimanter formasyonlarının termal durumları derinlik, termal iletkenlik, ve anakaya radyoaktif ısı üretimi ile kontrol edilmektedir. Havzada şeyl içerikli kayaçların fazla olması jeotermal gradyanın ortalamanın üzerinde olmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte granitik anakaya yapısı olması havza içinde yüksek sıcaklıklara katkı sağlayabilmektedir. Havzanın bazı kısımlarında düşük kayaç termal iletkenliklerinin yanında yüksek anakaya radyoaktivitesi jeotermal enerji geliştirme açısından ilgi çekicidir. Bölgede ısı akısı 60-80 mW/m^2 aralığında hesaplanmış olup değişimin anakaya radyoaktif ısı üretimindeki farklılıklarla ilgili olduğu önerilmektedir. Ayrıca bölgede toplanan BHT verilerinin doğrulukları denge sıcaklık-derinlik verileri ile karşılaştırılarak test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trakya Havzası, ısı akısı, jeotermal

Abstract: *Thrace Basin, Turkey, is dominantly composed of Eocene-Oligocene aged marine sedimentary rocks. Depth of the basin is on average about 5km but reaches to 9 km at the center of the basin. The basement structure of the basin predominantly consists of the Strandja Massif rocks which bounds the basin in the north and gently overlies the basin to the south. The geological structure of the basin is rather well-known as a result of hydrocarbon explorations. There is a substantial amount of bottom-hole temperature (BHT) data collected from deep drilling boreholes. In addition, equilibrium temperature-depth measurements are available from a number of deep boreholes. In this study, a thermal model of the basin has been developed using the available lithologic and thermal data. Thermal state of the sedimentary formations is controlled by the depth, thermal conductivity, and radiogenic heat production of the basement rocks. Shale-dominant lithology of the basin rocks leads to higher than average geothermal gradients within the basin. Furthermore, granitic components in the basement rocks may contribute to higher temperatures within the basin. Low rock thermal conductivity and high radiogenic heat production of basement rocks makes parts of the basin interesting for geothermal energy development. The regional heat flow has been calculated in the interval of 60-80 mW/m^2, and the differences may be attributed to the variations in basement radioactivity. Reliability of corrected BHT data was also tested by comparing them with equilibrium temperature-depth data in the basin.*

Keywords: *Thrace basin, heat flow, geothermal*

Manyetotellürik Yöntemin Güneydoğu Anadolu'da Petrol Arama Amaçlı Kullanımının Değerlendirilmesi

Evaluation of Magnetotelluric Method for Petroleum Exploration in Southeastern Anatolia

Ahmet Tuğrul Başokur

Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(basokur@ankara.edu.tr)

Öz: Sismik yansıma, tortul katmanların araştırılmasında sağladığı yüksek ayrımlılık nedeni ile petrol aramalarının birincil yöntemidir. Ancak, yüzeyde yüksek hızlı bir katman olduğunda veya volkanik sahalarda özellikle bazalt örtüsünün bulunması durumunda yeterli sinyal oluşturulması güçtür. Bu tür durumlarda, başlıca seçenek manyetotellürik (MT) yöntemdir. Üstteki katmanların daha yüksek sismik hızda olduğu bindirme kuşakları ve benzeri ortamlarda, yorumlamadaki belirsizlikleri azaltmak amacı ile sismik yansıma ile MT yöntemi birlikte kullanılmaktadır. Ayrıca, MT yöntemi, sismik yansımaya göre daha az maliyetli olduğundan, geniş tortul havzalarda sismik aramadan önce MT çalışmaları ile tortul kalınlıklarının saptanması, daha etkin sismik planlama yapılmasına yardım eder.

Bu çalışmada, MT arazi ölçümleri ile Güneydoğu Anadolu'da jeolojik formasyonların MT verisinden hesaplanan üç-boyutlu özdirenç modeli kullanılarak ile birbirinden ayırt edilebilme olanakları araştırılmıştır. Sondaj kuyularında ölçülen özdirenç logu bilgilerinden, Midyat formasyonunun yüksek özdirenç (100-300 ohm-m) ve Germav'dan Kastel'e kadarki bütün formasyonların düşük özdirenç değerleri (3-20 ohm) gösterdiği anlaşılmaktadır. Sayındere formasyonu ise yüksek özdirenç değerleri (100-300 ohm-m) ile temsil edilmektedir. Bu bilgiler MT arazi verisinden kestirilen üç-boyutlu özdirenç modelinin yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır. Midyat-Germav ve Kastel-Sayındere arayüzeyleri üç-boyutlu özdirenç modelinden türetilen özdirenç kesitlerinde kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Ancak, Germav ile Koçali-Karadut ve Kastel formasyonlarının ayırt edilmesi tümünün düşük özdirençli olması nedeni olanaklı görülmemektedir. Özdirenç modellerinde bu üç formasyon tek bir katman gibi tepki vermektedir.

Ayrıca, Güneydoğu Anadolu'da sismik yansıma yönteminin yeterli çözünürlüğü sağlayamadığı, bazalt ile kaplı alanlarda yüksek hızlı bazalt katmanının altında kalan formasyonların incelenmesinde de MT yöntemi başarılı bir şekilde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Manyetotellürik yöntem, üç-boyutlu özdirenç modeli, petrol aramaları, Güneydoğu Anadolu

***Abstract**: The seismic reflection method is the primarily method for petroleum exploration because of its high resolution in the investigation of sedimentary basins. However, it is difficult to obtain sufficient signal in the cases of high velocity surficial layer and especially volcanic cover. In such conditions, the main alternative is the magnetotelluric (MT) method. In order to decrease the uncertainties in the interpretation, seismic reflection and MT methods should be jointly used in overthrust zones and similar environments where surficial layers have higher intrinsic resistivity values in comparison with the underlying layers. In addition, the sedimentary basins can be investigated in lower cost by the MT method before the application of the seismic method and this leads to efficient seismic survey planning.*

This presentation examines the possibility of identification of formation boundaries in South-eastern Anatolia from the three-dimensional resistivity model estimated from the MT data. In view of the well logging data, Midyat formation has high resistivity values of 100-300 ohm-m, all formations from the Germav to Kastel have relatively lower resistivity values between 3-20 ohm-m. Sayındere formation is represented by relatively higher resistivity values between 100-300 ohm-m. This information helps to the interpretation of three-dimensional resistivity models estimated from the MT field data. It is easy to identify the interfaces between Midyat-Germav and Kastel-Sayındere in resistivity sections derived from three-dimensional resistivity model. However, it is not possible to identify the interfaces between the Germav, Koçali-Karadut and Kastel formations. These formations are responded as a single layer in the resistivity models.

Moreover, the MT method can be successfully used in the investigation of oil bearing formations in Southern Anatolia where the seismic method does not produce sufficient resolution because of high velocity basalt cover.

***Keywords:** Magnetotelluric method, three-dimensional resistivity model, petroleum exploration, South-eastern Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

MT Yöntemde Veri İyileştirme İçin Uzak Nokta Referans veya Manyetik Alan Bileşeninin Yer Değiştirmesi

The Remote Reference or the Swapping of Magnetic Field Component for Data Optimization in MT Method

Murat Köse[1], Tuğrul Öztürk[1], Cemil Adıgüzel[1], Emin U. Ulugergerli[2]

[1]FNÇ Petrol Mad. San. ve Tic. AŞ., Kırıkkale, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(kosemurat@gmail.com)

Öz: Manyetotellürik yöntemi günümüzde derin yeraltı araştırmaları için sıklıkla kullanılan jeofizik yöntemlerden biridir. Yöntemde, yerin doğal elektrik (E) ve manyetik (H) alanlarının zamana karşı değişimi kaydedilir. Elde edilen veriler işlenerek yeraltı yapısına yaklaşım sağlayan özdirenç kesitleri oluşturulur. Tutarlı bir sonuç elde edebilmek için veri kalitesinin yüksek olması istenir. Yöntem doğal kaynaklı olduğundan kültürel gürültülerden olumsuz etkilenir.

Aynı gürültü koşullarında bulunmayan eş zamanlı alınmış MT kayıtlarının manyetik bileşenleri, sinyal/gürültü oranını artırmak için kullanılabilir. Bu veri iyileştirme tekniği uzak referans (Remote Reference-RR) olarak adlandırılır. Bu teknikte referans olarak kullanılacak MT kaydının H bileşenleri, iyileştirilmek istenen MT kaydının hem E hem H bileşenleriyle birlikte yeni görünür özdirenç değerlerini hesaplamak için kullanılır. Bu işlemde varsayım, istasyonları etkileyen gürültü kaynağının frekans içeriğinin farklı (uncorrelated) olduğudur.

Bir başka teknik ise bir MT kaydının manyetik bileşenlerini, iyileştirilmek istenen başka bir MT kaydının manyetik bileşenleri yerine doğrudan kullanmaktır. Bu işlemdeki varsayım ise asıl istasyondaki H bileşen kaydının kullanılamaz durumda olduğudur. Ancak bu teknik veri içeriğini değiştirebileceğinden referans noktası çok uzakta olmamalıdır.

Bu çalışmada, hem ölçüm noktaları arası uzaklığın, hem de iki yaklaşımın (referans ve yer değiştirme) görünür özdirenç değerleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan MT ölçüleri, Batı Anadolu'da bir jeotermal arama projesi kapsamında alınan ölçüler arasından seçilmiştir. Kullanılan frekans aralığı 320 Hz - 0.00055 Hz'dir. Gürültü düzeyi görece düşük bir MT ölçüsü ile bu ölçü noktasına 1.7, 2.1, 4.6 ve 4.9 km uzaklıklarda bulunan dört MT ölçüsü kullanılmıştır. Manyetik (H) bileşen değiştirme ile görünür özdirenç bileşenlerinde gözlenen oransal değişim, %7-42 arasında uzaklığa ve gürültü içeriğine bağlı olarak değişmiştir. Uzaklık kadar manyetik (H) bileşenin (ilişkisiz dahi olsa) gürültü içeriği sonucu etkilemiştir. İstasyonlar altındaki jeolojik yapının benzer olduğu ve istasyonlar arası uzaklığın az olduğu (< 1 km) durumlarda, H alanlarının birbirinin yerine kullanılabileceği görülmüştür. Uzak referans (RR) tekniği ise referans olarak kullanılan ölçünün uzaklığından ve gürültü içeriğinden bağımsız olarak, görünür özdirenç bileşenleri üzerinde %10 civarında değişim yaratmıştır.

Anahtar Kelimeler: Manyetotellürik yöntem, manyetik kayıt değiştirme, uzak referans

Abstract: *Magnetotelluric method is one of the frequently used geophysical methods for deep subsurface investigations. In the method, the temporal variation of the natural electric (E) and magnetic (H) fields of the earth are recorded. The data are processed and resistivity sections that provide an image of the subsurface structure are produced. In order to achieve a consistent result, high data quality is required. Since the method relies on the natural source, it is strongly affected by cultural noise.*

The magnetic components of simultaneously recorded MT stations, that are placed in distinct noise conditions can be used to improve the signal / noise ratio. This data improvement technique is called remote reference (RR). The H components of the RR site is used as reference to calculate new apparent resistivity values along with both the E and H components of the MT station to be improved. The assumption in this process is that the frequency content of the noise affecting the stations is uncoraleted.

Another technique is to replace the H components of a MT station to be improved with H component of RR station. The assumption in this process is that the H component in the main station is unusable.

However, since this technique can cause drastic change the data, RR station should not be too far.

In this study, we examined the effect of both the distance and also two approaches (reference and replacement) on apparent resistivity values. MT measurements used in this study were selected from a geothermal exploration project in Western Anatolia. The frequency range used is 320 Hz - 0.00055 Hz. A MT measurement with a relatively low noise level and four MT measurements located 1.7, 2.1, 4.6 and 4.9 km from this measurement point were used. In the case of the H component replacement, the proportional change observed in apparent resistivity components varied between 7-42% depending on the distance and noise content. The noise content of the magnetic (H) component (even if it is not correlated) is effected the result. It was also observed that H field can be used interchangeably at nearby stations, if the underlaying geological setting is similar and the distance between stations is short (< 1 km). In the case of the remote reference (RR) technique, the proportional change observed in apparent resistivity components varied about 10%, independent of the distance and noise content of the component used as a reference.

Keywords: *Magnetotelluric method, magnetic record replacement, remote reference*

Makine Öğrenmesi ile Kuyu Logu Çalışmalarında Fasiyes Sınıflaması

Facies Classification from Well Log by Machine Learning

Ayetullah Ercel[1], Emin Uğur Ulugergerli[2]

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği ABD, 17100 Çanakkale, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(ayetullahercel@gmail.com)

Öz: Bu çalışmada günümüzde her alanda olduğu gibi yeraltının araştırılmasında da geniş bir kullanım alanı bulan yapay zeka ve makine öğrenmesi uygulamaları kuyu loglarından jeolojik istifin ayırtlanması için kullanılmıştır. Kuyu logu verilerinden yola çıkarak fasiyesleri tahmin etmek için danışmalı makine öğrenmesi yöntemi sınıflayıcılarından biri olan takviyeli türev algoritmasından yararlanılarak ağaç tabanlı bir eğitim modeli geliştirilmiştir ve tahmin oranını iyileştirmek için veri topluluğu üzerinde iyileştirmeler yapılmıştır. Veri topluluğu olarak, Society of exploration geophysics (SEG) tarafından makine öğrenmesi için önerilen, Kansas (ABD) civarındaki kuyu verileri kullanılmıştır. Çalışmada kuyu logları tanıtılmış, makine öğrenmesi yöntemi olarak takviyeli türev sınıflayıcı algoritması, verilerin sınıflandırılması açıklanmış ve deneme kuyusu üzerinde % 57, komşu fasiyes bilgisi ile %88 oranında doğruluk ile elde edilen tahmin sonuçları önceki çalıştaylarda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karışıklık yöneyi, kuyu logları, makine öğrenmesi, türev takviyeli ağaç algoritması, türev takviyeli öğrenme

Abstract: *In this study, well logs were used to classification geological sequence by artificial intelligence and machine learning techniques, which are widely used in underground exploration nowadays.A tree based training model has been developed by using Gradient boosting algorithm which is one of the classifiers of supervised machine learning method for predicting facies based on well log data and improvements in data have been made to improve the prediction rate. As the data were used well from around Kansas (USA) proposed by the Society of Exploration Geophysics (SEG) for machine learning. In this study, well logs are introduced, gradient boosting classifier algorithm as a machine learning method and classification of data are explained and the prediction results obtained with accuracy of 57% and adjoint facies information on the test well are compared with the results obtained in previous works.*

Keywords: *Confusion matrix, well logs, machine learning, gradient boosting tree algorithm, gradient boosting*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Deterministic Static Modeling of Sarvak Formation of An Oil Field in Iran, by Regional Data

Bir İran Petrol Sahasında Sarvak Formasyonu'nun Bölgesel Veriler Bazında Deterministik Statik Modellemesi

Vali Mehdipour[1], Khadijeh Hashemian[2], Mehmet Salih Bayraktutan[3]

[1]Geomodeller, Dana Energy Company, Tehran, Iran

[2]Reservoir Engineer, Sahrakav Company, Tehran, Iran

[3]Iğdır Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 76000 Iğdır, Türkiye

(mehmet.salih.bayraktutan@igdir.edu.tr)

Abstract:The studied field is located in southwest Iran, on the northern edge of Dezful Embayment. Only one well penetrated to Sarvak reservoir, so 4 wells of 4 nearby fields have been selected and studied for geological and petrophysical properties. Then reservoir zonation has been developed based on both petrophysical logs and facies properties, extended to neighbouring fields by 3D correlation. This study shows, there is best correlation between Sarvak reservoir zonation in this region, so, it is possible to estimate reservoir quality throughout the field and geological area. The reservoir has been subdivided to some porous and permeable carbonates, between some tight and argillaceous limestone and shale. Structural and property modeling have been constructed to calculate oil in place. It indicates 5 normal and reverse faults have significantly influenced the reservoir. Due to lack of enough data, deterministic approach has been selected to distribute petrophysical parameters in modeling. NTG (net to gross thickness) parameter was generated based on cut off criteria of Sw and PHIE (effective porosity) for Sarvak formation based on data modality on frequency histograms. Reservoir zonation has been performed by petrophysical and petrographic studies. Data from neighboring fields has also been used for correlation and covaluation of formations. Static modeling provided appropriate data for field development. In this work deterministic approach has been selected to distribute petrophysical parameters. Property mapping reveals, decrease of PHIE parameters from west toward eastern part of the field, particularly in porous zones. Moreover, volumetric calculation shows that Sarvak Fornation zones 1, 3, 5 and 7 (Sv-Z1, Sv-Z3, Sv-Z5,Sv-Z7) have better-defined reservoir properties in this field.

Keywords: Sarvak, petrophysic, parameters, reservoir, modeling, effective, porosity

***Öz*:** *Çalışma alanı güneybatı Iran'da Dezful Embayment'in kuzey kenarında yer almaktadır. Dört petrol sahasından her birinde bir sondaj olmak üzere, komşu sahalardan 4 sondaj seçilmiştir. Bunlardan birisi Sarvak Formasyonu'nu kesen sondajdır. Sondaj logları jeolojik ve petrofizik özellikleri mukayeseli analiz edilmiştir. Rezervuar bölgelendirmesi, hem petrofizik loglara hem de fasiyes karakteristiklerine bağlı olarak yapılmıştır. Elde edilen veriler komşu sahalara da genişleterek üç boyutlu model elde edilmiştir. Bu çalışma bölgede en verimli korelasyonun Sarvak Rezervuarında elde edildi. Bu korelasyon aynı jeolojik stratigrafide çevredeki*

tüm sahalarda rezerv kalitesinin tahmin edilmesini mümkün kılmıştır. Genel olarak rezerv bir kısım sert killi kireçtaşları ve şeyl katmanları arasında, gözenekli ve geçirgen karbonatlı birimlere bölünmüştür. Yapısal ve fiziki modelleme petrolun yerindeki hacminin hesaplanmasında kullanılmştır. Jeofizik kayıtlar 5 normal ve ters fayın rezerv hacmini çok ciddi etkilediğini göstermiştir. Yeterli verinin bulunmaması modellemede petrofizik parametrelerin dağılımını hesaplamada deterministik yaklaşımın seçilmesi zorunda kaldık. NTG (gross kalınlıkta net değer) parametresi Sw cut-off (suya doygunluk limiti) kriterlerine dayalı olarak oluşturuldu. Sarvak Formasyonu için PHIE (efektif porosite) parametresi frekans histogramındaki modalite değerlerine dayalı elde edilmiştir. Rezervuar bölgelendirmesi petrofiziksel ve petrografik verilerine bağlı olarak yapıldı. Formasyonların korelasyonu ve değerlendirilmesinde komşu sahaların verilerinden başarılı bir şekilde yararlanıldı. Statik modelleme, rezervlerin saha geliştirilmesinde çok uygun veriler sağlamıştır. Bu çalışmada, deterministik yaklaşım petrofizik parametrelerin dağılımını denetlemede seçildi. Rezervde akışkan haritalanması, PHIE (efective porosity) parametrelerinin batı kesimlerden doğuya doğru özellikle gözenekli katmanlar içinde azalmakta olduğunu göstermiştir. İlaveten hacimsel hesaplamalar, Sarvak Formasyonu zone 1, 3, 5 ve 7 (Sv-Z1, Sv-Z3, Sv-Z5 ve Sv-Z7) nin bu bölgede rezerv karakteristiklerini en iyi tanımladığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler*: *Sarvak, petrofizik, parametre, rezerv, modelleme, efektif porosite

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Hazır Kartlar ve Düşük Maliyetli Ölçüm Aygıt Örneği; Özdirenç Ölçüm Aygıtı

Ready Cards and Example to Low-cost Measurment Instruments; Resistivitymeter

Metin İzmirli[1], Ramazan Uyanık[1], Emin Uğur Ulugergerli[2]

[1]Çanakkale İl Özel İdaresi, Atatürk Cadddesi, 17020 Çanakkale, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(metin.izmirli@hotmail.com.tr)

Öz: Yeni nesil ölçüm aygıtları, uzun süreli araştırma ve geliştirme döneminin sonucudur. Fiyatları, teknoloji (know-how) transferini içerir ve genellikle aygıtların düşük bütçeli aramalarda kullanımını engeller. Gelişmekte olan ülkelerden araştırmacılar, hazır kartlar kullanarak (örneğin Arduino, respbery pi vb.) bu sorunu aşmaktadır. Bu çalışma, jeofizik özdirenç yöntemi için bir kendi-kendine-yap aygıt sunmaktadır. Aygıtta Arduino kartlar kullanılmıştır ve 0 ila 47 V çıkış sağlayabilir ve yere 200 mA'ya kadar akım verebilmektedir. Anolog cihazlarla yapılan karşılaştırma, önerilen aygıtın sığ derinlik (<100m) için etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

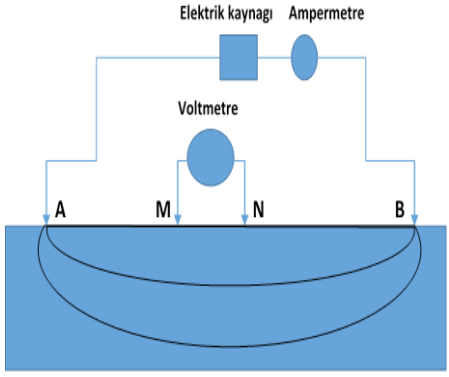
Anahtar Kelimeler: Arduino, hazır kartlar, özdirenç yöntemi

Abstract: ***N****ew generation of instruments are the result of long-term research and development period. Their prices includes the know-how transfer and usually hinders their usage in low budget explorations. Researchers from developing countries overcome this problem by the use of ready cards (e.g Arduino, respbery pi etc). This study presents a do-it-yourself instruments for the geophysical resistivity method. The instruments based on Arduine cards and can provide 0 to 47 V output and injects current up to 200 mA. The comparison with anolog instruments states that it can be used for shalow depth (<100m) efficiently.*

Keywords: *Arduino, ready cards, resistivity method*

GİRİŞ

Düşük bütçeli araştırma projelerin hayata geçirilmesinde en önemli sorun ölçüm aygıtlarının teminidir. Bu çalışmada, jeofizik araştırmalarda yaygın olarak kullanılan doğru akım özdirenç (DAÖ) yöntemi düşünülerek bir aygıt tasarımı yapılmıştır. DAÖ yönteminde iki noktadan (A ve B) yere akım (I) uygulanmakta farklı iki noktada (M ve N) oluşan gerilim farkı (ΔV) ölçülmektedir (Şekil 1).

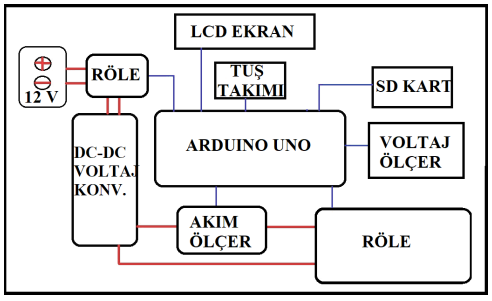


Şekil 1. DAÖ yönteminde elektrot konumları.

Elde edilen değerler ve elektrot konumlarından elde edilen katsayı (K) kullanılarak görünür özdirenç (GÖ) değeri elde edilir,

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \qquad (1)$$

Uygulamada, ölçüm aygıtlarının çoğunluğunun ithal edilmesi ve ülkemizdeki yerli tasarım aygıtların yok denecek kadar azlığı yerbilimleri ile ilgili araştırmalarda da yaygın bir biçimde karşımıza çıkmaktadır. Bu konudaki birkaç deneme ise akademik araştırma seviyesinde kalmıştır (örn Akpancar 2012, Çakır ve Akpancar 2015, Akça vd. 2018). Arduino geliştirme kartları öz olarak mikrodenetleyici tabanlı ve yazılım denetimli, kullanıma hazır bileşen ve devrelerdir. Kartların farklı amaçlarla kullanımı yayınlarda yer almaya başlamıştır (örn Gertz ve Di Justo 2012, Beddows and Mallon 2018). Geleneksel olarak DAÖ ölçüm aygıtı bir alıcı ve bir verici birimlerimden oluşmaktadır. Her bir birim ise kendi içinde alt devrelerin birleşiminden meydana gelmektedir. Tasarlanan aygıtta Arduino UNO kartı asıl denetim birimi olarak tasarlanmış, analog-sayısal giriş ve çıkışları kullanılarak diğer çevre birimleri bu kart üzerinden denetlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Tasarlanan aygıtın şematik gösterimi

Şekil 2'de önerilen aygıtın üretiminde kullanılan Hazır kart ve bileşenler Çizelge 1'de verilmiştir.

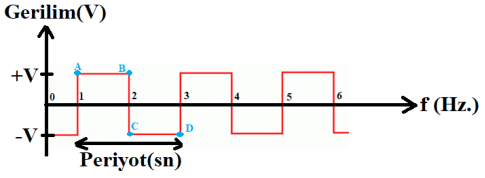
Tanımlanan kartların ve bileşenlerin farklı türleri piyasada bulunmaktadır. Amaca uygun olarak herhangi biri seçilebilir.

Çizelge 1. Aygıtta Kullanılan Hazır Devre Elemanları ve işlevleri.

Hazır kart ve bileşenler	Görevi
Arduino Uno	Ana denetim birim
Voltaj Sensörü	Alıcı birim
RC süzgeç devresi	Alıcı birim
Akım Sensörü	Verici birim
Röle Modülü	Verici birimi
Ters Polarite Koruması (Diyot)	Verici birimi
Dc-Dc Step Up Voltaj Konvertör	Verici birimi
4x20 LCD Ekran	Çevre birimi
4x4 Matrix Tuştakımı	Çevre birimi

BULGULAR

Ön tasarım aygıt önce denetimli ortamda (laboratuvarda) daha sonrada saha koşullarında denenmiştir. Saha koşullarında yapılan denemler, tasarım aşamasında öngörülmeyen sorunların belirlenmesine yardımcı olmuştur. Karşılaşılan ilk sorun yer içine verici birim ile gönderilen 0.5 hz.'lik kare dalga (Şekil 3) nedeniyle oluşan gerilim farkının ölçülmesinde ortaya çıkmıştır.



Şekil 3. Yer içine gönderilen 0.5 Hz. Frekansında kare dalga akım.

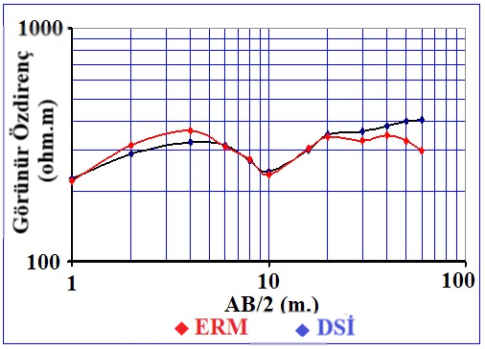
Kuramsal olarak; Şekil 3'te görülen A-B ve

C-D noktaları arasında ayrı ayrı olarak gerilim farkları ölçülmeli; ölçülen bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak MN elektrotları arasındaki ΔV, gerilim farkı tanımlanmalıdır. Ancak ilk denemelerde ΔV değeri hatalı elde edilmiştir. Bu hatadan kaçınmak için ölçüm noktaları arasında çok sayıda örnekleme (100 örnek) yapılarak bu değerlerin ortalamaları alınmıştır.

Saha ölçümlerinde karşılaşılan ikinci sorun de uzun AB akım elektrotu açılımlarında MN arasında aygıtın duyarlı olduğu gerilim farkının oluşmamasıdır. Bu sorun için yere verilebilecek akım değeri arttırılmıştır. Artan akım ile MN arasında, alıcı tarafından ölçülebilecek büyüklükte gerilim farkı oluşturulmuştur.

TARTIŞMALAR

Üretilen aygıt (ERM) ile Sahada AB/2 60 m.'ye kadar yapılan deneme ölçüsü yapılmıştır. Alan çalışmasında DSİ laboratuvarlarında üretilen ve analog ölçüm yapan aygıt ve kendi geliştirdiğimiz aygıt eş zamanlı olarak denenmiştir AB/2: 1 -30 m aralığında GÖ değerlerinde benzer değerler elde edilmiştir. AB/2 >20m den sonra ise GÖ değerlerinde arasında sapma gözlenmiştir. Bunun temel nedeni DSİ yapımı aygıtın vericisinin Vpp 600 V değerine kadar çıkış değeri üretebilmesidir. Geliştirdiğimiz ölçüm aygıtı ise Vpp 48 V değerine kadar çıkış üretmektedir. Bu nedenle geniş AB aralığında yere uygulanan akım azalmakta ve MN aralığında ölçülebilir bir gerilim farkı oluşmamaktadır. Deneme ölçünse ait sonuç şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Deneme ölçüsüne ait görünür özdirenç grafiği

Bu durumu aşabilmek için potansiyel elektrotları olan MN elektrotları aralığı arttırılabilir veya daha güçlü bir verici kullanılabilir. Bu çalışmada basit çözüm olarak MN aralığının arttırılması yoluna gidilmiştir.

Bu çalışmada tanımlanan kartalar ve benzerleri kullanılarak farklı aygıtların üretimi olasıdır. Üretilen aygıtlar ilksel ürün olarak kabul edilip tasarım amacı için kullanılmalıdır. Ticari boyuta geçmeden önce özgün devre tasarımı yapılmalıdır. Arduino kartlarındaki 10 bit analog-sayısal-çevirici (ASÇ) birçok jeofizik yöntem için yeterli duyarlılıkta kayıtçı üretmeye olanak sağlarken diğer aygıtlar için daha yüksek duyarlılıklı ASÇ gereklidir.

SONUÇLAR

Geliştirdiğimiz aygıtın gömülü yapı araştırmaları, arkeojeofizik araştırmalar, zemin etütleri ve taban suyu araştırmaları gibi görece sığ çalışmalarda kullanılması uygundur. Daha derin araştırmalar için aygıtın verici birimin geliştirilmesi gerekmektedir. Benzer tasarımla birçok farklı aygıt tasarımı da yapılabilir ve çok elektrotlu özdirenç aygıtı üretilebilir.

Bu çalışmada önerilen ve üretilen aygıt ile yapılabilirlik gösterilmeye çalışılmıştır. Aygıt son ürün olmayıp başlangıç düzeyinin bir temsilcisidir. Saha çalışmasında karşılaşılan sorular gerek yazılım değişikliği gerekse basit uygulama farklılığı ile giderilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akca I., ve Lalli, S., S., 2018. WiRes: Doğru Akım Özdirenç Ölçümleri için Arduino Tabanlı Çok Kanallı Kablosuz Alıcı Sistemi; 7. Yerelektrik Çalıştayı, Isparta.

Beddows, P. A., & Mallon, E. K. (2018). Cave pearl data logger: A flexible Arduino-based logging platform for long-Term monitoring in harsh environments. Sensors, 18(2), 530.

Çakır, A., & Akpancar, S. (2015). Resistivity-induced Polarization Receiver/Transmitter Design and PC-assisted Data Analysis. Acta Polytechnica Hungarica, 12(2).

Gertz E. and Di Jisto, P., 2012, Enviromental Monitoring with Arduino, Marker Press,100.

Akpancar S., 2012, Rezistivite-IP Alıcı/Verici Tasarımı ve Pc'de Verilerin Analizi, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi

JEOFİZİK YÖNTEMLER VE JEOLOJİK UYGULAMALARI

GEOPHYSICAL METHODS AND GEOLOGICAL APPLICATIONS

SEMİH ERGİNTAV – DOĞAN KALAFAT – ONUR TAN

EMİN ULUGERGERLİ

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Spil (Manisa) Dağının Kuzey Yamacında Jeolojik, Jeofizik ve Fotogrametrik Yöntemlerle Heyelan Alanı Etüd Çalışması

Landslide Region Survey on Northern Hillside of Mount Spil (Manisa) by Geological, Geophysical and Photogrametric Methods

Coşkun Güneş[1], Emir Balkan[1], Sunay Mutlu[1], Emrah Pekkan[1], Muammer Tün[1], Ali Aykut Ece[2], Berkan Ecevitoğlu[1]

[1]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555 Eskişehir, Türkiye

[2]A.E.V Mühendislik Müşavirlik Danışmanlık Sanayi ve Tic. Ltd. Şti., Manisa, Türkiye

(coskungunes@eskisehir.edu.tr)

Öz: Çalışmanın ana amacı, Spil Dağının kuzey yamacında tanımlanan heyelan alanını, yerbilimlerinin disiplinlerarası yöntemleriyle yorumlamaktır. Çalışma alanı Şehzadeler ilçesi (Manisa), Turgut Özal mahallesi güneydoğusunda yer almaktadır ve yaklaşık 2 km^2 alan kapsamaktadır. Bölgenin morfolojik ve jeolojik evrimi Gediz grabeninin kontrolünde gerçekleşmektedir. Kuzeye eğimli aktif normal bir fay olan Manisa fayı, bölge için en büyük sismik tehlike kaynağını oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde kullanılan yöntemler jeoloji, jeofizik ve fotogrametri bilim dallarından uygulamalar içermektedir. Kretase-Kuvaterner ilişkisi ve zemin özellikleri jeolojik bulgularla ve sondaj verileriyle, aktif fayın yeraltındaki olası konumu sismik yansıma verileriyle, bölgenin morfolojik özellikleri fotogrametri yöntemiyle çalışılmıştır. Fotogrametri çalışmalarının ürünü olan yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelinden elde edilen topoğrafya kesiti, sismik yansıma çalışmasından elde edilen kesit ile çakıştırılmıştır. Kesitlerin jeolojik yorumu yapılarak, Manisa fayına bağlı olarak geliştiği düşünülen iki heyelan kayma dairesi tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gediz grabeni, fotogrametri, heyelan, sismik yansıma

Abstract: *The main purpose of this study is interpreting the landslide region where is defined on the northern hillside of Mount Spil by using multidisciplinary methods of earthsciences. The study area is located on southeast of Şehzadeler district of Turgut Özal neighborhood (Manisa) and it covers about 2 km^2 area. Morphological and geological evolutions of the region are controlled by Gediz graben. The Manisa Fault is an active normal fault inclined to north, which generates the largest seismic hazard source for the region. The methods that were used during the study include applications from geology, geophysics and photogrammetry disciplines. Cretaceous-Quaternary relations and ground features are studied by geological and drill-hole data. The possible location of active fault, which is buried, is studied by seismic reflection data while morphological features of region are studied with photogrammetry method. The high-resolution topographic cross section, which is a product of photogrammetry studies, is matched with the cross section obtained from seismic reflection data. By making geological interpretation of the sections, two landslide slip circles, which are thought to have developed due to Manisa fault, are defined.*

Keywords: *Gediz graben, landslide, photogrammetry, seismic reflection*

Guleman Kromit Cevherleşmeleri Yersel Gravite ve Manyetik Uygulaması

Local Gravity and Magnetic Survey Over Guleman Chromite Deposits and Results

Özgür Sapancı, Arzu Uçar, Gürkan Tokat, Onur Karakaya, Alp Malazgirt

Yıldırım Şirketler Grubu / Yılmaden Holding, Yıldırım Tower, Maslak 1453, İstanbul, Türkiye

(ozgur.sapanci@yildirimgroup.com)

Öz: Guleman Kromit Cevherleşmeleri, Elazığ İl Merkezi'nin yaklaşık 85 km doğusunda bulunan Alacakaya İlçesi civarında yayılım göstermektedir. Guleman Ofiyoliti, Geç Kretase döneminde Neotetis okyanusunun güney kolununun kapanması sırasında oluşmuş, Okyanus İçi Yitim Zonu Üstü ofiyolitleri (Supra-subduction ofiyoliti) olarak tanımlanmış, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı ofiyolitlerinin bir parçasıdır. İnceleme alanında bulunan birimler yaşlıdan gence Paleozoyik yaşlı Bitlis Metamorfitleri, Üst Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Üst Meastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Miyosen yaşlı Lice Formasyonudur.

Eti Bank döneminde, 1950 yılı başlarında, yüksek gravite ve manyetik anomalileriyle arama çalışmalarının yoğunlaştığı ve işletmeye açılan bölgede 40.000 ton üretim tamamlanmıştır. Çalışmada alanında gömülü potansiyel kromit kaynağının devamlılığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 9.28km^2'lik alanda ortalama 40x40m ölçü aralıklarıyla 5372 noktada yersel gravite ve manyetik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Güney ve Kuzey olmak üzere iki bölgede çalışılmış olup, anomali aralıkları ayrı değerlendirilmiştir. Güney bölgesinde yapılan çalışmalarda elde edilen ölçüm değerlerinden hesaplanan Bouguer değerlerinin -4,4mgal ile -0,7mgal, Kuzey bölgesinin ise -6,2mgal ile -3mgal arasında değişim gösterdiği görülmektedir.

Sahada yapılan manyetik ve gravite çalışmaları sonucu elde edilen veriler, gerekli filtreler, düzeltmeler ve türev işlemleri sonrasında manyetik anomali, Bouguer gravite anomali ve fay haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen potansiyel alan verileri ile jeolojik haritalama çalışmalarının yorumlanması sonucunda çalışma sahası sınırları içinde yüksek yoğunluk ve yüksek manyetik duyarlılık gösteren yapıların kromit cevherleşmesi için potansiyel olabileceği alanlarının varlığı tespit edilmiştir. Elde edilen negatif ve pozitif anomalilerin, eski galeri, mostra ve sondajlarla çalışma öncesi tespit edilen kromit kaynakları ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, kromit, Guleman Ofiyoliti, gravite, manyetik

Abstract: *Guleman chromite deposits surfaces near Alacakaya vicinity, 85 km east of Elazığ city Center. The Guleman ophiolite which formed during the closure of the southern branch of the Neotethys Ocean during the Late Cretaceous is a part of the Southeast Anatolian Orogenic Belt ophiolites and is defined as Supra-subduction ophiolites. In study area, surfacing geological units are Paleozoic Bitlis Metamorphics, Upper Cretaceous Guleman Ophiolite, Upper Meastrichtian-Middle Eocene Caspian Group, Middle Eocene Mine Complex and Miocene Lice Formation, respectively.*

Beginning of 1950s, the period of Eti Bank, 40.000 tons of chromite produced in the region where exploration activities were intensified with high gravity and magnetic anomalies. This study aimed to explore the continuity of the potential chromite source potentially buried in the field. For this purpose, local gravity and magnetic measurements carried out over 5372 points with an average measuring range of 40x40m in an area of 9,28km^2. The anomaly intervals were evaluated separately in two regions: South and North. It is observed that the Bouguer values calculated from the measured values obtained in the studies carried out in the southern region vary between -4.4mgal and -0.7mgal and in the northern region it varies between -6.2mgal and -3mgal.

Magnetic anomaly, Bouguer gravity anomaly and fault maps created after filters, corrections and derivative corrections over collected data from the field magnetic and gravity studies. Interpretation of the potential area and geological mapping studies resulted with determination of high density and high magnetic anomaly consisted zones that could be potential for chromite mineralization. It was observed that the negative and positive anomalies obtained were compatible with the chromite sources determined before the study with old galleries, outcrops and drilling.

Keywords: *Elazığ, chromite, Guleman Ophiolite, magnetic, gravity*

JEOMORFOLOJİ

GEOMORPHOLOGY

CENGİZ YILDIRIM – TOLGA GÖRÜM – MUSTAFA SOFTA –
HASAN ELMACI – JOEL SPENCER

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Istavroma Periglasiyal Bölgesindeki Nivasyon Sirkleri

Nivation Cirques in Istavroma Periglacial Region

Hüseyin Turoğlu[1], Hakan Yiğitbaşıoğlu[2]

[1]İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 34134 Fatih, İstanbul, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 06100 Sıhhiye, Ankara, Türkiye

(turogluh@istanbul.edu.tr)

Öz: Istavroma periglasiyal bölgesi; Gümüşhane ili, merkez ilçesi, kabaca 2000m ve üstü yükseklikteki Dumanlı Istavroma Köyü Taşköprü yaylası civarını temsil eder. 2000-2300m yükselti aralığına denk gelen çalışma sahası; Yanbolu Çayı yukarı çığırı, alt havzalarından biri olan Dipsizgöl Deresi ve kolları tarafından drene edilir. Istavroma periglasiyali aynı zamanda, orman üst sınırından yüksekte olup Alpin çayır katıdır.

Dipsizgöl Deresi'nin bu bölümü; bazik karakterdeki magmatik litoloji içine yerleşmiştir. Bu anakaya üzerinde; gevşek, kötü boylanmış, içerisinde kil, kum ve farklı boyutlarda anakaya kırıntıları bulunan regolit örtü bulunur. Bu örtü malzeme; fiziksel ve kimyasal süreçlerle genellikle andezit anakayasının ayrışması ve parçalanması sonucu oluşmuştur ve fazla taşınmamış, kalınlığı ise yer yer değişkenlik gösterir. Yamaçlardaki regolit örtü, yer yer andezit kaya çıkıntıları ile kesilmiştir.

Erime-donma süreci; Istavroma periglasiyalindeki en etkili ve yaygın, aynı zamanda güncel olan yamaç şekillenme prosessidir. Regolit örtü üzerinde bulunan kar birikintileri, erime-donma süreci ile gevşek regolit örtü üzerinde erozyon meydana getirir. Bu aşınım şekilleri; dairesel şekilli olarak, önce küçük çanaklar ve daha sonra ise belirgin sirklere dönüşürler. Nivasyon sirklerinin boyutları ise erime-donma sürecinin etkinliğine ve regolit örtünün yayılış alanı ile kalınlığına bağlıdır.

Istavroma periglasiyal bölgesinde farklı gelişme seviyelerinde çok sayıda nivasyon sirki yer alır. Bu nivasyon sirklerinin en tipik örneklerine Dipsizgöl Deresi yamaçlarında rastlanır. Bunların en büyük olanı ise "Dipsizgöl Nivasyon Sirki" dir. Saha çalışmaları ile "Dipsizgöl Nivasyon Sirki" boyut ve lokasyon ölçümleri yapılmış, litoloji, regolit örtü tanımlamalarına ait gözlemler geçekleştirilmiştir. Saha çalışması öncesinde yapılan kazı nedeni ile göl tabanı sediment birikimi hakkında çok güvenli veri temin edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Jeomorfoloji, Periglasiyal, Nivasyon Sirki, Dipsizgöl

Abstract: *The Istavroma periglacial region covers the Taşköprü plateau of the Istavroma (Dumanlı) Village, roughly from 2000m+ and is part of the central district of Gümüşhane (Turkey). The area discussed is 2000-2300m above sea level and is drained by the Dipsizgöl stream and its tributaries. Dipsizgöl itself is one of the subbasins of the Yanbolu basin in the Blacksea region. The Istavroma periglacial region is above the treeline and is an Alpine meadow zone.*

This part of Dipsizgöl Creek is settled within the magmatic lithology. A regolith layer, consisting of clay, sand and different sized, loose, poorly-sorted materials produced from weathered bedrock, sits on the igneous bedrock. The cover material has been formed by weathering of the andesite bedrock through physical and chemical processes that have not eroded and neither transported much. The thickness of the cover varies by location and the slopes of regolith are in some places bisected with massive andesite rocks.

The melting-freezing process is the most prominent and widespread slope shaping process in the Istavroma periglacial area. Snow patches on the regolith layer cause erosion of the loose regolith layer through the melting-freezing process. These forms of erosion are usually circular in shape, and small bowls have been formed into distinctive cirqueses. The size of the nivation cirqueses depends on the efficiency of the melting-freezing process, the spread area and thickness of the regolith layer.

There are a large number of nivation cirques in the periglacial region of Istavroma, at various levels of development. The most typical examples of these nivation cirquses are found on the slopes of the Dipsizgöl basin. The largest of these is the Dipsizgöl Nivation Cirque. During the field studies, the size and location measurements of "Dipsizgöl Nivation Cirque" were made and observations of lithology and regolith layer definitions were performed. Due to the excavations carried out in prior fieldwork, by other groups, reliable data about sediment accumulation at the bottom of the lake could not be obtained.

Keywords: *Geomorphology, Periglacial, Nivation Cirque, Dipsizgöl*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Orta Toros Dağları Yüzey Karstı Morfolojisinin Gelişiminde Paleovadi Sistemlerinin Etkisi

Effects of Paleovalley Networks on Development of Surface Karst Morphology in the Central Taurus Mountains

Muhammed Zeynel Öztürk[1], Mesut Şimşek[2], Mehmet Furkan Şener[1], Mustafa Utlu[3]

[1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 51240 Niğde, Türkiye

[2]Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fak. Coğrafya Bölümü, Hatay, Türkiye

[3]Bingöl Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 12000 Bingöl, Türkiye

(muhammed.zeynel@gmail.com)

Öz: Mesozoyik ve Senozoyik kireçtaşlarından oluşan yüksek karstik platolar Toros Dağları'nın karakteristik morfolojik birimlerinden bir tanesidir. Bu platoların düşük eğimli yüksek kesimleri tektonizma ve iklimin etkisiyle yüksek derecede karstlaşmaya uğramıştır. Aynı zamanda plato yüzeyleri, gelişimleri birbirleri ile bağlantılı olan paleovadi sistemleri ve çözünme dolinleri ile kaplanmıştır. Bu çalışmada Orta Toroslar'ın yüksek karstik platolarının yüzey karstı özellikleri paleovadi ve çözünme dolinlerine ait istatistiksel analizlere göre açıklanmıştır. Çalışmada Ermenek ve Taşeli platolarındaki paleovadiler ve dolinlere ait morfometrik özellikler 1/25.000 ölçekli topografya haritalarına göre belirlenmiştir ve iki şekil arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada elde edilen başlıca sonuçlar şu şekildedir. Karstik paleovadiler alanın gelişim sürecinin ilk aşamasında, yani karstlaşma öncesi evrede, flüviyal vadi olarak başlamaktadır. Drenaj ağının gelişmesinin ardından, tektonik yükselim nedeniyle oluşan çatlak sistemlerine bağlı olarak yüzey drenajı yerin altına geçmeye başlar. Böylece plato yüzeyinde paleovadi ağlarının gelişmesinin ardından karstik çözünmenin etkisiyle paleovadi tabanları çözünme dolinleri ile kaplanır. Bu nedenle karstik platolardaki paleovadiler ile çözünme dolinlerinin dağılışları arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır ve paleovadiler çözünme dolinlerinin morfolojik görünümleri üzerinde büyük etki yapar. Çözünme dolinlerinin alan büyüklükleri, çevre uzunlukları, uzun ve kısa eksen değerleri gibi alansal boyutları paleovadi sistemlerinin Strahler dizin numarasına göre artmaktadır. Buna göre paleovadilere ait Strahler dizin numarasının artmasıyla alan tipik poligonal karstik özellikten uzaklaşmaktadır. Sonuç olarak, Orta Toroslar'ın yüksek karstik platolarında, platoların en yüksek alanlarından alçaldıkça poligonal karstik özellikten paleovadi sistemlerine ve ardından ise aktif vadi sistemlerine geçilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dolin, karst topografyası, Orta Toros Dağları, paleovadiler, plato

Abstract: *High plateaus composed of Mesozoic and Cenozoic limestones are the characteristic geomorphological units of the Taurus region. The gentle slopes of these plateaus are highly karstified due to tectonic and climatic effects. Dolines and paleovalleys are characteristic landforms of these high plateaus in the Central Taurus Mountains and the development of these landforms is closely related to the tectonic and climatic evolution of the area. In this study, the surface karst morphology of the high plateaus of the Taurus Mountains is examined via the morphometric properties of dolines and paleovalleys. 1/25,000 scale topographic maps were used to determine the morphometric parameters of dolines and paleovalleys formed on the Taşeli and Ermenek plateaus. Subsequently, the relationship between the two landforms is examined. The main results of the study as follows. Karst valleys have evolved as normal valleys by fluvial erosion in the pre-karst phase of surface development. Then, surface drainage began to form an underground drainage network due to joints and fractures created by tectonic uplift. Therefore, the surface drainage network on the karst plateau disappeared and occurred a network of dry valleys. Subsequently, the surface drainage network was gradually replaced with solution dolines as a result of surface karstification. For this reason, paleovalley density has a positive effect on the spatial distribution of doline density. Mean area, perimeter, short and long axes of paleovalley dolines are bigger than plateau dolines. Consequently, paleovalley dolines are complex-shaped while plateau dolines are more circular shaped. According to drainage network analysis, dimensional values of the doline parameters, such as area, perimeter, short and long axes, increase with the Strahler order number of the paleovalleys. The obtained results show that the karst area moves away from typical polygonal karst features when the Strahler order number of paleovalley increases. As a result, as descending from the highest areas of the karst plateaus of the Central Taurus Mountains, polygonal karst features transform to paleovalley systems and then to active valley systems.*

Keywords: *Central Taurus Mountains, doline, karst topography, paleovalley, plateau*

Baraj Göllerinin Kıyı Tanımı ve Koruma Bölgeleri

Coastal Definition and Protection Zones of Dam Reservoirs

Hüseyin Turoğlu

İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 34134 Fatih, İstanbul, Türkiye
(turogluh@istanbul.edu.tr)

Öz: Barajlar; içme, kullanma, sanayi ve zirai faaliyetlerin ihtiyaçları yanı sıra azalan ve artan extrem yağışlar için de afet önleme, zarar azaltma misyonları nedeni ile yaşamımızda önemli rolleri olan su yapılarıdır. Suya olan ihtiyacın giderek artmasına ilaveten, yağış ve sıcaklıklardaki değişiklikler barajların öneminin giderek daha da artmasına neden olmaktadır. Yapılan analizler; suya olan ihtiyacın yakın gelecekte su problemlerine dönüşmesine işaret etmektedir. Özellikle büyük şehirler için muhtemel su problemini önleme ya da şiddet azaltma için yapılacak çalışmalar; yeni su kaynaklarının devreye sokulması kadar, aynı zamanda mevcut su rezervlerinin de korunması temelli olması gerekmektedir. Bu yaklaşım çerçevesinde İçme ve kullanma suyu barajlarının, ideal standart ve prensipler gözetilerek kullanılması mevcut su rezervinden azami faydalanmaya imkân tanıyacaktır.

İçme ve kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan tabii göl, baraj gölü ve göletler için genel koruma, kullanma esasları 28 Ekim 2017 tarih ve 30224 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik" maddelerine göre belirlenmiştir. Tabii göl, baraj gölü ve göletler için genel koruma esasları "Madde 8" de açıklanmıştır. Ayrıca baraj gölü en yüksek su seviyesinden itibaren standart mesafeler belirlenerek; Mutlak koruma alanı (9. Madde), Kısa mesafeli koruma alanı (Madde 10), Orta mesafeli koruma alanı (Madde 11) ve Uzun mesafeli koruma alanı (Madde 12) tanımlanmıştır. Ancak standart mesafelerle bu şekilde koruma bölgelerinin oluşturulması jeomorfolojik ve hidrolojik açıdan doğru değildir. Bu şekildeki uygulamalarla beklenen sonuçların alınması da mümkün değildir.

Baraj göllerinin kıyı sınırları (kıyı çizgisi, kıyı kenar çizgileri) ve koruma bölgelerinin jeomorfolojik ve hidrolojik prensipler doğrultusunda belirlenmesi gerekir. Jeomorfolojik ve hidrolojik prensipler ile belirlenecek olan kıyı elemanlarına ait sınırlar ve koruma bölgelerinin, standart uzaklıklardaki mesafelerle tanımlanan koruma bölgelerinden çok farklı olduğu; Ömerli Baraj Gölü ve havzası için yapılan örnekleme uygulamasında görülmüştür. Eğim, su toplanması, yüzeysel akış yönü, su bölümü çizgilerine göre oluşturulan koruma zonları, farklı mekânsal özelliklerdeki koruma bölgelerini oluşturmuştur. Yamaç eğim dereceleri, su bölümü hatları, yüzeysel su toplanması ve akış yönleri, kullanılarak yapılan analizler, mevcut yasalarda belirtilenlerin dışında önemli rezervuar koruma alanlarını ortaya çıkarmıştır

Anahtar Kelimeler: Baraj gölü, kıyı sınırları, koruma zonları, Ömerli Barajı

Abstract: *Water dams have essential roles in our lives by providing water for daily usage, industrial and agricultural applications. Furthermore, they mitigate extreme changes in precipitation preventing water shortages and flooding.*

In addition to the increasing need for water, changes in precipitation and temperatures have drastically increased the importance of dams. All current analyses indicate water shortages but also large swings in precipitation in the near future. In particular, large cities need to start efforts to prevent or mitigate potential water shortages immediately. These efforts should be based on reinforcing existing water systems with new water resources and the protection of existing water reserves. In this context, we propose a new scientific approach to re-define water reservoir shorelines and boundaries of protection zones to ensure maximum sustainable utilization of the current water reserves.

General protection and usage principles for natural lakes, reservoirs, and ponds that supply drinking water to cities are determined under "the Regulation on Protection of Drinking Water Basins," published in the Official newspaper dated 28 October 2017 numbered 30224. General protection principles for natural lakes, reservoirs and ponds are explained in "Article 8" in the related official newspaper. Additionally, referencing the highest water level of the reservoir four standard distances have been defining the Absolute protection area (Article 9), the Short distance protection area (Article 10), the Medium distance protection area (Article 11) and Long distance protection area (Article 12).

However, the determination of these protection zones using standard distances is incorrect with regards to geomorphological and hydrological considerations. It is not possible to achieve the maximum sustainable usability of the water reserves using the "standardized distance" methodology. The coastal borders (shoreline, coastlines) and protection zones of the dam lakes must be determined according to geomorphological and hydrological principles. From sampling the area around Ömerli Dam Lake and its basin, it quite clear that the coastal boundaries and protection areas determined by geomorphological and hydrological principles are very different from those defined by standard distances.

Keywords: *Dam lake, coastal borders, protection zones, Ömerli Dam*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Avcılar Heyelan Alanında Tümleşik Jeofizik, Jeolojik ve Sondaj Çalışmaları

Integrated Geophysics, Geology and Borehole Studies in Avcılar Landslide Area

Mahmut Göktuğ Drahor[1], Caner Öztürk[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
[2]Geoim Mühendislik, Danışmanlık, İnşaat ve Yazılım Ltd. Bornova, İzmir
(mgdrahor@hotmail.com)

Öz: İstanbul Üniversitesi Avcılar Yerleşkesinin doğusunda bulunan ve Küçükçekmece Gölüne kadar olan kısımdaki aktif heyelan alanında 2017 yılında tümleşik jeofizik, jeoloji ve sondaj çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda göl içinde bulunan aktif fay sistemleri ile ilişkili geliştiği düşünülen heyelan sahası araştırılmıştır. İstanbul'un Avrupa yakasının Avcılar, Küçükçekmece, Başakşehir, Beylikdüzü ve Esenyurt belediye sınırları arasında kalan ve Küçük Çekmece Gölünün çevresinde bulunan bölge önemli bir heyelan bölgesidir. Bu bölgenin en aktif kısımlarından biri de Avcılar Yerleşkesi içinde kalan ve göl sahasına kadar olan kısımdır. Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile ilişkili ve KB-GD yönlenmeye sahip sağ yanal doğrultu atımlı fay sistemlerinin bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca Küçükçekmece Gölü içindeki Holosen yaşlı sedimanter dolgunun yüzeye yakın kısımlarını görüntülemek amacıyla toplam 42 km uzunlukta yüksek çözünürlüklü sismik yansıma ve batimetri çalışmasının sonuçlarına göre de bölgede KB-GD ile KKB-GGD doğrultulu üç temel fay sisteminin bulunduğu belirtilmiştir. Bölgeye yaklaşık 12 km uzaklıkta bulunan KAF ile ilişkili olabilecek fay sistemlerinin, bölgedeki heyelanlar üzerinde etkili olabileceği düşüncesiyle, yerleşke sahasının doğusundaki eğimli ve aktif heyelan izleri görülen alanda tümleşik jeofizik, jeoloji ve sondaj çalışmaları yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar kapsamında elektrik resistivite tomografisi (ERT), indüklenmiş polarizasyon tomografisi (IPT), sismik P dalga kırılma tomografisi (SRT) ve çok-kanallı yüzey dalgası tomografisi (MASWT) yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca heyelanın olduğu çalışma alanı jeolojik anlamda haritalanmış ve jeofizik hatlar üzerinde heyelan verisi ile ilişkili yorumların yapıldığı kısımlarda sondajlar açılmıştır. Sondaj kuyusundan alınan karot numuneleri üzerinde, zemin ve kaya mekaniği laboratuvarında deneyler yapılarak gerekli zemin parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Yerinde arazi testleri kapsamında Standart Penetrasyon Testi (SPT) çalışmalarına da yer verilmiştir. ERT çalışmalarına göre, üst kısımlarda daha yüksek özdirenç değerleri görülmektedir, göle yakın bölgelerde özdirenç değerleri azalmaktadır. Buna ek olarak, heyelan oluşumunda doğrudan etkili olabilecek bu alanda KB-GD uzanımlı fay tespit edilmiştir. Heyelanlar ERT ve IPT verilerine göre iki farklı karaktere sahiptir. Bir grup yüzeye yakın ve aktiftir ve tanımlanan kayma geometrileri farklı boyutlara sahiptir. Genel anlamda batıdan doğuya doğru bir kayma olgusu gözlenmektedir. Sismik çalışmalarda heyelana uğrayan kısımlarda çok düşük P ve S hız değerleri elde edilmiştir. Ayrıca iki boyutlu SRT ve MASW tomografi sonuçları kayma türü heyelanların varlığını geometrik olarak ortaya koymuştur. Sonuçta bu çalışmada belirlenen fay, Küçükçekmece Gölü içinde saptanan KKB-GGD ve KB-GD yönlü fay sistemleri ve Çatalca Fay zonunun üyeleri ile ilişkilidir. Elde edilen sonuçlar, bölgede son derece yaygın olan aktif heyelanlar ve paleo-heyelanların büyük sismik aktivitelere bağlı

olarak yeniden harekete geçebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Alanda yapılan jeoteknik çalışmalar kaya birimlerinin zayıf özellikler taşıdığını göstermiştir. Heyelanlı birimlerde sismik S dalga hızlarının da 100-200 m/s arasında olması zeminin son derece ayrışmış ve dayanımsız özellikler taşıdığını açıkça ortaya koymaktadır. Doğal afetler anlamında alan irdelendiğinde; özellikle beklenen büyük İstanbul depremi göz önüne alındığında ve bölgedeki heyelan ve zemin özellikleri düşünüldüğünde, doğal afet boyutunun bu alanda beklenenden daha büyük olacağı bulgusuna ulaşılmıştır. Bu nedenle İstanbul'un heyelanlı olan bu bölgelerinde büyük mühendislik yapılar ile yüksek yapılaşmanın sorunları daha da büyüteceği ön görülmelidir. Çok büyük bir depremde, göle doğru heyelanın gelişeceği de göz önüne alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Avcılar, heyelan, aktif fay, jeoloji, jeofizik, jeoteknik

Abstract: *In 2017, integrated geophysical, geological and borehole studies were carried out in the active landslide site located to the east of Avcılar Campus of Istanbul University up to Küçükçekmece Lake. In this context, the landslide area which is thought to be related to the active fault systems in the lake was investigated. The area between Avcılar, Küçükçekmece, Başakşehir, Beylikdüzü and Esenyurt municipality boundaries of the European side of Istanbul and around Küçük Çekmece Lake is an important landslide area. One of the most active portions of this region is the part of the Avcılar Campus that extends to the lake area. In previous studies conducted in the region, it is stated that there are right lateral strike-slip fault systems associated with the North Anatolian Fault (NAF) and having NW-SE orientation. In addition, according to the results of the 42 km long high resolution seismic reflection and bathymetry study in order to display the Holocene sedimentary filling in the Küçükçekmece Lake, there are three main fault systems in the region, which are NW-SE and NNW-SSE. As a result of these studies, it is stated that there are three main fault systems with NW-SE and NNW-SSE directions. To associate with these data, integrated geophysical, geological and borehole studies have been conducted in the area where sloping and active landslide traces which are observed to the east of the campus area. At this stage, considering the fault systems that may be related to the NAF, which is approximately 12 km away from the region, may have an impact on the landslides in the region. Within the scope of geophysical studies, electrical resistivity tomography (ERT), induced polarization tomography (IPT), seismic P wave refraction tomography (SRT) and multi-channel analysis of surface waves tomography (MASWT) methods were used. In addition, landslides were geologically mapped and boreholes were performed on the geophysical lines where interpretations of landslide data were carried out. Experiments were carried out in soil and rock mechanics laboratory on the core samples taken from the borehole, and the required soil parameters were determined. Standard Penetration Test (SPT) studies were also included in the insitu field tests. According to ERT studies, the higher resistivity values are observed in the upper parts, the resistivity values are decreased in the areas close to the lake. In addition, the NW-SE trending fault was determined in this area, which may be directly effective in the constitution of landslides. Landslides have two different characters according to ERT and IPT data. One group is active and close to the surface, and the defined sliding geometries have different dimensions. In general, a sliding from west to east is observed. In seismic studies, very low P and S velocity values were obtained in the landslide areas. In addition, two-dimensional SRT and MASW tomography results showed the presence of sliding type landslides geometrically. As a result, the fault determined in this study are related to NNW-SSE and NW-SE directional fault systems located in the Küçükçekmece Lake and also the members of the Çatalca Fault zone. The results showed that the active landslides and paleo-landslides which are very common in the region can be reactivated due to large seismic activities. Geotechnical studies in the area have shown that rock units have weak resistance characteristics. The seismic S wave velocities in the landslide units are also between 100-200 m/sec, which makes it clear that the ground has highly segregated and unstable characteristics. When the field in terms of natural disasters is examined; especially considering the expected large Istanbul earthquake and the landslide and soil characteristics in the region, the natural disaster dimension will be larger than expected one in this area. For this reason, it should be foreseen that in these landslide areas of Istanbul, large engineering structures and high construction intensity will increase the problems. In the event of a major earthquake, the development of landslides towards the lake should also be taken into consideration.*

Keywords: *Avcılar, landslide, active fault, geology, geophysics, geotechnique*

Dinar Fay Zonu'nun Tektonik Jeomorfolojisi (Batı Anadolu)

Tectonic Geomorphology of the Dinar Fault Zone (Western Anatolia)

Levent Bayram[1], Cansu Çakıroğlu[1], Erman Özsayın[1], Serkan Üner[2]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65090 Van, Türkiye

(leventbayram@hacettepe.edu.tr)

Öz: Dinar Havzası, Afyon iline bağlı Dinar ilçesinden Denizli iline bağlı Çivril ilçesine kadar uzanan, normal fay segmentlerinden oluşan Dinar Fay Zonu'nun güneyinde gelişmiş KB-GD gidişli tektonik kontrollü bir havzadır. Havza, yüksek sismik etkinliğe sahip Batı Anadolu Genişleme Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Dinar Fay Zonu, 1 Ekim 1995'te 6.2 (Mw) büyüklüğünde deprem üreterek 90 kişinin ölümüne neden olmuştur. Bu deprem fay zonunun halen aktif olduğunu gösteren yakın tarihli kanıttır. Dinar Fayı, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ile Kuvaterner yaşlı çökeller arasına keskin bir morfoloji göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında Dinar Fay Zonu'na ait segmentler arasındaki göreceli tektonik etkinliğin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Dokuz segment üzerinde uygulanan jeomorfik indisler; hipsometrik eğri, hipsometrik integral, dağ önü kıvrımlılığı, vadi taban genişliğinin vadi yüksekliğine oranı indisleridir.

Hipsometrik integral 0.305-0.670, dağ önü kıvrımlılığı 1.25-2.15, vadi taban genişliğinin vadi yüksekliğine oranı değerleri ise 0.25 ile 0.8 arasında gözlenmiştir. Hipsometrik eğriler havzanın doğu kesimde yüksek aktiviteyi belirten dışbükey eğriler sunmaktadır. Bu veriler segment bazında değerlendirildiğinde, havzanın doğu kesiminde bulunan fayların batı kesimine bulunanlara göre daha aktif olduğunu gözlenmektedir.

Bu çalışma FHD-2018-17203 numaralı Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tektonik jeomorfoloji, jeomorfik indisler, Dinar Fay Zonu, Batı Anadolu

Abstract: *Dinar Basin, located between Dinar (Afyon) and Çivril (Denizli), is an NW-SE trending fault-controlled basin which is formed at the southern part of the Dinar Fault Zone, composing of normal fault segments. The basin is located at the Western Anatolian Extensional Province which represents intense seismic activity. Dinar Fault Zone created an earthquake on October 1, 1995 with magnitude 6.2 (Mw) and responsible for 90 people's death. This earthquake is the latest event showing the seismic activity of the zone. The Dinar Fault Zone shows a sharp morphology between Mesozoic limestones and Quaternary deposits.*

This study aims to determine the relative tectonic activity among the segments of the Dinar Fault Zone. Geomorphic indices, applied to nine segments, include Hypsometric Curve, Hypsometric Integral, mountain-front sinuosity, and the ratio of valley-floor width to valley-height.

The values of Hypsometic Integral ranges between 0.305-0.670, mountain front sinuosity values are between 1.25-2.15, and the ratio of valley floor width to valley height values are between 0.25-0.8. In the eastern section of the fault zone, convex hypsometric curves are obtained, expressing higher activity. As conclusion, results show that the fault segments in the eastern part show higher tectonic activity.

The study is funded by the Scientific Research Coordination Unit of Hacettepe University with Project no FHD-2018-17203.

Keywords: *Tectonic geomorphology, geomorphic indices, Dinar Fault Zone, Western Anatolia*

Gümüşkent (Salanda) Fay Zonu'nun (Kırşehir-Nevşehir) Tektonik Aktivitesinin Jeomorfolojik İndisler ile İncelenmesi

Investigation of Tectonic Activity of the Gümüşkent (Salanda) Fault Zone (Kırşehir - Nevşehir) by Geomorphic Indices

Berkant Coşkuner[1], Ramazan Demircioğlu[2]

[1]Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42075 Selçuklu, Konya, Türkiye

[2]Aksaray Üniversitesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, 68100 Aksaray, Türkiye

(bcoskuner@ktun.edu.tr)

Öz: Bu çalışmanın amacı Gümüşkent Fay Zonu'nun Kesikköprü (Kırşehir) ile Yeşilöz (Nevşehir) arasında kalan kesiminin göreli tektonik aktivitesinin, jeomorfolojik indisler kullanılarak belirlenmesidir. İnceleme alanının temelini Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı Kırşehir Masifi oluşturur. Masifin üzerinde açılı uyumsuzlukla Paleosen - Eosen yaşlı karasal-denizel kayaçlar yer alır. Miyosen-Kuvaterner yaşlı karasal, gölsel ve volkanik kayaçlar inceleme alanının en genç topluluğunu oluşturur. Gümüşkent Fay Zonu güneydoğuda Avanos'tan başlayıp kuzeybatıda Kaman'a kadar uzanmaktadır. Yaklaşık 140 km uzunluğunda ve 20 km genişliğinde olan KB - GD gidişli Gümüşkent Fay Zonu birbirine paralel çok sayıda faydan meydana gelmektedir. Fay zonu bazı kesimlerde iyi korunmuş fay aynalarına sahip normal fay bileşeni olan sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Gümüşkent Fay Zonu üzerinde yer alan sıcak su kaynakları ve traverten oluşumları, fayın aktif bir fay olduğunun göstergesidir. Mevcut çalışmada fay zonunun yaklaşık 50 km' lik kesiminde bulunan 39 adet havzaya ait jeomorfolojik analizler yapılmıştır. Fay zonunun göreli tektonik aktivitesini belirlemek amacıyla Vadi Taban Genişliği - Vadi Yüksekliği Oranı İndeksi (Vf), Normalleştirilmiş Akarsu Uzunluk - Eğri İndisi (SLK), Asimetri Faktörü (AF), Hipsometrik İntegral (Hi), Havza Şekli (BS) ve Göreceli Aktif Tektonik İndeksi (Iat) gibi değer hesaplanmış ve bulgular arazi verileri ile beraberce değerlendirilerek yorumlanmıştır. Hesaplamalara göre inceleme alanında Vf değerlerinin 0,07 ile 37,5, SLK değerlerinin 2,56 ile 5,15, AF değerlerinin 23 ile 79, Hi değerlerinin 0,34 ile 0,74 ve BS değerlerinin ise 1,26 ile 7,42 arasında değiştiği saptanmıştır. Tüm bu verilerin analizi sonucu elde edilen Iat değerlerine göre Gümüşkent Fay Zonu incelenen alanda yüksek ve orta derecede tektonik aktiviteye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Göreli tektonik aktivite, Gümüşkent (Salanda) Fay Zonu, Iat, jeomorfolojik indis, SLK

Abstract: *This study aims to investigate the relative tectonic activity of Gümüşkent Fault Zone with geomorphological indices, between Kesikköprü (Kırşehir) and Yeşilöz (Nevşehir) area. The Paleozoic - Mesozoic rocks of the Kırşehir massif form the basement rocks of the study area. The basement is unconformably overlain by Paleogene - Eocene terrestrial and marine sedimentary rocks. Miocene-Quaternary terrestrial, lacustrine and volcanic rocks constitute the youngest assemblage of the study area. The Gümüşkent Fault Zone extends from the Avanos in the southeast to Kaman in the northwest. The NW - SE trending fault zone is, approximately 140 km long and 20 km in width and, includes parallel branches and en-echelon faults. The fault zone is right lateral oblique-slip normal fault zone and contain well preserved slip surfaces in some areas. Thermal springs and travertine occurrences along the Gümüşkent Fault Zone indicate that the zone is tectonically active. In the present study we performed geomorphological analysis at 39 basin within approximately 50 km section of Gümüşkent Fault Zone. In order to determine the relative tectonic activity of the region, some geomorphological indices as Ratio of Valley-Floor Width to Valley Height (Vf), Normalized Stream Length - Gradient Index (SLK), Asymmetry Factor (AF), Hypsometric Integral (HI), Drainage Basin Shape (BS) and Index of Relative Active Tectonics (Iat) were calculated, and the results were compared with the field observations. The calculated values range from 0.07 to 37.5, 2.56 to 5.15, 23 to 79, 0.34 to 0.74 and 1.26 to 7.42 for Vf, SLK, AF, Hi and BS, respectively. According to the Iat values obtained from the analysis indicate that the Gümüşkent Fault Zone has high and medium tectonic activity in the study area.*

Keywords: *Geomorphic indices, Gümüşkent (Salanda) Fault Zone, Iat, relative active tectonics, SLK*

KENT JEOLOJİSİ, MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK

URBAN GEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS

REMZİ KARAGÜZEL – NİHAT SİNAN IŞIK – ERGÜN TUNCAY

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Kaya Karakterizasyonu ve Deneysel Kaya Mekaniği İçin Standartlaşmanın Önemi, Uygulamaya Yönelik Hususlar ve Yeni Eğilimler

Importance of Standardization for Rock Characterization and Experimental Rock Mechanics, Practical Implementations and New Trends

Reşat Ulusay

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye
(resat@hacettepe.edu.tr)

Öz: Medeniyetin başlangıcından bu yana kayalar yapı malzemesi olarak kullanılagelmiş ve bunların içinde ve üzerinde farklı yapılar inşa edilmiştir. Dünya'da çeşitli medeniyetlerden kalma kayalarla ilgili çok sayıda tarihi kalıntılar mevcuttur. Bununla birlikte, bir kısmı binlerce yıl önce günümüzdekiler kadar hassas şekilde inşa edilmiş olan bu devasa mühendislik yapıları açısından, katıların ve sıvıların davranışlarına ilişkin mekanik kanunlarının öncülerinin kimler oldukları hususu tartışmaya oldukça açıktır. "Kaya mekaniği" kavramı; temel mekanik biliminin kayalara uygulanması olup, kaya kütlesinin içerdiği kaya malzemesinin ve doğal süreksizliklerin mekanik özelliklerinin ve davranışının karakterize edilmesini kapsar. "Kaya mühendisliği" ise, örneğin kayanın hangi büyüklükte bir yük taşıyabileceği veya bir kaya yapısında güçlendirmenin gerekli olup olmadığı gibi mühendislik durumlarıyla ilgilenir.

Kaya mühendisliğinde geliştirilen modeller, özellikle sınır koşulları (örneğin; arazi gerilmeleri, yeraltısuyu koşulları ve kaya mühendisliği yapısının boyutları), kaya malzemesinin, süreksizliklerin ve kaya kütlesinin özellikleri gibi girdi verisine önemli düzeyde bağlıdır. Kaya malzemesinin, süreksizliklerin ve kaya kütlesinin özelliklerinin doğru şekilde değerlendirilmesi, önemli düzeyde deneyim ve karar verme desteğiyle birlikte laboratuvarda ve arazide kaya mekaniği deneylerinin yapılmasını gerektirir. Kaya mekaniğinin 1950'lerde resmi olarak gelişmesi, mühendislik uygulamalarındaki öneminin anlaşılması, kaya mühendisliği çalışmalarına duyulan gereksinimin giderek artması ve teknolojideki hızlı gelişme sonucunda çok sayıda laboratuvar deneyi ve arazi karakterizasyon yöntemi geliştirilmiştir. Ayrıca küçük boyutlu kaya örneklerinden elde edilen laboratuvar deney sonuçlarının tüm kaya mühendisliği problemlerinin çözümünde doğrudan uygulanamayacağının anlaşılmasıyla birlikte dikkatler, kaya mekaniğinde arazi deneylerinin ve izleme tekniklerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. 1966'da ISRM Deney Yöntemleri Komisyonu'nun kurulmasından sonra, kaya mühendisliği alanında kullanılmak üzere çok sayıda laboratuvar ve arazi deney yöntemi geliştirilmiştir.

Bu çağrılı konuşmada öncelikle, deney yöntemi kavramı ve kaya deney yöntemlerinde standardizasyon konuları ISRM tarafından önerilmiş yöntemler bağlamında sunulmuş ve izleyen bölümde bu yöntemlerin geliştirilmesinde esas alınan genel ilkeler ve ilgili son gelişmeler hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Daha sonra kaya deneyleri ve karakterizasyonuyla ilgili uygulamaya yönelik hususlar ve son bölümde de kaya karakterizasyonu ve deneyleri ile izleme tekniklerindeki yeni eğilimler kısaca tartışılmıştır. Sonuçta; kaya dinamiğinin, yumuşak ka-

yalar ile hamurda kayaların karakterizasyonunun ve ilgili deneylerin, petrol jeomekaniğinin, kayada hasar yaratmayan ve kayayla temasta olmadan yapılan deneylerin, büyük derinliklerde kaya mekaniği çalışmalarının, ayrışma hızının değerlendirilmesinde ve kültürel ve tarihi değerlerin korunmasında kullanılmak üzere yeni veya iyileştirilmiş yöntemlerin önerilmesinin ve gezegenler için kaya mekaniğinin başlıca yeni eğilimler oldukları belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaya mekaniği ve mühendisliği, kaya deneyi, kaya karakterizasyonu, standart, ISRM tarafından önerilmiş yöntem

Abstract: *Rocks have been used as a construction material since the dawn of civilization and different structures have been built in or on rocks. There are many historical remains related to rocks from various civilizations all over the world. However, it is quite arguable who were the pioneers of mechanical laws governing solids and fluids and their testing and monitoring techniques in view of these huge engineered structures, some of which were built more than thousands years ago with a high precision of modern days. The term "rock mechanics" refers to the basic science of mechanics applied to rocks and involves characterizing the mechanical properties and behaviour of rock material and the natural discontinuities of the rock mass. While rock engineering is concerned with specific engineering circumstances, for example, how much load will the rock support and whether reinforcement is necessary.*

The models developed depend considerably on the input data such as boundary conditions (e.g. in-situ stresses, groundwater conditions and geometry of engineering work), the properties of rock material and rock mass. Correct evaluation of the properties of rock material, discontinuities and rock mass frequently requires laboratory and in-situ tests, supplemented with a high degree of experience and judgment. After the formal development of rock mechanics in the 1950s, better understanding of its importance in engineering practice, increasing demands from rock engineering studies and rapid advances in technology resulted in development of a number of laboratory testing and site characterization methods. In addition, recognition of the fact that laboratory test results from a small specimen of rock cannot be directly applied to solve all rock engineering problems (unlike the case of soils), attentions have been focused on the development of in-situ tests and monitoring techniques in rock mechanics. After the establishment of the ISRM Commission on Testing Methods in 1966, a number of laboratory and field testing methods to be used in rock engineering were developed.

In this keynote lecture, first, testing method and importance of standardization of rock testing methods are introduced within the context of the ISRM Suggested Methods (SMs). Next the emphasis is given on providing brief information about the general principles followed in developing the ISRM SMs and recent progresses related to the ISRM SMs. Then some practical implementations of testing and characterization and finally, current developments and new trends in rock characterization, testing and monitoring are briefly discussed. It is concluded that the followings seem as the most popular areas of interest and are the main new trends: rock dynamics, characterization and testing methods for soft rocks and bimrocks, petroleum geomechanics, non-destructive and non-contact methods, rock mechanics at great depths, excavability and borability and associated test methods, guidelines for laboratory procedures to detect damage thresholds, new and/or upgraded methods to assess rate of degradation and to be used in preservation of cultural and historical assets and extra-terrestrial rock mechanics.

Keywords: *Rock mechanics and engineering, rock testing, rock characterization, standard, ISRM suggested method*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yoğrulmuş İnce Taneli Zeminlerde Doygunluk Derecesinin Konsolidasyon Parametreleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Investigation the Effects of Saturation Degree on Consolidation Parameters of Remolded Fine-Grained Soils

Deniz Yılmaz, Kamil Kayabalı

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(dnzyilmaz@ankara.edu.tr)

Öz: Terzaghi'nin tek yönlü konsolidasyon teorisindeki varsayımlardan biri, konsolidasyona maruz kalan zeminin doygun olmasıdır. Ödometre deneyleri de bu varsayıma göre yapılır ve doygun olmayan numuneleri doyurmak için bir işlem yapılmaz. Doğada su tablası altındaki ve kılcal saçaktaki zeminler doygun olmakla birlikte, kılcal saçak üstündeki ince taneli zeminler doygun değildirler. Yapılan literatür taramasında doygunluk derecesinin konsolidasyona parametrelerine etkisine dair bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı yoğrulmuş zeminlerde doygunluk derecesinin önkonsolidasyon gerilmesi, konsolidasyon katsayısı, sıkışma indeksi ve yeniden sıkışma indeksine etkisinin araştırılmasıdır.

Çalışmada plastikliği geniş bir aralıkta dağılım gösteren sekiz adet zemin numunesi kullanılmıştır. Deney numuneleri başlangıç boşluk oranı ve kuru birim ağırlık sabit olacak şekilde hazırlanmıştır. 0,7, 0,8 ve 0,9 düzeylerinde doygunluk elde etmek için uygun miktarda su ilavesiyle zemin numuneleri statik kompaksiyonla sıkıştırılmıştır. Kompaksiyon deneyinde "sıfır hava boşluğu" yakalanamadığından, tam doygun numune elde etmek için başka bir doyurma tekniği uygulanmıştır. Doygun olmayan numunelerde konsolidasyon deneyi sırasında şişmenin etkisini hesaba katabilmek için konsolidasyondan önce şişme basıncı testleri yapılmıştır.

Konsolidasyon deneyleri farklı doygunluk derecelerinde hazırlanmış sekiz çeşit yoğrulmuş zemin numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Doygunluk derecesi 0,7, 0,8 ve 0,9 olan zemin numunelerinden elde edilen önkonsolidasyon basıncı, konsolidasyon katsayısı, sıkışma indeksi ve yeniden sıkışma indeksi değerleri aynı zeminlerin doygun numuneleri üzerinde yapılan konsolidasyon deneylerinden elde edilen parametrelerin sayısal değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar doygunluk derecesindeki azalmayla birlikte sıkışma indeksinin de azaldığını göstermektedir. Önkonsolidasyon gerilmesi için durum bunun tersi olup, doygunluk derecesi azaldıkça önkonsolidasyon gerilmesinin genelde arttığı gözlenmiştir. Doygunluk derecesinin konsolidasyon katsayısı üzerinde bir etkisi olmadığı ve yeniden sıkışma indeksi ile doygunluk derecesi arasında sistematik bir ilişkinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doygunluk derecesi, konsolidasyon katsayısı, ön konsolidasyon gerilmesi, konsolidasyon parametreleri, sıkışma indeksi, yeniden sıkışma indeksi

Abstract: *Terzaghi's one-dimensional consolidation theory assumes that the soil is fully saturated. Oedometer tests are also carried out upon this assumption and no saturation procedure is applied to the soil specimen under testing. In reality, not all the natural fine-grained soils are saturated; while soils below water table and in the capillary zone are fully saturated, those above the capillary zone are not. Literature research revealed that the effect of saturation degree on the consolidation parameters was not investigated.*

The scope of this investigation is to examine the effect of saturation degree over some consolidation parameters such as the preconsolidation pressure, the coefficient of consolidation and compression and recompression indices.

Eight soil samples with a wide range of plasticity were employed for this research. Test specimens were prepared such that the initial void ratio and dry unit weight were constant. Appropriate quantity of water was added to soil specimens to reach the targeted saturation ratios of 0.7, 0.8 and 0.9 using the static compaction procedure. Fully saturated specimens were prepared using a different experimental setup because the compaction procedure does not yield compacted specimens with "zero air void". A series of swell tests were conducted on undersaturated specimens prior to consolidation tests to take into account of the effect of swelling on the measured settlement values.

Consolidation tests were performed on eight remolded soil samples at varying saturation degrees. The preconsolidation pressures, consolidation coefficients and compression and recompression indices obtained from the soil samples with the saturation degrees of 0.7, 0.8 and 0.9 were compared with the values of the same parameters obtained from fully saturated samples.

The results show that the compression index decreases with the decrease in the degree of saturation. The reverse is true for the preconsolidation pressure; that is, the preconsolidation pressure increases with the decreasing degree of saturation. It was observed that the coefficient of consolidation was insensitive to the changes with the degree of saturation. No systematical relationship was established between the recompression index and the degree of saturation.

Keywords: *Degree of saturation, coefficient of consolidation, preconsolidation pressure, consolidation parameters, compression index, recompression index*

Killi Zeminlerin Drenajlı Dayanım Parametrelerinin Tayini İçin Kolay ve Pratik Bir Alternatif Yöntem

A Simple and Practical Alternative Method For Determining the Draıned Strength Parameters of Clayey Soils

N. Pınar Yılmaz[1], Kamil Kayabalı[2], Deniz Yılmaz[2]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(nihanpinar.yilmaz@mta.gov.tr)

Öz: Killi zeminlerin drenajlı koşullardaki dayanım parametrelerinin laboratuvarda tayini genellikle uzun zaman alan bir süreçtir. Bu kapsamda üç eksenli sıkışma deneyleriyle sadece bir çeşit zeminin yenilme zarfının elde edilmesi aylar sürebilir. Drenajlı koşullardaki dayanım parametrelerinin daha pratik bir alternatif yöntemle tayin edilmesi üzerine bugüne kadar çok araştırma yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, yoğrulmuş zeminlerin etkin içsel sürtünme açısının Vane kesme deneyi gibi kullanımı kolay ve kısa süreli bir deney tekniği ile belirlenebilirliğini araştırmaktır. Çalışmanın hedefine ulaşması halinde aynı parametrenin doğal zeminler için tayini de mümkün olabilir.

Çalışmada plastikliği geniş bir aralıkta değişen on sekiz çeşit zemin numunesi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan kanatlı kesme deney (VST) düzeneğinin çalışma hızları 0,001°/dakika gibi düşük hızlara kadar inmektedir. Çalışmada kullanılan diğer önemli araç da doğrudan kesme test (DST) düzeneğidir.

Çalışmada kullanılan yöntemler kapsamında tüm zeminler önce kurutulmuş ve 40 numaralı elekten geçirilmiştir. Her bir zemin plastik limitte statik olarak belli bir ıslak yoğunlukta sıkıştırılmıştır. Islak yoğunluk için her ne kadar tüm zeminleri temsil edebilecek 1,85 g/cm^3 gibi bir ortalama değer seçilmişse de, yüksek plastisiteli zeminler için bu değer yüksek; düşük plastisiteli zeminler için de düşük kalmıştır. Sonuçta, zeminlerin ıslak yoğunluk değerleri 1,65-2,25 g/cm^3 arasında saçılmıştır.

Statik olarak sıkıştırılmış her bir zemin örneği yavaş hızlarda bir dizi doğrudan kesme deneyine tabi tutulmuş ve etkin içsel sürtünme açısı belirlenmiştir. Daha sonra etkin sürtünme açıları zeminin plastikliği (yani likit limiti, LL) ile deneştirilmiştir. Sonuçlar, ıslak yoğunluğa göre normalize edildiğinde etkin içsel sürtünme açısı ile zemin plastikliği arasında mükemmel bir ilişki elde edilmiştir. Vane kesme deneyleri her bir zemin üzerinde 90°/dakika gibi çok yüksek hızlardan 0,001°/dakika gibi çok düşük hızlara değişen aralıklarda uygulanmıştır. VST deneylerinden elde edilen kesme dayanımları DST deneyinden elde edilen etkin içsel sürtünme açıları ve likit limit ile birlikte çoklu regresyon analizlerine tabi tutulmuştur. Kesme dayanımının bağımlı değişken, etkin içsel sürtünme açısı ile likit limitin bağımsız değişken olduğu

regresyon analizlerinden etkin içsel sürtünme açısının başarılı bir şekilde kestirilebileceği görülmüştür. Tüm VST hızlarından elde edilen kesme dayanımları çok benzer sonuçlar vermiştir. Etkin içsel sürtünme açısının VST ile bu şekilde tayininin normal konsolide killi zeminlerin etkin içsel sürtünme açısını daha kolay ve kısa sürede tayini açısından büyük bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kanatlı kesme deneyi, likit limit, içsel sürtünme açısı, kesme dayanım, doğrudan kesme deneyi

***Abstract**: Determination of strength parameters of clayey soils for drained conditions usually takes very long times from the standpoint of laboratory experiments. Triaxial shear tests, for instance, may take months to set a failure envelope for a single soil. Developing an alternative test technique to determine the drained shear parameters in a more practical manner has long been the subject of extensive research.*

The goal of the study is to seek the possibility of predicting the effective friction angle of remolded soils using a rather simpler test device like the Vane shear. Accomplishment of this goal might lead to prediction of this parameter for natural soils as well.

Eighteen kinds of clayey soils with a wide range of plasticity were subjected to this investigation. The miniature Vane shear test (VST) device employed for this research is capable of running shear tests at speeds as low as 0.001° per minute. The other important testing tool used in this work is a direct shear test (DST) device.

As for the methods, dry soil samples sieved through #40 mesh were mixed at their plastic limit and statically compacted to a targeted wet density. While a representative value of 1.85 g/cm³ for soils in natural conditions was targeted, it was not accomplished for all soils. For highly plastic soils the targeted value appeared to be high and the reverse was true for low plasticity soils. Eventually, the wet density of statically compacted remolded soils ranged from 1.65-2.25 g/cm³.

Each compacted soil sample was subjected to a series of consolidated direct shear test and its effective friction angle was determined. An empirical relationship was established between the effective internal friction angle and soil plasticity (i.e., liquid limit, LL). The quality of relationship perfectly improved when the DST data were normalized with respect to wet density.

Vane shear tests were conducted on each soil sample at varying rotation speeds from as high as 90° per minute to 0.001° per minute. Shear strengths obtained using VST were subjected to multiple regression analyses in which the effective internal friction angle was the dependent variable while the shear strength and LL were independent variables. It turned out that the established empirical relationship between those three parameters was very efficient in estimating the effective internal friction angle of remolded soils when the wet density and LL are given. This perfect relationship was proven to exist for all rotation speeds of VST. This method of determining the effective internal friction angle using the VST technique is considered to have a great premise for determining the effective internal friction angle of normally consolidated natural clayey soils in a more simple and practical manner.

***Keywords:** Vane shear test, liquid limit, internal friction angle, shear strenght, direct shear test*

İstanbul Batısında Yüzeylenen Kuvarsitlerin Ayrışma Özellikleri

Weathering Properties of Quartzites Outcropping in the West of İstanbul

Emre Paksoy[1], Ömer Ündül[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 34325 Avcılar, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(oundul@istanbul.edu.tr)

Öz: Ayrışma genel olarak yüzeyde ve/veya yüzeye yakın kesimlerde kayaçların fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerle parçalanarak ufalanması şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrışma süreçleri kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerine önemli etkiler yapmasından dolayı mühendislik çalışmalarının projelendirme ve uygulama aşamalarında mutlaka dikkate alınmalıdır. Kayaçların ayrışmaya bağlı mühendislik özelliklerindeki değişimler farklı kayaç grupları için farklı seviyelerde gelişmektedir.

İstanbul ve çevresinde yüzeylenen farklı formasyonlara ait kuvarsitler yüksek dayanımlar gösterse dahi bu kayaçlarda yapılan pekçok mühendislik projesinde çeşitli sorunlar rapor edilmektedir. Bu kapsamda, çalışma dahilinde, İstanbul'un batısında oldukça yaygın olarak yüzeylenen Istranca Masifi'nin önemli seviyesi olan Şermat Kuvarsitlerinin ayrışma özellikleri incelenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında kuvarsitler taze seviyeden kalıntı zemin seviyesine kadar sınıflandırılmıştır. Arazide belirlenen ayrışma seviyelerinden örnekler alınmıştır. Bu örnekler üzerinde kuvarsitlerin içyapı özelliklerindeki değişimler mineralojik ve petrografik araştırmalar ile belirlenmiştir. Aynı örneklerden fiziksel özellikler (gözeneklilik, birim hacim ağırlıklar) ve mekanik özellikler (tek eksenli sıkışma dayanımı) belirlenmeye çalışılmıştır. Tamamen ayrışmış seviyeden itibaren boyutlandırılabilecek örnek alma imkanı olmadığından bu seviyelerde tek eksenli sıkışma dayanımı deneyleri gerçekleştirilememiştir. Elde edilen veriler ile ayrışmaya bağlı olarak içyapıdaki değişimler, fiziksel ve mekanik özelliklerin değişimleri tespit edilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi sonucunda kuvarsitlerde ayrışma ile mikro çatlak yoğunluklarının arttığı belirgindir. Ayrışma ile farklı mineral gelişimi nadiren gözlenmektedir. Çalışılan kuvarsitlerin özgül ağırlıkları tazeden kalıntı toprak seviyesine kadar 2.51-2.74 aralığında değişmektedir. Birim hacim ağırlıkları ise 23.3-25.9 kN/m3 aralığındadır. Toplam poroziteleri %1-10 arası değişen kuvarsitlerin tek eksenli sıkışma dayanımlarının 17-196MPa arasında değiştiği ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Bu sonuçlar taze-az ayrışmış seviyelerde oldukça dayanımlı olan kuvarsitlerin ayrışma etkisi ile beklenenden çok daha hızlı bir şekilde zayıfladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ayrışma, fiziksel-mekanik özellikler, İstanbul, kuvarsit

Abstract: *Weathering is generally defined as the disintegration of rocks by physical, chemical and biological effects on the surface and/or near the surface. Weathering processes should be considered during the project and application stages of engineering studies due to its important effects on the physical and mechanical properties of rocks. The changes on the engineering properties of rocks due to weathering varies for different rock types.*

Even quartzites of different formations outcrop in İstanbul and its vicinity show high strength values, many problems encountered during engineering studies. Within this context, in this study weathering characteristics of Şermat Quartzites, an important member of Istranca Massive, outcropping in wide areas was investigated. During field studies quartzites were classified from fresh to residual soil. Samples were gathered from each weathering class. The microstructure of quartzites were defined by petrographic and mineralogical studies on these samples. Physical properties (porosity, unit weights) and mechanical properties (uniaxial compressive strength) were defined on the same samples. As samples with appropriate dimensions can't be gathered by completely weathered grade, uniaxial compressive strength values couldn't be calculated at this weathering grade. With the data obtained the changes in microstructure, physical and mechanical properties due to weathering were identified.

The evaluation of data revealed that micro-crack density of quartzites increase with weathering. Mineral alteration cannot be observed with weathering. The specific gravity values of studied quartzites changes between 2.51-2.74 from fresh to residual soil. The unit weight values stand between 23.3-25.9 kN/m3. The total porosity of quartzites varies between 1-10% whereas it is measured and calculated that the uniaxial compressive strength values varies between 17-196 MPa. These results demonstrate that with the effect of weathering quartzites showing high strength values at fresh-slightly weathering grades, lose their strength faster than it is expected.

Keywords: *Weathering, physical-mechanical properties, İstanbul, quartzite*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Near-Field Seismic Site Response Analysis of Alluvial Basins: A Case Study for Gölyaka, Düzce

Alüvyon Havzaların Yakın Alan Sismik Saha Tepki Analizi: Gölyaka, Düzce ile İlgili Bir Vaka Çalışması

Karim Yousefi-Bavil[1], Mustafa Kerem Koçkar[2], Haluk Akgün[1]

[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

(kyousefibavil@gmail.com)

Abstract: Seismic events in the last few decades have demonstrated that local site conditions, particularly near earthquake-prone areas, can generate significant amplification and spatial variations of earthquake ground motion that play a major role in the level of ground shaking. Hence, the amplification of ground motion due to local site effects (i.e., topographical conditions, ground motion resonance and basin geometry, etc.) play an important role in the increase of seismic damage. The study area is located in the Gölyaka basin that is located within the Eastern Marmara Region and that uniquely falls within the bifurcated near field section of the North Anatolian Fault System (NAFS). The surface rupture of the 1999 Düzce and 1999 Kocaeli Earthquakes bound this tectonically formed basin from south to northwest, respectively. The Düzce fault separates the Paleozoic–Eocene formations of the Almacik block from the Pliocene– Quaternary continental deposits of the Düzce pull-apart basin. The Düzce Fault plays an important role in the deformation and morphological evolution of the area. Its right-lateral strike-slip motion forms the Düzce Plain, which is an extensional sedimentary basin filled with a column of sediments up to 260 m thick. The Alluvial deposits of Quaternary age, consisting of unconsolidated sediments composed of gravel, sand, silt and clay which overlay the other formations are the result of a fluvial activity. Considering the concept given above, the local site conditions and dynamic characteristics of sediments have been evaluated in the study area. In order to identify the site effects, a detailed basin model has been developed followed by performing site response analyses (SRA) to quantify the local site conditions on propagated ground motions in research and in practice. In general, the site response analyses conducted in the lower Vs prone areas (<180 m/s), which the groundwater level is near the surface, demonstrated higher amplification ratio levels (about 3.5) even in moderate motion due to the nonlinear behavior of the near-field (i.e., topographic effect, basin geometry). Similarly, this effect was also unexpectedly observed at some locations in the center of the basin for Vs ranges between 180- 360 m/s. Although, the sites near the fault rupture show higher amplification, due to topographic effects, some exhibit lower amplification ratio (i.e. less than 2) for both moderate and strong motion.

Keywords: Site response analysis (SRA), Near field fault effect, Local site conditions, Gölyaka, Düzce

Öz: *Son yıllarda meydana gelen sismik olaylar, özellikle faya yakın kesimlerdeki deprem yer hareketlerinin kayda değer büyütmeleri ile mekânsal olarak değişkenliğini oluşturan yerel saha koşullarının, yer sarsıntısı karakteristiklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu nedenle, yerel saha koşulları (topografya, yer hareketi rezonansı ve havza geometrisi, vb.) nedeniyle meydana gelen zemin büyütmeleri sismik hasarın artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çalışma alanı, Doğu Marmara Bölgesi'nde ve Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin (NAFS) özel bir bölümünde olan Gölyaka havzasında yer almaktadır. Bu alan, sırasıyla, 1999 Kocaeli ve Düzce Depremlerinin yüzey kığının bittiği ve başladığı bir bölgede tektonik olarak oluşan havzayı güneyden kuzeybatıya bağlamıştır. Düzce fayı Almacık bloğunun Paleozoyik-Eosen formasyonlarını, Düzce çek-ayır havzasının Pliyosen-Kuvaterner karasal çökellerinden ayırmaktadır. Düzce fayı alanın deformasyonu ve morfolojik evriminde önemli bir rol oynamaktadır. Fayın sağ yanal-atımlı hareketi 260 metreye kadar kalınlığa sahip çökel dolgulu çek-ayır havza çökelleri, Düzce Ovasını oluşturmaktadır. Çakıl, kum, silt ve kil içeren pekişmemiş sedimanlardan oluşan Kuvaterner yaşlı (Q) diğer formasyonları örten alüvyon sedimanları akarsu faaliyetinin sonucu çökelmiştir. Yukarıda belirtilen bu kavramlar göz önüne alınarak çalışma alanında, sedimanların yerel saha koşulları ve dinamik özellikleri detaylı olarak değerlendirilmiştir. Saha etkilerini tanımlamak için, çalışma alanında detaylı bir havza modeli oluşturulmuş ve sonrasında yer hareketlerinin saha koşulları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi için saha tepki analizileri (STA) gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, düşük Vs değerleri görülen alanlarda (<180 m/s), yeraltı su seviyesi yüzeye yakın olan kesimlerde, yapılan saha tepki analizleri, yakın alan etkisinde topografya ve havza geometrisine bağlı olarak oluşan doğrusal olmayan davranışlar nedeniyle orta düzeyde yer hareketi seviyesinde bile yüksek büyütme (amplification ratio) seviyeleri (>3.5) göstermiştir. Benzer şekilde, bu etki beklenmedik bir şekilde 180 ila 360 m/s arasında değişen Vs değerleri için havzanın merkezinde bazı yerlerde de gözlenmiştir. Genel olarak yüzey deformasyonu yaratan fay kırığı yakınındaki bölgeler yüksek amplifikasyon seviyeleri gösterirken, topografik etkiler sebebiyle bazı alanlarda hem orta hem de şiddetli ölçekte yer hareket için daha düşük amplifikasyon sonuçları da (< 2) göstermektedir.*

Anahtar Kelimeler: *Saha tepki analizi (STA), Yakın alan fay etkisi, yerel saha koşulları, Gölyaka, Düzce*

Balıkesir İli ve İlçeleri Yerleşim Alanlarındaki Mikrobölgeleme Çalışmaları

Microzonation Studies in Balıkesir Province and Its Counties

Özkan Coruk[1], Taner Aksoy[2], Erhan Gürbüz[3], Emel Ulu[3], Müjdat Yaman[2], S. Melike Öztürk[2]

[1] Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Türkiye

[2]Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Analiz Mühendislik, İnşaat, Sondajcılık, Madencilik Sanayi ve Tic. Ltd. Şti., 34528 İstanbul, Türkiye

(ozkancoruk@gmail.com)

Öz: Balıkesir iline ait 20 ilçe merkezi ve potansiyel yerleşim alanlarına ait toplam 42600 hektar alanda imar planına esas mikrobölgeleme çalışması yapılmıştır. Zemin veya kaya ortamını dikkate alarak yaklaşık 5100 mikrobölge oluşturulmuştur. Her bir mikro bölgedeki zemin ve/veya kaya ortamının mühendislik jeolojisi özelliklerinin tanımlanması amacıyla sondaj, arazi ve laboratuvar çalışmaları ve jeofizik ölçümler yapılmıştır. Türkiye Diri Fay Haritası verileri dikkate alınarak belirlenen potansiyel aktif fay hatları üzerinde paleosismolojik çalışmalarla fayların aktivite koşulları araştırılmıştır. Mühendislik jeolojisi verileri, jeomorfolojik koşullar ve paleosismolojik bulgular Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) yazılımı ile sorgulanarak çalışma alanlarının "Yerleşime Uygunluk Haritaları" hazırlanmıştır. Yerleşime uygunluk alanları 3 temel alana göre ayırt edilmiştir. Uygun Alanlar (UA), Önlemli Alanlar (ÖA) ve Yerleşime Uygun Olmayan Alanlar (UOA) mikrobölgelerdeki yer bilimsel bilgi ve veriler yardımıyla tanımlanmıştır. Önlemli Alanlar, alt alanlara göre ayırt edilerek yerleşim için risk tanımlamaları yapılmıştır. Bu riskler zemin ortamlarında taşıma gücü yetersizliği, sıvılaşma, kıyı bölgelerinde su baskını, topoğrafik eğimin arttığı kesimlerde ise yamaç stabilitesi sorunlarıdır. Mikrobölgeleme esaslarına göre hazırlanan bu sonuç haritaları imar planı ve/veya revize imar planlarına esas teşkil edecektir. Her bir mikro bölgedeki yerbilimsel veri ve bilgi, parsel bazındaki temel ve zemin etüt raporuna yön verecektir. Tüm bu yerbilimsel veri ve bilgiler değerlendirilerek hazırlanan yerleşime uygunluk haritalarında çalışılan alanların büyük bir bölümü Önlemli Alan (ÖA) olarak belirlenmiştir. Yer ortamının mühendislik ve yerbilimsel özelliklerine göre sorunların belirlendiği önlemli alanlarda saptanan bu sorunlar dikkate alınarak yerleşim planlaması yapılmalı, yerleşim planları ve yapı özellikleri bu ölçütlere göre tasarlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Balıkesir, mikrobölgeleme çalışmaları

Abstract: *A microzonation study based on the zoning plan was carried out on a total of 42600 hectares of 20 counties centers and potential settlement areas of Balıkesir province. Considering the soil or rock mass, approximately 5100 micro-zones were created. Field work and laboratory studies and geophysical measurements were carried out in order to define the engineering geology characteristics of the soil and / or rock mass in each micro-zone. The seismic activity characteristics of the potentially active fault lines defined based on the active fault map of Turkey, were investigated by the paleoseismological studies. Engineering geology data, geomorphological conditions, paleoseismological findings were questioned with Geographical Information System (GIS) software and Site Suitibilty Maps in the study areas were prepared. The settlement suitability areas are divided into 3 main areas. Suitable Areas (SA), Preventive Areas (PA) and Non-Settlement Areas (NSA) were identified in the micro-zones with the help of spatial information and data. The Preventive areas were again divided according to the sub-areas defined in the risk definitions for settlement were made. These risks are low bearing capacity of soil layers, soil liquefaction, flooding in coastal areas, and slope stability problems in areas where the topographic slope increases. These result maps prepared according to microzonation principles will be the basis for the zoning plan and / or revised zoning plans. The geological data and information in each micro-zone will guide the basic and ground survey report on parcel basis. All these geological data and information were evaluated and the majority of the project area was identified as Preventive Area (PA) in the settlement maps prepared. In the Prevented Areas where problems are determined according to the engineering characteristics of the ground environment, settlement planning should be made by taking these problems into consideration, and settlement and structure characteristics should be planned and designed by taking these criteria into consideration.*

Keywords: *Balıkesir, microzonation studies*

Sürdürülebilir Kentleşme İçin Jeolojik, Jeoteknik ve Coğrafi Kent Bilgi Sistemi (JEOKBS), Acıpayam Belediyesi (Denizli) Uygulaması

Geological, Geotechnical and Geographical City Information System for Sustainable Urbanization (JEOKBS), Acıpayam Municipality (Denizli) Application

Halil Kumsar[1], Yiğithan Say[1], Didem Özyurt[1], Umut Can Karagöz[1], Tuğba Sarayköylü[2], Mehmet Reşber[1]

[1]Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Kınıklı, Denizli, Türkiye

[2]DSİ Aydın Bölge Müdürlüğü, JTH ve YAS Şubesi, Aydın, Türkiye

(kumsarh@gmail.com)

Öz: Jeoloji, jeofizik, jeoteknik ve mühendislik jeolojisi verilerinin değerlendirilmesinden oluşan imara esas jeolojik ve jeoteknik proje çalışmalarında çok sayıda arazi ve laboratuvar verileri üretilmektedir. Ancak, üretilen verilerin kent genelinde değerlendirmesi yapılmamakta, basılı olarak arşivde ve taranmış olarak resim dosyaları halinde bilgisayar ortamında saklanmaktadır. Bu çalışmada, birinci yazar tarafından yazılan JEOKBS Programı kullanılarak Acıpayam İlçesi yerleşim alanı sınırları içinde farklı alanlarda yapılmış imara esas jeolojik, jeoteknik ve jeofizik veriler aynı koordinat sistemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, Acıpayam ovasının güneyinde, zemin suyunun yüzeyden 15 m'den derin olduğu, makaslama dalgası yayılım hızının (Vs) 350m/sn ile 500m/sn arasında değiştiği, zemin büyütmesi değerlerinin 1.5 ile 2.0 arasında değiştiği belirlenmiştir. İlçe merkezinin güneyinde, ova içinde ise, zemin suyu yüzeyden 1.0 m'ye kadar yükselmekte, Vs değerleri 180 m/sn ile 350 m/sn arasında ve zemin büyütmesi değerleri 2.1 ile 3.1 arasında değişmektedir. Zeminsuyu derinliği, zemin büyütmesi ve makaslama dalgasının zemin içindeki yayılım hızı özellikleri açısından Acıpayam ilçe merkezindeki zeminlerin ova içindeki zeminlere göre yerleşim yeri seçimi için daha uygun olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, 20 Mart 2019 tarihinde meydana gelen (Mw) 5.5 büyüklüğündeki deprem sonucu yapılarda meydana gelen hasar dağılımlarında da gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jeoloji, jeoteknik, coğrafi kent bilgi sistemi, Acıpayam

Abstract: *In the geological and geotechnical project studies carried out for development plan of cities, which consists of evaluating geology, geophysics, geotechnical and engineering geology data, many field and laboratory data are produced. However, the data produced are not evaluated throughout the city, they are stored in hard copy, archived and scanned image files on computer. In this study, the geological, geotechnical and geophysical data of different areas within the boundaries of Acıpayam District were evaluated in the the same coordinate system by using the GEOKBS computer program written by the first author. According to the results, it was determined that the ground water was 15 m deeper than the surface in the south of Acıpayam plain, the shear wave propagation velocity (Vs) ranged between 350 m/sec and 500 m/sec, and the soil amplification values varied between 1.5 and 2.0. In the south of the district center, in the plain, ground water rises up to 1.0 m from the surface, Vs values vary between 180 m/sec and 350 m/sec and soil magnification values vary between 2.1 and 3.1. It has been determined that the grounds in the center of Acıpayam district are more suitable for the settlement of the grounds in the plain in terms of groundwater depth, ground magnification and propagation speed of the shear wave. This result was also observed in the damage distributions that occurred as a result of the earthquake of magnitude 5.5 (Mw) on 20 March 2019.*

Keywords: *Geology, geotechnics, geographical city information system, Acıpayam*

Parametre Belirsizliği Işığında Risk Bazlı 2 ve 3 Boyutlu Şev Stabilitesi Analizi Yaklaşımı

Risk Based 2D and 3D Slope Stability Analysis Approach in Consideraton of Parameter Uncertainty

Yalın Umur Doğan, Ali Anıl Yunatcı, Habib Tolga Bilge, Eray Altıncı

Geodestek Zemar Zemin Araştırma Ltd. Şti., ODTÜ Teknokent Gümüş Blok K1-12 , 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ydogan@geodestek.com)

Öz: Limit denge esaslı şev stabilitesi analizlerinde model girdilerindeki her değişken için atanan en olası parametre değeri kullanılarak yapılan deterministik esaslı güvenlik katsayısı yaklaşımı şev stabilitesi analiz ve tasarım süreçlerinde son derece yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna karşın, başta malzeme mukavemet parametrelerinde olmak üzere, sistem girdilerinde jeoteknik karakterizasyon aşamasında tercih edilen örnekleme çözünürlüğüyle birlikte rol oynayan doğal rastgele değişkenlik kaynaklı belirsizlik şev tasarımının güvenilirliği ve performansının değerlendirilmesi konusunda son derece önemli rol oynamaktadır. Olasılıksal analiz yaklaşımı, deterministik yaklaşımın aksine sistem girdilerindeki belirsizliğin nicelik olarak ortaya konduğu, şev stabilite analizleri ve nihai tasarım aşamalarında dikkate alındığı bir hesaplama yöntemi olarak tanımlanmakta ve nihai tasarım aşamasında karar vericilere risk bazlı bir yönetim sisteminin oluşturulması için altlık sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, gerçek bir vaka temelli şev duraysızlığı probleminde saha çalışmaları sonucunda inceleme alanında karşılaşılan düşük plastisiteli, az siltli kil birimi için hem ampirik hem de laboratuvar deneyleri sonucunda belirlenen malzeme parametrelerindeki belirsizliğin 2 ve 3 boyutlu limit denge esaslı şev stabilitesi analizlerine etkisi incelenmiştir. Saha çalışmaları ve gözlemleri doğrultusunda baskın olarak kil, kireçtaşı ve metavolkanit birimlerinden oluşan inceleme alanında şev stabilitesi probleminin gözlendiği kil birimlerinin drenajlı kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerlerinin sırasıyla 7.5 - 17.5 kPa ve 28-33º arasında değiştiği belirlenmiş ve söz konusu belirsizliği dikkate almak üzere olasılıksal analizler gerçekleştirilmiştir. Olasılıksal yaklaşım kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, konvansiyonel şev performans belirleme araçlarında risk esaslı karar verme mekanizmaları tartışmaya açılmış ve rehabilitasyon seçeneklerinin optimizasyonuna ışık tutacak nicel yaklaşımlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Analiz sonuçları uyarınca 2B şev stabilitesi analizlerinin 3B analiz sonuçlarına kıyasla hem güvenlik katsayısı değerlerinde hem de yenilme olasılığı değerlerinde daha tutucu sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Limit denge analizi, olasılıksal analiz, risk tabanlı karar verme, şev stabilitesi

Abstract: *Deterministic based factor of safety approach where the most probable parameter values are assigned for each variable in model inputs while conducting limit equilibrium based slope stability analysis is most commonly used in slope stability analysis and design process. However, natural random variability based uncertainty, inherent in the material strength parameters, together with the preferred sampling resolution in input parameters in the geotechnical characterization process plays a crucial role in the assessment of slope design reliability and performance. The probabilistic analysis is an approach where the uncertainty in the model inputs are quantitatively considered and taken into account in slope stability analysis and ultimate design. Hence, it forms a basis for constituting a risk-based management system for decision-makers. In this study, the effects of strength parameter uncertainty in low plasticity, slightly silty clays to 2D and 3D slope stability analysis results are assessed at a case study site. According to the site studies, it has been determined that the study area was predominantly composed of clay, limestone and metavolcanic units. The drained strength parameters of clay material, in which the critical failure surface passes through, were determined to vary between 7.5-17.5 kPa for cohesion and 28-33° for internal friction. Hence, probabilistic analysis was conducted to take the aforementioned parameter uncertainty into account. In the analysis conducted using the probabilistic approach, risk-based decision-making mechanisms in conventional slope performance designation tools are brought forward and the results obtained from quantitative approaches that will guide the optimization of rehabilitation options are comparatively presented. According to the obtained results, it was found that the 2D limit equilibrium analysis yields more conservative results compared to 3D slope stability analysis in terms of factor of safety and probability of failure values.*

Keywords**:** *Limit equilibrium analysis, probabilistic analysis, risk-based decision making, slope stability*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Slope Stability Under the Influence of Blasting Activities: Case Study from the Kef-Essnoun Mine in Algeria

Patlatma Faaliyetlerinin Etkisi Altında Şev Stabilitesi: Cezayir'deki Kef-Essnoun Madeninden Örnek Çalışma

Mohamed Fredj[1,2], Riadh Boukarm[2], Abderrazak Saadoun[1,2], Radouane Nakache[3]

[1]University of Annaba, Natural Resources and Planning Laboratory, Annaba 23000, Algeria

[2]University of Bejaia, Faculty of Technology, Mining and Geology Department, Bejaia 06000, Algeria

[3]University of Annaba, Faculty of Earth Science, Department of Mining, Annaba 23000, Algeria

(fredj_khiero@yahoo.com)

Abstract: In the phosphate mine, the Kef-Essnoun deposit extending at N75°E, which has soft and brittle tectonics, resulted in an abrupt change in the dip of phosphate layer flush and the dip angle is sub vertical or steeply inclined towards the Southeast and sometimes the Northwest. The overall edge angle of the pit was evaluated as 55° at the depth of 75 m. In September 2007, a landslide occurred in the Northeast flank of the Kef Essnoun phosphate mine during which a mass of rocks detached and filled the pit, and a considerable disruption to production and monetary losses occurred. Several investigations were carried out in this study; 1) for geological investigations, the rock mass was divided into homogenous regions representing the layer of Lutetian limestone and recent Quaternary deposits, and the phosphate layer. With regard to laboratory tests, the uniaxial compressive strength, direct shear, and Brazilian tensile strength tests were performed for three layers, 2) since the study area is considered an arid area, the effect of the hydrological and hydrogeological parameters therefore had no direct link with the triggering of the movement, 3) they concluded that the failure mode was a planar sliding, which occurred along the layer of altered marls; no event (earthquake, frost period or strong rain) has been directly associated with this phenomenon. In this situation, it is expected that slope failures may be triggered due to blasting in a steeply sloped laminate. In order to study the causes of slope failures, the back analysis was applied to assess the most probable mechanical parameters (cohesion and friction angle) of the layer generating the movement, compatible for the landslide, with a critical safety factor (SF = 1). The results of cohesion and friction angle corresponding to SF=1 given by back analysis was found to be 80.87 kPa and 16.38°, respectively. On the other hand, the slope was analyzed by the limit equilibrium methods under static and dynamic loads. The minimum safety factors given by Bishop's methods under static and dynamic loads was found to be 1.007 and 0.822, respectively. This indicates that the slope is unstable, which confirms the influence of blasting further reduce the SF and cause failure of slope.

Keywords: Slopes stability, back-analysis, safety factor, blasting vibration, limit equilibrium methods, Kef-Essnoun mine (Algeria)

Öz: *K75°D yönelimli Kef-Essnoun fosfat yatağında, yumuşak ve kırılgan tektonikler fosfat tabakasının gidişatında ani bir değişikliğe yol açmış veya eğim açısının GD'ya ve bazen de KB'ya doğru yarı dik veya dike yakın eğimli olması ile sonuçlanmıştır. Açık ocağın genel şev açısı 75 m derinlik için 55° olarak değerlendirilmiştir. Eylül 2007'de KefEssnoun fosfat madeninin Kuzey kenarında bir kaya kütlesinin sıyrılması ve madene dolması ile sonuçlanan bir heyelan meydana gelmiş ve üretimde ciddi bozulmalar ve parasal kayıplar meydana getirmiştir. Bu çalışmada birkaç araştırma yapılmıştır; 1) jeolojik araştırmalar için kaya kütlesi, Lutesiyen kireçtaşı tabakasını ve güncel Kuvaterner yatakları ve fosfat tabakasını temsil eden homojen bölgelere ayrılmıştır. Laboratuvar deneyleri ile ilgili olarak, üç seviye için tek eksenli basınç dayanımı, direkt kesme ve Brezilya çekme dayanım deneyleri yapılmıştır. 2) çalışma alanı kurak bir alan olduğu için hidrolojik ve hidrojeolojik parametrelerin etkisinin hareketin tetiklenmesi ile doğrudan bir bağlantısı yoktur, 3) yenilme türünün, bozunmuş marn tabakası boyunca meydana gelen düzlemsel bir kayma olduğu ve hiçbir olayın (deprem, donma dönemi veya şiddetli yağmur) bu olayla doğrudan ilişkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durumda, dik eğimli bir tabakada patlatma nedeniyle şev yenilmesinin tetiklenmiş olabileceği beklenmektedir. Şev yenilmesinin nedenlerini incelemek için, bir yandan, heyelan için uyumlu, hareketi oluşturan tabakanın en olası mekanik parametrelerini (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) kritik güvenlik faktörü (SF = 1) koşulunda değerlendirmek için geri analiz uygulanmıştır. Güvenlik sayısı 1'e karşılık gelen kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri sırasıyla 80.87kPa ve16.38° olarak bulunmuş ve şev statik ve dinamik koşullar altında limit denge analizi yöntemiyle incelenmiştir. Bishop yöntemiyle statik ve dinamik koşullar için en küçük güvenlik sayıları sırasıyla 1.007 ve 0.822 olarak bulunmuştur. Bu değerler patlatma etkisi altında şev yenilmesine neden olacak şevin duraysız olduğunu kanıtlamaktadır.*

Anahtar Kelimeler: *Şev stabilitesi, geri analiz, güvenlik sayısı, patlatma titreşimi, limit denge yöntemi, Kef-Essnoun madeni (Cezayir)*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Şev Dizaynında Kullanılan Dayanım Parametrelerinin Zamana Bağlı Değişimine Bir Örnek: Sivas Bakırtepe Altın İşletmesi

An Example of Time-Based Change of Strength Parameters in Slope Design: Sivas Bakırtepe Gold Mine

Furkan Mecit Kutlu[1] , Dinçer Çağlan[2], Bahadır Güler[1], Deniz Genç[1], Düzgün Esina[2]

[1]Demir Export A.Ş. İzmir Caddesi Koç Han 25/3 Kızılay, 06440 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Geodes Mühendislik & Müşavirlik Hizmetleri A.Ş. Via Flat İş Merkezi, 06560 Söğütözü, Ankara, Türkiye

(dcaglan@gmail.com)

Öz: Yarma/açık ocak şevlerinde optimum şev geometrisini belirlemek insan hayatı ve işletmenin güvenliği için büyük önem taşımaktadır. Şev geometrisini belirlemede kullanılan en önemli parametreler jeolojik birimlerin kohezyon, içsel sürtünme açısı, birim hacim ağırlık değerleri ve yeraltısuyu seviyesidir. Bu parametrelerin yanı sıra sismik etkilerin de dikkate alınması gerekir. Kaya şevlerinde dizayn için dikkate alınacak en önemli parametrelerden biri de kayacın bozunma derecesidir. Aynı kayaç türünde bozunmanın derecesine göre dayanım parametreleri değişebilmekte ve bu nedenle aynı kayaç ortamında bile farklı şev geometrileri önerilebilmektedir. Ayrıca kaya şevlerinde süreksizliklerin yönelimleri ve süreksizlik yüzeylerinin dayanım parametreleri de şev dizaynında büyük önem taşımaktadır.

Şev dizaynı için yukarıda belirtilen dayanım parametrelerinin zamanla değişebileceği göz ardı edilebilmektedir. Özellikle şist ve serpantin gibi iklim koşullarından etkilenebilen kayaçlarda zamanla ıslanma-kuruma, donma-çözünme vb. etkilere bağlı olarak dayanım parametrelerinde büyük değişimler olabilmektedir.

Sivas Bakırtepe Altın İşletmesi açık ocağında güney şevlerinde şişt birimleri yer almaktadır. 2016 yılında yapılan şev stabilitesi çalışmalarında şist birimleri çok ince tabakalı, şistozite yüzeyleri Barton ve Choubey (1977) pürüzlülük abağına göre pürüzlülük katsayıları (JRC) 2-4, az bozunmuş (W2), orta-düşük dayanımlı olarak tanımlanmıştır. 2016 yılında yapılan çalışmalar sırasında şistozite yüzeyleri boyunca düzlemsel kaymaların geliştiği gözlenmiştir. 2019 yılında aynı şevlerde yapılan çalışmalarda ise şist biriminin çok kırıklı parçalı olduğu, tamamen bozunmuş (W4), dayanımları ise düşük-çok düşük olarak belirlenmiştir. Bu şevlerde şist birimi içerisinde dairesel modelde kaymaların geliştiği saptanmıştır. 2017 ve 2018 yılında gelişen dairesel kayma modelindeki yenilmeler basamak bazında gelişirken, kayma derinlikleri 0.5-2 m civarında olduğu gözlenmiştir. 2019 yılı Kasım ayında oluşan çatlaklar ise şist birimlerinin yüzeylendiği tüm şevleri (Yükseklik = 64 m) kesmekte olduğu belirlenmiştir. Yapılan arazi gözlemlerine göre bu kaymanın da dairesel modelde olduğu ve duyarsızlığın alınan planından çıkarılan kesitlere göre kayma derinliğinin 10 m civarında olduğu saptanmıştır. Şist birimindeki bozunmanın en az bu derinliğe kadar ilerlediği düşünülmektedir. Birkaç yıl içerisinde bozunmanın bu ölçüde değişmesinde ıslanma-kurumanın ve donma-çözünmenin etkili olduğu düşünülmektedir. İşletme aşamasında yapılan patlatmaların da bozunma üzerinde etkisi ol-

duğu tahmin edilmektedir. Güney şevlerinde yeni açılan basamaklarda da şist birimi sağlam kaya özelliği göstermekte ve bu kesimlerde de düzlemsel kaymaların geliştiği gözlenmektedir. Ancak zamana bağlı olarak iklimsel koşullar nedeniyle bu şevlerde de bozunmanın artacağı ve dairesel modelde kaymaların gelişeceği öngörülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda güney şevleri için çok kırıklı parçalı şist biriminden standartlara uygun örnek alınmadığı için mevcut heyelanların geriye dönük analizlerinden elde edilen tamamen bozunmuş kaya malzemesinin dayanım parametleri esas alınarak "Slide 06" bilgisayar programı kullanılarak dairesel kayma modeline göre şev dizaynı gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bozunma, dayanım parametreleri, iklimsel koşullar, şev dizaynı

Abstract: *Determining the optimum slope geometry in open pit slopes have great importance for the safety of human life and open pit operations. The most important parameters are used to determine slope geometry that are cohesion, internal friction angle, unit volume weight values and groundwater level. In addition to these parameters, seismic effects should be taken into consideration. One of the most important parameters to consider in rock slopes is the degree of weathering. According to the degree of weathering in the same rock type, strength parameters can vary. Therefore different slope geometries can be suggested even in the same rock environment. In addition, orientation of discontinuities in rock slopes and strength parameters of discontinuous surfaces have great importance in slope design.*

It can be ignored that the above-mentioned strength parameters for slope design may change over time. There could be dramatic changes in strength parameters depending on the wetting-drying, freezing-thawing etc. in the rocks that can be affected by climatic conditions such as schist and serpentine.

Schist units are occurred at the southern slopes of the Bakırtepe Open Pit Gold Mine in Sivas. Schist units were defined as very thin bedded and the roughness coefficients (JRC) of the schistosity surfaces were defined as 2-4 according to the roughness chart of Barton and Choubey (1977) also schist units were defined slightly weathered (W2) and medium-low strength during the slope stability studies which were conducted in 2016. During the studies which were conducted in 2016 it has been observed that planar sliding have occurred along the schistosity surfaces. In the studies carried out in the same slopes in 2019, the schist units were defined as very fractured, highly weathered (W4) and their strength is low to very low. In these slopes it has been observed that circular sliding have developed within the schist unit. Failures in the circular sliding model was developed on the basis of bench while the sliding depths were observed around 0.5 - 2 m at the field studies which were conducted in 2017 and 2018. On the other hand it has been specified that cracks which occurred in November 2019 cut all the slopes (Height=64m) where the schist unit is exposed. According to the field observations, this sliding is also in the circular model and the sliding depth is around 10 m according to the sections which was extracted from the plan of instability. The weathering in the schist unit is thought to continue at least 10 m depth. It is thought that wetting-drying and freezing-thawing are effective in changing this weathering within a few years. It is estimated that the explosions made during the operation phase also have an effect on the weathering. In the newly opened benches in the southern slopes, the schist units also exhibit solid rock characteristics and it is observed that planar sliding develop in these sections. However, due to climatic conditions depending on time, it is predicted that the weathering will increase in these slopes and sliding in the circular model will develop.

As a result of the studies, by using "Slide 06", which is a computer program, the slope design was made according to the circular sliding model based on the strength parameters of completely weathered rock material which was obtained from back analysis of the existing landslides since sampling cannot be taken according to standards from highly fractured schist unit.

Keywords*: Climatic condition, slope design, strength parameters, weathering*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kışlaköy Açık Linyit İşletmesi (Elbistan/Kahramanmaraş) Doğu Şevinin Duraylılığının Limit Denge ve Sonlu Elemanlar Yöntemleriyle İncelenmesi

Investigation of Stability of the Eastern Slope at Kışlaköy Open Pit Lignite Mine (Elbistan/Kahramanmaraş) by Limit Equlibrium and Finite Elements Methods

Emre Pınarcı, Hasan Çetin

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Böümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye
(epinarci@cu.edu.tr)

Öz: Afşin-Elbistan Havzası Türkiye'nin en büyük linyit yataklarını barındırmaktadır. Havzanın görünür linyit rezervi 4.8 milyar ton olup Türkiyedeki linyit kaynaklarının yaklaşık % 27'sini oluşturmaktadır. Havzada faal olan tek işletme konumunda olan Kışlaköy Açık İşletmesi 4 x 344 MWh gücündeki A Termik Santralinin linyit ihtiyacını 1984 yılından bu yana ve 4x360 MWh kurulu güce sahip B Termik Santralinin linyit ihtiyacını 2011 yılından bu yana karşılamaktadır. Çalışma sahasında tabanda Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı Andırın kireçtaşları bulunmaktadır. Andırın Kireçtaşları üzerinde açısal uyumsuzlukla Pliyosen–Pleyistosen yaşlı Ahmetçik Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı akarsu ve yamaç molozu ürünü olan litolojik birimler yer almaktadır. Ahmetçik Formasyonu içerisinde bulunan ocakta yer alan birimler alttan üste doğru taban kili, siyah kil, linyit, gidya, mavi kil, lehim, alüvyal fan ve organik toprak seviyelerinden oluşmaktadır. Ocakta doğu ve batı şevleri kalıcı şevler olarak tasarlanmıştır. Doğu şevinin havza sınırını oluşturan Kışlaköy Fayı'na paralel olarak oluşturulması nedeniyle birimler aşırı şekilde tektonik deformasyona uğramıştır ve çok sayıda fay ile antiklinal, senklinal yapıları bulunmaktadır. Bu yapı doğu şevinin jeolojisini oldukça karmaşık bir hale getirmiştir. Bu durum duraylılık analizlerinde doğru sonuçlara ulaşabilmek için birçok farklı lokasyondan kesitlerin incelenmesini gerektirmektedir. Duraylılık analizlerinin yapılması amacıyla doğu şevinde kritik olduğu düşünülen 6 adet kesit güzergahı belirlenmiştir. Bu güzergahlardan oluşturulan kesitler üzerine ocakta yapılan sondaj loglarından elde edilen veriler ve yapılan detay arazi çalışmaları ile jeolojik birimler işlenmiştir. Arazide yer alan birimlerden çok sayıda örselenmiş ve örselenmemiş numune alınmıştır. Alınan numuneler üzerinde yapılan sınıflama deneyleri sonucunda zemin özelliği taşıyan çoğu birimin CL, ML, MH sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Diğer birimlerden farklı olarak ocak tabanında yer alan siyah kil biriminin plastisite değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Alınan örselenmemiş numunler üzerinde ASTM standartlarına göre çok sayıda direkt kesme deneyi yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre oldukça değişken kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (φ) değerleri elde edilmiştir. Dayanım parametreleri incelendiğinde en yüksek değerlere sahip olan birimin alüvyal fan en düşük olanın ise siyah kil olduğu tespit edilmiştir. Doğu şevinde oluşturulan 6 adet kesit üzerinde Limit Denge Yöntemine (LEM) göre ve Sonlu Elemanlar Yöntemine (FEM) göre duraylılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bölgenin depremsellik durumu da düşünüldüğünde duraylılık analizleri hem statik hem sismik (psödo-statik) koşullar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. İki yönteme göre yapılan duraylılık analizi sonuçları karşılaştırıldığında doğu şevinin karmaşık yapısal jeolojik yapısı nedeniyle birimlerin faylanmış ve kıvrımlanmış olması LEM

analizlerinden elde edilen kritik kayma yüzeyleri ile FEM analizlerinden elde edilen kritik kayma yüzeylerinin uyuşmamasına neden olmuştur. Elde edilen güvenlik katsayılarının şev duraylılığı açısından yeterli düzeylerde olduğu tespit edilmiştir. Ancak FEM analizlerinden elde edilen güvenlik katsayılarının genellikle daha düşük olduğu görülmüştür. FEM analizlerinin güvenlik katsayısının hesaplanması ve kritik kayma yüzeyinin elde edilmesi için herhangi bir varsayımda bulunmaması nedeniyle daha güvenilir sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Şev duraylılığı, limit denge, sonlu elemanlar, açık işletme, Afşin-Elbistan

Abstract: *Afşin-Elbistan basin contains the largest lignite deposits in Turkey. Apparent reserve of the basin is 4.8 billion ton and it constitutes %27 of the total lignite reserves of Turkey. Kışlaköy Open Pit Mine, which is the only operational facility in the basin, has been meeting the lignite needs of Thermal Power Plant A with a power of 4 x 344 MWh since 1984 and the lignite needs of Thermal Power Plant B with an installed capacity of 4x360 MWh since 2011. Upper Triassic-Upper Cretaceous Andırın limestones are located at the base of the study area. The Pliocene-Pleistocene Ahmetcik Formation and the Quaternary fluvial and alluvial fan units overlay the Andırın limestone with angular unconformity. The units in the mine in the Ahmetçik Formation consist of bottom clay, black clay, lignite, gyttja, blue clay, lehm, alluvial fan and organic soil levels. In the mine, the eastern and western slopes were designed as permanent slopes. Due to the location of the eastern slope parallel to the Kışlaköy Fault forming the basin boundary, the units have undergone extreme tectonic deformation and there are many faults, anticline and syncline structures. These structures have lead to the geology of the eastern slope quite complicated. This requires investigation of cross-sections from many different locations to achieve accurate results in stability analysis. To perform stability analyzes, 6 cross-sectional lines which were considered critical in the eastern slope were determined. Geological units were added on the cross sections by using the data obtained from the borehole logs and detailed field studies. A large number of undisturbed and disturbed samples were obtained from the units in the field. As a result of the classification tests carried out on the samples, it was determined that most of the units belong to CL, ML, MH class. Unlike the other units, the plasticity values of the black clay unit at the base of the mine were found to be quite high. Numerous direct shear tests were carried out on the undisturbed samples according to ASTM standards. According to the test results, highly variable cohesion (c) and internal friction angle (φ) values were obtained. When the strength parameters were examined, it was found that the unit with the highest values was the alluvial fan and the lowest one was the black clay. Stability analyzes were carried out according to Limit Equilibrium Method (LEM) and Finite Element Method (FEM) on 6 sections prepared in the eastern slope. In addition, considering the seismicity of the region, stability analyzes were carried out considering both static and seismic (pseudo-static) conditions. When the results of the stability analysis according to two methods were compared, the faulted and folded units due to the complex geological structure of the eastern slope caused the mismatch of the critical slip surfaces obtained from the LEM and FEM analyses. It has been determined that the obtained factor of safety values are at sufficient levels in terms of slope stability. However, it has been observed that the factor of safety values obtained from the FEM analyses are generally lower. It is thought that the FEM analyses give more reliable results because they do not make any assumptions for calculating the factor of safety and obtaining the critical slip surface.*

Keywords: *Slope stability, open pit mine, limit equilibrium, finite elements, Afşin-Elbistan*

Heyelanların İzlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım: Fiber Optik Teknolojisi

A New Approach to Landslides Monitoring: Fiber Optic Technology

Arzu Arslan Kelam[1], Mustafa Kerem Koçkar[2], Haluk Akgün[1]

[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye (mustafakockar@hacettepe.edu.tr)

Öz: En yıkıcı doğal afetlerden biri olan heyelanların izlenmesinde kullanılan farklı yöntemler mevcuttur. Ancak, bu yöntemler eş zamanlı izleme ve erken uyarı sistemlerine uygulanabilirliğinden ziyade meydana gelen deformasyonları izlemek ve belirlemek için kullanılmaktadır. Fiber optik sistemler; kolay ve yüksek hızlı veri aktarımı sağlamaları, küçük çaplı ve hafif olmaları, birim deformasyon ve sıcaklık değişimlerine duyarlılıkları, geniş bant aralığı ile çalışabilmeleri, çevresel ve elektromanyetik etkilere karşı dirençli olmaları, düşük maliyetleri ve eş zamanlı izleme gerçekleştirebilmeleri sebebiyle diğer yöntemlere göre avantajları mevcuttur. Bu çalışmanın amacı, heyelanların sebep olduğu can ve mal kayıplarını minimuma indirmek ve kayma potansiyeli olan bölgelerdeki güvenliği sağlamak için fiber optik sistemi kullanan bir izleme ve erken uyarı sistemi geliştirmektir. Bu amaçla, fiber optik kablolar ve kablolara lazer gönderip geri yansıyan ışığı toplayan bir ölçüm cihazı olan BOTDA (Brillouin Optical Time Domain Analyzer)'dan oluşan bir fiber optik sistem oluşturulmuştur. Yüksek hassasiyeti ve sürekli veri alma özelliklerine sahip olan sistem, kablodaki gerinim ölçümlerini deplasman ile ilişkilendirmek için heyelan izlemede başarıyla uygulanmış ve Kocaeli İli'nde yer alan bir heyelan sahasında izleme çalışmaları başarıyla gerçekleştirmiştir. Kurulan sistemin en büyük avantajlarından biri erken uyarı sistemine dönüştürülebilecek nitelikte hızlı ve sürekli veri alabilmesidir. Heyelanların meydana gelmesinde etkili olan jeomorfolojik parametreler, yağış rejimi, yeraltı suyu seviyesi ve yüzey suyu durumu değişkenliği, günlük sıcaklık farklılığı, kar erimesi ve bunlara bağlı olarak zeminlerin duraylılığını kaybetmesi ile sismik aktiviteler vb. faktörlerin etkilerinin araştırılması sistem hassasiyetinin geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu amaçla, fiber optik sistemlerle izleme ve erken uyarı sisteminin aktif olarak çalıştığı heyelan sahasına yağış etkileri, yeraltı suyu seviyesi ve boşluk suyu basıncını takip etmek için bir piezometre yerleştirilmiştir. Buna ek olarak, uygulama sahası ve çevresindeki sismik aktivitelerin hassas bir şekilde ve devamlı olarak gözlemlenmesi ile kütle hareketine etkilerinin araştırılması amacıyla bir adet kuvvetli yer hareketi istasyonu çalışma alanına yerleştirilmiştir. Çalışmalar sayesinde fiber optik izleme ve erken uyarı sistemi ile elde edilen deformasyon değerleri heyelan sahasındaki kütle hareketini etkileyen faktörlerle birlikte değerlendirilmekte var olan sistemin hassasiyeti ve güvenilirliği farklı parametrelerle test edilmektedir. Test aşamasını başarıyla tamamlamış olan sistem yurdumuzda heyelandan etkilenebileceği düşünülen alanlarda güvenilir heyelan ölçüm istasyonları olarak kullanılabilecek ve kütle hareketlerine bağlı afetlerin önlenmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fiber optik sistemler, heyelan izleme sistemi, erken uyarı, Kocaeli

Abstract: *There are different methods used for the monitoring of landslides, which is one of the most destructive natural hazards. However, these methods are used to monitor and identify deformations rather than being applicable to simultaneous monitoring and early warning systems. Optical fiber systems are several advantageous than other methods since they are capable of providing easy and high-speed data transfer, small and lightweight, sensitive to unit deformation and temperature changes, have wide bandwidth, resistant to environmental and electromagnetic effects, can perform simultaneous monitoring. This study aims to develop a monitoring and early warning system that utilizes an optical fiber system to minimize the life and property losses caused by landslides and to provide safety for the potential landslide areas. With this goal, an optical fiber system composed of fiber cables and a measuring device named BOTDA (Brillouin Optical Time Domain Analyzer) that sends laser to fiber optic cables and collects the backscattered light was generated. The system, which has high sensitivity and continuous data acquisition features, has been successfully applied in landslide monitoring to relate the strain measurements in the cable to displacement and has successfully carried out monitoring in a landslide area in Kocaeli Province. One of the most significant advantages of the installed system is that it is capable of measuring data fast and continuously by which it can be converted into an early warning system. Geomorphological parameters, precipitation regime, groundwater level changes and surface water condition, daily temperature difference, snow melting, and seismic activities are the parameters that influence the formation of landslides. Therefore, investigating the effects of these factors is crucial to improve the sensitivity of the system. For this purpose, a piezometer has been placed in the landslide area where the monitoring and early warning system is located to monitor the precipitation effects, groundwater level and surface water level changes and pore water pressure. In addition, a strong ground motion station is placed in the study area in order to investigate the effects of seismic activities on the application precisely and continuously. As a result, the deformation values gathered with the optical fiber system have been evaluated together with the factors affecting the mass movement in the landslide area, and the sensitivity and reliability of the existing system have been tested with different parameters. In conclusion, the system, which has completed the test phase successfully, will be able to be used as reliable landslide measurement stations in areas considered to be affected by landslides in our country and will contribute to the prevention of disasters due to mass movements.*

Keywords: *Optical fiber systems, landslide monitoring system, early warning, Kocaeli*

Bursa Yıldırım İlçesi Mollaarap Heyelan Alanındaki İyileştirme ve Yeniden Planlama Çalışmaları

Reinforcement and Replanning Studies in Bursa Yıldırım District Mollaarap Landslide Area

Özkan Coruk[1], Aydın Kavak[2], Mehmet Sönmez[3], Nesrin Selcen Türkyılmaz[4]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Türkiye

[2]Kocaeli Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Türkiye

[3]Yıldırım Belediyesi, Fen İşleri Müdürlüğü, Bursa, Türkiye

[4]Nesrin Erdemir Geoteknik Proje ve Danışmanlık, Bursa, Türkiye

(ozkancoruk@gmail.com)

Öz: Uludağ yükseliminin Bursa ovasına bakan yüksek eğimli yamaçlar, jeomorfolojik ve jeolojik koşulları yanında, plansız ve yoğun yapılaşma etkisiyle de kritik dengede bulunmaktadır. Çalışma alanında jeolojik istifi, üstte 15 metre kalınlığa ulaşan yamaç molozu olarak tanımlanan örtü birimleri, daha derinde ise Uludağ metamorfitlerine ait temel kaya birimleri oluşturur. Farklı fiziksel ve mekanik özelliklere sahip bu birimler arasındaki dokanak stabiliteyi denetleyen önemli etkenlerdendir. Bu kritik dengedeki yamaçta gerçekleştirilen kontrolsüz kazılar yamaç dengesi bozarak yaklaşık 38 dönümlük alanı etkileyen bir heyelana neden olmuştur. Heyelandan etkilenen bu kesimde yaklaşık 140 ev hasar görmüş ve güvenlik amacıyla boşaltılmıştır. Çalışma alanında yapılan sondajlardan elde edilen veriler, inklinometre kayıtları, jeodezik ölçümler dikkate alınarak heyelan sahasının mühendislik jeolojisi modeli ortaya konulmuştur. Sondajlarda yapılan SPT ve Pressiyometre deneyleri ve sondajlardan alınan numuneler üzerinde birimlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin tespiti amacıyla yaptırılan laboratuvar deneyleri ile temel ve örtü birimlerin jeoteknik özellikleri saptanmıştır. Bu özeliklere göre önlem ve destek projeleri hazırlanmıştır. Proje kapsamında ilk önlem olarak topuk kesimde çift sıra şaşırtmalı fore kazıklardan oluşan destek yapısının imalatı daha sonra 3 kademe destek yapısı imalatı ile heyelan kontrol altına alınmıştır. İyileştirme sonrası oluşan yeni koşullara göre heyelandan etkilenen bölgede olası yeni yerleşim için planlama çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucu ortaya çıkan farklı yeni yapı yükleri dikkate alınarak depremsiz ve depremli durumlar için uzun dönem-drenajlı koşullara göre stabilite analizleri yapılmıştır. Stabilite analizleri verilerine göre imar planlaması bu yeni koşullara göre tekrar değerlendirilmiştir. Planlamada, yapı yoğunluğu ve yapı yüklerinin belirlenmesinde yamaç dengesinin sağlandığı destek projesindeki sürşarj yükleri dikkate alınmıştır. Tüm riskler değerlendirilerek proje alanı için en uygun olan düşük yoğunluklu ve az katlı yapılardan oluşan yeni yerleşim planlaması bu analizler ve değerlendirmeler sonucuna göre önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan önlem yöntemleri, planlama

Abstract: *High slopes facing the Bursa plain of the Uludağ elevation are in critical stability due to their unplanned and intense building effect as well as their geomorphological and geological conditions. The cover units defined as the talus reaching 15 meters in thickness at the top, and the underneath rock units belonging to the Uludağ metamorphics constitute the geological sequence in the study area. The contact between these units presenting different physical and mechanical properties, is one of the important factors controlling stability. Uncontrolled excavations on the slope of this critical state disrupted the slope stability and caused landslides by affecting approximately 38 acres. About 140 houses were damaged and evacuated for safety purposes in the landslide affected area. The engineering geology model of the landslide area has been revealed by taking into account the data obtained from the drillings performed in the study area, inclinometer records and geodetic measurements. The geotechnical properties of the base and cover units were determined by the SPT and Pressiometer tests undertaken in the drillings and laboratory tests carried out to determine the physical and mechanical properties of the units on the samples taken from the drillings. Prevention and reinforcement projects have been prepared according to these properties. Within the scope of the project, as a first measure, the reinforcement structure consisting of double rows of bored piles in the toe was constructed to control the landslide with the building of 3 levels of support structure. According to the new conditions after the improvement, planning studies were carried out for possible new settlement in the area affected by the landslide. Considering the different new building loads resulting from these studies, stability analyzes were carried out for long-term drainage conditions with and without earthquake-load. According to the stability analysis data, zoning planning has been re-evaluated according to these new conditions. In planning, the surcharge loads in the reinforcement project, in which the slope stabilty is reached, were taken into account in determining the density of the building and the load. By considering all the risks, the new settlement planning consisting of low density and low-rise buildings, which are most suitable for the project area, has been proposed based on the results of the analyzes and evaluations.*

Keywords: *Landslide control, reinforcement, planning*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Tümleşik Jeofizik, Jeolojik ve Sondaj Çalışmaları ile Siirt Jipslerinde Yer Alan Yerleşke Alanında Jeolojik Tehlikenin Belirlenmesi

Determination of Geological Hazard in the Campus Area Situated on the Siirt Gypsums by Integrated Geophysical, Geological and Drilling Studies

Mahmut Göktuğ Drahor[1], Caner Öztürk[2], Sungur Kedek[3]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
[2]Geoim Mühendislik, Danışmanlık, İnşaat ve Yazılım Ltd. Bornova, İzmir, Türkiye
[3]Gedik Tek İnşaat Ltd. Bornova, İzmir, Türkiye
(mgdrahor@hotmail.com)

Öz: Siirt kenti ve çevresinde yaygın olarak gözlenen evaporit ve karbonat ardalanmaları mühendislik anlamda önemli bir tehlike oluşturmaktadırlar. Bu çalışma, Siirt kent merkezinin 7.5 km kuzeyinde bulunan üniversite yerleşkesindeki yurt binalarında jips ayrışmasına bağlı olarak ortaya çıkan jeolojik tehlikenin yeraltı karakterinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Çalışma alanının çevresinde yer yer Oligosen yaşlı Germik ve genel olarak da Orta-Üst Miyosen yaşlı Lice ve Şelmo formasyonları bulunmaktadır. Alanda yaygın olarak bulunan Lice formasyonu stratigrafik ve sedimantolojik olarak Yapılar ve Sulha üyelerine ayrılmaktadır. Lice formasyonu sığ denizel ve karasal ortamları temsil eden tuzlu birimler ile killi-siltli jipslerden oluşmaktadır. Sulha üyesi ise Siirt'in kuzeyinde ve inceleme alanına yakın kısımlarda yüzlek vermektedir. Adını Sulha tuzlasından almaktadır ve genelde evaporit özellikli bu istifin kalınlığı 400 m civarındadır (Yeşilova ve Helvacı, 2012). Jips ayrışmasına bağlı olarak yurt alanındaki binalarda ve yüzeyde önemli deformasyonlar görülmektedir. Özellikle bir binada önemli hasarlar vardır. Binaların oturduğu alanın çevresinin genel yeraltı karakterini ortaya koyabilmek için alanda birbirlerini kesen hatlar üzerinde tümleşik jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Jeolojik haritalama çalışmaları jeolojik birimlerin ve tehlike bölgelerinin dağılımını ortaya koymuştur. Jeofizik çalışmalar sonucunda jips ayrışması ile ilişkili olan sorunlu kısımlarda sondaj çalışmaları sürdürülmüştür. Tümleşik jeofizik çalışmalar 10 ayrı hat üzerinde uygulanan elektrik resistivite tomografi (ERT), jeoradar, sismik P dalgası kırılma tomografisi (SRT) ve çok-kanallı yüzey dalgaları analizi tomografisinden (MASWT) oluşmaktadır. ERT çalışmaları yüzeyaltı obruklarının genel karakteristiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalara göre alanda sarkma ve tıkaç biçimli ayrışma oluşumlarının yaygın olduğu görülmüştür. Özellikle ayrışmaya uğrayan ve suya doygun alanların genel dağılımı belirlenmiştir. Çalışmalar bu ayrışmaların yurt binaları çevresinde yaygın olduğunu ortaya çıkarmıştır. Jeoradar çalışmaları genelde yüzeye yakın ilk 5 m'lik kısmın radar genlikleri anlamında yitimli bir karaktere sahip olduğunu göstermiştir. Sondaj çalışmalarına göre bu ortam dolgu ve topraktan oluşmaktadır. Bunun altında yaklaşık 10 m kalınlıkta bulunan ondülasyonlu yüksek yansıma zonu ise sondajlarda jips olarak saptanmıştır. Radar incelemeleri ortamda iki farklı jips karakterinin bulunduğunu saptamıştır. Böylece jeoradar çalışmalarıyla, jips ortamlarının sıvıya doygun kısımları da belirlenmiştir. Bu sonuçlar ERT sonuçları ile çok uyumludur. Sismik çalışmalar alanda ayrışmış zonların ortalama 15 m'ye kadar olan kısımlarda bulunduğunu göstermiştir ve diğer jeofizik çalışmalarla uyumlu bir sonuç ortaya koymuştur. Sismik verilerden elde edilen yeral-

tının dinamik zemin parametreleri iki tabakalı ortam için (Vp, Vs, Vp/Vs, poisson, yoğunluk, kayma-elastisite-bulk modülleri), özellikle en sorunlu yerlerin, binaların bulunduğu kısımlar olduğunu göstermiştir. Bu kısımlarda söz konusu değerler sırasıyla; (338-352 ve 1380-1598 m/s, 144-235 ve 606-625 m/s, 4.5-5.6, 0.4-0.5, 1.32-1.41 ve 1.88-2.03 gr/cm^3, 2-8 ve 31-77 MPa, 7-15.5 ve 122-200 MPa, 4-11 ve 300-600 MPa). Alanda yapılan sondaj çalışmalarından elde edilen arazi (SPT, presiyometre, lugeon) ve laboratuvar deneylerinin sonuçları da jeofizik çalışmalarla uyumlu sonuçlar vermiştir. Arazi deneyleri sonucunda SPT değerleri 28 ile 19 arasında, presiyometre 4.7-9.7 kg/cm^2 ve lugeon 1.53-23.26 lt/dak/m olarak saptanmıştır. Laboratuar çalışmalarında jipslerin tek eksenli basınç dayanımları 7-50 MPa çıkmıştır. Elde edilen sonuçlardan Yurt Yerleşimi olan alanda zemin emniyet gerilmesi 1.85-5.25 kg/cm^2, zemin grubu C, yerel zemin sınıflaması Z2-Z3 ve etkin yer ivme katsayısı 0.4 olarak saptanmıştır. Bu çalışmalarda jeolojik sorunun binaların yerleştiği kısımda olduğu belirlenmiştir. Böylece yapılan tümleşik yerbilim çalışmalarıyla, alanda ortaya çıkan jips ayrışması ve buna bağlı olarak ortaya çıkan jeolojik tehlikenin binalardan kaynaklanan ve ortama kaçan bir su ile ilişkili olabileceği görüşüne ulaşılmıştır. Sonuç olarak, jeoteknik iyileştirmelerden önce sıvı kaçaklarının yerlerinin kesin olarak belirlenmesi gerektiği önerilmiştir. Daha sonra zayıf zemini güçlendirecek, sıkılaştıracak, boşlukları dolduracak ve yeterli kompaksiyonu sağlayacak jeoteknik çalışmaların yapılması gerekecektir.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik tehlike, jips, jeoloji, jeofizik, jeoteknik, Siirt

Abstract: *Evaporite and carbonate intercalations, which are commonly observed in Siirt City and its vicinity, constitute an important engineering hazard. This study aims to determine the subsurface character of the geological hazard arising from gypsum dissolution in student residence buildings in the university campus area located in the 7.5 km north of Siirt city center. Oligocene aged Germic and Middle-Upper Miocene aged Lice and Şelmo formations are located around the study area. The Lice formation, which is widespread in the area, is stratigraphically and sedimantologically divided into Yapılar and Sulha members. The Lice formation consists of salty units and clayey-silty gypsum representing shallow marine and continental environments. Sulha member outcrops in the north of Siirt and close to the study area. It takes its name from Sulha saltwater and generally has a thickness of 400 m (Yeşilova and Helvacı, 2012). Due to gypsum dissolution, significant deformations are seen in the buildings and surface in the student residence area. Especially in a building there are significant damages. Integrated geophysical studies have been conducted on the lines intersecting each other in order to reveal the general subsurface character of the area around the buildings. The geological mapping studies revealed the distribution of geological units and hazard zones. As a result of the geophysical studies, the borehole activities were continued in the problematic parts related to gypsum dissolution. Integrated geophysical studies consist of electrical resistivity tomography (ERT), georadar, seismic P wave refraction tomography (SRT) and multi-channel analysis of surface waves tomography (MASWT) have been applied on 10 separate lines. ERT studies revealed the general characteristics of the subsurface sinkholes. According to these studies, sagging and suffosion type dissolution formations are common in*

the area. Especially the general distribution of dissolved and water- saturated areas in the area were determined. Investigations have revealed that these dissolutions are widespread around student residence buildings. Georadar studies have shown that the environment in first 5 m near the surface generally has a lossy character in terms of radar amplitudes. According to the borehole activities, this environment consists of embankment and soil. The undulating high reflection zone, which is approximately 10 m thick, was found as gypsum unit in the boreholes. Radar investigations revealed the presence of two different gypsum characters in the environment. Thus, with the georadar studies, the saturated parts of the gypsum environment were determined. These results are very consistent with the ERT results. Seismic studies have shown that the dissolved zones in the area are on average up to 15 m, and it has a compatible result with other geophysical studies. The dynamic ground parameters of the subsurface obtained from seismic data showed that for the two layered medium (Vp, Vs, Vp / Vs, poisson, density, shear-elasticity-bulk modules), especially the most problematic areas are the parts of the buildings. In these sections, the mentioned values are respectively as follows; (338-352 and 1380-1598 m / s, 144-235 and 606-625 m / s, 4.5-5.6, 0.4-0.5, 1.32-1.41 and 1.88-2.03 gr / cm3, 2-8 and 31-77 MPa 7-15.5 and 122-200 MPa, 4-11 and 300-600 MPa). The results of the insitu field tests (SPT, pressuremeter, lugeon) and laboratory experiments obtained from the drilling studies in the field also gave results compatible with the geophysical studies. As a result of the field tests, SPT, pressuremeter and lugeon values were determined between 28 and 19, 4.7-9.7 kg/cm^2 and 1.53-23.26 lt /min/m, respectively. According to laboratory studies, uniaxial compressive strength of gypsum has increased to 7-50 MPa. From the results obtained, the ground safety stress, ground group, local ground classification and effective ground acceleration coefficient in the area found the student residence settlement were determined as 1.85-5.25 kg/cm^2, C, Z2-Z3 and 0.4, respectively. In these studies, it was determined that the geological problem was in the part of the area where the buildings were located. Thus, with integrated geoscience studies, it was concluded that the gypsum dissolution in the area and the resulting geological hazard may be related to water originating from buildings and escaping into the environment. As a result, it has been proposed that the location of liquid leakages should be determined precisely before geotechnical improvements. Afterwards, geotechnical studies that will strengthen, tighten the weak ground, fill the cavities and provide sufficient compaction will be required.

Keywords: *Geological hazard, gypsum, geology, geophysics, geotechnique, Siirt*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Işıklar (Trabzon-Maçka) Heyelan Alanının Anatomisi

Anatomy of Işıklar (Trabzon-Maçka) Landslide Area

Mustafa Şenkaya, Ali Erden Babacan, Hakan Karslı

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye
(msenkaya@ktu.edu.tr)

Öz: Işıklar (Trabzon-Maçka) yerleşim alanında 1952' den bu yana birçok kütle hareketi görülürken, günümüzde de yüzey topoğrafyasını değiştirebilen aktif hareketler gözlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, birden fazla yakın yüzey jeofizik yöntem, jeolojik ve jeodezik veriler ışığında bölgenin anatomisini ortaya çıkarmak ve aktif hareketlerin nedenlerinin aydınlatılmasıdır. Bu kapsamda, birbirine komşu ancak farklı deformasyon karakterleri sergileyen iki alanda (Alan1 ve Alan2), 20 profil üzerinde sismik (kırılma, yüzey dalgaları ve yansıma) ve elektrik (rezistivite); 80 nokta üzerinde ise mikrotremor verileri toplanmıştır. Ayrıca, mevsimsel etkilerin ortaya çıkarılması adına önemli profillerde sismik ve elektrik çalışmalar tekrarlanmıştır. Yüksek eğimli yapısı ve aktif hareketi nedeniyle lojistik ve iş güvenliği açısından arazide sondaj çalışması mümkün olmadığından, birleşik zemin sınıflandırması için 6 noktadan alınan doğal numuneler kullanılmıştır. Her iki alanda zaman içindeki topoğrafik değişimlerin incelenmesi için GNSS sistemleriyle ölçümler alınarak, yükseklik haritaları oluşturulmuş ve bu ölçümler belirli bir zaman aralığı sonrasında tekrarlanmıştır. Tüm veri setlerinden elde edilen bulgular; Alan1 yüzey birimlerinin çakıl-blokça zengin killi-kumdan (SC) oluştuğunu, Alan2' de ise yüksek plastisiteli inorganik kil ve siltli-kilden (CH) meydana geldiğini göstermektedir. Çalışma süresi boyunca tekrarlanan GNSS ölçümleri Alan1' de 2-3m lere ulaşan yükseklik değişimleri gösterirken, Alan2' deki değişimler santimetre mertebelerindedir. İki alanda da ana kaya sismik dalga hızları benzerlikler gösterirken ($Vp>2000$, $Vs>760$ m/s), düşük hızlı yüzey birimlerinin ($Vp<600$, $Vs<200$ m/s) kalınlığı Alan2' de ortalama 4m iken Alan1' de 10m' dir. Bununla beraber, Alan1' de ana kaya ile yüzey birimi arasında belirgin bir geçiş birimi görüntülenirken ($200<Vs<300$, $1200<Vp<1600$ m/s), Alan2' de her hangi bir geçiş birimine rastlanılmamıştır. Alan2'deki CH tanımlı yüzey birimleri beklenildiği gibi daha iletken bir görünüm sergilerken, alan içerisinde göreceli ıslak-kuru zonlar bulunmakta ve ana kaya ile yüksek kontrastlı bir ortam sağlamaktadır. Alan1' de ise CH tanımına uygun göreceli daha dirençli yüzey birimleri görüntülenirken, saha gözlemleri sırasında yüzeyde ve/veya gömülü şekilde sıkça rastlanan blokların bu birim içinde de barındığı tespit edilmiştir. Sismik kesitlerde tanımlanan geçiş biriminin, rezistivite kesitlerinde bir anomali vermemiş olması, elektrik özellikleri bakımında yüzey birimi ile benzer özelliklere sahip olduğu göstermektedir. Sismik ve mikrotremor çalışmalarından elde edilen ana kaya derinlikleri Alan1 için 20-24m aralığında iken, Alan2' de ortalama 10m' dir. Ancak, kot etkisinden arındırılmış ana kaya derinlikleri, ana kayanın arazi eğimi yönünde düzenli bir değişimi olduğunu ve ana kayanın iki alanda da aynı seviyelerde konumlandığını göstermiştir. Sonuç olarak; bu iki alanın aynı ana kaya üzerinde konumlandığı, ancak paleo-heyelan sonrası farklı malzeme birikim dinamiklerine sahip olduğu ve yüzey birimlerindeki içerik farklılıkların da bu dinamikler tarafından kontrol edildiği söylenebilir. Mevsimsel yağışların her iki alanda belirgin bir fark yaratmaması özdirenç kesitlerinde net şekilde görüldüğünden, iki alandaki farklı deformasyon karakterinin asıl nedeninin düşük hızlı

yüzey birimlerindeki içerik farklılıkların ve kalınlıklarının olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Çalışmadan elde edilen çıktılardan yola çıkılarak, çalışma alanının zaman içerisindeki değişimi diyagramlarla gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, jeofizik, jeoloji, jeodezi, Maçka, Işıklar

Abstract: *While many mass movements have been observed in Işıklar residential area since 1952, active movements that could change the surface topography are observed even today. The purpose of this study is to reveal anatomy by multiple near-surface geophysical method, geological and geodesic data and to explain the reasons of current active movements. Within this scope, seismic (refraction, surface waves and reflection, electrical (resistivity) data were acquired on 20 Profiles and microtremor measurements recorded on 80 location in two fields (Field1 and Field2) that are neighborhood but demonstrating different deformation character. Moreover, seismic and electrical measurements on important profiles were repeated to reveal seasonal effects. Since, drilling is not possible in study area due to high slope and active movement of study area, six nature samples were taken for unified soil classification. Topographic maps in millimeter accuracy were composed by measurements with GNSS system to analyze changes of both fields over time and measurements were repeated. The findings from all data sets show that while surface unit of Field1 consists of gravel-block rich clayey-sand (SC), Field2 consists of high plasticity clays and silty-clays (CH). While repeated GNSS measurements during the study period show altitude changes reaching 2-3m in Area 1, the changes in Area 2 are within the range of centimeters. While seismic wave velocities of main rock are similar in both areas (Vp>2000, Vs>760 m/s), the thickness of surficial units with low wave velocity (Vp<600, Vs<200 m/s) is 4m for Field 2, averagely, 10m for Field 1. Also, the transition unit (200<Vs<300, 1200<Vp<1600 m/s) between main rock and surficial unit is clearly imaged in Field 1, it is not exist in Field 2. While Field 2 presents relatively conductive character as expected from surficial units identified with CH, it has wet-dry zones that provide high contrast environment between main rock. In Field 1, while relatively more resistant medium is imaged as expected from CH unit, many blocks are identified in unit that frequently encountered during geological field observations. The fact that the transition unit defined in seismic sections did not give an anomaly in resistivity sections shows that the transition unit has similar electrical property with the surface unit. While the main rock depth observed from seismic and microtremor studies is between 20-24m for Field 1, it is averagely 10m for Field 2. However, when bedrock depths are refined from topography, it was observed that the bedrock depth has regular trend with the direction of field slope and the regions of fields corresponding to the same linearity on XY plane also have same bedrock depth levels. As a result, it can be said that both field are located on same bedrock, however they have different material deposition dynamics after paleo-landslide and surficial units differences are also controlled by those dynamics. Since it is clearly seen from resistivity sections that seasonal rains make no significant differences in both field, it is concluded that the main reason of different deformation is the differences of surficial unit settings and thickness of surface unit. The evolution of study area is explained with the diagrams based on the outputs of the projects.*

Keywords: *Landslide, geophysics, geology, geodesy, Maçka, Işıklar*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Zayıf Kaya Kütlesinde Açılan Kırık Tünel Portallarındaki Duraysızlıkların İncelenmesi (Erzurum, Türkiye)

Investigation of Instability of Kırık Tunnel Portals in Weak Rock Masses (Erzurum, Turkey)

Hüseyin Demirbilek[1], Kıvanç Zorlu[2]

[1]Karayolları Genel Müdürlüğü, AR-GE Dairesi Başkanlığı, 06100 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mersin, Türkiye

(kivancgeo@mersin.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada Erzurum İli Kırık – İspir Yolu Km.64+730-71+826 aralığında yer alan Kırık Tünelinin giriş ve çıkış portal bölgeleri araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, bu bölgelerde yer alan zayıf kaya kütlelerinin tünel kazı koşullarının tasarımına yönelik analizlerin yapılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, aşamalı olarak gerçekleştirilen; arazi çalışmaları, sondaj çalışmaları ve laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen verilerle birlikte, görgül yaklaşımlar da kullanılarak tünel giriş ve çıkış portal bölgelerinde yer alan kaya kütlelerinin jeomekanik parametreleri belirlenmiştir.

Tünel giriş ve çıkış portallarında gerçekleştirilen sondaj çalışmalarında; tünel giriş portalında kalınlığı yaklaşık 5 m olan yamaç molozu, bunun devamında 15 m kalınlığında tüfit ve 12 m kalınlığında killi kireçtaşına, çıkış portalında ise yaklaşık 16 m kalınlığında yamaç molozu ve 24 m kalınlığına killi kireçtaşına rastlanmıştır. Tünel giriş ve çıkış portallarının üst seviyelerinde gözlenen yamaç molozu için, şev analizlerinde kullanılmak üzere elde edilen içsel sürtünme açısı (ϕ) değeri Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) N darbe sayıları kullanılarak 35° ve kohezyon (c) değeri ise 5 kPa olarak elde edilmiştir. Yamaç molozunun alt seviyelerinde yer alan killi kireçtaşı ve tüfit için tünel kazı koşullarında sistematik bir süreksizlik yönelimi tespit edilmemiş olup, zayıf kaya niteliğindeki bu kaya kütlesi için Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) sınıflama sisteminin kullanılması uygun görülmüştür. Buna göre; hem giriş hem de çıkış portallarında gözlenen killi kireçtaşı ve sadece giriş portalında yer alan tüfit için ayrı ayrı GSI değerleri belirlenmiş, her iki birimin de "parçalanmış kaya kütlesi" sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Arazi gözlem ve ölçümleri ile giriş portalında gözlenen tüfit için yapısal özellik puanı (SR), 15 ve süreksizlik yüzey koşulu puanı (SCR), 4 olarak elde edilmiş ve GSI değeri 20 olarak belirlenmiştir. Killi kireçtaşı için ise yapısal özellik puanı (SR), 17,6 ve süreksizlik yüzey koşulu puanı (SCR), 8 olarak elde edilmiş ve GSI değeri de 30 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, tünel çıkış portalında GSI değeri 32 olan killi kireçtaşının yapısal özellik puanı (SR), 20,2 ve süreksizlik yüzey koşulu puanı da (SCR), 8 olarak hesaplanmıştır.

Tünel güzergahında elde edilen veriler dikkate alınarak, tünel portal bölgelerini oluşturan şevlerin duraylılığının belirlenmesinde, limit denge yöntemi kullanılmıştır. Şev analizlerinde tünel giriş ve çıkış sol, sağ şevler 2/3 (h/V) eğime; tünel alın şevleri ise 1/3 (h/V) eğime göre tasarlanmışlardır. Şev duraylılık analizlerinde girdi parametresi olarak kullanılmak üzere giriş ve çıkış portalları için, killi kireçtaşı ve tüfit birimlerinin; kaya malzeme sabiti (m_i), tek eksenli sıkışma dayanımı (s_c), birim hacim ağırlık (γ), elatisite modülü (E_m) ve örselenme faktörü (D)

değerleri, laboratuvar deney sonuçları ve parametreler için önerilen çizelgeler kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre; giriş portalı için killi kireçtaşına ait m_i s_c, γ, E_m ve D parametreleri sırasıyla 8, 77 MPa, 27,5 N/m^3, 27,43 GPa ve 0,7, tüfit için sırasıyla 16, 5 MPa, 16 N/m^3, 339,67 kPa ve 0,7 olarak elde edilmiştir. Çıkış portalı için, killi kireçtaşının tek eksenli sıkışma dayanımı nokta yükü dayanım indeksinden belirlenmiş olup, 71, 4 MPa olarak alınmıştır. Analizler sonucunda şevlerde dairesel kayma türü bir yenilme olacağı belirlenmiş ve karayolu tünellerinde istenilen güvenlik katsayısı değeri hem sismik etki olması durumu (1.1 güvenlik katsayısı) hem de sismik etki olmayan durum (1.5 güvenlik katsayısı) dikkate alınarak, güvenli şev tasarımı için analizler gerçekleştirilmiştir. Şev analizlerinden elde edilen sonuçlara göre, halihazırda şevlerin istenen duraylı şev koşullarını sağlamadığı ortaya konmuştur. Bu durumda, 1.5 metre aralıklarla 9 m uzunluğunda tanımlanmış kaya bulonları tasarıma ilave edilerek gerçekleştirilen aktif şev analizlerinde, istenilen şev güvenlik katsayıları elde edilmiş ve şev duraylılığı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deformasyon, duraylılık, portal, tünel, zayıf kaya

Abstract : *In this study, the entrance and exit portal regions of Kırık Tunnel in Erzurum, which was in the Km. 64+730-71+826 were investigated. The aimed of this study is to determine the characteristics of the weak rock masses and to analyze intended for planning of tunnel excavation conditions in the region. For this purpose, field study observations, borehole tests and laboratory test results has been used together with empirical approaches and the geo-mechanic parameters has been determined for rock masses which are located the entrance and exit portal areas by using obtained data.*

During the borehole studies carried out in tunnel entrance and exit portals, the talus with a thickness of approximately 5 m in the tunnel entrance portal, followed by tuffite with a thickness of 15 m and clayey limestone and the exit portal with approximately 16 m thick talus and 24 m thick clayey limestone with a thickness of 12 m were determined. For the talus unit observed at the upper levels of the tunnel entrance and exit portals, the internal friction angle (ϕ) used for slope stability analysis was obtained from Standard Penetration Test (SPT) N numbers and cohesion (c) was defined as 5 kPa. For clayey limestone and tuffite units in the lower levels of talus, systematic discontinuity orientations were not able to determined in regular tunnel excavation conditions and it was decided to apply Geological Strength Index (GSI) classification system to weak rock mass. According to GSI values were determined for the clayey limestone observed in both the entrance and exit portals and the tuffite in the entrance porta , both units can be define as the class of "disintegrated rock mass". The structure rating (SR), 15 and the discontinuity surface condition rating (SCR), 4 of the tuffite defined for entrance portal with field observations and measurements and its GSI value was determined as 20. For clayey limestone the structure rating (SR), 17,6 and the surface condition rating (SCR), 8 defined for entrance portal and this unit's GSI value was determined as 30. In addition, the structure rating (SR), 20.2 and the discontinuity surface condition rating (SCR), 8 of the clayey limestone with a GSI value of 32 at the tunnel exit portal were calculated as it.

According to data obtained from the route of tunnel, the stability of slopes forming the tunnel portal areas were analyzed considering with the limit equilibrium method. The inclination of slope were planned according to the angle of 2/3 (h/V) for the slope of entrance, exit, right and left of the tunnel and 1/3 (h/V) head of the tunnel. The input parameters such as material constant (mi), uniaxial compressive strength (sc), unit weight (γ),modulus of elasticity (Em) and disturbance factor (D) values were determined from laboratory tests results and proposed tables to use for slope stability analyses of both entrance and exit portals. According to this; the parameters mi, sc, γ, Em and D of clayey limestone for the entrance portal are 8, 77 MPa, 27.5 N / m^3, 27.43 GPa and 0.7, respectively and for tuffite, 16, 5 MPa, 16 N / m^3 339.67 kPa and 0.7. For the exit portal, uniaxial compressive strength of clayey limestone was determined from point load index tests and taken as 71.4 MPa. As a result of analysis the circular slip risks of slopes were revealed for safe slope design and the slope stability safety factors have been determined taken into considering for both seismic effect possible situations (1,1safety factor) and non seismic effect (1,5 safety factor). The slope stability analyses show that existing slopes were not provide expected slope stability conditions. In this case, rock bolts which have 9 m long and 1.5 meter intervals were illustrate to active slope stability analyses to reach safe slope design and than and slope stability has been provided.

Keywords: *Deformation, portal, stability, tunnel, weak rock*

Arafat – Taif Tünelinin Jeolojik – Jeoteknik Özellikleri, Suudi Arabistan

Geological and Geotechnical Properties of Arafat – Taif Tunnel, Saudi Arabia

H. Çağrı Yavuz[1], Turabi Düzgün[2], Metin Çetin[2], Elif S. Yıldız[1], Tamer Y. Duman[1]

[1]Fugro Sial Yerbilimleri Müşavirlik ve Mühendislik Ltd. Şti., 06680 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MAPA İnşaat ve Ticaret A.Ş., 06700 Ankara, Türkiye

(c.yavuz@fugro.com)

Öz: Kızıldeniz'den Taif bölgesine tuzsuzlaştırılmış deniz suyu taşıyacak iletim hattının çalışmaları devam etmektedir. Kızıldeniz kıyı düzlük seviyeleri yaklaşık 100 km kara içerisine, Arafat çevresine kadar ilerlemektedir. Bu düzlükler Arafat yakın kuzeyinde tüm Arap yarımadasını çevreleyen duvar dağlarla (escarpment) sonlandırılmakta ve yer yüzeyi aniden 2 bin metre seviyelerine yükselmektedir. Tuzsuzlaştırılmış deniz suyunun hedeflenen bölgeye ulaştırılabilmesi için Orta Batı Arabistan (OBA) Sıradağları olarak adlandırılan bu yükselim alanı 12.447 m uzunlukta Arafat – Taif tüneli ile geçilecektir. Tünelin giriş ve çıkışta yaklaşık 50 m uzunluktaki kesimleri 8,8 m çapında Yeni Avusturya Tünel Metodu (NATM) yöntemiyle, arada kalan kesimi ise 8,4 m çapında kilitleme pabuçlu Tünel Açma Makinesi (TBM) yöntemiyle kazılacaktır.

Tünel boyunca radyometrik yaşları 0,5 ile 1 milyar yıl arasında olan granit ve amfibolit fasiyesinde yüksek derecede metamorfizma geçirmiş kayalar geçilecektir. Köken olarak birbirinden farklı bu iki kaya grubu tünel hattının orta kesimlerinde Ad-Damm fayı ile bir araya getirilmiştir. Örtü yükü kalınlığı 717 metreye ulaşan tünel, yüzeyde ancak sınırlı kesimlere ulaşım olanağı sunan engebeli bir topoğrafyayı geçmektedir.

Tünelin jeolojik – jeoteknik modeli ayrıntılı yüzey mühendislik jeolojisi çalışmalarına dayalı olarak oluşturulmuştur. Bu model Arafat – Taif tünelinin 2 km batısında ve bu tünele koşut açılmış mevcut diğer bir tünelin bilgileriyle desteklenmiş, doğrulanmıştır. Tünel yüzeyi boyunca ayrıntılı hat etütleri yapılarak süreksizlik zonları, kaya birimleri ve örtü yükü kalınlığına göre 12 farklı jeomekanik bölüme ayrılmıştır. Her bir jeomekanik bölüm için süreksizlik özellikleri belirlenmiş, olanaklar elverdiğince farklı kayaları temsil eden taze yüzleklerden el karotiyeri yardımıyla örnekler alınmış ve tek eksenli basınç dayanımı değerleri belirlenmiştir. Bu bilgiler ve literatürde önerilen bağıntılar kullanılarak tünelin her bir jeomekanik bölümü için kaya kütle sınıfları belirlenmiş ve bunlara göre destek sistemleri önerilmiştir. Her iki portal alanında NATM için ve tünelin diğer kesimlerinde farklı jeomekanik özelliklere göre TBM kazısı için gerekli görülen destek sistemleri 5 ayrı sınıfta (I – V) belirlenmiştir.

Belirlenen kazı – destek sınıflarının uygunluğunu izlemek ve tünel kazısının güvenli bir şekilde ilerlemesini sağlamak amacıyla tünel aynasından ortalama 30 m uzunlukta araştırma (probe drilling) delgileri açılmaktadır. Bu delgiler tünel kazısı öncesi, aynada sürekli ve birbiriyle %15 – 20 aşmalı olacak şekilde yapılmaktadır. Bu araştırma delgilerinden elde edilen bilgiler tünel kazısı öncesinde değerlendirilmekte, kazı sırasında karşılaşılacak hidrojeolojik – jeotek-

nik özellikler belirlenmekte ve bu özelliklere göre tünelin mevcut kazı ve destek sistemlerine göre ilerlemesine veya bu sistemlerin değiştirilmesine karar verilmektedir. İnşaat işleri devam eden Arafat – Taif tünelinin 8,2 km uzunluktaki kesimi başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: TBM tünel kazısı, kaya kütle sınıflaması, araştırma delgisi, su - iletim hattı

Abstract: *Construction of the transmission line to carry desalinated seawater from the Red Sea to the Taif region is in progress. Red Sea coastal plain extends over Arafat region which is about 100 km inland. This coastal plain is terminated with an escarpment that is surrounding the entire Arabian Peninsula and the ground level suddenly increases to 2,000 m. In order to transport the desalinated seawater to the target area, the escarpment so-called Mid–West Arabian Mountain Chain will be crossed by the Arafat – Taif tunnel with a length of 12,447 meters. About 50 m long sections at the entrance and exit of the tunnel will be excavated by New Austrian Tunneling Method (NATM) method with 8.8 m diameter and the remaining section will be bored by 8.4 m diameter Tunnel Boring Machine (TBM) with gripper method. The tunnel passes through granite and high grade –amphibolite facies– metamorphic rocks with a radiometric age of 0.5 to 1 billion years. Different in origin, these two rock groups were juxtaposed by the Ad-Damm fault in the middle sections of the tunnel. The tunnel reaching overburden thickness of 717 m passes a rugged topography that provides access to only limited sections on the surface.*

The geological – geotechnical model of the tunnel was built based on detailed surface engineering geology studies. This model is confirmed and supported by the information of another exist tunnel which was opened 2 km west and parallel to Arafat – Taif tunnel. The tunnel was divided into 12 different geomechanical sections according to fault zones, rock units and overburden thickness by conducting detailed using discontinuity scanline surveys along the tunnel surface. Geological strength index was determined for each geomechanical section, samples were taken from fresh outcrops representing different rocks as possible by hand held core barrel and uniaxial compressive strength values were determined. Rock mass classifications were made for each geomechanical section of the tunnel based on this information and the relations suggested in the literature, and support systems were proposed accordingly. The support systems proper for NATM in both portal areas and for the excavation of TBM according to different geomechanical properties in the other parts of the tunnel were determined in 5 classes (I – V).

In order to monitor the suitability of the geological model and determined excavation – support classes, and to ensure the safe progression of the tunnel excavation, probe drilling is performed in front of the tunnel face with an average length of 30 m. These drills are planned to be performed before tunnel excavation and are continuous overlapping of 15 – 20%. The information obtained from these probe drillings are evaluated before the excavation, then the hydrogeological – geotechnical characteristics to be encountered during the excavation are determined and thereafter it is decided to advance the tunnel with the proposed excavation and support systems or to replace these systems. The tunnel construction is still underway, and the construction of 8.2 km section has been successfully completed.

Keywords: *TBM tunnel boring, rock mass classification, probe drilling, water supply project*

Tlemcen – Maghnia Yüksek Hızlı Demiryolu Tünellerinin Jeolojik – Jeoteknik Değerlendirmeleri, Kuzeybatı Cezayir

Geological – Geotechnical Evaluation of Tunnels along Tlemcen – Maghnia High Speed Railway, Northwest Algeria

Elif Seyhan Yıldız[1], Ulaş Sakallı[1], Turabi Düzgün[2]

[1]Fugro Sial Yerbilimleri Müşavirlik ve Mühendislik Ltd. Şti., Çankaya, Ankara

[2]Mapa İnşaat ve Ticaret A.Ş., 06700 Ankara, Türkiye

(e.seyhan@fugro.com)

Öz: Kuzeybatı Cezayir bölgesinde Fas sınırına kadar devam eden, 65 km uzunlukta Tlemcen – Maghnia arası yüksek hızlı demiryolu hattının inşaat çalışmaları devam etmektedir. Demiryolu hattının yaklaşık 8,5 km uzunluktaki kesimi 14 tünel ile geçilecektir. Yükseklik ve genişlikleri sırasıyla 10 ve 13 m olan tünellerin uzunlukları 280 ile 1570 m arasında değişmektedir. Demiryolu, Tell-Atlas Dağları'nın batı kesimlerini oluşturan yüksek plato alanının kuzey sınırını izlemektedir. Jura platform kireçtaşlarıyla yapılı olan plato, kuzeydoğu – güneybatı doğrultulu ve güneye eğimli konumda olan Kuzey Atlas Fayı tarafından Miyosen birimleri üzerine itilmektedir. Fayın morfolojide oluşturduğu iz, bölgesel ölçekte Fas sınırına kadar belirgin takip edilebilmektedir. Demiryolu hattında yer alan tüneller Jura marn ara seviyeli kireçtaşı – kiltaşı – kumtaşı ardalanması ve dolomittik kireçtaşları, Miyosen marn – kiltaşı – kumtaşı seviyeleri ve Plio-Kuvaterner teras çökelleri olmak üzere üç farklı yaş aralığındaki birimler içinde açılacaktır. Ayrıca, Kuzey Atlas Fayı etki alanında olması nedeniyle tüneller ana fay deformasyon zonları veya ikincil faylarla da geçecektir. Faylar kireçtaşlarını kestiği kesimlerde kalın breş zonu oluşturmaktadır. Yer yer yeniden karbonatla çimentolanmış fay breşleri orta sağlam kaya dayanımı göstermektedir. Ancak, bu zonların genel özellikleri yüksek geçirimli ve çok zayıf – zayıf kaya dayanımda olmalarıdır. Farklı kalınlıklarda ara seviyeler oluşturan zayıf dayanımlı marn tabakaları, sağlam kireçtaşı tabakaları arasında önemli bir dayanım farkı oluşturmakta ve genel kaya kütle değerini düşürmektedir. Dolomittik kireçtaşları yaygın gelişmiş karstik erime boşluklarıyla karakteristiktir. Karstik erime boşlukları kaya hacminin %20 – 30'na kadar ulaşabilmektedir. Zayıf dayanımlı Miyosen marn seviyeleri önemli şişme – sıkışma sorunlarına neden olmaktadır. Plio-Kuvaterner teras çökelleri genellikle blok, çakıl ve kum boyu malzemeden oluşmaktadır. Miyosen marnı üzerine depolanan teras çökelleri içinde tünek su birikmektedir.

Tlemcen – Maghnia hızlı tren hattındaki tünellerde karşılaşılan farklı litolojik sınırlar, fay zonları, geçirimli – geçirimsiz dokanaklar ve farklı kaya dayanımları tünel imalatı sırasında farklı jeoteknik sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, söz konusu tünellerin güvenli açılabilmesi için öncelikle yapısal unsurlar ve litolojik birimlerin alansal dağılımları ve bunların düşeyde tünel seviyesindeki durumları mühendislik jeolojisi harita ve boy kesitlerinde hassasiyetle belirlenmiştir.

Her bir tünel güzergahı, jeolojik, hidrojeolojik, jeoteknik özelliklerine göre, kendi içerisinde homojen bölgelere ayrılmıştır. Her bir homojen bölge için kaya kütle sınıfları (RMR ve Q) ve

jeolojik dayanım değerleri (GSI) belirlenmiştir. Bu değerlerin Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi (NATM) sınıflarında karşılık geldikleri kaya tiplerine göre destek tipleri belirlenmiştir. Tünellerde öngörülen jeoteknik sorunların daha dar alanlarda çözümü için ara sınıflar oluşturularak özel destek sistemleri önerilmiştir. Önerilen destek sistemlerinin uygunluğu analitik ve sayısal analizlerle çapraz kontrol edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaya kütle sınıflaması, NATM yöntemi, tünel

Abstract: *The construction phase of the 65 km long Tlemcen - Maghnia high speed railway project in the northwest Algeria to the Morocco border is still on going. The 8.5 km of the railway alignment will constitute 14 tunnels. Tunnels with a height and width of 10 and 13 m, respectively, vary in length from 280 to 1570 m. The railway alignment follows the northern boundary of the High Plateau area, which forms the western part of the Tell-Atlas Mountains. The plateau, formed of Jurassic limestones, is thrust over on the Miocene units by the North Atlas Fault which is in the northeast - southwest direction and inclined to the south. The trace of the fault in morphology can be observed until the Moroccan border on a regional scale. Tunnels planned to be constructed on the railway project pass through the three different age units namely the Jurassic limestone with interbedded marl – claystone - sandstone intercalations and dolomitic limestones, Miocene marl - claystone - sandstone and Plio - Quaternary terrace deposits. Additionally, since the study area is close to the impact of North Atlas Fault zone, the tunnels will pass through the main fault deformation zones or secondary faults. The faults form the thick breccia zone in the sections where they cross the limestones. Fault breccias re-cemented with carbonate locally are moderately strong rock. However, the general characteristics of these zones are high permeability and very weak to weak rock. The weak marl interbedded layers within the limestones cause the significant strength differences between the limestone layers and reduce the overall rock quality. Dolomitic limestones are characterized by prevalent karstic cavities. Karstic cavities are composed of 20-30% of the rock volume. The weak Miocene marls layers cause the critical swelling - consolidation problems. Plio-Quaternary terrace deposits generally consist of block, gravel and sand size materials. Perched water table accumulates in the terraces deposited on the Miocen e marl. The different lithological boundaries, fault zones, permeable - impermeable contacts and different rock strengths encountered at the tunnels on the Tlemcen - Maghnia high - speed railway alignment cause the several geotechnical problems during tunnel construction. Therefore, in order to ensure the safety of excavation of the tunnels, firstly the structural factors and the surface and vertical distribution of lithological units at the tunnel level were determined on the engineering geology maps and cross sections.*

Each tunnel was divided into the homogeneous sections according to the geological, hydrogeological and geotechnical properties. Rock mass classifications (RMR and Q) and geological strength index (GSI) were determined for each homogeneous section. The support systems were designated according to the corresponding rock types in the New Austrian Tunneling Method (NATM). In order to solve the geotechnical problems foreseen at the tunnels for the specific conditions, the intermediate classes were established, and the special support systems were proposed. The availability of the proposed support systems was cross-checked with analytical and numerical analyzes.

Keywords: *NATM method, Rock mass classification, tunnel*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Atık PET Fiberlerle Güçlendirilmiş Düşük Plastisiteli Killi Zeminlerin Donma Çözülme Öncesi ve Sonrası Yapısal Analizi

Structural and Mechanical Analysis of Low Plasticity Clayey Soils Reinforced with Waste Pet Fibers Before and After Freeze-Thaw

Necmi Yarbaşı, Ekrem Kalkan

Atatürk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

Öz: Bu çalışmada düşük plastisiteli killi zemin ile atık PET fiber karışımının donma-çözülme öncesi ve sonrası yapısal değişimleri ve yapısal özellikleri, tek eksenli serbest basınç deneyi, X-Işını Kırınım yöntemi (XRD) ve taramalı elektron mikroskobunda (SEM) ile incelenmiştir. Atık PET fiberlerinin düşük plastisiteli killer üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, üç farklı oranda %0.1, %0.2 ve %0.3 ve 10-25 mm uzunlukta ve 0.02 mm kalınlığında geri dönüşüm ile elde edilen atık PET fiberleri kullanılmıştır. Killi zemin içerisine rastgele dağıtılmış atık PET fiberleri-killi zemin karışımının mukavemet özellikleri bir dizi serbest sıkıştırma testi ve donma–çözülme deneyi belirlenmiştir. Killi zemin ve atık PET fiberlerinin kristal doğasını elde etmek için XRD deneyi, numunelerin yüzey morfolojisi hakkında detaylı bilgi edinmek için ise SEM görüntüleri kullanılmıştır. Donma-çözülme öncesi killi zemin içerisine rastgele dağıtılmış atık PET fiber katkısının zemin örneklerinin pik basınç mukavemetini ve sünekliliğini artırdığı, donma-çözülme sonrası ise mukavemetin genel olarak azaldığı, fakat fiber ilavesi mukavemet kaybını kısmen engellediği görülmüştür. Sonuç olarak atık PET fiberleri ile güçlendirilen killi zeminlerin mukavemetinde önemli artışlar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kil, Polietilen Terefitalat (PET), dayanımı, donma-çözülme, XRD, SEM

Abstrac: *In this study, structural analyzes of low plasticity clayey soil and waste PET fiber mixture before and after freeze-thaw were investigated by uniaxial compressive test, X-Ray Diffraction method (XRD) and scanning electron microscope (SEM). In order to determine the effects of waste PET fibers on low plasticity clays, three different ratios of 0.1%, 0.2%, 0.3% and 10-25 mm long and 0.02 mm thick waste PET fibers were used. The strength properties of the waste PET fibers-clayey soil mixture randomly distributed in the clayey soil were determined using a series of unconfined compression tests and for the freeze-thaw tests. XRD test was used to obtain the crystal nature of clay soil and waste PET fibers and SEM images was used to obtain detailed information about the surface morphology of the samples. It has been found that the randomly dispersed waste PET fiber admixture into the clayey soil before to freeze-thawing increases the peak compressive strength and ductility of the soil samples, whereas the free compressive strength of the samples generally decreases after freeze-thawing, but fiber incorporation partially inhibits the loss of strength. As a result, significant increases in the strength of clayey soils reinforced with waste PET fibers were detected.*

Keywords: *Clay, Polyethylene Terephthalate (PET), strength, freeze-thaw, XRD, SEM*

GİRİŞ

Günümüzde önemli bir çevresel problem haline gelen doğal veya sentetik atıkların geri dönüşüm yoluyla tekrar ekonomiye kazandırılması çalışmaları büyük bir hız kazanmıştır. Dünyamızın artan nüfus miktarına bağlı olarak özellikle tek kullanımlık PET'ler büyük bir çevresel kirlilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kaynağını ham petrolün oluşturduğu plastikler, zaman içerisinde çürümeyen, çözünmeyen, biyolojik olarak bozulmayan ve doğada bozulmadan uzun yıllar kalabilen (yaklaşık 1000 yıl) aynı zamanda suyun ve toprağın kirlenmesine sebep olan malzemelerdir. PET (polietilen terefitalat) bir plastik reçine ve en yaygın kullanılan polyester türüdür. Modifiye edilmiş etilen glikol ve saf terefitalik asit birleşiminden meydana gelen bir polimerdir (Seventekin, 2003).

Atık Pet şişe gibi değerlendirilebilir atıklar çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek yeni bir hammaddeye veya ürüne dönüştürülebilmektedir. Bu durum günümüzde geri dönüşüm olarak adlandırılmaktadır. Sadece PET geri dönüşümünden, halı tabanları, uyku torbaları, giysilerdeki yalıtım maddesi, oto parçaları, boya fırçaları, can kurtarma yastıkları, torbalar, posta kutuları, piknik masaları, çitler, yürüyüş botları, çift bölmeli kovalar, laser toner kartuşu, kayışlar ve geotekstiller elde edilebilmektedir (Anabal, 2007; Sevencan, 2007)

Masaiko, (2005) araştırmaları kapsamında PET'lerin mekanik geri dönüşümü yöntemi ile 1.246 kg'lık PET şişe balyasından 1 kg PET talaşı, kimyasal geri dönüşüm yöntemi ile 1.133 kg'lık PET şişe balyasından 1 kg PET polimer elde edildiğini tespit etmişlerdir. Böylece 1 kg PET üretmek için kullanılan doğal kaynakların tüketilmeyeceğini ve kullanım sonrası oluşan ambalaj atıklarının değerlendirilerek çevre kirliliği yaratılmamış olacağını belirlemişlerdir. Zaimoglu (2010), ince taneli zemin örneği içinde rastgele dağılım gösteren Polipropilen fiber malzemenin zemin dayanımına ve durabilitesine etkisi donma-çözülme çevrimlerine bağlı olarak incelemiştir. Donma-çözülmeye tabi tutulan zemin örneklerinin serbest basınç dayanımlarının fiber oranının artmasıyla birlikte arttığını belirlemiştir. Ghazavi ve Roustaie (2010), çalışmalarında zeminlerin dayanımını oldukça etkileyen donma çözülme konusuna da yer vermişlerdir. Söz konusu çalışmada Polipropilen fiber katkıları en fazla 10 çevrimlik kapalı sistem donma-çözülme döngüsüne tabi tutulacak kaolin kilinden oluşan zemin örneği ile karıştırılmıştır. Deneyler sonucunda donma-çözülme çevrim sayısındaki artışın kil zeminin serbest basınç dayanımında %20 -25 oranında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kil zeminlerde fiber katkısının serbest basınç dayanımını arttırdığı ve donmadan kaynaklanan kabarmayı azalttığı belirlenmiştir.

Killi zeminlerin içerisine rastgele dağıtılan fiberlerin zemin iyileştirme uygulamalarında kullanımı jeoteknik mühendisliğinin son dönemlerinde ilgi çekici bir araştırma konusu olmuştur. Zemine bu tür elemanların eklenmesinin zeminin kayma dayanımını, taşıma gücünü artırdığını ve oturmaları azaltarak, yanal deformasyonları sınırladığı tespit edilmiştir (Yarbasi et al. 2007).

Doğal veya sentetik fiberlerin maliyetlerinin düşük olması ve sentetik türdeki fiberlerin plastik atıkların geri dönüşümü ile üretilmesi gibi önemli avantajları vardır. Bunlara ek olarak Polipropilen fiber malzemenin kimyasal ve biyolojik bozulmalara dayanıklı olması da diğer bir tercih sebebidir (Puppala and Musenda, 2000; Vasudev 2007).

MATERYALLER

Kırmızı Kil

Kırmızı kil örneği Oltu (Erzurum) ilçesinin 5 km. kuzeybatısında bulunan tortul birimden, 0.50 m. derinlikten kazılarak alınmıştır. Kırmızı kil örneği, 24 saat 105±5 ºC' de kurutulduktan sonra iri taneler Los Angeles cihazında 5000 devirde öğütülmüştür. Deneysel çalışmalarda kullanılan kırmızı kil örneği Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre (USCS) düşük plastisiteli killi zemin olarak (CL) olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Killi zeminin mühendislik özellikleri (Yarbaşı, 2018).

Parametreler	Değerler
Spesifik gravite, Gs	2.62
Kum boyu (%)	14.0
Silt boyu (%)	52.0
Kil boyu (%)	34.0
Likit limit, LL (%)	43.5
Plastik limit, PL (%)	22.0
Plastisite indeksi, PI (%)	21.5
Optimum su içeriği[1], OWC (%)	22.0
Maksimum kuru yoğunluk[1], MDD (kN/m^3)	15.9
Zemin sınıflaması[2]	CL

[1] Kompaksiyon testi ile belirlenmiştir.

[2] USCS'e göre tanımlanmıştır.

Atık PET Şişe Fiberleri

Atık pet şişe fiberleri, PETE-PET (Polietilen Tereftalat) olarak tanımlanan polyester fiberler, film, elyaf, şişe olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Erime sıcaklığı (Te = 265 ºC), Kritik sıcaklık (Tc= 80 °C ve 175 °C'ye) kadar kullanışlıdır, asitlerden etkilenmez. PET'ler iki değerli bir organik asit ile iki değerli bir alkolün polikondenzasyonu ile elde edilirler (Seventekin, 2003).

Bu çalışmada kullanılan atık Pet şişe fiberleri tekstil piyasasına hammadde sağlayan Ertona Tekstil (Nilüfer-Bursa) firmasından temin edilmiştir. Fiberler, 5 mm - 10 mm boyutlarında kesilerek killi zemin içerinde rastgele dağıtılarak kuru ortamda karışımı sağlanmıştır. Malzemenin topaklaşmasına fırsat vermemek için azami dikkat gösterilmiştir.

METOTLAR

Deneysel çalışmalara kırmızı killi zemine üç farklı oranda atık PET fiber (% 0.1,% 0.2, % 0.3 kuru ağırlığın) ilavesiyle elde edilen karışımların optimum su muhtevasında sıkıştırılmasıyla başlanmıştır. Sıkıştırma işlemleri, ASTM D 698-78›e göre Standart Proktor testi 35 mm-70 mm boyutlarındaki silindirik numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Serbest basınç mukavemeti (UCS) deneyleri, XRD ve SEM analizleri optimum su muhtevasında sıkıştırılmış silindirik numuneler üzerinde yapılmıştır.

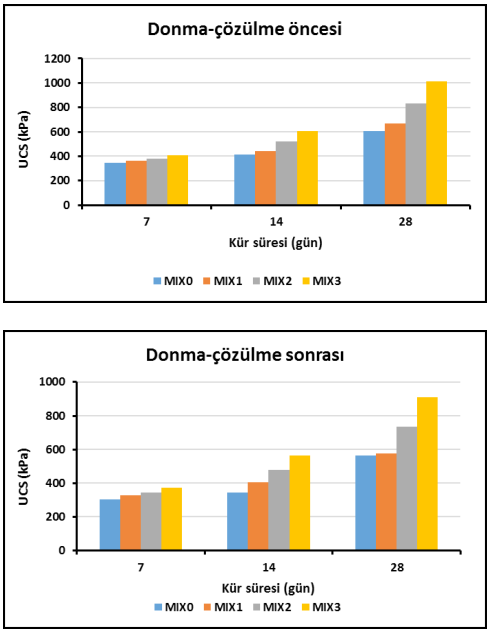
Karışım oranlarına göre; % 100 kırmızı killi zemin (MIX0), % 99.9 kırmızı killi zemin+% 0.1 atık PET fiber (MIX1), % 99.8 kırmızı killi zemin+% 0.2 atık PET fiber (MIX2) ve % 99.7 kırmızı killi zemin+% 0.3 atık PET fiber (MIX3) olarak adlandırılmıştır. Sıkıştırma işleminden sonra, 7, 14 ve 28 gün kür koşullarına tabi tutulan numuneler üzerinde UCS deneyleri yapıldı. UCS deneyleri, ASTM D 2166'a göre 0.8 mm/dk yükleme hızında gerçekleştirilmiştir.

Donma-çözülme testleri ise ASTM D 560-2003'e göre programlanabilir donma-çözülme kabininde (-21 °C, +21ºC, 12 saat ve 10 çevrim olarak yapılmıştır. Numunelerin XRD analizi, oda sıcaklığında 2θ aralığında 0.026 (40kV, 30 mA, 1.54051 Å) basamak büyüklüğüne sahip Cu-Kα radyasyonu ile JEOL D8 ADVANCE XRD spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SEM görüntülerinde

ise Sigma 300 Zeiss Gemini FE-SEM cihazları kullanılmıştır. XRD ve SEM analizleri, Atatürk Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında (DAYTAM) yaptırılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

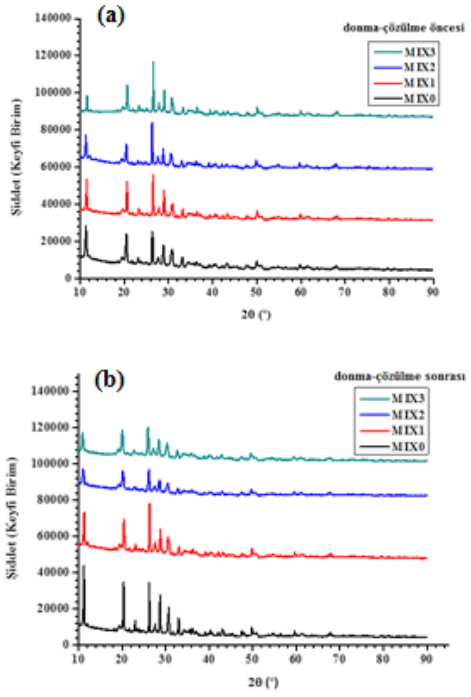
Deney sonuçlarına göre, tüm atık PET fiber katkılı karışımlar, doğal kırmızı killi zemin örneğine kıyasla daha iyi mukavemet performansı göstermiştir. Donma-çözülme öncesi ve sonrası en yüksek mukavemet 28 günlük kür sonunda MIX3 karışımında sırasıyla %67.14 ve %62.10 oranlarında meydana gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Karışımların donma-çözülme öncesi ve sonrası mukavemet değişimleri

Donma-çözülme öncesi ve sonrası mukavemetteki artış, kür süresi ve atık PET fiber oranı ile artmaktadır. Kırılma anında atık PET fiberlerinden kaynaklanan sünek kırılmalarda gözlenmiştir Benzer sonuçlar, Akbulut et al. 2007; Hejazi et al. 2012; Prabakar and Sridhar, 2002, çalışmalarında da görülmüştür.

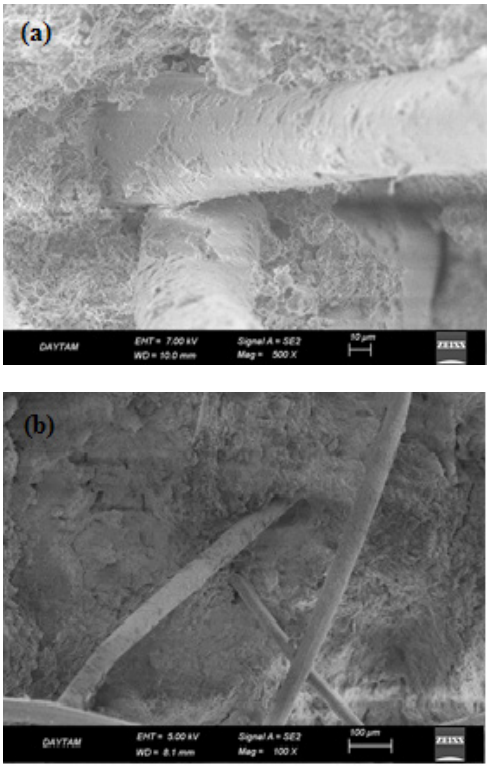
Donma-çözülme öncesi karışım numunelerin XRD paterni incelendiğinde ise kırmızı killi zemin ve karışım numunelerinde yaklaşık 10°, 20° ve 26° 'ye tekabül eden güçlü pikler gözlenmiştir. Bu piklerin şiddeti atık PET fiber miktarının artışına paralel olarak artmakta ve kırmızı killi zemin içerisinde baskın hale gelmektedir (Şekil 2a). Donma-çözülme sonrası 10°, 20° ve 26°'ye tekabül eden güçlü piklerin fiber oranının artışına paralel olarak azaldığı izlenmiştir (Şekil 2b). Dolayısıyla atık PET fiberlerin artan miktarı kırmızı killi zeminin stokiyometrisini değiştirmede etkili olduğu ve kırmızı killi zemin ile atık PET fiber ilişkisini nispeten zayıflattığını göstermektedir. Bu durum mukavemet değerlerindeki azalışta da gözlenmiştir.



Şekil 2. Karışımların donma-çözülme öncesi (a) ve sonrası (b) XRD paternleri

Donma-çözülme öncesi, karışımların SEM görüntüleri incelendiğinde ise kırmızı kilin doğal yapısı olan tabakalı yapı atık PET fiber ilavesiyle daha kompakt bir hale geldiği görülmüştür. Fiberler ile kilin sıkı bir ilişkiye girerek morfolojik görünümün daha sıkı ve sert bir hale geldiği gözlenebilmektedir (Şekil 3a).

Donma-çözülme sonrası, karışımların SEM görüntüsü incelendiğinde ise atık PET fiberleri ile kırmızı kilin sıkı ilişkisi nispeten zayıflamış ve bağlantıda yer yer boşluklu zayıf zonlar meydana gelmiştir (Şekil 3b). Donma-çözülme sonrası yapısal olarak zayıflama kendisini mukavemet değerlerindeki ve XRD piklerinde azalış olarak ta göstermektedir.



Şekil 3. Donma-çözülme öncesi (a) ve sonrası (b) SEM görüntüleri

Genel bir sonuç olarak, atık PET fiberleri ilave edilmiş kırmızı killi zeminin yapısal özelliklerinde önemli seviyede iyileşmeler sağlamıştır. Donma-çözülme öncesi ve sonrası en yüksek mukavemet değerleri MIX3 karışımında meydana gelmiştir. Kil taneleri ile fiberler arasındaki olumlu yapısal ilişkileri gerek XRD gerekse SEM görüntüleriyle belirlenmiştir. Atık PET fiberler ile modifiye edilmiş düşük plastisiteye sahip killi zeminlerin stabilizasyonu için alternatif bir atık malzeme olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar bu makaleye eleştiri ve önerileriyle katkı koyan hakemlere teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

Seventekin, N. 2003. Kimyasal lifler. E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını.

Sevencan, F., Vaizoğlu, S.A. 2007. PET ve Geri Dönüşümü, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 2007: 6 (4).

Anabal, F.Y. 2007. PET Atıkların Endüstride Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, FBE Çevre Bilimleri Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Masaiko, H. 2005. LCA as A Component of Configuration Engine for KIH.

Zaimoglu, A.S. 2010. Freezing–Thawing Behavior of Fine-Grained Soils Reinforced with Polypropylene Fibers", Cold Regions Science and Technology, Vol 60, 63–65.

Ghazavi, M. and Roustaie, M.2010. The Influence of Freeze–Thaw Cycles on the Unconfined Compressive Strength of Fiber- Reinforced Clay", Cold Regions Science and Technology, Vol 61, 125–131.

Yarbaşı, N., Kalkan, E. and Akbulut, S. 2007. Modification of Freezing– Thawing, Properties

of Granular Soils with Additives, Cold Regions Science and Technology, Vol 48, 44-54.

Puppala, A.J. and Musenda, C. 2000. Effect of Fiber Reinforcement on Strength and Volume Change Behavior of Two Expansive Soils. Transportation Research Record. 1736, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Vasudev D. 2007. Performance Studies on Rigid Pavement Sections Built on Stabilized Sulfate Soils. MSc thesis, University of Texas at Arlington.

ASTM D 698-78, 2012. Fundamental Principles of Soil Compaction. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, USA.

ASTM D 2166, 2006. Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil. American Society for testing and materials, PA, USA.

ASTM D 560,2003. Standard Test Methods for Freezing and Thawing Compacted Soil–Cement Mixtures, West Conshohocken, PA, USA.

BS 1377 (Part 2), 1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes, Classification tests, British Standards Institution.

Yarbası, N. 2018. Strength Properties Of Low Plasticity Clayey Soils Modified With Marble Dust And Scrap Tire**.** Artvin Çoruh University Natural Hazards Application and Research Center Journal of Natural Hazards and Environment 4(2): 162-170.

Akbulut S., Arasan S., Kalkan E.2007. Modification of Clayey Soils Using Scrap Tire Rubber and Synthetic Fibers, Applied Clay Science, 38, 23–32.

Hejazi S.M., Sheikhzadeh M., Abtahi S.M., Zadhoush A.2012. A Simple Review of Soil Reinforcment by Using Natural and Synthetic Fibers, Construction and Building Materials, 30, 100-116.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Suya Doygun Olmayan Zeminlerde Yağmur Etkisi Altında Şev Stabilitesi Analizi

Slope Stability Analysis Under Rainfall Effect in Unsaturated Soils

Ahmet Erdağ, Nihat Sinan Işık

Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06500 Ankara, Türkiye

(ahmet.erdg@gmail.com)

Öz: Dünya genelinde şev hareketleri ciddi bir doğal afet ve toplumsal tehlikedir. Çeşitli etki faktörleri arasında yağmurun neden olduğu boşluk suyu basıncının artması başlıca tetikleyici etkilerden biri olarak bilinmektedir. Bu nedenle, şev stabilitesini değerlendirmek için kullanılan modeller arasında bulunan yağmur sızma analizleri ile birlikte limit denge analizleri, aşırı yağışlar sırasında şevlerin stabilitesini değerlendirmek için etkili bir yol olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın amacı suya tam doygun olmayan zeminlerden oluşan şevlerin güvenlik sayılarını analiz etmektir. Bu kapsamda literatürden seçilen farklı vakalar kullanılarak çeşitli koşullarda stabilite analizleri gerçekleştirilmiştir. Hesaplama- larda yağmur infiltrasyonu, emme gerilmesi etkisi, emme gerilmesi göz önüne alındığı durumlarda ve yağmur infiltrasyonunun dikkate alınmadığı durumlardaki güvenlik sayıları karşılaştırılmıştır. Şev analizinde, Geostudio yazılımı içerisinde yer alan Slope/w ve Seep/w programları kullanılmıştır. Analizler neticesinde, emme gerilmesi ve yağmurun dikkate alınmadığı durumdaki şevin güvenlik sayısı ile diğer etkiler göz önüne alındığı durumlardaki şevin güvenlik sayısı incelendiğinde, en kritik güvenlik sayısının yağmurun bitişine takiben ve suyun infiltrasyonu sonucu meydana geldiği ortaya çıkmıştır. İnfiltrasyon ile beraber yeraltı su seviyesinde artış görülmüştür. Yağmur ile beraber güvenlik sayıla- rında azalma, emme gerilmesi etkisinde ise güvenlik sayısında artış gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şev stabilitesi, yağmur infiltrasyonu, doygun olmayan zeminler, emme gerilmesi

Abstract: *Slope movements around the world are serious natural disasters and social danger. Among the various effect, the increase in pore water pressure caused by rain is known as one of the main trig- gering effects. Therefore, the rain infiltration analysis and limit equilibrium analysis, which are among the models used to evaluate slope stability, are considered as an effective way to evaluate slope stability during heavy rainfall. The aim of this study is to analyze the factor of safety of unsaturated soils. In this context, stability analyses were performed using different slope parameters selected from the literature. In the calculations, factor of safety of cases in which rainfall infiltration, matric suction effect, matric suction considered and factor of safety of cases where rainfall is not taken into consideration were compared. Slope/w and Seep/w programs in Geostudio software were used for slope analysis. As a result of analysis, when the factor of safety of the slope in case of the matric suction and rainfall are not considered and the factor of safety of the slope in case of other effects are considered are examined, it was found that the most critical factor of safety was the result of rainfall ceasing and water infiltration. Groundwater level increased with infiltration. There was a*

decrease in the factor of safety with rainfall and an increase in the factor of safety with the effect of suction stress.

Keywords: *Slope stability, rainfall infiltration, unsaturated soil, suction stress*

GİRİŞ

Doğada zemin şevleri doygun durumda veya suya tam doygun olmayan halde bulunabilmektedir. Yağmur şev bozukluğuna sebep olan ana etken olarak görülmektedir. Yer altı suyu tablası üzerindeki negatif boşluk suyu basıncı zemin mukavemetini ve şev stabilitesini arttırabilir (Fredlund ve Ra-hardjo, 1993). Yağmur suyunun infiltrasyonu matrik emmeyi ve nihayetinde zemin mukavemetini azaltır. Bu da şev stabilitesinde bozulmalara neden olur. Yağmur kaynaklı şev kaymalarının çoğu yüzelseldir ancak çok derin kaymalar da rapor edilmektedir (Keaton vd., 2017). Doygun olmayan zeminlerde şev stabilitesini kesin olarak değerlendirebilmek için ilk olarak zamana bağlı sızma analizi yapılmalıdır. Daha sonra güvenlik sayısını elde edebilmek için, hesaplanan boşluk suyu basıncı profilleri limit denge analizine veya sonlu elemanlar analizine entegre edilmelidir. Sayısal sızma analizi, zemin karakteristik eğrisi ve permeabilite fonksiyonunun bilinmesini gerektirir. Sayısal metotlara basitleştirilmiş alternatif olarak sunulan sonsuz şev analizi, yağmur altındaki doygun olmayan zemin şevlerinin stabilitesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Zizioli vd., 2013). Sonsuz şev modeli sınır dirençlerini ihmal etmektedir. Bu nedenle, sonsuz şev modeli sadece kayma yüzeyi derinliğinin kayma yüzeyi uzunluğuna göre çok daha az olduğu durumlarda geçerlidir. Derinlik/ Uzunluk oranındaki artış ile artan sınır dirençlerini ihmal ettiğinden dolayı güvenlik faktörü değeri küçük çıkmaktadır (Huang vd. 2015). Bu çalışmada (Kristo vd., 2017), (Gofar ve Rahardjo, 2017) ve (Lin ve Zhong, 2018) tarafından sunulan vakalarda kullanılan şev analizi girdi parametreleri ile farklı yağış koşullarında yeni stabilite analizleri yapılmıştır.

DOYGUN ZEMİNLERDE KAYMA MUKAVEMETİ

Doygun zeminlerin kayma mukavemeti tek değişkeni olan efektif gerilmeyle tanımlanırken, doygun olmayan zeminlerde efektif gerilmenin yanında matrik emme de değişken olarak zeminlerin kayma mukavemetinde önem kazanmaktadır. Doygun olmayan zeminlerin kayma mukavemeti bağımsız çeşitli gerilme durumları bakımından formüle edilebilir (Fredlund ve Rahardjo, 1993).Bu gerilim değişkenleri kullanılarak kayma mukavemeti denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$\tau = c' + (\sigma - ua)\tan\varphi' + (ua - uw)\tan\varphi b$

τ: kayma mukavemeti

c': efektif kohezyon

φ': efektif içsel sürtünme açısı

$(\sigma - u_a)$: net normal gerilme

$(u_a - u_w)$: matrik emme

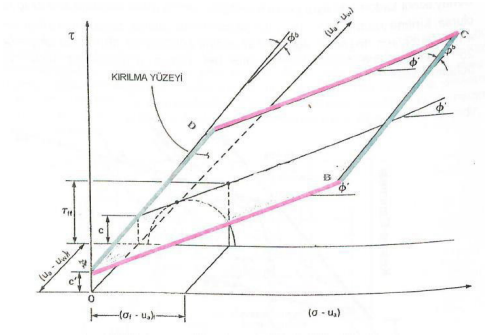
φ^b: matrik emmedeki değişime bağlı olarak kayma mukavemetindeki artışı gösteren açı

σ: normal toplam gerilme

u_a: boşluk hava basıncı

u_w: boşluk suyu basıncı

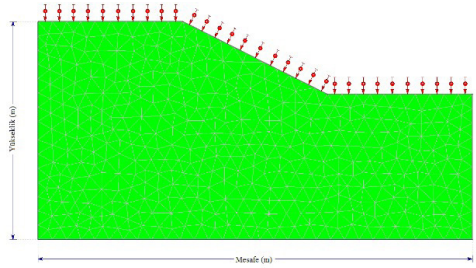
Klasik zemin mekaniğinden farklı olarak doygun olmayan zemin mekaniğinde zeminlerdeki kırılma yüzeyi Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Doygun olmayan zeminlerde kırılma yüzeyi

MATERYAL

Bu çalışmada kullanılan şev modelleri iki boyutludur. Kullanılan model Şekil 2'de gösterilmektedir. Literatürden temin edilen üç farklı vaka analizi üzerine çalışılmıştır. Birinci vaka, şevi Singapur bölgesinde alüvyon zemine sahip yüksekliği 15 metre, eğimi ise yaklaşık olarak 27 derecedir (Kristo vd., 2017). İkinci vaka killi bir zemine sahip yüksekliği 4 metre eğimi 45 derece olan bir şeve aittir (Gofar ve Rahardjo, 2017). Üçüncü vaka ise kil zeminden oluşan yükseliği 10 metre eğimi 10 derece olan şevden oluşmaktadır (Lin ve Zhong, 2018). Doygun ve doygun olmayan kayma mukavemet parametreleri Bishop yöntemi kullanılarak şev stabilite analizlerinde kullanılmıştır. Şevlere ait zemin parametreleri ile sızma analizleri için kullanılan tipik SWCC (zemin su karakteristik eğrisi) parametreleri Çizelge 1'de gösterilmektedir.



Şekil 2. İki boyutlu şev modeli

Çizelge 1. Stabilite analizlerinde kullanılan vakalara ait zemin özellikleri.

	γ (kN/m^3)	c' (kPa)	φ'	φ^b	a	n	m
Vaka 1	19	8	35	20	30	1.1	1.2
Vaka 2	20	10	26	17	100	1	1
Vaka 3	20	10	26	26	10	1	1

a, n ve m zemin su karakteristik eğrisine ait şekil parametreleridir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Literatürden elde edilerek uygulama yapılan şev stabilitesi analiz sonuçları Vaka Analizi 1, Vaka Analizi 2 ve Vaka Analizi 3 olarak ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

Vaka Analizi 1

Bu analizde 10 saat boyunca (t=10) 0.057 mm/s, 0.065 mm/s, 0.075 mm/s ve 0.080 mm/s yağış yoğunlukları kullanılmıştır. Emme gerilmesi ve yağmurun dikkate alınmadığı durumda şevin stabilite analizi sonucu güvenlik sayısı 2.312 olarak bulunmuştur. Suya tam doygun olmayan şevde yağmur infiltrasyonu sonucu bu sayı sırasıyla 2.093, 2.081, 2.002 ve 1.991 olarak

değişim göstermiştir. Yeraltı su seviyesinin başlangıç koşullarına göre infiltrasyon ile artması ve matrik emme basınçlarındaki azalma güvenlik sayısındaki azalmaya neden olmuştur. Doğal durumdaki şeve yağmur infiltrasyonu uygulanmadan emme gerilmesi parametreleri kullanılarak elde edilen güvenlik sayısı ise 2.318 olarak görülmüştür. Bu değer başlangıç koşullarındaki şev güvenlik sayısından fazladır. Nedeni, emme gerilmesinin zeminin kayma mukavemet değerini arttırmasıdır.

Vaka Analizi 2

Bu analizde 8 saat boyunca (t=8) 22 mm/s yağış yoğunluğu kullanılarak analiz yapılmıştır. Emme gerilmesi ve yağmurun dikkate alınmadığı durumda şevin stabilite analizi sonucu güvenlik sayısı 1.661 olarak bulunmuştur. Yağmur infiltrasyonu sonucu güvenlik sayısı 1.289 değerine düşmüştür. Doğal durumdaki şeve yağmur infiltrasyonu uygulanmadan emme gerilmesi parametreleri kullanılarak elde edilen güvenlik sayısı

2.540 değerine ulaşmıştır.

Vaka Analizi 3

Bu analizde ise şeve 30 gün boyunca 20 mm/gün yağış uygulanmıştır. Analizde emme gerilmesi ve yağmurun dikkate alınmadığı durumda güvenlik sayısı 1.900, yağmur etkisi dikkate alındığı durumda 1.100 değeri elde edilmiştir. Aynı vaka için emme gerilmesi dikkate alınarak yapılan analizde ise güvenlik sayısı 2.010 değerine ulaşmıştır.

Literatür çalışmasına ek olarak yapılan analizler sonucunda vakalara ait güvenlik sayılarındaki değişimler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Vaka çalışmalarında elde edilen güvenlik sayılarının karşılaştırılması.

	A	B	C
Vaka 1	2.310	2.318	1.991
Vaka 2	1.661	2.540	1.289
Vaka 3	1.900	2.010	1.100

A: Emme gerilmesi ve yağmurun dikkate alınmadığı durum

B: Emme gerilmesinin dikkate alındığı durum

C: Yağmur etkisinin dikkate alındığı durum

SONUÇLAR

Klasik zemin mekaniğinde şev stabilite çalışmalarında emme gerilmesi etkisi genellikle göz ardı edilir. Bu çalışmanın amacı ve elde edilen sonuçlar kapsamında emme gerilmesinin stabilite analizlerinde dikkate alınması gereken önemli bir parametre olduğu görülmüştür. Çalışmada yağış infiltrasyonu göz önünde bulundurularak limit denge yöntemlerinden Bishop analiz yöntemi kullanılarak farklı vaka çalışmalarında stabilite analizleri yapılmıştır. Analizler, sonlu elemanlar yazılımı Seep/w ve limit denge analizi Slope/w kullanılarak yapılmıştır. Farklı analizler sonucunda, yağış yoğunluğu ile güvenlik sayısı arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yağmurun infiltrasyonu ve boşluk suyu basıncındaki değişimler güvenlik sayısını önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca doğal durumdaki şevde meydana gelen emme gerilmesi zeminlerin gerilme durumunun değişmesine ve kayma mukavemetinin artmasına ve böylece güvenlik sayısında bir artışa neden olmaktadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Fredlund, D.G., Rahardjo, H., 1993. Soil Mechanics for Unsaturated Soils. Wiley, New York.

GeoStudio (2008). Stability Modelling with Slope/W 2007 Version, Geo-Slope International Ltd., Canada, 35 p.

Gökoğlu, Ö. (2015). Doygun olmayan zeminlerde şev stabilite analizi. 3 (2), 16–17.

Gofar, N. and Rahardjo, H. (2017). Saturated and unsaturated stability analysis of slope subjected to rainfall infiltration. MATEC Web of Conferences. 101 05004

Huang, W., Leong, E.C., Rahardjo , H., 2015. Translational slip failures on slope in- corporating unsaturated soil mechanics.Unsaturated soils: Research and Applications, Proceedings of the 6th Asia Pasific Conference on Unsaturated Soils, October 23-26,2015, Guilin, China, 771-775.

Keaton, J.R., et al., 2014. The 22 March 2014 Oso Landslide, Snohomish County, Washington. Geotechnical Extreme Event Reconnaissance (GEER), National Science Foundation, Arlington, VA, 136.

Kristo, C., Rahardjo, H., and Satyanaga, A. (2017). Effect of variations in rainfall intensity on slope stability in Singapore. International Soil and Water Conservation Research. 5 (4), 258–264.

Önalp, A. & Arel, E. (2013). Geoteknik Bilgisi I Zeminler Mekaniği, Birsen Yayınevi

Lin, H. and Zhong, W. (2019). Influence of Rainfall Intensity and Its Pattern on the Stability of Unsaturated Soil Slope. Geotechni- cal and Geological Engineering. 37 (2), 615– 623.

Zizioli, D., Meisina, C., Valentino, R., Montrasio, L., 2013. Comparison between different approaches to modeling shallow landslide susceptibility: a case history in Oltrepo Pavese, Northern Italy. Natural Ha- zards and Earth System Science 13(3): 559- 573.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İstanbul Büyükçekmece Heyelanının Mühendislik Jeolojisi ve Sismik Tetikleme Duraylılıklarının İncelenmesi

Investigation of Engineering Geology and Seismically Induced Stability of Büyükçekmece Landslide, Istanbul

Gökhan Şans, Remzi Karagüzel, Yılmaz Mahmutoğlu

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (sansg@itu.edu.tr)

Öz: Megakent İstanbul, sunduğu eğitim, sağlık, kültür, ekonomik vb. hizmetlerden dolayı hızlı nüfus artışına sahiptir. Günümüzde, deprem, heyelan, taşkın vb. doğa olaylarının afet potansiyeli taşıdığı alanlar ile orman, tarım, içme suyu vb. yasalarla tanımlanmış koruma alanları da yerleşim baskısı altındadır. Yerleşim ve ulaşıma yönelik derin temeller ve yeraltı yapılarında da artış görülmektedir. Kuzey Anadolu Fayı' nın etki alanındaki kentte, olası depremlerin olumsuz sonuçlarından biri de kütle hareketleridir. Bu çalışma kapsamında, Büyükçekmece sınırları içerisinde yer alan, Büyükçekmece Gölü ve Marmara Denizi' ne bakan yamaçlardaki heyelanların yerleşime uygunluk açısından yerbilimsel değerlendirmesi konu edilmektedir. Yeraltı araştırmaları kapsamında, yerinde deneysel çalışma ve ölçümler ile laboratuvar sonuçları değerlendirilmiştir. Tüm bu çalışmaların sonucunda hazırlanan kavramsal hesap kesiti sayısallaştırılmış ve sonlu elemanlar yöntemi ile statik ve dinamik koşullar için analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda kritik dayanım düşürme faktörü (SRF) olarak statik yükler altında 4.39, dinamik yükler altında 1.2 olarak elde edilmiştir. Bu sonuç incelemeye konu yamacın stabilitesinin Marmara Denizi içerisinde bulunan sismik boşluğun neden olacağı 7.5 büyüklüğündeki bir depremden olumsuz etkileneceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Büyükçekmece, sismik boşluk, heyelan, sonlu elemanlar yöntemi

Abstract: *Megacity Istanbul, center of education, health, culture, economic etc., has a rapid population growth due to services. In the current situation, new settlements grown on the protected forests, agriculture, drinking water areas defined by law, have high disaster potential such as earthquake, landslide, and flood hazards. Number of deep foundations for the settlement and transportation purpose as well as the underground structures are increasing. One of the potential consequences of potential earthquakes of the North Anatolian Fault is the mass movements in Istanbul. In this study, the geological evaluation of landslides on the slopes facing Buyukcekmece Lagoon and Marmara Sea are discussed. In the scope of underground investigation, experimental measurements and laboratory results of boreholes were evaluated. As a result, conceptual cross section was prepared and the stability analyzes were held for static and dynamic loading conditons. It understood that critical SRF value 4.39 for static loads and 1.2 for dynamic loads.*

Keywords: *Istanbul, Buyukcekmece, seismic gap, landslide, finite element method*

GİRİŞ

Megakent İstanbul, Avrasya' nın önemli sanayi, ticaret, tarih, kültür, turizm vb. merkezi olmasına bağlı olarak, sürekli artan nüfusu yeni yerleşim ve gelişim alanlarına gereksinim duyulmaktadır. Çalışma özelinde Avcılar-Beylikdüzü yarımadası olarak bilinen Büyükçekmece ve Küçükçekmece arasındaki saha aktif heyelanlar açısından incelenmeye değer bir konumdadır. Bu çalışmanın amacı, Büyükçekmece yerleşim alanına komşu heyelanların hareket mekanizmalarının değerlendirmesi ve sismik yükler altındaki davranışlarının analizi sonucunda olası bir deprem etkisindeki tehlikelerin belirlenmesidir. Araştırma kapsamında, inceleme alanının sırasıyla, jeomorfolojik, jeolojik, hidrojeolojik ve jeomekanik modelleri çalışılmış, kavramsal ve hesap kesitleri hazırlanmıştır. Araştırma kapsamında arazi ve laboratuvar deney ve ölçümlerinden yararlanılarak kavramsal hesap kesiti statik ve dinamik durum duraylılık açısından incelenmiştir.

İNCELEME ALANINDA GEÇERLİ SINIR KOŞULLARI

Jeomorfoloji

Araştırma sahasında Büyükçekmece dalyanının güncel jeomorfolojik unsurlarını heyelanlar ile akarsuların hızlı ve derin kazdığı yüksek eğimli yamaçlar oluşturur. Bu nedenle, bölgede bulunan yüksek eğimli yamaçlar kütle hareketi potansiyeli taşır.

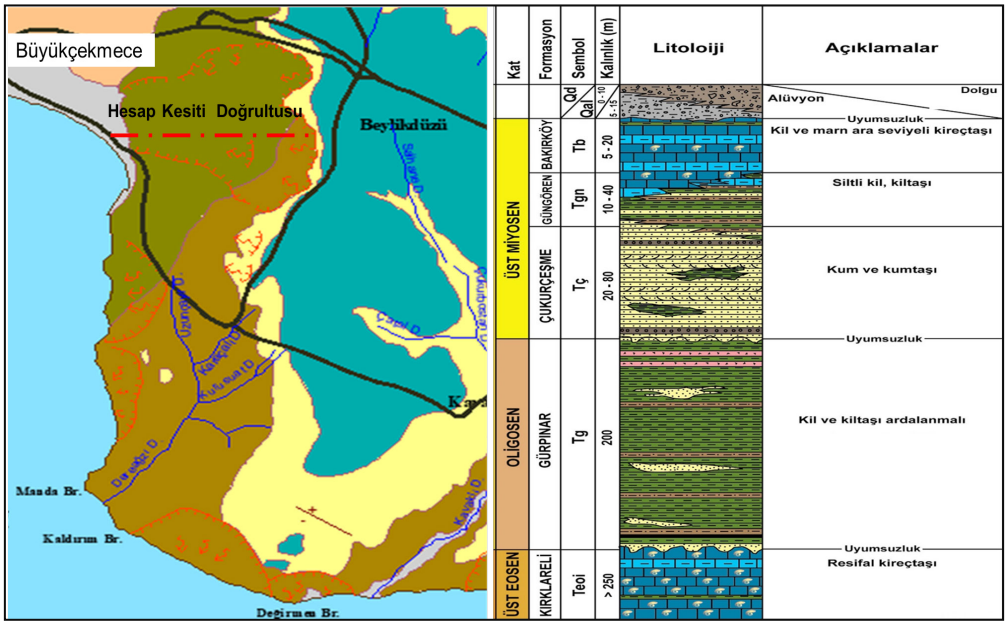
Jeoloji

Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri arasında staratigrafik olarak; temel kayalar üzerinde Oligosen ve Miyosen yaşlı çökeller yer almaktadır (Şekil 1). İnceleme alanı Marmara Denizi' nden geçen Kuzey Anadolu Fayı kuzey kolunun (KAF) etki alanında yer almaktadır (Perinçek, 1991; Sakınç ve diğ., 1999). Üst Oligosen yaşlı Gürpınar formasyonu, çalışma alanında plastik, fisürlü ve aşırı konsolide killi seviyeler ile temsil edilmektedir. Gürpınar formasyonu içerisindeki volkanik seviyeler "Çantaköy Tüf Üyesi" olarak adlandırılmıştır.

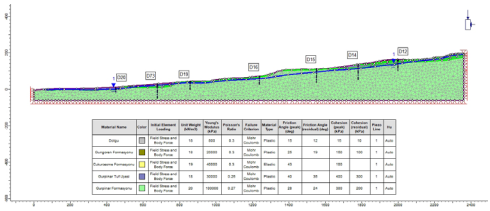
Çukurçeşme formasyonunda, sıkı çakıl ve kum egemendir. Az oranda silt ve kil boyutunda ince malzeme içerir. Güngören formasyonu genellikle yüksek plastik killerden oluşmaktadır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan heyelan sahasında bulunmasa da iki göl arasındaki stratigrafik dizilimi tamamlayan en genç birimi maktralı kireçtaşından oluşan Bakırköy formasyonu oluşturmaktadır. Arıç (1955) bu üç formasyona Üst Miyosen yaşını vermiştir. İnceleme alanında tüm birimleri yüzey alüvyonlar ve kontrolsüz dolgular örtmektedir.

Jeomekanik

İnceleme alanında litolojik birimlerin jeomekanik özelliklerini belirlemek amacıyla açılan temel araştırma sondajı kuyularında standart penetrasyon deneyi (SPT) ve farklı derinliklerden alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde ise laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Toplam 6 adet izleme kuyusunda (inklometre kuyusu) periyodik ölçümler yapılmıştır. SPT-N_{30} değerlerinden yararlanılarak elastisite modülü (E) belirlenmiştir (Bowles, 1996). Stabilite analizlerinde kullanılan kayma mukavemeti parametreleri konsolidasyonlu drenajlı (CD) deney sonuçlarından elde edilmiş olup, rezidüel değerlerdir. Tüm bu deneysel çalışma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi sonucunda inceleme alanındaki birimlerin stabilite analizlerinde kullanılacak ortalama jeomekanik özellikleri Şekil 2' de sunulan hesap kesitinin altında verilmiştir.



Şekil 1. Büyükçekmece heyelanlarının coğrafi konumu, mühendislik jeolojisi haritası ve Çekmece Gölleri arasının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.



Şekil 2. İnceleme alanında heyelan morfolojisine sahip yamaç için oluşturulan sayısal mühendislik modeli ve sonlu elemanlar analizinde kullanılan jeomekanik parametreler.

Hidrojeoloji

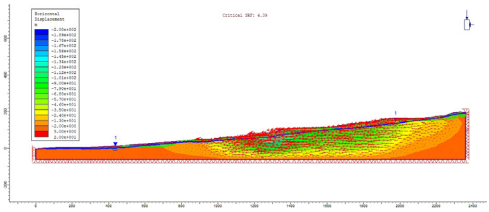
İnceleme alanında bulunan litolojik birimlerinden Çukurçeşme kum ve çakılları geçirimli, Güngören ve Gürpınar killeri ise geçirimsizdir. Kötü drenaj şartları, toprak nemi ve yeraltı suyu sahada heyelana neden olan hidrojeolojik faktörlerdir. Yamaçtaki hareketin belirtileri büyük çoğunluğu, yağış miktarının fazla olduğu Kasım ve Nisan ayları arasındaki ortaya çıkmaktadır. Temel araştırma sondaj kuyularında ölçülen yeraltısuyu seviyeleri 3 m ile 10 m arasında değişmektedir.

YAMAÇ STABİLİTESİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

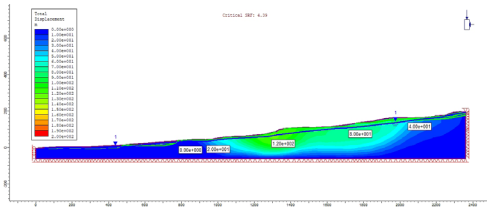
Sonlu elemanlar yönteminde (Shear Strength Reduce: SSR) yer malzemesi koşulları düğüm noktalarında birleşen elemanlara bölünmektedir. Bu yöntemle yapılan analizlerde, nümerik modeller kullanılarak tüm elemanların aynı yapısal davranışa göre davranmaları sağlanır (Bromhead, 1986). Hazırlanan kavramsal kesit RocScience RS2 2019 yazılımı yardımı ile analiz yapılmıştır.

Statik durum analizi

Analiz sonuçlarında kritik Dayanım Azaltma Faktörü (Strength Reducing Factor: SRF) 4.39 olarak elde edilmiştir. Hareket vektörlerinin yatay bileşeni (Şekil 3) gösterdiği gibi yüzeyden derine doğru azalmaktadır. Genelde topografyanın da denetlediği akma türü bir hareket sistemi görülmektedir. Analiz sonucunda bulunan yüksek güvenlik sayısı (SRF:4.39) yamacın mevcut durumda stabil olduğuna işaret göstermektedir. Yüzeyde Marmara Denizi'ne doğru yatay hareket vektörleri krip hareketinin sürdüğünü, uzun dönemde ise etkinliği derinlere doğru artan bir hareket mekanizması ile yamaçların şekilleneceği anlaşılmaktadır (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Büyükçekmece heyelanı depremsiz durum için SSR analizinden elde edilen yatay yer değiştirme vektörleri ve yamaçtaki yatay yer değiştirmeler.



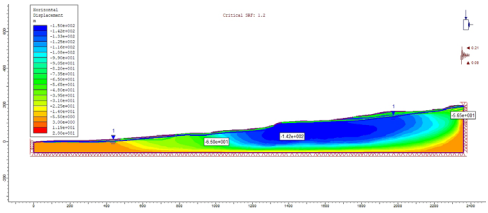
Şekil 4. Büyükçekmece heyelanı depremsiz durum için SSR analizinden elde edilen toplam yer değiştirme miktarları.

Toplam yer değiştirmeler değerlendirildiğinde arazinin genel oturma eğiliminde olduğu, eğimin arttığı bölgelerde ise rotasyonel gelişen ancak yüzeyde krip hareketi olarak görülen bir mekanizma ile hareket ettiği görülmektedir (Şekil 4).

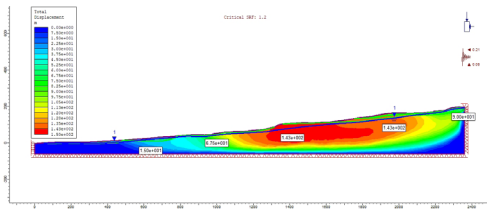
Sismik tetikleme analizi

Yukarıda sonuçları açıklanan durum için kullanılan geometrik sınır koşulları ve jeomekanik parametreler aynı kabul edilerek yamacın sismik yükler altındaki davranışı ayrıca analiz edilmiştir. Bu analizde 17 Ağustos1999 tarihli depremde (Mw:7.4) Avcılar-Ambarlı İstasyonu'nda kaydedilen ivme bileşenleri yatay 0.21g ve düşey 0.08g değerleri kullanılmıştır (Arıoğlu, 2001). Bu analizin sonucunda yatay hareket miktarının yüzeyden itibaren derine doğru arttığı ve eğimli kesimlerin yayılma gösterdiği görülmektedir (Şekil 5).

Depremli duruma karşılık gelen analizden, toplam yer değiştirmenin geriye doğru büyüyen bir alana yayılacağı da anlaşılmaktadır (Şekil 5 ve 6). Arazinin depremsiz durumdaki oturma eğilimi, sismik tetikleme sonucunda geriye doğru genişleyen bir hareket mekanizması kazandığını göstermektedir. Marmara Denizi' nde oluşabilecek büyük bir depremde, incelenen yamaçta SRF değerinin kritik bir değere (1.2) düşeceği sonucuna ulaşılmaktadır.



Şekil 5. Depremli durumda incelenen yamaçta oluşacak yatay yerdeğiştirme miktarları.



Şekil 6. Depremli durumda incelenen yamaçta oluşacak toplam yerdeğiştirme miktarları.

SONUÇLAR

Bu bölgede yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarının istatistiksel değerlendirmesi sonucunda elde edilen jeomekanik parametreler ile sayısal bir model kurulmuştur. Büyükçekmece heyelanı mekanizmasının anlaşılabilmesi için öncelikle mevcut durum ve sonrasında sismik yüklerin etkisi sonlu elemanlar yöntemi değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda kritik SRF değerinin statik yükler altında 4.39, dinamik yükler altında 1.2 olduğu görülmüştür. Ancak, yapılan analizlerden uzun erimli bir süreçte yaklaşık yer değiştirmenin 170 m derinliğe kadar etkili olabileceği anlaşılmıştır. Kesit doğrultusundaki inklometre kuyusu ölçümlerinde okunan yer değiştirme miktarları statik duruma karşılık gelen analiz sonuçları ile büyük ölçüde uyumludur. Uzunluğu 2.3 km olan bir yamacın stabilite analiz sonuçları, incelenen bölgenin yerleşime uygunluk açısında sorunlu olduğunu göstermektedir. İncelenen alanda olası heyelanları önlemeye yönelik daha ayrıntılı analizlerin yapılması önerilmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Arıç (Sayar), C., 1955. İstanbul Paleozoik arazisinde bulunan oolitli ve fosilli demir madeni, İ.T.Ü. Derg. 11, *3-4,* 67, 68, L. T, İstanbul.

Arıoğlu, E., 2001. Doğu Marmara depreminin yer ivme değerleri açısından değerlendirilmesi. Beton Prefabrikasyon Sayı 57-58. 5-15 pp.

Bowles, J.E., 1996. Foundation Analysis and Design. 5th Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., Singapore.

Bromhead E., 1986. Stability of Slopes. Surrey Univ. press, Blackie Academic. 384 p. ISBN: 0903384558.

Dalgıç, S., 2000. Gürpınar (İstanbul) heyelanlarını önlemede drenaj galerileri, İstanbul Üniversitesi,

Mühendislik Fakültesi Dergisi, C.13, S.1-2, ss 39-47.

Perinçek, D., (1991) Possible strand of the North Anatolian Fault in the Thrace Basin, Turkey—an interpretation. Am Assoc Petrol Geol Bull 75:241–257.

Rocscience Inc., (2019). Rocscience RS2 v.9 1990-2019. Toronto, Ontario-Canada.

Sakınç, M., Yaltırak, C., Oktay, F.Y., 1999. Palaeogeographical evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethian-Paratethian relations at northwest Turkey (Thrace). Palaeo3. 153, 17-40.

Bir Baraj Rezervuarında Krip Değerlendirmesi: Örnek Çalışma Arkun Projesi (Artvin/Türkiye)

Evaluation of A Dam Reservoir Creep: A Sample Study Arkun Project (Artvin/Turkey)

Ali Kayabaşı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir, Türkiye (akayabasi@ogu.edu.tr)

Öz: Arkun barajı Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından Çoruh havzasında projelendirilen barajlardan birisidir. Arkun barajı eksen yerinden sol sahilden 600 m memba tarafında, yaklaşık 2 km^2 büyüklüğünde bir duraysızlık belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı duraysızlığın özelliklerini belirlemektir. Duraysızlık, adını yöredeki en yakın yerleşim yeri Yokuşlubağ köyünden alır. Yüksek eğim, hidrotermal ve fiziksel ayrışma, topuk aşınması gibi faktörler duraysızlığın nedenidir. Heyelan sahası üzerinde kaya düşmeleri, rotasyonal hareketler, düzlemsel kaymalar, yamaç molozu çökelimleri yer almaktadır. Heyelan sahası üzerine 100 adet demir çubuk yerleştirilerek, çubukların hareket yönü ve hızı belirlenmiştir. Heyelan hareketi hız sınıflandırmalarına göre Yokuşlubağ heyelanı büyük bir krip olarak tanımlanmıştır. Heyelan sahası üzerinde derinlikleri 40-155m arası derinlikleri değişen 10 adet sondaj açılmıştır. Olası kayma yüzeyi SK1 de 102 m ile 111 m arasında, SK-4 de 75 m de, SK-5'de 40 m de ve SK-6 da ise 42 m ile 46 m arasında kayma yüzeyleri belirlenebilmiştir. Diğer sondajlarda kayma yüzeyi belirlenememiştir. Yapılan rezistivite ölçümleri ile yamaç molozu malzemesi ile ana kaya arasındaki sınırlar belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda olası iki kayma yüzeyi belirlenmiştir. Göl alanının su ile dolması durumunda heyelan topuğu su altında kalmaktadır. Duraysız malzeme göl alanının dolmasıyla bir süre duraylı kalsa bile göl seviyesi değişimleri nedeniyle ani kayma olayı ihtimali yüksektir. Birinci kayma yüzeyinin üzerindeki malzemenin göl alanına dolması durumunda göl alanının 1/3 ü dolacaktır. Tüm duraysızlığın göl alanına dolması durumunda 30 milyon m^3 malzeme daha ilave olacaktır. Bu nedenle Arkun baraj projesinden vazgeçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoruh Nehri, EİEİ, krip, Yokuşlubağ

Abstract: *Arkun dam is one of the dams designed by EİEİ in the Çoruh River Basin. An instability of approximately 2 km^2 was determined on the 600 m upstream left side of the Arkun dam. The aim of this study is to determine the characteristics of instability. It is named after Yokuşlubağ village which is the closest settlement in the region. High slope, hydrothermal and physical weathering, toe erosion by Çoruh River are the causes of instability. There are rock falls, rotational and planar slidings and slope was deposits on the landslide area. In order to determine movement of sliding direction and speed of instability, 100 iron bars were placed on the landslide area. According to the movement speed classification of the landslides, the landslide of Yokuslubağ was defined as a big creep. 10 boreholes were opened on the landslide area with depths ranging from 40-155 m. The possible sliding surface was determined between 102 m and 111 m in SK1, 75 m in SK4, 40 m in SK 5 and 42 m to 46 m in SK 6. Sliding surfaces*

could not be determined in other boreholes. Resistivity measurements were carried out to determine the boundaries between slope debris material and bedrock. As a result of the studies, two possible sliding surfaces were determined. When the lake area is filled with water, the landslide toe will be under water. Even if the unstable material remains stable for some time after the lake area is filled, there is a high probability of sudden discharge due to lake level changes. If the material above the first sliding surface flow into the lake area, 1/3 of the reservoir lake will be filled. If all instable material flow into the lake area, another 30 million m^3 of material will be added. For this reason Arkun dam project was abandoned.

Keywords: *Çoruh River, EİEİ, creep, Yokuşlubağ*

GİRİŞ

Rezervuar yamaçlarındaki ve eksen yerlerindeki duraysızlıklar baraj çalışmalarında önemli sorunlara yol açabilmektedir. 20.yy başlarına kadar barajlardaki duraysızlıklara yönelik dikkate değer bir çalışma yoktur. Daha sonraları yamaç ve eksen duraysızlıklarına yönelik pekçok çalışma yapılmıştır (Clarke 1904; Lapworth 1911; Atwood 1918; Willis 1928; Bromehead 1936; Legget, 1939; Burwell and Moneymaker 1950; Gignoux and Barbier 1955; Richey 1959; Richey 1964; Walters 1971; Desio 1973; Záruba and Mencl 1976, Záruba and Mencl 1982; Mencl 1977; Záruba 1979; Legget and Karrow 1983; Legget and Hatheway 1988; Galster 1989a, b; Fell et al. 1992; Skempas and Chandler 1993; Tolmachev 1994; Riemer 1995).

Baraj eksen yeri ve göl alanı duraysızlıklarının incelenmesine ragmen geçmişde pek çok baraj yıkılmaları olmuştur. Malpasset Barajı / Fransa'da 2 Ekim 1919'da, (Duffaut 2013); Vajont Barajı/İtalya'da 9 Kasım 1962'de (Ibañeza and Hatzor 2018); Teton Barajı Idaho/USA'da 5 Haziran 1972 de yıkılmıştır (Barnes 1992).

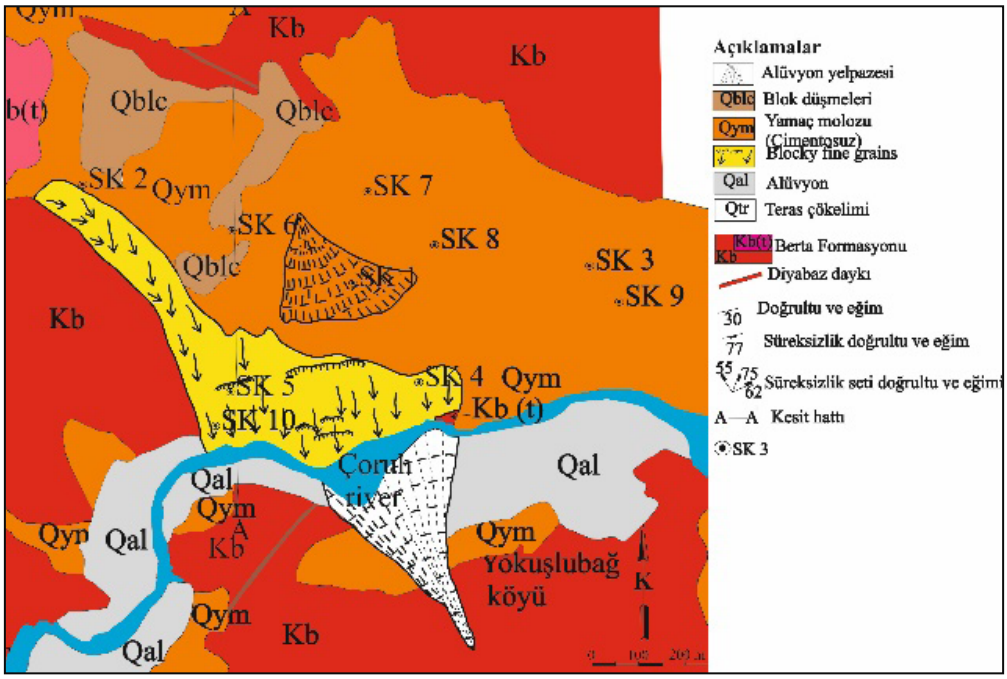
Arkun Barajı projesi Çoruh havzasında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) tarafından planlanan projelerden birisidir (Ertunç 1980). Arkun Baraj eksen yeri, Artvin ili, Yusufeli ilçesine bağlı Yokuşlubağ köyünün 750 m doğusundadır. Barajın tipi kaya dolgu, göl hacmi $283.2x10^6$ m^3, talveg yüksekliği 755 m, baraj eksen yerinde nehir yüksekliği 871 m, maksimum su seviyesi 885 m, baraj eksen yüksekliği talvegden 135 m olarak planlanmıştır. Baraj ekseninden akışyukarı yönünde 600 m mesafede yaklaşık 2 km^2 bir alanda duraysızlık belirlenmiştir. Duraysızlık alanı içerisinde dairesel ve düzlemsel kaymaların yanısıra alüvyal fanlar ve kaya düşmeleri yer almaktadır.

ARAZİ ÇALIŞMALARI

Jeoteknik Çalışmalar

Duraysızlık alanında ve yörede yaygın olarak Berta Formasyonu yüzlenmektedir. Üst Kretase yaşlı yaşlı Berta Formasyonu spillitik bazalt, porfiritik andezit lav akıntıları, dasit, aglomera, riyolitik-volkanik tüf, volkanik breş, çamurtaşı, marn, kireçtaşı ve konglomeralar içermektedir (Ertunç 1980; Ertunç ve Çetin., 2007). İnce kesit analizlerinde epidotlaşma, kloritleşme, serizitleşme yaygındır. Özellikle zayıf tüf kaya kütlelerinde hidrotermal ayrışma yaygındır.

Berta Formasyonunun üzerine alüvyal yelpaze, blok düşmeleri, gevşek yamaç molozları, gibi çökelimler gelir (Şekil 1).

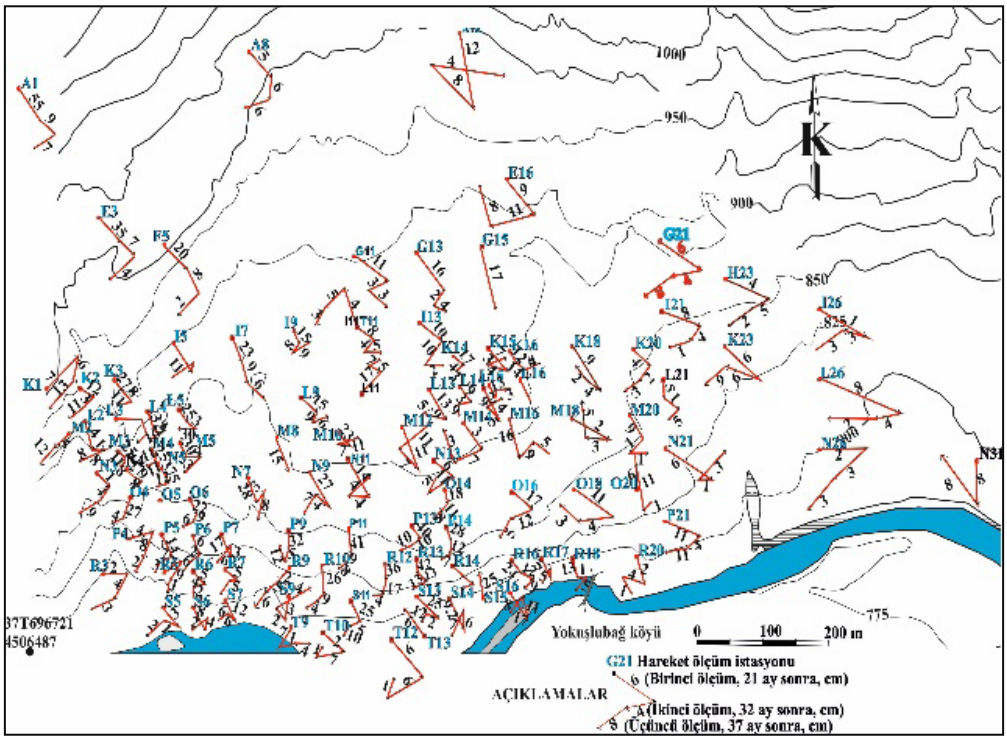


Şekil 1. Duraysızlık alanı jeoloji haritası.

Duraysızlık alanında kayan yapının derinliğini, litolojik birimlerin derinlikle değişimini belirleyebilmek amacıyla derinlikleri 40 m ile 155 m arasında değişen sondaj kuyuları açılmıştır. Sondajlarda kesilen litolojik birimleri kaya kalite göstergelerinin ağırlıklı ortalaması aglomera için % 45, dasitler için %30, tüfler için %25 ve yamaç molozu için %5 bulunmuştur. Kuyularda olası kayma yüzeyleri SK-1 de 102 m ile 111 m arası, SK-4 de 75 m'de, SK-5'de 40 m, SK-6 'da ise 42 m-45 m arası olarak görülmüş, diğer kuyularda belirgin kayma yüzeyi tespit edilememiştir. Sondaj kuyularında yeraltı suyuna rastlanılmamıştır.

Yokuşlubağ heyelanı üzerinde 100 ayrı noktaya demir çubuklar çakılarak takip istasyonları oluşturulmuştur. Elektronik Toplam İstasyon cihazı ile istasyon noktalarının hareketi ölçülmüştür (Ökten ve Kayabaşı 1998). Her istasyon bir harf ile temsil edilmiştir. İstasyonların sahaya yerleştirilmesinden hemen sonra istasyon lokasyon koordinaları ölçülmüştür. İstasyonların yerleştirilmesinden 21 ay sonra birinci ölçümler alınmıştır. İkinci istasyon hareketi ölçümler, istasyonların yerleştirilmesinden 32 ay, üçüncü istasyon hareketi ise 37 ay sonra ölçülmüştür (Şekil 2).

İlk ölçümden görüldüğü gibi istasyonlar genelde güney yönünde hareket ederken ikinci ölçümde istasyonların güneybatı-güneydoğu yönünde hareket etmektedir. Üçüncü ve ikinci hareket ölçümlerinde bazı istasyonların geri yönlü hareketleri de görülmektedir. Bunun nedeni istasyon noktalarının önünde dayanımlı anakaya sırtlarının veya büyük blokların olmasıdır. En yüksek kümülatif yatay hareket 64 cm ile A1 istas-



Şekil 2. İstasyon hareketleri yön ve miktar haritası.

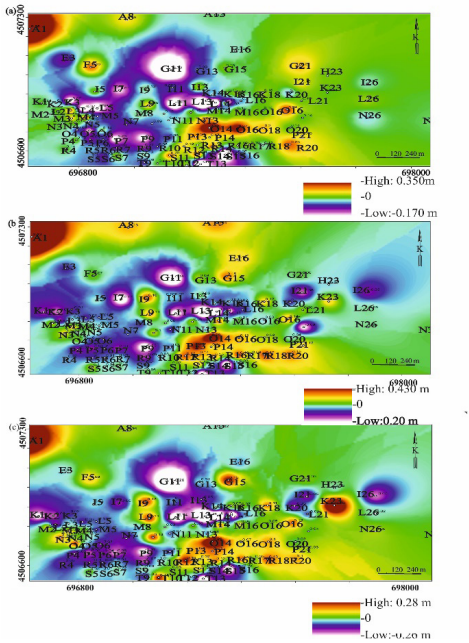
yonunda ve dikey yöndeki en yüksek kümülatif hareket L14 istasyonunda -27 cm olarak ölçülmüştür. Varnes (1978) and WP/WLI (1995) heyelan hareket hızına göre sınıflandırma yapmıştır. Bu sınıflandırmalara göre Yokuşlubağ duraysızlığı, krip olarak değerlendirilmiştir. Kripler insanlar tarafından hissedilmezler. Yokuşlubağ heyelanı yamaç hareketi bakımından aşırı yavaş krip olarak

isimlendirilir. İstasyonların alçalma ve yükselme ölçüm kayıtları ile çökme ve yükselme zonlarını gösteren harita oluşturulmuştur (Şekil 3) . Alçalan bölgelerin zamanla genişlediği ve bu alçalan zonların, yükselen zonlarla çevrelendiği görülmektedir. Yükselen zonlarda ayrışmanın az olduğu ve bu zonlardaki litolojinin dayanımlı olduğunu görmekteyiz.

Jeofizik Analizleri

Heyelan sahasında alüvyon konileri, yamaç molozu, küçük sırtlar, ayrışmış malzeme, düşmüş bloklar yaygındır. Heyelan sahası yaklaşık 4 km^2'dir. Schlumberger elektrot dizilimiyle 7 adet kesitte rezistivite ölçümü yapılmıştır (Demiroğlu 1988), (Şekil 6).

Yamaç molozu ve örtü malzemede yüksek rezistivite değerleri alınmıştır. Yamaç molozu malzemesinin derinliği arttıkça rezistivite değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Yamaç molozu malzemesinin kalınlığı 4 m ile 44 m arasında belirlenmiştir. Yamaç molozu için en yüksek ve en düşük rezistivite değerleri ise 8000 Ω m ile 9Ω m belirlenmiştir.Aglomera rezistivite değerleri ise 320 Ω m ile 18 Ω m arasındadır. Aglomera kaya kütlesinin kalınlığı 20 m ile 125 m arasında belirlenirken, aglomera içinde andezit blokları da tespit edilmiştir. Aglomeradan sonraki taban litoloji andezittir. Andezit kaya kütlesinin rezistivitesi 800 Ωm ile 135 Ω m arasındadır.

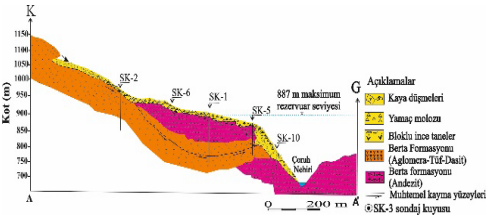


Şekil 3. Yokuşlubağ heyelanı yükselen-alçalan bölgeler haritası a) birinci ölçüm b) ikinci ölçüm c) üçüncü ölçüm.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yokuşlubağ heyelanının oluşma nedenleri Çoruh nehiri tarafından topuk erozyonu, 20 -30 derece arası değişen yamaç eğimi, Berta Formasyonunda kaya düşmeleri, düzlemsel dairesel yüzeyli lokal kaymalar ile fiziksel ve hidrotermal ayrışmadır. Yüzey deformasyon takibi, rezistivite ölçümleri ve sondajlı çalışmalar ile duraysızlık alanının özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Berta Formasyonu ile yamaç molozu sınırları rezistivite ölçümleri ile belirlenmiştir. Tüf ve dasit litolojilerinin gösterdiği rezistivite değerleri çok yakın olduğu için bu litolojilerin sınırı belirlenemezken taban birimi andezit ile aglomera sınırları belirlenmiştir. Üstteki aglomera biriminin içinde andezit blok ve çakılları da tespit edilmiştir.

Duraysızlık eğim yönüne parallel yönde AA kesiti çizilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Duraysızlık eğim yönüne dik çizilmiş kesit.

Baraj gölünün en yüksek seviyesi 887 m olarak planlanmıştır. Baraj gölünün dolması durumunda duraysızlığın topuk bölgesi göl içerisinde kalacaktır. Topuğu su altında kalması, duraysızlık hızını olumsuz yönde etkileyecektir. Birinci kayma yüzeyi olarak tespit ettiğimiz yüzeye göre hesaplanan kayan malzeme miktarı yaklaşık 100x 10^6 m^3'tür. Bu kadar malzemenin kayması durumunda baraj gölünün 1/3 ü dolacaktır. Eğer ikinci kayma yüzeyi olarak belirlediğimiz kayan malzemenin baraj gölüne dolması durumunda 130x10^6 m^3 yamaç molozu baraj gölüne dolacaktır.

Bazı baraj yamaçlarındaki duraysızlıklar baraj gölünün dolmasıyla bir süre duraylı konuma gelmişlerdir. Duraysızlıkların göl alanının dolması sonrası bir süre duraylı hale gelmesi ve göl seviyesinin düşüp ve yükselmesi hareketleriyle aktif hale gelmesine ani boşalma (rapid drawdawn) adı verilmektedir. Göl seviyesinin hızlı düşüp, yükselmesi sonucunda yamaçlardaki boşluk suyu basıncının değişimi, yamaç zeminin kesme dayanımını düşürmektedir. Ertunç ve Çetin (2007)'de Yokuşlubağ heyelanı için de göl alanının dolmasından sonra bir süre duraylı kalabileceğini, daha sonra ani boşalma (rapid drawdown) ile harekete geçebileceğini ifade

etmiştir. Yokuşlubağ heyelanı yamaç molozunun çoğunluğu ince taneli killi kum (SC) ve killi çakıl (GC)'den oluşmaktadır (Ökten ve Kayabaşı 1997). Göl alanının dolmasıyla, yokuşlubağ heyelanı da bir süre duraylı olsa bile, göl seviyesi hareketleri sonucunda ani boşalma ile baraj gölünü doldurma riski vardır. Bu nedenle Arkun Barajı projesi iptal edilerek Çoruh Nehri akış yukarısında Karakale Barajı projesi değerlendirmeye alınmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazar, mesai arkadaşları jeoloji mühendisleri Tanju Ökten, Ali Oğuz ve jeofizik mühendisi Veli Demiroğlu'na bu çalışmadaki destekleri ve verilerin bu bildiride kullanılmasına izin verdikleri için teşekkür eder. Yazar ayrıca 2012 yılında kapatılan Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü ve çalışanlarına minnettarlığını ifade eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Atwood, W.W., 1918. Relation of landslides and glacial deposits to reservoir sites: U.S. Geological Survey Bulletin 685, 38 p.

Barnes, J. Marla., 1992. Famous failures; Revisiting major dam catastrophes. Hydro ReviewMagazine..

Bromehead, CEN., 1936. Geology of reservoir-damsites, in Transactions: 2nd International Congress on Large Dams, International Commission on Large Dams, Washington, D.C., v. 4, p. 113–119.

Burwell, E.B., and Moneymaker, B.C., 1950. Geology in dam construction, in Paige, S., ed., Application of geology to engineering practice—Berkey Volume: Geological Society of America, p. 11–43.

Clarke, D.D., 1904. A phenomenal landslide: American Society of Civil Engineers Transactions, v. 53, no. 984, p. 321–412.

Demiroğlu, V., 1988. Yukarı Çoruh Havzası Arkun Barajı Rezervuarı Yokuşlubağ Heyelanının Jeofizik Etüt Raporu. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Yayın No:88-4. Ankara, Turkiye. (In Turkish)

Desio, A., 1973. Geologia applicata alla ingegneria: Hoepli, Milan, 1,194 p.

Duffaut, P., 2013. The Traps Behind The Failure of Malpasset Arch Dam in 1959. Journal of Rock Mechanic and Geotechnical Engineering. 5, 335-341.

Ertunç, A., 1980., Çoruh Havzası Olası Baraj Yerleri, Göl Alanları ve Tünel Güzergâhlarının Mühendislik Jeolojisi İncelemesi". (Doçentlik Tezi) Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye (In Turkish)

Ertunç, A and Çetin, H., 2007. Dam projects affected by the landslides on the Çoruh River.

Bulletin of Engineering Geology and Environment, 66:335–343. DOI 10.1007/s10064-006-0081-y

Fell, R., Mac, Gregor, P., Stapledon, D., 1992., Geotechnical engineering of embankment dams: Rotterdam, Balkema, 675 p.

Galster, R.W., 1989a., Howard A. Hanson Dam, in Galster, R.W., ed., Engineering geology in Washington:Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78, v. 1, p. 233–240.

Galster, R.W., 1989b., Mud Mountain Dam, in Galster, R.W., ed., Engineering geology in Washington: Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78, v. 1, p. 241–248.

Gignoux, M., and Barbier, R., 1955. Geologie des barrages et des amenagements hydrauliques: Paris, Masson and Co., 343 p.

Legget, R.F., 1939. Geology and engineering: New York, McGraw-Hill, 650 p.

Legget, R.F and Hatheway, A.W.,1988. Geology and engineering: New York, McGraw-Hill, 613 p.

Legget, R.F, and Karrow, P.F., 1983. Handbook of geology in civil engineering: New York, McGraw-Hill, 50 chap [variously paged].

Mencl, V., 1977. Modern methods used in the

study of mass movements: International Association of Engineering Geology Bulletin, no. 16, p. 185–197.

Ökten, T.T., ve Kayabaşı, A., 1997. Yukarı Çoruh Havzası Arkun Baraj ve HES Projesi Yokuşlubağ Heyelanı Mühendislik Jeolojisi Raporu. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. (In Turkish)

Richey, J.E., 1959. Dam foundations in argillaceous strata: Water Power, February, p. 57–63.

Richey, J.E., 1964. Elements of engineering geology: London, Sir Isaac Pitman & Sons Ltd., 157 p.

Riemer, W., 1995. Keynote paper—landslides and reservoirs, in Bell, D.H., ed., Landslides: Proceedings, 6th International Symposium on Landslides, Christchurch, February 10–14, 1992, v. 3, p. 1,973–2,004.

Skempas, M., and Chandler, R.J., 1993. Case histories of dams with abutment problems, in Anagnostopoulos A, Schlosser F, Kalteziotis N, and Frank, R., eds., Geotechnical engineering of hard soils–soft rocks: Proceedings of an international symposium, Athens, September 20–23, p. 1,319–1,325.

Tolmachev, L.V., 1994. Effect of main engineering-geological factors on selection of sites of large dams, in Proceedings: 7th International Congress, International Association of Engineering Geology, Lisbon, September 5–9, v. 2, p. 1,267–1,273.

Varnes, D.J., (1978) Slope movement types and processes. Landslides, analysis and control. Transp Res Board Spec Rep 176:11–33.

Walters, R.C.S., 1971. Dam geology (2nd ed.): London, Butterworth's, 470 p.

Willis, B., 1928. Report on the geology of St. Francis damsite, Los Angeles County, California: Western Construction News, June 25, v. 3, no. 12, p. 409–413.

WP/WLI., 1995 A suggested method for describing the rate of movement of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No. 52, 75-78.

Záruba, Q.u., 1979. The importance of slope movements in dam construction: International Association of Engineering Geology Bulletin 20, p. 158–162.

Záruba, Qu and Mencl, V., 1976 Engineering geology: Amsterdam, Elsevier, 504 p.

Záruba, Qu and Mencl, V., (1982) Landslides and Their control. Second completely revised edition. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam · Oxford · New York

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İkiz Metro Tünellerinde Oturma Teknesi Formunun Ardışıklı Kazılara Bağlı Değişimi

Changes in the Form of Settlement Trough by Sequenced Excavation of Twin Subway Tunnels

Candaş Topal, Yılmaz Mahmutoğlu

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye
(candastopal@yahoo.com)

Öz: Sığ derinliklerde, zayıf ortam koşullarında açılan kentiçi yeraltı kazıları altyapı ve binalarda hasarla sonuçlanan sorunlara neden olmaktadır. Bu riski en aza indirmek amacıyla, son yıllarda modern teknolojik imkanlar kullanılarak aynada ve kazı cidarındaki örtü yükünü dengeleyen makinalı (EPB-TBM) kazılar yapılmakta, kazıların yüzeye yansıyan etkileri önceden tesis edilen noktalarda yapılan periyodik ölçümlerle denetlenmektedir. Ancak, ikiz metro tünellerinde, kazı kotuna ulaşım, pasa nakliyesi, şantiye sahaları için gereksinim duyulan uygun mekanların bulunamaması ve benzeri nedenlerle geliş-gidiş hatlarına karşılık gelen tünellerin aynı noktalardan başlatılması maliyet açısından avantaj oluşturur. Bu durumun gerektirdiği bir zorunluluk olarak, aynı noktalardan başlatılan tünel kazılardan biri önde, diğeri ise emniyetli bir mesafede arkadan ilerletilmektedir. Bu çalışmada Kirazlı-Başakşehir (İstanbul) Metro Hattı'nın km 0+900 – km 1+000 arasındaki açılan ve biri diğerini arkadan takip eden ikiz metro tüneli kazılarının neden olduğu oturma teknesindeki değişim araştırılmıştır. Miyosen yaşlı Çukurçeşme ve Güngören Formasyonundan oluşan bölgede, tünel eksenleri arasındaki mesafe 14.3m ve ortalama eksen derinliği 14.9m'dir. İzleme verileri ve arazinin sayısal mühendislik jeolojisi modeli kullanılarak yapılan analiz sonucunda, önde ilerletilen tüpün neden olduğu simetrik oturma profilinin, aynı kesitten ikinci tüpün geçmesi sırasında değiştiği ve asimetrik form kazandığı belirlenmiştir. İkinci tünelin kazısından sonra oluşan oturma eğrisi dönüm noktasının tünel ekseninin sağ ve sol tarafında farklılaştığı, önde ilerletilen tünel tarafında genişlediği ve maksimum oturmanın ikinci tünel üzerinde geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, teorik olarak birbirine yakın, sığ ve zayıf ortamlarda aynı kotta açılan çoklu kazıların etkilediği alanların kısmen de olsa çakıştığı anlamına gelmektedir. İkinci tünelin yüzeyde etkilediği alanın büyümesi önde ilerletilen tünelin örselediği ortamdan geçmesi olumsuz bir durum olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, kentiçi yeraltı kazılarının tasarımı, hasar riski taşıyan etkileme bölgelerinin tanımlanması ve izleme ağının oluşturulmasında bu sonucun göz önünde tutulmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İkiz Tünel, İstanbul Metrosu, jeoteknik izleme, oturma teknesi

Abstract: *Underground excavations which are conducted in the shallow depths and weak geological conditions can cause dramatic damages of existing buildings and infrastructures. In order to minimize stated risks, Earth Pressure Balance Machines (EPBM) are used together with the well-established and densely monitored surface deformation monitoring networks.*

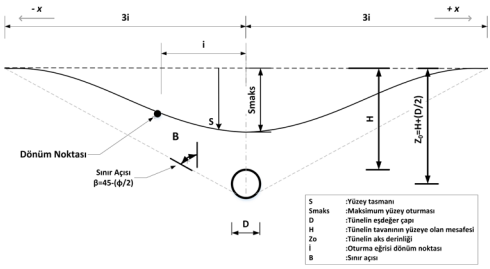
However, due to the logistic problems (such as, lack of access to the tunnel route from the surface, dumping area) generally tunnel excavations are started side by side to make the construction work as feasible as possible. Because of this situation, in order to ensure the safety of the excavation process, one of twin tunnel is advanced ahead of the other. In this paper, between the Km 0+900 and Km 1+000 of the Kirazlı-Başakşehir (İstanbul) Subway line is studied in order to understand the sequentially excavated twin tunnel induced ground surface deformation curve. Studied location is formed geologically by the Miocene aged Çukurçeşme and Güngören formations. Distance between these two tunnel axes is 14.3m and the average depth of them is 14.9 m in this region. According to the numerical analyses, which are correlated by the measured surface deformation values, it is understood that first tunnel passing activity is creating a symmetrical ground settlement curve , then after the second tunnel excavation the shape of the settlement trough takes an asymmetrical form. It was observed that the inflection point of the Gaussian curve, which occurs, having different shape on the right and the left side of the tunnel axis, which is growing towards to the pre-excavated tunnel axis (first tunnel) and concentrates over the second tunnel axis. This means that, theoretically, the areas affected by multiple excavations at the shallow and at the same depths, close to each other, and in the weak geological environment, are partially overlapping.

Keywords: *Twin tunnels, İstanbul Metro, geotechnical monitoring, surface settlement curve*

GİRİŞ

8500 yıllık geçmişe sahip olan İstanbul, tarihsel dönemlerde pek çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Günümüzde 15 milyonluk nüfusu barındıran bu büyük dünya kenti, geçen zaman içerisinde toplu taşıma sistemlerinin yetersiz kalması nedeniyle kentiçi ulaşımda önemli sorunlar ile karşılaşılmıştır. Bu sorunları aşabilmek için, dünyadaki diğer modern kentlerde olduğu gibi kentiçi toplu ulaşım sistemini rahatlamaya yönelik planlanan 981 km uzunluğundaki metro ağının orta vadede 340.8 km'lik kısmının tamamlanması hedeflenmiştir. 1990'lı yıllarda başlayan metro kazıları 2000'li yılların başından itibaren hız kazanarak devam etmektedir. Kentin batı (Avrupa) yakasındaki metro kazıları çoğunlukla iyi pekişmemiş, zayıf zemin olarak nitelendirilebilecek jeolojik ortamlarda açılmaktadır. Bu yakada, sığ, birbirine yakın ve yoğun yapılaşma alanlarının altından geçirilen ikiz tünel kazıları üstyapı ve altyapıları etkileyen yüzey deformasyonlarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, Kirazlı-Olimpiyat-Başakşehir Metro Hattının km 0+900 – km 1+000 arasında EPB makinaları (Earth Pressure Balanced Machine) kullanılarak, aynı hat üzerinde birbirine yakın ve sıralı olarak açılan ikiz tünel kazılarının yüzeyde neden olduğu oturmaların zamanla ve kazı aşamasıyla ilişkisi değerlendirilmiştir. Ard arda, aynı kotta açılan, yatayda birbirine yakın tünel kazıları sırasında, önde ilerletilen tüpün kazısı jeolojik ortamda geçerli sınır koşullarında kötüleşmeye neden olduğu, dolayısıyla arkadan gelen ikinci tünelin önde ilerletilen tünelin örselenmiş olduğu ortamla etkileştiği belirlenmiştir (Wang vd. 2018). Bu nedenle, birinci tüpün oluşturduğu maksimum yüzey oturmasının, aynı çap ve kazı geometrisine sahip ikinci tüpün geçişi sonrasında arttığı ve oturma teknesinin ikinci tünelin üzerine doğru asimetrik olarak kaydığı görülmüştür. Araştırma bulguları maksimum oturmanın ikinci tünelin üzerinde geliştiğini, oturma teknesinin ise kayda değer oranda büyüdüğünü ortaya koymuştur. Martos (1958), maden kazılarına bağlı gelişen yüzey deformasyonlarının oturma formunun Gauss Eğrisi (normal dağılım) ile tanımlanabileceğini önermiştir. Schmidt ve Peck (1969)'da aynı formun tek

tüpten oluşan tünel kazıları üzerinde oluşabileceğini belirtmiştir. O'Reilly ve New (1982) Gauss modelini geliştirerek tek tüplü tünel kazılarına bağlı gelişen yüzey oturma profilinin Şekil 1 'de gösterilen biçimde gelişeceğini belirtmiş, oturma (S) miktarının kestirimi için Eşitlik 1'de verilen bağıntıyı önermiştir. Eşitlikte, S_{maks} maksimum yüzey oturmasına, x yataydaki mesafeye, i oturma eğrisi dönüm noktasına karşılık gelmektedir.



Şekil 1. Yeraltı kazılarına bağlı gelişen enine oturma teknesine ait tanımlamalar.

$$S = S_{maks} \cdot e^{\left(-\frac{x^2}{2i^2}\right)}$$

$$S = S_{maks} \cdot e^{\left(-\frac{x^2}{2i^2}\right)} \quad (1)$$

Burada; $i = k.Z_0$ oturma eğrisinin dönüm noktası, k ise zemin türüne ve özelliklerine bağlı katsayı olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle projelendirmede yeraltı kazılarının yüzeyde etkileyeceği alanın genişliğinin önceden kestirilmesi açısından k doğru seçilmesi önem kazanmaktadır. Çizelge 1'de önceki bazı çalışmalarda farklı zemin türleri için önerilmiş olan k değerleri belirtilmiştir.

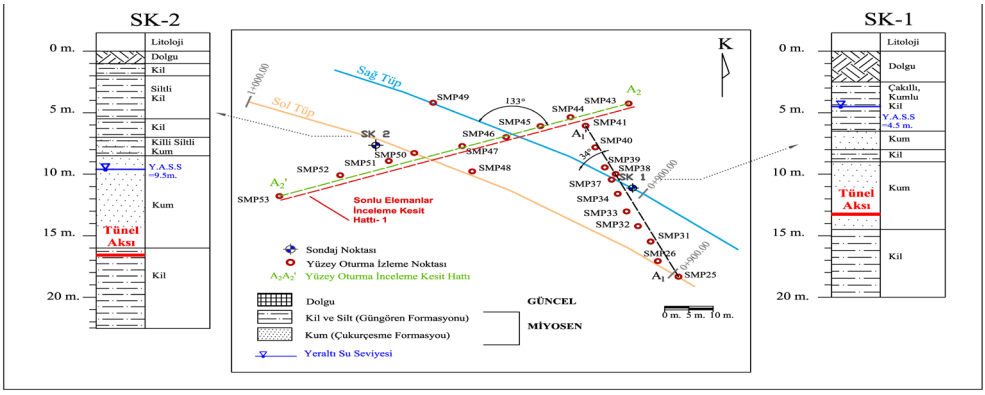
Çizelge 1- Farklı zemin türleri için önerilen k parametresi değerleri.

Zemin Türü	***k***	**Kaynak**
Katı Killer	*0,4*	O'Reilly ve New, 1982
Kumlu Katı Killer	*0,38- 0,51 (0.82-0.86)**	Mahmutoğlu, 2011
Yumuşak Siltli Killer	*0,7*	Glossop, 1978
Kil ve Granüler Karışık Zeminler	*0,2-0,3*	Rankin, 1988
Bütün Zeminler Ortalama	*0,5*	O'Reilly ve New, 1982, Glossop, 1978

* İkinci tüpün geçişinden sonra elde edilen değer

JEOLOJİK ÖZELLİKLER VE TÜNEL AÇIM YÖNTEMİ

Hattın bu kesiminin plan görüntüsü ve bölgede açılan sondajlara ait lokasyonları Şekil 2'de belirtilmiştir. Bu kısımda tünel eksenleri arasındaki mesafe 14.3 m, tünel eksenlerinin yaklaşık derinliği 14.9 m'dir. Yeraltı suyunun derinliği SK-1 de 4.5m, SK-2'de ise 9.5m civarındadır. Analiz edilen kesitlerin (km 0+900 ve km 0+960) ve izleme noktalarının konumları ile tünel eksen çizgileri plan üzerinde gösterilmiştir. Metro hattının bu kesiminde, tünel üzerindeki örtüyü Miyosen yaşlı Çukurçeşme ve Güngören Formasyonlarına ait sıkı kum ve sert kil birimleri ile Güncel yapay dolgu oluşturmaktadır. İncelenen lokasyonlardaki tünel kazıları, çapı 6.5 m olan Herrenknecht ve Lovat marka EPB tip TBM makineleri ile gerçekleştirilmiştir. Kazı sırasında örtü basıncını dengelemek ve aynayı desteklemek amacıyla 300 kPa'lık ayna basıncı uygulanmıştır. Kalıcı destek makinayı koruyan ve çevredeki zeminini destekleyen kalkan içerisinden yerleştirilen, 30 cm. kalınlığındaki betonarme segmentlerle sağlanmıştır.



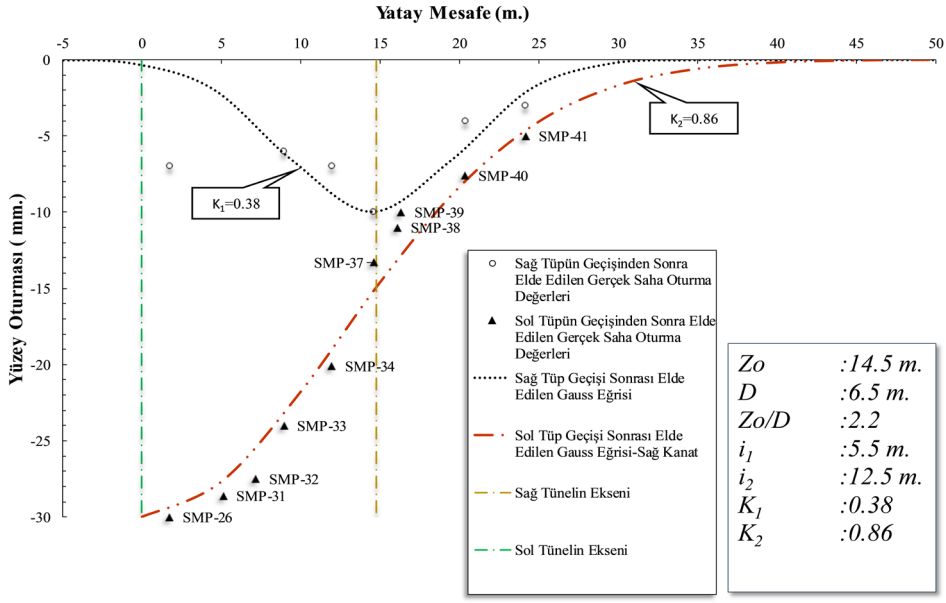
Şekil 2. Km 0 + 900-1 + 000 arasında izleme verilerinin karşılaştırılması ve analizi için seçilen kesit hatları.

Oturma Teknesinin Aşamalı Kazılara Bağlı Değişimi

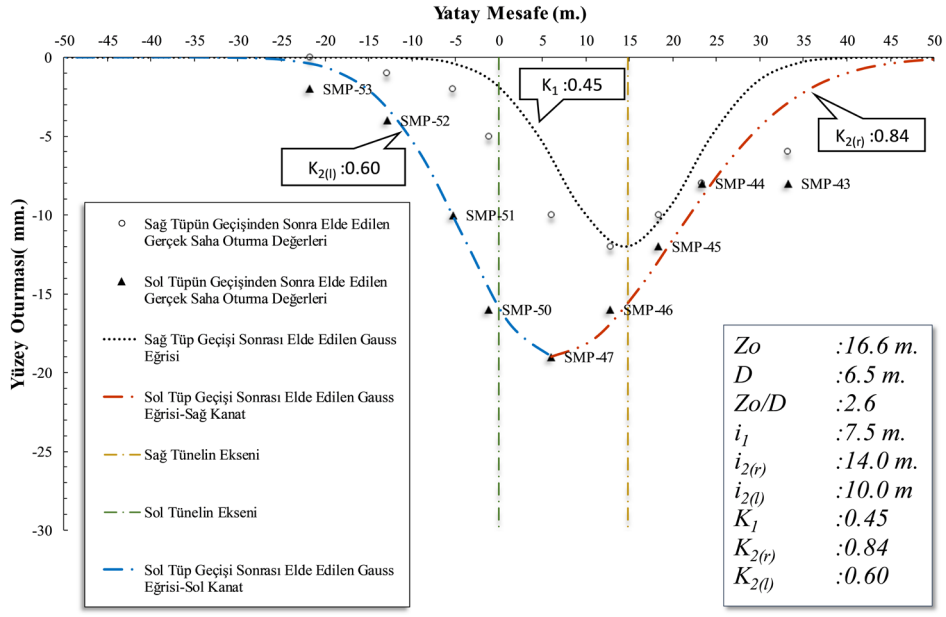
Tünel kazılarına bağlı gelişen yüzey oturmaları iki en kesit kullanılarak değerlendirilmiştir. Yüzey oturma bulonları uygun alanlar seçilerek tesis edilmiş olduğundan incelenen kesitler ile tünel eksenleri arasında açısal farklılıklar oluşmuştur. A_1-A_1' ve A_2-A_2' kesitleri aynı yönde açılarla tünel eksenini sırasıyla 34 ve 133 derecelik açılarla kesmektedir. Bölgede gerçekleştirilen kazılarda, kazı emniyeti sebebi ile sağ tüp sol tüpün yaklaşık 80 m önünde ilerletilmiştir. İncelenen en kesitlerden önce sağ tüp, yaklaşık 40 gün sonra ise sol tüp geçirilmiştir.

Şekil 3'de ilk tüpün geçişi sırasında oluşan deformasyonların, ikinci tüp kazısıyla arttığı, maksimum oturmaya karşılık gelen noktanın ikinci tüpün kazısıyla birlikte bu tünelin eksenine doğru kaydığı anlaşılmaktadır. A_1-A_1' kesiti boyunca yerleştirilen yüzey izleme bulonu okumalarına göre, ilk tünelin geçişi sonrasında oluşan oturma teknesi dönüm noktası (*i*) 5.5m iken, bu değer ikinci tünel geçişi sonrasında yaklaşık iki katına (12.5m) ulaşmıştır. Benzer şekilde, sağ ve sol tüp için belirlenen *k* parametresi değerleri sırasıyla 0.38 ve 0.86 olarak belirlenmiştir.

A2-A2' kesiti boyunca da benzer bir durumun oluştuğu belirlenmiştir. Şekil 4'den anlaşılacağı gibi, Bu kesit için elde edilen en uygun Gauss Eğrisi'nin dönüm noktası önde ilerletilen sağ tüp için 7.5 m iken, arkadan gelen tünelin sol tarafı için 10 m, sağ tarafı için ise 14 m mertebelerine ulaşmaktadır. Bu durum ikinci tünel üzerindeki oturmanın tünel eksenine göre asimetrik geliştiğine işaret etmektedir. Birinci tünelin kazısı sonrasında oluşan oturma teknesinin simetrik, oturma profili formunu denetleyen malzeme parametresinin (k) ise 0.45 olduğu belirlenmiştir. Aynı kesitten ikinci tünelin geçişi sonrası, bu değerin arkadan gelen tünelin sağ tarafı için (önde ilerleyen sağ tüp tarafı) 0.84, sol taraf için ise 0.60 değerlerine artarak ulaştığı, bu nedenle de oturma profilinin asimetrik geliştiğini ortaya çıkmıştır.



Şekil 3. A_1-A_1' kesiti boyunca oturma teknesinin sağ ve sol tüp kazılarına bağlı değişimi.



Şekil 4. A_2-A_2' kesiti boyunca oturma teknesinin sağ ve sol tüp kazılarına bağlı değişimi.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İkiz tünel kazıları neticesinde gelişen yüzey oturma teknesi formunun özellikle ikinci tünelin geçişinden sonra asimetrik hal aldığı belirlenmiştir. Oturma teknesinin formunu ve genişliğini temsil eden ve zemin türüne göre farklılık gösteren malzeme parametresinin *(k)* çoklu kazıların etkilediği bölgelerin girişim yapması nedeniyle kayda değer oranda arttığı görülmüştür. Aynı kesitten ikinci tünelin geçişi sonrası, oturma eğrisi dönüm noktasının (*i*) tünel ekseninden uzaklaştığı, dolayısıyla yüzeyde etkilediği alanın büyüdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun önde ilerletilen kazının jeolojik ortamda neden olduğu örselenme ile ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle, özellikle kentiçi yeraltı kazılarının tasarımı, hasar riski taşıyan etkileme bölgelerinin tanımlanması ve yüzeyde oluşturulacak izleme ağının belirlenmesinde bu sonucun göz önünde tutulmasının yararlı olacağı önerilmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Glossop, N.H., 1978. Soil Deformation Caused by Soft Ground Tunneling, PhD Thesis, University of Durham.

Mahmutoğlu, Y., 2011. Surface subsidence induced by twin subway tunneling in soft ground conditions in Istanbul. Bull Eng Geol Environ (2011) 70:115–131 DOI 10.1007/s10064-010-0289-8

Martos, F., 1958. Concerning an approximate equation of the subsidence trough and its time factors. In: International Strata Control Congress, Leipzig. Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Section fur Bergbau. Berlin, pp 191–205

O'Reilly, M. P., New, B. M., 1982. Settlements above tunnels in the UK—Their magnitude and prediction." Proc., Tunnelling'82, IMM, London, 173–181.

Peck, R. B., 1969. Deep excavations and tunneling in soft ground. Proc., 7th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, SociedadMexicannadéMecánica de Suelos (Mexican Society of Soil Mechanics), Mexico City, 225–290.

Rankin, W.J., 1998. Ground Movements Resulting from Urban Tunneling,: Prediction and Effects, Eng. Geology of Underground Movements, Eds (F G Ball ve Ark.) Geological Society Publication, No.5.

Wang, Z., Yao, W., Cai, Y., Xu, B., Fu, Y., Wei, G., 2018. Analysis of ground surface settlement induced by the construction of a largediameter shallow-buried twin-tunnel in soft ground Tunnelling and Underground Space Technology

Deneme Enjeksiyonu Değerlendirilmesi: Mut Barajı Örnek Çalışması (Karaman, Türkiye)

Evaluation of a Pilot Grouting: A Case Study Mut Dam, Karaman, Turkey

Ali Kayabaşı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir, Türkiye (akayabasi@ogu.edu.tr)

Öz: Mut baraj yerinde yapılan araştırma sondaj çalışmalarında Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşı bloğunda çok fazla sondaj suyu kaçağı belirlenmiştir. Bu gerekçe ile Mut baraj yerinde bir deneme enjeksiyonu planlanmıştır. Deneme enjeksiyonu, yapılacak perde enjeksiyonuna mümkün oldukça yakın mesafede projelendirilmiştir. Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşı bloğunun üzerinde yaklaşık 15-17 m kalınlıkta molozdan oluşan yamaç vardır.Karstik kireçtaşının altında ise Alt Miyosen yaşlı kumtaşı-silttaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşan birim Derinçay Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Fakırca formasyonu olarak isimlendirilen Paleosen yaşlı killi kireçtaşı biriminde de enjekte olabilirliği de araştırılmıştır. Göksu akarsuyunun sağ sahilinde toplam 7 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularının toplam derinliği 895 m' dir. 724 adet lüjyon deneyi yapılmıştır. 632.5 m enjeksiyon tamamlanmış ve 669.311 kg katı madde alışı sağlanmıştır. Deneme enjeksiyonu çalışma sonuçlarına göre Paleosen yaşlı taban birimi olan killi kireçtaşının geçirimsizliği, 112.5 kg/m katı madde enjeksiyonu ile sağlanabilecektir. Kumtaşı-silttaşı-kiltaşı ardalanmasının geçirimsiz olduğu belirlenmiş ve sonra ki aşamalarda bu birimde enjeksiyon yapılmasına gerek görülmemiştir. Karstifikasyon ve süreksizlikler nedeniyle karstik kireçtaşı bloğu yüksek geçirgenliğe sahiptir. Deneme enjeksiyonunda kullanılan toplam katı madde alışının %90.72'si karstik kireçtaşı bloğunda gerçekleşmiştir. Karstik kireçtaşı bloğunda kullanılan katı madde alışının % 84.49'u ise 25.00 m ile 60.00 m seviyeleri arasında gerçekleşmiştir. Perde enjeksiyonu öncesi karstik kireçtaşı içerisindeki akış yollarının ayrıntılı olarak belirlenmesinin önemli olduğu bu çalışmada ortaya çıkmıştır. Barajın akış aşağısında ye ralan su kaynakları ile bağlantılı olabilecek sızıntı yollarının belirlenebilmesi için boya deneyi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deneme enjeksiyonu, lüjyon, karstik kireçtaşı, RQD, Mut barajı

Abstract: *Previous drilling studies showed that there was a huge drilling water flow in Jurassic-Lower Cretaceous karstic limestone block at Mut dam site. For this reason, a pilot grouting was planned to investigate the permeability of Mut dam site lithologies. The projected pilot grouting site was selected as close as planned curtain grouting axis at right dam embankment. There are 15-17 m thick debris slope over Jurassic-Lower Cretaceous karstic limestone block. Karstic limestone block underlies the Lower Miocene sandstone-siltstone-claystone alternations named as the Derinçay Formation. The groutability of Paleogene basement unit, which is clayey limestone, named as the Fakırca Formation were also investigated. Totally, 7 borehole were opened at right side of the Göksu river. The total depth of boreholes were 895 m.*

Total of 724 lugeon tests were performed, 632.5 m grouting were completed and 669.311 kg solid material were injected for pilot grouting. According to pilot grouting study results, the imperviousness of Paleogene clayey limestone basement could be reached by injecting 112.5 kg solid material per meter. The sandstone-siltstone-claystone alternations are determined as impervious, so there is no need to make additional grouting at later stages. The karstic limestone block is very high permeable due to karstification and discontinuities. The 90.72% of total injected material was injected in karstified limestone block. The impermeability of karstic limestone block was not achieved even though 84.49 % of the total injected solid material injected between 25.00 m and 60.00 m depth of the karstic limestone block. Before the curtain grouting, the need for detailed survey of water leakage pathways of karstic limestone block is evaluated in this study. Dye test is suggested for the exploration of water leakage ways and connection of springs at downstream part of dam.

Keywords: *Pilot grouting, lugeon, karstic limestone, RQD, Mut dam*

INTRODUCTION

Grouting is widely used method to prevent water leakage from dams. Curtain grouting is for sealing any fractures, whereas the consolidation grouting is for reducing the deformability and increasing mechanical strength of rock foundation under projected dams (Bell 1980). Grouting is very expensive process so engineer needs to make pilot grouting before constructing stage of projects. The main purpose of pilot grouting could be summarized as follows: to determine permeability of litologies, to determine grouting boundaries, to determine grout material types and amount, to determine grouting type, to determine grouting pressures and to determine grouting boreholes depth and intervals. Additional purposes could also be added. Equilateral angle type pilot grouting is widely performed at dam sites. Firstly control borehole is drilled at the center of equilateral triangle and lugeon tests are performed, then control borehole is filled with clear sand and closed. The boreholes at the equilateral triangle corners are drilled and grouting is performed. Control borehole is drilled again and lugeon tests are performed. The lugeon tests after and before grouting is correlated. If desired permeability is accessed, grouting is accepted as successful. If the desired permeability is not accessed, control borehole refilled with clear sand and closed. The boreholes are drilled at the center of the equilateral triangle sides and grouting is performed in these boreholes. Than the control boreholes drilled again and lugeon tests were performed. Before grouting and after grouting lugeon tests are correlated and grouting performance is investigated.

Permeability of the rock masses is very important for hydropower projects especially dam sites projected on karstic limestone. Dams constructed on karstic limestone were studied by many investigators. For example, Unay et al. (1982) emphasized on karstic limestone permeability problem at Kavsak dam projected on Seyhan river (Turkey). Wiesner et al. (2012) studied on resolving serious seepage problem through karstified limestone at the Mujip Dam, Jordan.

In the present study, permeability of lithologies outcropping at Mut dam site was studied with a pilot grouting. 7 boreholes were opened. RQD, Q system classification, GSI, joint spacing, joint aperture, the secondary permeability index (SPI) and permeability of lithologies have been investigated in pilot grouting.

The dam site is located near the Derinçay

village of Mut district of Mersin city. Mut district is located at 178 km north of Mersin city. Derinçay village is located at 18 km northwest of the Mut district. Mut dam is at the 8 km northwest of the Derinçay village. Access to dam site from Derinçay village can be possible near the road (Fig.1).

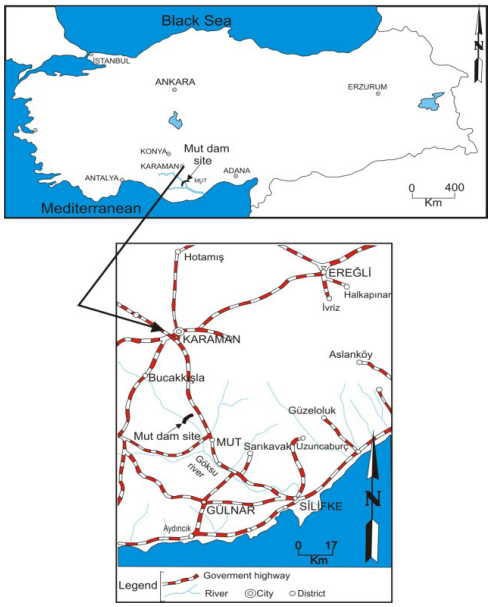


Figure 1. The location map of Mut dam site.

Outcrop of the oldest rock mass at the Mut dam site is the Middle-Upper Miocene clayey limestone named as Fakırca Formation (Gedik et al., 1979). Fakırca Formation underlies ophiolitic melange. Thickness of the Formation is about 50-150 m. This limestone rock mass is massive, thinly bedded, yellowish white colored and outcrops along the Göksu river banks (Fig.2).

FIELD STUDIES

Pilot grouting at Mut dam site was projected as equilateral angle type. The length of triangle sides were selected as 2.5 m. A1, A2 and A3 boreholes were drilled at the corners and K borehole at the center of equilateral triangle. Depths were 170 m . First grouting was performed in A series boreholes. Second series of boreholes were drilled and named as B1, B2 and B3 boreholes. The depth of B series boreholes were 80 m. The generalized description and the depth of the units drilled at boreholes is summarized below. 0.00-16.00 m: Slope debris, 16.00-72.50 m: Karstic limestone (Belveren limestone block), 72.50-147.45m: Sandstone-siltstone-claystone alternations (Derinçay Formation), 147.45-170.00 m: Clayey limestone (Fakırca Formation), (Ülker et al. 1997).

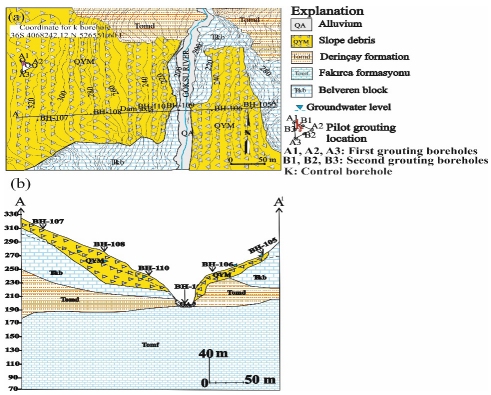


Figure 2. (a) Geological map of dam site and pilot grouting location (b) Geologic cross section along the dam axis.

Permeability tests

The lugeon tests were performed before and after grouting in order to determine performance of grouting. Totally 472 lugeon tests were performed in A series boreholes and control borehole K1. 252 lugeon tests were performed in B series boreholes and control borehole K2. Totally 724 lugeon test were

performed before and after grouting (Table 1). 46.41% of the total tests were performed in karstic limestone, 46.13 %of the total tests were performed in sandstone-siltstone-claystone alternations and 7.46 % of the total tests were performed in clayey limestone before and after grouting. Impermeable levels were 53.31% before grouting. After grouting these impermeable levels were increased 75.41 %.

Table 1 Lugeon test percent before and after grouting.

Before grouting			After grouting		
Lugeon	Test number	Test percent(%)	Lugeon	Test number	Test percent (%)
0-1	193	53.31	0-1	273	75.41
1-5	25	6.91	1-5	11	3.04
5-25	32	8.84	5-25	11	3.04
>25	112	30.94	>25	67	18.51
Total	362	100		362	100

All of the high permeable zones are accumulated between 15.00m and 75.00m in all boreholes. Karstic limestone block was drilled along this depth interval.

Total of 521372 kg cement, 138950 kg sand and 8999 kg bentonite were injected in all boreholes. Total injected material was 669321kg. 607230kg of the total solid material was injected between these depths. In other words, 90.72 % of the total solid material was injected between these depths.

There are karstic holes in A2 borehole (26.83 m-28.25 m and 47.85-48.40 m) and A3 borehole (47.75-48.25 m). These karstic holes were filled with a solid mixture formed from block, gravel, sand and cement mixture. 7.150 ton solid mixture for A2 borehole, 4.200 ton solid mixture for A3 borehole were used for filling karstic holes.

Karstic limestone block is very densely jointed. Total core recovery (TCR,%), rock quality description (RQD, %), weathering, joint surface properties, joint frequency and the lugeon test results before grouting of karstic limestone block were determined.TCR (70%-90%) is high, however RQD (20%-25%) is low. Rock quality is very poor in general. Fracture frequency is generally greater than 20 per meter. The discontinuities are generally very rough surfaced (VRS) or rough surfaced (RS). All weathering grades are defined as residual soil (RS). Karstic surfaces are also common. Apertures of discontinuities change between 1-5 mm or occasionally tight. There is generally smooth clayish infilling material in apertures. Discontinuity surfaces are also iron oxidized.

Correlation with the amount of the injected solid material, RQD, lugeon tests before grouting and lugeon tests after grouting in karstic limestone block show the valuable information. The lugeon test results, RQD and injected material amount correlation graph of A series boreholes and B series boreholes in karstic limestone block are given in Fig. 3 and Fig. 4. The lugeon test results and the injected solid material amount are concordant. If the lugeon value increases, the injected solid material amount also increases. Higher value of RQD (Such as >90 %), effective on permeability and groutability of rock mass, however lower value of RQD is not effective on lugeon test results and amount of injected solid material in general. We may conclude that if the discontinuities connected each other, only one discontinuity can increase both permeability and injected solid material amount.

RESULTS AND SUGGESTIONS

To determine the permeability and groutability of geologic units along the Mut dam axis, a pilot grouting was projected. Total of 7 boreholes with total depth of 895.00 m were used. Totally; 624 lugeon test were performed and 669.321 kg grouting mixture were injected inside the boreholes.

The maximum amount of the solid material injected in clayey limestone (Fakırca Forma-

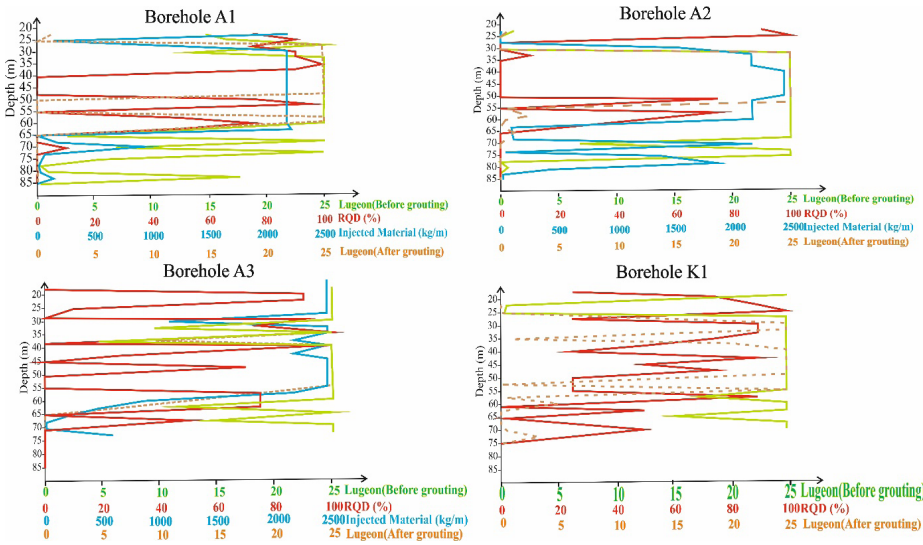


Figure 3. Lugeon tests, RQD, injected material amount correlation graph of A series and K borehole.

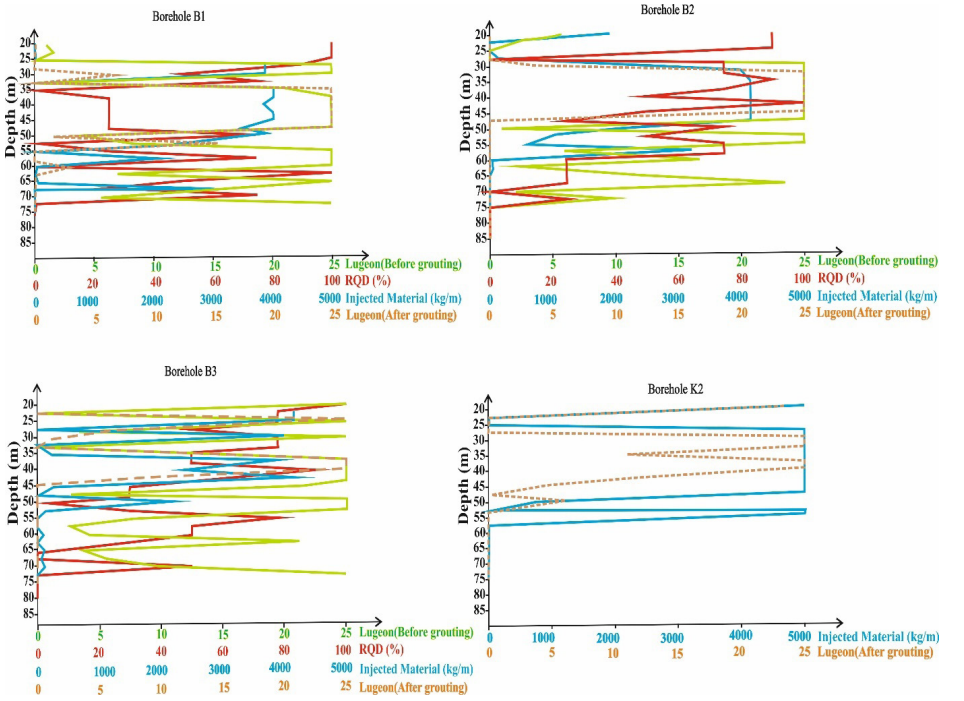


Figure 4. Lugeon tests, RQD, injected material amount correlation graph of B series boreholes.

tion) was 1747 kg in A3 borehole between 152.50 and 155.00 m. It means that complete impermeability in clayey limestone could be provided by injecting 699 kg/m solid material.

Sandstone-siltstone-claystone alternation units (Derinçay Formation) are impermeable. There is no permeability problem in these litologic alternations.

Total injected material was 669.321 kg during pilot grouting. The main solid material was injected in karstified limestone block levels. The 90.72% of (607230 kg) total material was injected in to the karstified limestone. The solid material injection was increased at depths between 25.00 and 60.00 m. 558799 kg solid material was injected between 25.00 m and 60.00 m depths. The depth of karstic limestone block grouting was not achieved even though 84.49% of the total injected solid material injected between 25.00 m and 60.00 m depth of the karstic limestone block. The karstic limestone block is permeable due to the karstification and heavy discontinuities. The imperviousness of discontinuities could be provided by injecting 650-700 kg/m solid material per meter, but the impermeability of karstified zones were not achieved with respect to 15966 kg/m solid material injection between the depth of 25.00 m and 60.00 m karstic limestone block.

In this study the permeability properties of litologies at Mut dam axis was investigated. The impermeability of karstic limestone block was not achieved in this study. Detailed survey of limestone block karstic pathways should be carried out. The persistence of discontinuities must be explored in karstic limestone block. A dye test (such as sodium fluorescence) exploration is suggested for the determination of the connection with the springs at downstream part of dam axis and leakage ways of groundwater along the karstic limestone block should be investigated before construction period of Mut dam.

Acknowledgements

The authors would like to express his sincere thanks to geological engineers Serdar Ülker, Yaşar Alkılıç and Necmettin Gürsoy and İhsan İçten for their permission to use data and valuable comments to form this article. The author is also grateful to his old and closed company General Directorate of Electrical Power Researches Survey and Development Administration.

REFERENCES

Bell, F.G., (1980). Engineering Geology and Geotechnics. Newness-Buttterworths. London_ Boston. pp 497.

Casagrande, A., (1961). Control of seepage through foundations and abutments of dams. GeotechniqueXI:161–182.

Gedik,. A, Birgili, Ş., Yılmaz,H., (1982).Mut-Silifke-Ermenek Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları. General Directorate of Mıneral Research and Exploration (MTA) no:7253. Ankara/Turkey (In Turkish).

Unay, G., Ertunç., A, Bulutlar, E.,, Akdoğan, E., (1982). Karstic Limestone problem at Kavsak Dam Site and Reservoir Area. Bulletin of International Association of Engineering Geology Vol.25, 143-150, Paris.

Uromeihy, A., Farrokhi, R., (2012.) Evaluation groutability at Kamal-Saleh dam based on lugeon test results. Bulletin of Engineering Geology and the Environment 71:215-219

Ülker, S., Alkılıç, Y., Gürsoy, N., (1997).Mut barajı deneme enjeksiyonu sonuç raporu. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü. Yayın No:97-7 Ankara (In Turkish) .

Wiesner E, Karl Ewert F (2012) Resolving serious seepage through karstified limestone at the Mujip Dam, Jordan. Bulletin of Engineering Geology and the Environment 72:149-162.

KENTJEOLOJİSİ, MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ VE JEOTEKNİK

URBAN GEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS

REMZİ KARAGÜZEL – NİHAT SİNAN IŞIK – ERGÜN TUNCAY

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kaya Beton Arayüzünün Mekanik Davranışları

Mechanical Behaivours of Rock-Concrete Interfaces

Levent Selçuk[1], Derya Aşma[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65090 Van, Türkiye

[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 65090 Van, Türkiye

(lselcuk@yyu.edu.tr)

Öz: Genellikle en zayıf düzlem olarak kabul edilen kaya beton ara yüzündeki gerilim durumu ve büyüklüğü, kaya temel üzerine inşa edilen beton yapıların (baraj, istinat duvarları, yeraltı yapıları, vb.) yenilmesinde anahtar rol oynar. Beton yapının duraylılığını veya güvenliğini kontrol eden kaya-beton arayüz etkileşimleri, kaya beton yapının dayanım, deformasyon ve kırılma şekilleri açısından mekanik davranışını doğru bir şekilde anlamak için araştırılmıştır. Kaya beton arayüzü hem sıkışma hem de kesme gerilmelerinin büyüklüğünü kontrol eder. Standart laboratuvar deneylerinde olduğu gibi, arayüz yüksek normal gerilmelere maruz kaldığında kesme mukavemeti artar. Sıkışma konusunda, kaya beton ara yüzü belli bir açıda ana gerilim yönüne doğru eğildiğinde mukavemet değeri önemli ölçüde etkilenir. Bu nedenle, kaya beton ara yüzeyin dayanım ve yenilme davranışı hem ara yüz eğim açısı hem de uygulanan yüklerin büyüklüğü ile ilişkilidir. Deneysel program, farklı arayüz eğim açısına (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°) sahip beton-kaya örneklerinin dayanım ve kırılma davranışlarını incelemek üzere oluşturulmuştur. İki çeşit kaya beton örneği kullanılmıştır; bunlar silindir şekilli ve disk şekilli örneklerdir. Örneklerin hazırlanmasında iki farklı beton karışımı tasarlanmıştır. Çimento, kum, agrega ve sudan oluşan karışım oranları sırasıyla 1.0: 2.0: 2.0: 0.35 ve 1.0: 0.9: 0.9: 0.30 dur. Beton karışımlarında ince ve kaba agregalar eşit oranda kullanılmıştır. İnce agregalar 2.0 ile 4.0 mm'lik partiküllerden, kaba agregalar ise 4.0 ile 8.0 mm arasındadır. Hazırlanan beton karışımları farklı eğim açılarında kesilen silindirik şekilli kaya örneklerin düz ve parlatılmış yüzeylerine dökülmüştür. Örnekler 28 gün süreyle oda sıcaklığında ve nem koşullarında kürlenmeye bırakılmıştır.

Arabirim eğim açısının kaya-beton numunelerinin dayanım ve yenilme davranışı üzerindeki etkisi, tek eksenli sıkışma, çekme-yarma ve nokta yük dayanım indeksi test koşulları altında araştırılmıştır. Kaya betonu arayüzeyin eğim açılarına göre dayanım ve yenilme davranışındaki değişim genel olarak tüm deneylerde gözlenmiştir. Ayrıca, yenilme modelleri ve dayanım veri setleri, farklı beton karışım serileri için benzer eğilimleri takip etmiştir. Nokta yükü dayanım indeksi ve çekme-yarma deneyleri sırasında arayüz eğim açısına bağlı olarak üç farklı yenilme paterni gözlenmiştir. Düşük arayüz eğim açılarında (0-15°) kaymaya bağlı olarak gelişen yenilme tipi, dikkate değer derecede yüksek dayanım değerleri ile yaklaşık 30° den sonra birleşik kırık tipine dönüşmüştür. Çekme veya yarma tipi kırıklar çoğunlukla 60° ile 90° arayüz eğim açılarında gözlemlenmiştir. Tek eksenli sıkışma testi sırasında ölçülen dayanım değerleri ve gözlenen yenilme davranışları, çekme-yarma ve nokta yük indeks testlerinden elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Her iki deney yöntemi de benzer yenilme modelleri sağlamıştır. Ancak tek eksenli sıkışma testi koşullarında minimum dayanım değerleri genellikle 15° ile 30°

arayüz eğim açılarında elde edilirken, nokta yükü indeks ve çekme-yarma deney koşullarında minimum dayanım değerleri, çekme gerilmesinin maksimum olduğu 0° arayüz eğim açısında elde edilmiştir. Dolayısıyla, söz konusu deney yöntemleri arayüz eğim açısı yükleme yönüne paralel olmaya başladığında dayanım değerlerinin belirlenmesinde tatmin edici sonuçlar sağlamadığı sonucuna varılabilir. Ancak burada, deney yöntemlerinin her birinin belirli bir ilkeye dayandığını ve basınç dayanımını dolaylı olarak belirlemede yaygın olarak kullanıldığını ifade etmek gerekir. Bu çalışma, kullanılan deneysel yöntemler arasındaki karşılaştırmaya odaklanmamaktadır. Aksine, eğimli arayüz koşulları durumunda kaya beton malzemenin dayanım değişimi ve kırılma davranışını araştırmak ve bu amaca yönelik kullanılan yöntemlerinin sınırlamalarını ve yeteneklerini ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kaya beton arayüzü, mekanik davranış, kırık paterni, dayanım değişimi

Abstract: *The stress state and magnitude along the rock-concrete interface which is usually considered as the weakest plane play a key role in many kinds of failures of the concrete structures which is built on rock foundation, (i.e. dam, retaining walls, etc.). The rock-concrete interfaces controlling stability or safety of the concrete structure have been investigated for correctly understanding the mechanical behavior of the rock-concrete structure in terms of strength, deformation and fracture properties. The rock-concrete interface experiences both the magnitudes of compressive and shear stresses. As with the standard crushing tests, the shear strength will be high when the interface is subjected to high normal stresses. As for compression, the strength value will significantly affected when the rock-concrete interface is inclined at a certain angle to the direction of major principal stress. Thus, strength and failure behavior of rock-concrete interface is related with the both interface inclination angle and the magnitude of the applied loads. The experimental program was constructed to investigate the strength and fracture behavior of concrete-rock specimens which have different interface inclination angle (i.e. 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90). Two shapes of rock-concrete specimens were used in this investigation; core-shaped samples and disk-shaped samples. Two different mixtures were designed to produce the rock-concrete specimens. Their mixture proportions were 1.0:2.0:2.0:0.35 and 1.0:0.9:0.9:0.30 (cement: sand: aggregate: water), respectively. Both fine and coarse aggregates were used in the concrete mixtures. Fine aggregates ranged from particulates of 2.0–4.0 mm while coarse aggregates ranged from 4.0 to 8.0 mm. Both fine and coarse aggregates were added in equal amounts to designed concrete mixtures. The prepared concrete mixtures were poured onto the surfaces of cylindrical shaped rock samples which have different inclination angles. The samples were allowed to cure for 28 days at room temperature and humidity.*

The effect of interface inclination angle on strength and failure behavior of rock-concrete bi specimens were investigated under uniaxial compression, splitting tensile and point load strength test conditions. The variation of strength and failure behavior with respect to the inclination angles of rock-concrete interface were generally observed in all experiments. Additionally, the failure patterns and strength data sets follow similar trends for different series of concrete mixtures. Three distinctive failure patterns were observed during the splitting tensile and point load strength index tests. At low inclination angles (0°–15°), interface fracture type

changes to combined fracture type after approximately 30° with remarkable high failure strength values. The specimens were split at 60° and 90° by splitting fractures. The measured strengths and observed failure behaviors during the uniaxial compression test were compared with those obtained from splitting tensile and point load strength tests. Both experimental methods provided similar failure patterns. However, the minimum strength values were mostly obtained at 0° in which the magnitude of tensile stress is maximum, while the specimens have the minimum strength values at inclination angles between 15° and 30° in uniaxial compression test conditions. Accordingly, it can be concluded that indirect methods were provide unsatisfactory results in determination of the interface strength of specimens when the inclination angle of weak interface starts to become parallel to the loading axis. We underline that each of these test methods is based on a particular principle and widely used as a means for determining the compressive strength indirectly. This study does not focus on the comparison between the experimental methods. On the contrary, it addresses the strength variations and fracture behavior of rock concrete in case of in the case of inclined interface conditions and discusses the limitations and capabilities of the tests methods used for this purpose.

Keywords: *Rock-concrete interface, laboratory testing, fracture pattern, strength variation*

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOARKEOLOJİ

CULTURAL GEOLOGY, GEOLOGICAL HERITAGE AND GEOARCHAEOLOGY

ERHAN ALTUNEL – NAZİRE ÖZGEN ERDEM – RAİF KANDEMİR – HÜLYA İNANER – YILDIRIM GÜNGÖR

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Türkiye'de Yapılan Jeopark Çalışmalarına Genel Bir Bakış

General Overview to the Geopark Studies in Turkey

Yahya Çiftçi[1], Yıldırım Güngör[2]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(yahyaciftci@gmail.com)

Öz: Türkiye'de "Jeolojik Miras" konusundaki duyarlılık, henüz bu kavram Ülkemizde tartışılmaya başlanmadan çok önce, Türkiye Jeoloji Kurumu tarafında yayınlanan "Yeryuvarı ve İnsan" dergisinin 1976 Temmuz sayısının sayfalarında kendine yer bulmuştur. 1991'deki Digne Bildirisi ile ilk kez kavramsal olarak gündeme gelen "Jeopark" olgusu ve bununla ilişkili diğer kavramların yanı sıra, 1995'te kurulan Avrupa Jeolojik Mirası Koruma Birliği (ProGEO) çalışmaları ile "Jeolojik Miras" kavramı nihayet çağdaş ve bilimsel bir yaklaşıma kavuşmuştur. Bu kavram(lar), çok kısa süre sonra, 1999 yılından itibaren, Jeolojik Mirası Koruma Derneği'nin (JEMİRKO) kurulmasından itibaren Ülkemiz yerbilim literatüründe kendisine yer bulmaya başlamıştır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün Jeoloji Etütleri Dairesi bünyesinde oluşturulan bir birim aracılığıyla 2003 yılında başlatılan "Türkiye Jeolojik Mirası Araştırma Projesi" (TUJEMAP) ile yıllar içinde Ülke çapında geniş bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Ülkemizdeki ilk jeopark çalışması, Ankara Valiliği, Kızılcahamam Belediyesi, Kızılcahamam Kaymakamlığı, Çamlıdere Kaymakamlığı ve JEMİRKO işbirliği ile Türkiye'nin ilk jeoparkı, 16 Temmuz 2010 yılında ziyarete açılmıştır. Ardından, 2013 yılında, Kula Volkanik Jeoparkı "Uluslararası Jeopark" (UNESCO) ünvanı ile hizmete girmiştir. Bu iki jeopark dışında, son yıllarda İstanbul Üniversitesi tarafından Narman (Erzurum), Levent vadisi (Malatya), Gökçeada (Çanakkale) ve Nemrut – Süphan (Bitlis) aday jeoparklarında dört adet proje yürütülmüştür. Ülkemizde "Öneri Jeopark" çalışmaları olarak yürütülen projelerden biri de, MTA tarafından TUJEMAP projesi kapsamında, 2017-2018 yılları içinde tamamlanan "Konya Karapınar Jeoparkı'nın bilimsel altyapı çalışmalarıdır. Bir diğer çalışma, Zonguldak Valiliği tarafından 2018 yılında başlatılan "Zonguldak Mağara Jeoparkı" isimli projedir ancak projenin son durumu hakkında ne yazık ki sağlıklı bilgi bulunmamaktadır. Bunların dışında, yakın zamanda, 2019 yılının son aylarında, Jeoloji Mühendisleri Odası öncülüğünde Munzur ve Pamukkale Öneri Jeoparkları için birer Çalıştay düzenlenmiş ve her iki bölgede Jeopark çalışması yapılmasına karar verilmiştir.

Ülkemizde bu tür çalışmalar halen herhangi bir çerçeve yönetmelik ve kamu denetimi altında yürütülmediğinden ve tescil süreçleri tanımlanmadığından, hem ciddi bir yetki/kavram kargaşası oluşmakta, hem de herhangi bir "standart" oluşturmak ne yazık ki söz konusu olmamaktadır. Bu bildiride, Türkiye'de yürütülen ve belli bir aşamaya gelmiş olan Jeopark çalışmalarına genel bir bakış atılarak uygulamalardaki etik ve etik olmayan işler tartışılacak, özellikle bu konunun yasal bir otorite tarafından bir an önce sahiplenilmesi gerektiği üzerinde durulacaktır.

Anahtar Sözcükler: Türkiye, jeolojik miras, jeopark çalışmaları, etik/etik olmayan uygulamalar

Abstract: *Consideration the "Geological Heritage" was start long time ago in Turkey, before this issue start to discuss at second millennium, at 70'ies, in a journal named Yeryuvarı ve İnsan, published by Turkish Geological Institution. Esen Arpat and İbrahim Korkmaz were the pioneer authors that are discuss the damages on the human footprints. These papers could be accepted as the primary papers discuss the "Geological Heritage" issue, especially after the pioneer studies start in British literature.*

"Geopark" and other related terms were declared first by the Digne Announcement, at 1991. "Geological Heritage" term is scientifically described by the ProGEO, established in 1995 by the European countries. Right after, at 1999, this and the related terms are promoted by JEMIRKO in Turkey. General Directorate of Mineral Res & Exploration established a research center in Geological Studies Department, to prepare the "Geological Heritage" inventory of Turkey, TUJEMAP project, unfortunately this center was suppressed his activity since two years, after valuable studies in all over the Country.

First Geopark Project was conducted by Ankara University in Turkey. Governorship of Ankara, Kızılcahamam Municipality, Kızılcahamam district governorate, Çamlıdere district governorate and JEMIRKO were also took part in this project and it is established at 2010 with the name of "Çamlıdere Geopark". After three years, "International Kula Volcanic Geopark" was also established in UNESCO standart in Manisa-Kula Region in 2013.

There are some other geopark proposals in Turkey. Narman (Erzurum), Levent Valley (Malatya), Gökçeada (Çanakkale) and Nemrut-Süphan (Bitlis) proposed geopark projects were conducted by Istanbul University. Two of these proposals (Gökçeada and Narman) were supported by the Scientific Investigation Fund of the Istanbul University, while the other two by the Bitlis and Malatya Governorates. These reports are awaiting investors for start up.

Some other proposals are the "Konya-Karapınar Geopark", prepared by MTA in TUJEMAP project between 2017 and 2018; "Zonguldak Cave Geopark", proposed by Zonguldak Governorate but we do not have further information about the recent statue of this project. Two workshop were conducted by Chamber of Geological Engineers about "Munzur Proposed Geopark" and "Pamukkale Proposed Geopark" recently.

No regulation framework was declared and no governance about these kind of studies in Turkey. These uncertainties resulted malfunctions in authority/terminology widely and don't permit to establish any "standart" in these projects. This presentation aims to discuss positive and negative applications in these proposals in Turkey and appropriate the authority in this area.

Keywords: *Turkey, geological heritage, geopark proposals, ethical/unethical affairs*

Türkiye'de Jeolojik Miras Konusundaki Gelişim

Developments on Geological Heritage in Turkey

Hülya İnaner[1], Nazire Özgen Erdem[2], Mehmet Akbulut[1], Necip Sabri Mülazımoğlu[3], Yaşar Suludere[3], Aysen Özgüneylioğlu[3]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[3]JEMİRKO Jeolojik Mirası Koruma Derneği, Ankara, Türkiye

(hulya.inaner@deu.edu.tr)

Öz: Türkiye, binlerce yıldır çeşitli kültür ve medeniyetlere ev sahipliği yapmış bir coğrafyanın içinde yer almaktadır. Dünyadan çok sayıda doğal ve kültürel anıtın bulunduğu UNESCO Dünya Miras Listesi'nde ülkemizden onsekiz dünya mirası lokasyonu bulunmaktadır. Bunların sadece ikisi (Hierapolis-Pamukkale ve Göreme Milli Parkı-Kapadokya Kaya Sitleri) doğal miras ile ilişkilidir. Türkiye'de Jeolojik Miras konusunda ilk çalışmalar Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde (MTA) görev yapan yer bilimciler tarafından bireysel olarak 1970'lerde başlamıştır. Bu başlangıç çalışmaları, ilk aşamalarında Yeryuvarı ve İnsan dergisinde yayınlanmış ancak daha sonra bir durgunluk dönemine girilmiştir. 2000'li yıllarda Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) tarafından Mavi Gezegen adlı derginin yayınlanmaya başlaması ve bu dergide jeolojik miras konusuna değinen makalelerin yayınlanması ile eş zamanlı olarak JEMİRKO'nun da (Jeolojik Mirası Koruma Derneği) kurulması, Türkiye'de jeolojik miras konusuna daha fazla dikkat çekilmesine vesile olmuştur.

Günümüzde tüm dünyada Jeolojik Miras konusunda büyük bir atılım bulunmaktadır. Bu amaçla dünya çapında çeşitli uluslararası kurum ve kuruluşlar ve bilim insanları faaliyetler yürütmektedir. Bu konudaki çalışmalar özellikle uluslararası platformlarda, UNESCO, ProGEO (The European Association of Geoconservation), EGN (European Geoparks Network), GGN (Global Geoparks Network) gibi kuruluşların işbirliği ve kontrolünde devam etmektedir. Türkiye'de de Jeolojik Miras konusunda UNESCO Türk Milli Komitesi, sivil toplum kuruluşları ve meslek örgütleri (JEMİRKO, JMO), üniversiteler ve bazı kamu kurumları (MTA) bünyesinde faaliyetler son yıllarda hızlanmıştır. Özellikle Türkiye Jeolojik Miras Envanteri'nin JEMİRKO tarafından oluşturulması ve geliştirme faaliyetlerinin devam etmesi, uluslararası yayınlar ve toplantılara üniversitelerden bilimsel katkının hızlanması gibi faaliyetler önemli gelişmelerdir. Doğa bilimleri konusunda eğitim veren üniversitelerimizde jeolojik miras, jeokoruma ve jeoturizm gibi ana başlıkları ele alan derslerin verilmeye başlanması ve bu konularda lisans ve yüksek lisans düzeyinde yürütülen tez çalışmalarının artması geleceğe yönelik planlamalarda önemli basamaklar arasındadır. Konunun kanuni boyutları ise jeolojik miras ve ilintili kavramların, hali hazırda var olan kanunlara entegrasyonu konusundaki çabalarla sürdürülmektedir. Uluslararası düzeyde jeoparkların oluşturulması ise bu konunun başka önemli bir ayağını oluşturmaktadır. Jeopark kavramının Türkiye'de benimsenmeye başlaması ile beraber, hali hazırda var olan tek uluslararası jeoparkımız olan Kula Jeopark'ına eşlik edecek yeni jeoparkların oluşturulması, hem jeolojik mirasın korunması, hem de sürdürülebilir yerel kalkınmaya ve ülke ekonomisine katkı sağlayacak jeoturizm faaliyetlerinin güçlenmesi

açısından önemli bir basamak olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, jeoturizm, jeokoruma, Türkiye

Abstract: *Turkey is located in a geography that hosted various cultures and civilizations. Eighteen world heritage locations from our country are listed in the UNESCO World Heritage List that include numerous natural and cultural monuments worldwide. Only two of them (Hierapolis-Pamukkale and Göreme National Park-Rock Sites of Cappadocia) are related with the natural heritage. First studies on geological heritage in Turkey initiated with the individual efforts of the earth scientist of the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) during the 1970s. These initial works had been published in the journal Yeryuvarı ve İnsan and later entered a period of stagnation. After a recession period, initiation of the Mavi Gezegen journal by the Chamber of Geological Engineers and publication of articles on geological heritage contemporaneously with the foundation of the JEMİRKO (Jeolojik Mirası Koruma Derneği) has redrawn more attention to the geological heritage topic in Turkey.*

Today, there is a significant leap in the subject of geological heritage all around the world. Several international organizations and associations and scientist actively work in this topic worldwide. Works on this subject nowadays continue in the international platforms with cooperation and control of the associations such as UNESCO, ProGEO (The European Association of Geoconservation), EGN (European Geoparks Network) and GGN (Global Geoparks Network). Likewise in Turkey, activities on geological heritage has gained accelaration within the bodies of UNESCO Turkish National Committee, non-governmental organizations and professional associations (JEMİRKO, JMO), universities and some public institutions (MTA) in the late years. Especially, positive outputs such as the construction and ongoing refinement of the Geological Heritage Inventory of Turkey by the JEMİRKO, acceleration of scientific contributions from the universities by international publications and participations in the meetings are important in the last years. Initiation of the courses handling main topics on the geological heritage, geoconservation and geotuourism in the universities providing education in the natural sciences, and the increase in the undergraduate and graduate thesis on these subjects are important steps in future projections. Legal aspects of the subject on the other hand are continued with the efforts of integration of geological heritage and related terms into the current laws. Another important segment of this subject is the construction of international geoparks. Adoption of the geopark concept in Turkey, and constitution of new geoparks that will accompany the Kula Geopark,(our currently one and only international geopark in Turkey) will further be another important step in both conservation of geological heritage, sustainable local development and geotourism activities that will contribute to the national economy.

Keywords: *Geological heritage, geotourism, geoconservation, Turkey*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Aktif Fayların Araştırılmasında Antik Yolların Önemi: Havza Segmenti (Kuzey Anadolu Fay Zonu) Üzerinde Örnek Bir Çalışma

Significance of Ancient Roads in Active Fault Studies: A Case Study on the Havza Segment of the North Anatolian Fault Zone

İsmet Elma, Erhan Altunel, Mohammed Hayas

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir, Türkiye (elma.ismet@gmail.com)

Öz: Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ülkemizin içinde bulunduğu bölgede yıkıcı depremlere kaynaklık eden en önemli aktif tektonik yapılardan biridir. KAFZ üzerinde yakın geçmişte ve tarihsel dönemlerde yıkıcı depremlerin meydana geldiği bilinmektedir. Bu depremler, yüzey faylanması oluşturmuşlar ve üzerlerinde bulunan insan yapımı yapılarda hasarlara ve ötelenmelere neden olmuşlardır. Anadolu, dünyada ilk planlı yerleşimlerin ortaya çıktığı bir bölgede yer almaktadır ve yerleşimler o günden bugüne kesintisiz devam etmektedir. Anadolu'da yerleşik hayata geçilmesiyle birlikte, farklı boyutlarda yerleşim yerleri ortaya çıkmış ve bu yerleşim yerlerinin birbirleri ile ticaret, savaş vb. nedenlerle iletişime geçmeleri sonucu aralarında ulaşımı sağlamak amacıyla yollar inşa edilmiştir. Anadolu'da zaman içinde gelişen yol ağları, bazı bölgelerde aktif fayları karşıdan karşıya geçmek zorunda kalmışlardır.

Aktif fayların uzun dönem deprem aktivitelerinin araştırılmasında, jeolojik ve jeomorfolojik verilerin yetersiz veya sınırlı kaldığı durumlarda arkeolojik veriler önemli bilgiler sunmaktadır. Herhangi bir aktif fayı karşıdan karşıya geçen yollar, o fay zonu üzerinde meydana gelen büyük depremlerden etkilenecekleri için deprem verilerini kayıt etme potansiyeline sahiptir. Bu tür arkeolojik kalıntılarda saklı kayıtların ortaya çıkarılması; fayın kesin yeri, fay zonu üzerinde meydana gelen tarihsel depremlerin büyüklükleri, deprem sırasındaki atım miktarı, kayma hızı gibi parametrelerin belirlenmesinde önemli bilgiler vermektedir.

Arkeolojik kalıntıların bu potansiyeli göz önünde bulundurularak KAFZ'nun Havza Segmenti üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Havza Segmenti üzerinde en son 1943 yılında M=7.6 bir deprem meydana gelmiş ve yüzeyde 6 m ye yakın sağ yanal yer değiştirmelere neden olmuştur. Havza Segmenti, Karadeniz kıyılarındaki önemli yerleşim yerleri (Sinop, Samsun gibi) ile İç Anadolu'daki yerleşim yerleri (Ankara, Çorum gibi) arasında bir tektonik sınır oluşturduğu için bu yerleşim yerleri arasında bulunan yollar bu segmenti karşıdan karşıya geçmek zorundadır. Bu nedenle, Havza Segmenti civarında yapılan çalışmalarda dört farklı lokasyonda bu segmenti karşıdan karşıya geçen antik yol belirlenmiştir. Çalışılan alanın en batısındaki 1. lokasyonda bulunan bir antik yolun yaklaşık 40 metre, 2. lokasyonda yer alan antik yolun 10 metre, 3. lokasyonda yer alan antik yolun 8 m ve en doğudaki 4. lokasyonda yer alan bir başka antik yolun 52 metre sağ yanal ötelendiği tespit edilmiştir. Arazi verilerinin değerlendirilmesi, arkeolojik literatür çalışmaları ve tarihsel deprem kataloglarının incelenmesi devam etmektedir. Bu çalışmaların tamamlanması sonucunda KAFZ'nun Havza Segmenti'nin tarihsel deprem aktivitesi ve fayın davranışı hakkında önemli bilgilerin elde edileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: KAFZ, aktif fay, arkeolosismoloji, tarihsel deprem, antik yol

Abstract: *The North Anatolian Fault Zone (NAFZ) is one of the most important active tectonic structures which produces destructive earthquakes in Anatolia. It is well known that destructive earthquakes occured on the NAFZ in recent and historical periods. These earthquakes involved surface ruptures and damaged man-made structures as a result of displacement. Anatolia is one of the first region where planned settlements were first established and going on continously. Settlements in various size were emerged within time and roads were constructed between different settlements for transportation. Considering the extend of active faults and the road network all over Anatolia, some roads must cross active faults in some regions.*

In the case of insufficient geological and geomorphologic evidence, archaeological remains provide reliable data to study the long term activity of active faults. Roads which cross an active fault have potential to record earthquake data since they are affected by surface ruptures of large earthquakes. Inferring these records in archaeological remains provide valuable information about some parameters of active fault such as the exact location of the fault, the magnitude of the historical earthquakes, amount of offset and slip rate.

Considering the potential of archaeological remains, a study was conducted on the Havza Segment of the NAFZ. The last large earthquake on the Havza Segment was in 1943 with M = 7.6 earthquake which involved about 6 m of right lateral displacements on the surface. As the Havza Segment forms a tectonic border between the important settlements on the Black Sea coast (such as Sinop, Samsun) and the settlements in Central Anatolia (such as Ankara and Çorum), the roads between these settlements must cross this segment. Therefore, detailed study around the Havza Segment showed that ancient roads cross this segment in four different locations. From west to east along the segment, about 40 m, 10 m, 8 m and 52 m cumulative right lateral displacement was measured on ancient roads in four different locations. We still work on field data, archaeological literatüre and historical earthquake catalogues. Obtained data clearly show that important information will be get about the historical earthquake activity and fault behavior of the Havza Segment of NAFZ.

Keywords: *NAFZ, active fault, archaeoseismology, historical earthquakes, ancient road*

Aladağlar Milli Parkının Jeopark Potansiyeli

Geopark Potential of Aladağ Montains National Park

Cengiz Kayacılar[1], Yıldırım Güngör[2], Cem Kasapçı[2], Yahya Çiftçi[3]

[1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi ABD, 51000 Niğde, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(yildirimgungor@gmail.com)

Öz: Toros Dağları'nın orta kısmını oluşturan Aladağlar, Niğde, Adana ve Kayseri il sınırları içinde yer almaktadır. Aladağlar, 1995 yılında "Milli Park" ilan edilmiştir. Aladağlar Türkiye'nin en önemli dağcılık merkezi olarak bilinmektedir. Aladağlar'ın en önemli zirveleri Kızılkaya (3767 m), Demirkazık (3756 m), Emler (3723 m), Direktaş (3510 m), Gürtepe (3625 m), Güzeller (3461 m) Kaldı (3688 m) ve Alaca (3588 m) zirveleridir. Ayrıca, Emli ve Cımbar Vadileri içinde önemli sportif kaya tırmanış rotaları bulunmaktadır. Aladağlar, aynı zamanda Türkiye'nin önemli jeotektonik alanlarında biridir. Bu kütle, Siyah ve Ak Aladağlar olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Ak Aladağlar Jura- Kretase yaşlı ve yaklaşık 2000 metre kalınlığa sahip dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Aladağlar sadece zirveleriyle değil, eşsiz biyo-çeşitliliği, buzul gölleri ve vadileri, kanyonları, mağaraları, etnografik - arkeolojik özellikleri ve yaban hayatı ile de ideal bir jeopark adayıdır. Yapılan ön çalışmada öneri jeositler olarak; Emli Boğazı girişindeki ofiyolit istifi, Karayalak Boğazı girişindeki aşınım şekilleri, Ecemiş Fay Zonu, Yamaç Molozları, Demirkazık ve Kaldı Buzulları, Yedigöller Platosu'ndaki kaya buzulları ve buzul gölleri ile büyük bir karstik kaynak olan Kapızbaşı Şelaleleri saptanmıştır. Bunların yanı sıra bölgede, Emli Boğazı'ndaki kaya mezarları gibi çok sayıda kültürel miras unsuru da bulunmaktadır.

Aladağlar Milli Parkı, mevcut durumu ile bölge ekonomisine çok fazla bir katkıda bulunmamaktadır. Yaz aylarında çok az sayıda gelen doğa sporcuları, bölgenin ekonomisini hareketlendirmede yetersiz kalmaktadır. Kapızbaşı şelalelerine yapılan günübirlik ziyaretler de yerel halkın "*piknik*" faaliyeti ile sınırlıdır. Bu alanda yapılacak bir jeopark düzenlemesi, Aladağlar bölgesinin sürdürülebilir kalkınmasına büyük katkı sağlanabilir.

Bu bildiride Aladağlar Milli Parkının aynı zamanda bir "Aladağlar Jeoparkı" olabilmesi için yapılması gereken çalışmalar ve olası ana konsept önerileri tartışılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Niğde, Adana, Kayseri, Aladağlar, milli park, öneri jeopark

Abstract: *The Aladağ Mountains, which is the central part of the Taurus Mountains, are located within the borders of Niğde, Adana and Kayseri Provinces. Aladağ Mountains was declared as a "National Park" in 1995. Aladağ region is known as Turkey's most important mountaineering center. The most important peaks of the Aladağ Mountains are Kızılkaya (3767 m), Demirkazık (3756 m), Emler (3723 m), Direkteş (3510 m), Gürtepe (3625 m), Güzeller (3461 m) Kaldı (3688 m), and Alaca (3588 m) peaks. There are important sporting and rock climbing routes in Emli and Cımbar valleys.*

Aladağ Mountains is also one of the important geotectonic area of Turkey. It is divided into two parts as "Black" and "Ak"Aladağ Mountains. The Ak Aladağ section is formed by the Jurassic-Cretaceous dolomitic limestones, with approx. 2000 meters thickness.

Aladağ Mountains is an ideal geopark candidate, not only with its peaks, but also with its unique bio-diversity, glacial lakes and valleys, canyons, caves, ethnographic – archaeological features and wildlife. In the preliminary study, possible geosites such as the ophiolite sequence at the entrance of Emli pass, erosion forms at the entrance to Karayalak pass, Ecemiş fault zone, thick debris flows, Demirkazık and Kaldı glaciers, rock glaciers and glacial lakes in Yedigöller plateau and Kapızbaşı waterfalls were determined. In addition, many cultural heritage locations like the rock tombs at the Emli pass also exist in the region.

Aladağ Mountains National Park doesn't contribute much to the economy of the region with its current status. Few climbers and trekkers are inadequate that are visiting the region only in the summer time. Other domestic visitors are prefers mostly the Kapızbaşı Waterfalls for picnic purposes. A "Well Designed Geopark" in this area can contribute to the sustainable development of the villages around Aladağ Mountains.

In this presentation, the studies will be discussed in detail to propose the "Aladağlar Geopark" and its possible main concept proposals, in addition to current "Aladağlar National Park" status.

Keywords: *Niğde, Adana, Kayseri, Aladağ Mountains, national park, proposed geopark*

Derik İlçesinin (Mardin) Jeomiras Potansiyelinin Araştırılması

Investigation of the Geoheritage Potential of the Derik District (Mardin)

Ahmet Serdar Aytaç, Sezgin Abukan

Harran Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 63300 Şanlıurfa, Türkiye

(aserdaraytac@yahoo.com)

Öz: Derik ilçesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Dicle Bölümü'nün batı kesiminde yer alır. Jeomorfolojik açıdan karmaşık bir yapı gösteren ilçenin kuzey doğu kesimi, Mardin Eşiği'nin güney batı kesimlerine tekabül ederken; batı ve kuzeybatı kesimleri Karacadağ volkanizmasına bağlı oluşmuş bazalt platolarından oluşur.

Sahada en eski jeolojik birimleri Prekambrien-Alt Paleozoyik yaşlı Telbesmi Formasyonu, en genç birimleri ise Kuvaterner yaşlı birikinti koni ve yelpaze çökelleri ile alüvyonlar oluşturur. Tektonik açıdan Arap Levhası'nın kuzey kenarında ve kenar kıvrımları kuşağında bulunan saha, Arap-Anadolu levhalarının çarpışması sonrasında Arap Levhası üzerinde gerçekleşen yer hareketlerinden yoğun bir şekilde etkilenmiştir. Buna bağlı olarak sahada, monoklinal yapı, kıvrımlı yapı, faylı yapı unsurları ile akarsu topografyası, volkanik ve karstik şekiller geniş yer tutar.

Ülkemizin en yaşlı jeolojik birimlerinden birine (Telbesmi Formasyonu) ev sahipliği yapan saha; yer tarihinin 300 milyon yıldan daha uzun döneminin delillerini barındırır. Saha kültürel miras, arkeolojik ve tarihi sitler açısından da ayrıca öneme sahiptir. Bu çalışmada, Derik İlçesi'nde, jeomiras açısından öneme sahip olan jeolojik/jeomorfolojik unsurlar ile yine yörede yer alan tarihi kültürel sitlerin belirlenmesine yönelik araştırmalarımızın bulguları yer almaktadır.

Bu kapsamda sahada jeomiras açısından öneme sahip olduğu düşünülen 5'i stratigrafik; 1'si yapısal; 6'sı volkanik, 6'sı jeomorfolojik yapılar, aşınma/depolanma süreçleri, yerşekilleri ve arazi manzaraları, 1'i jeoarkeolojik, 6'sı tarihi ve kültürel alanlarla ilişkili olmak üzere toplam 25 alan belirlenmiştir. Bu araştırma ile Derik ilçesinin jeolojik, jeomorfolojik, sosyo-ekonomik özelliklerinin UNESCO'nun jeopark kriterlerini önemli ölçüde karşıladığı belirlenmiştir. Alan, bu özellikleri ile ülkemizin potansiyel jeopark alanlarından biri konumundadır.

Anahtar Kelimeler: Doğa koruma, jeomiras, jeopark, jeosit, Güneydoğu Anadolu

Abstract: *Derik district is located in the western part of the Tigris Division in the Southeastern Anatolia Region. The study area has a complex strucrute in terms of the geomorphological features. While the north-eastern part of the district corresponds to the south-western part of the Mardin plateau; the western and northwestern part of the district are formed by the basalt plateaus of Karacadağ volcanism.*

While the oldest geological formation is the Telbesmi formation dated precambrien, the youngest geological formation is the Quaternary fan deposits and aluviyon. The study area corresponds to the northern edge of the Arabian Plate, and has been intensely influenced by the ground movements that took place after the collision of the Arab-Anatolian plates. In this context, folded structure, faulted structure, river topography, volcanic and karstic shapes take place in the field.

The study area where hosts one of the oldest geological units of our country (Telbesmi formation), contains evidences of more than 300 million years of earth history. The study area is also important in terms of cultural heritage, archeological and historical sites. This study ıncludes findings of the our investigations on the geological, geomorphological features and cultural sites which are important in terms of the geoheritage in the study area.

Within this context, a total of 25 areas, which are thought to have an importance in terms of geological heritage, are determined as 5 stratigraphical; 1 structural; 6 volcanics, 6 geomorphological structures, erosional/depositional processes, landforms and landscapes; 1 geoarcheological and 6 historical and cultural areas. Accordig to findings of the study, the geological, geomorphological and socio-economic characteristics of the study area meet UNESCO's Geopark criteria. With these features, the area is one of the potential geopark areas of our country.

Keywords: *Natural protection, geoheritage, geopark, jeosite, Southeast Anatolia*

An Introduction to Geotouristic Potential of Manjil Area, North of Iran; A Move Towards Local Sustainability

Manjil Bölgesinin Jeoturistik Potansiyeli (Kuzey İran): Yerel Sürdürülebilirliğe Doğru İlerleme

Sanaz Yajam

Department of Geology, Payame Noor University, 19395-3697 Tehran, I. R. of Iran

(yajam.pnu@gmail.com)

Abstract: The paper aims to present a view of the geo-heritage and touristic potential of the Manjil area. Region is located in the entrance corridor of Gilan province a green well known tourist destination, north of Iran.

Manjil range is remarkable for its unique geological features, natural resources and rich cultural heritage that are poorly known by general public. Consequently this spectacular windy olive land hosts thousands of cursory tourists that take short breaks of driving only to buy olives. Geotourism represents an outstanding opportunities for tourism development in this region.

As a part of western Alborz structural zone, main geological characteristics of this area indicating a long lived convergence history of Iran-Turan collision and Arabia –Eurasia collision. This geological setting has provided Manjil area with diverse natural geological features of high significance. Sangrud Yellowish travertine terraces, formed by mineral hot spring is one of the most spectacular natural geothermal features in the area. Further, vast outcrops of Cenozoic volcanic and volcano-sedimentary rocks shape beautiful sceneries of peaks and hills around the lake of Sefidrud dam.

Dorfak, a dormant volcanic summit with famous ice cave are among other attractions. Another unique potential geosite is Sangrud coal mine, an outcrop of the Shemshak formation is the main coal-bearing sequence of Alborz. A number of caves (e.g.Sepahbodan) and hot mineral springs (e.g.mastkhor) are another attractions.

Exceptional geodiversity alongside the natural resources and rich cultural heritage offer the special experience to visitors. Rare Lillium ledebourii of Damash village, Manjil wind power plant, Harzevil cypress of more than a thousand year old and Loshan historical brick bridge are of cultural and historical charms.

Linking geology with historical and ecological heritages accelerate sustainable development and contribution toward establishing geopark in the entrance corridor of Gilan province.

Keywords: Iran, Manjil, geopark, geotourism, geological heritage

Öz: *Bu makale, Manjil bölgesinin jeolojik mirası ve turistik potansiyeli hakkında bir görüş sunmayı amaçlamaktadır. Bölge, İran'ın kuzeyinde iyi bilinen yeşil bir turistik yer olan Gilan eyaletinin giriş koridorunda yer almaktadır.*

Manjil sıradağı halk tarafından az bilinen eşsiz jeolojik özellikleri, doğal kaynakları ve zengin kültürel mirası ile tanınır. Dolayısıyla, rüzgar alan bu muhteşem zeytin arazisi sadece zeytin almak için mola veren binlerce üstünkörü turisti ağırlamaktadır. Jeoturizm, bu bölgede turizmin gelişmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Alborz yapısal zonunun batı kesimi olan bu alan, bölgenin ana jeolojik karakteristikleri, Arabistan-Avrasya ve İran-Turan çarpışmasının uzun dönem yakınsama geçmişinin göstergesidir. Bu jeolojik ortam Manjil bölgesine, yüksek öneme sahip çeşitli doğal jeolojik özellikler sağlamıştır. Mineralli sıcak kaynak suyu tarafından oluşturulan Sangrud sarımtırak traverten terasları, bölgenin en muhteşem doğal jeotermal özelliklerinden biridir. Ayrıca, Senozoyik volkanik ve volkano-sedimanter kayaçların geniş mostraları, Sefidrud baraj gölü çevresindeki tepelerin ve zirvelerin güzel manzaralarını şekillendirmektedir.

Buz mağarası ile bilinen aktif olmayan bir volkanik zirve olan Dorfak, diğer ilgi çekici yerler arasındadır. Bir diğer eşsiz jeosit potansiyeli, Albroz kömürlü serisinin Shemshak formasyonunun mostrası olan Sangrud kömür madenidir. Diğer ilgi çekici yerler, bölgede bulunan mağaralar (örn. Sepahbodan) ve kaplıcalardır (örn. Mastkhor).

Doğal kaynaklar ve zengin kültürel mirasın yanı sıra olağanüstü jeo-çeşitlilik ziyaretçilere özel bir deneyim sunmaktadır. Damash köyünün ender Lilium Ledebourii'leri, Manjil rüzgar enerji santrali, bin yaşından fazla olan Harzevil selvileri ve Loshan tarihi tuğla köprüsü kültürel ve tarihi güzelliklerdir.

Jeolojinin tarihi ve ekolojik miraslar ile birleştirilmesi, Gilan eyaletinin giriş koridorunda jeopark kurulması sürdürülebilir kalkınma ve katkıyı hızlandırır.

Anahtar kelimeler: *İran, Manjil, jeopark, jeoturizm, jeolojik miras*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Türkiye'deki Aday Jeoparklarda Jeosit Tahribatları: Jeo-Koru(yama)ma Gerçeği

Damages on Geosites in Proposed Geoparks in Turkey: (Non)-Conservation Reality

Yıldırım Güngör[1], Yahya Çiftçi[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(yildirimgungor@gmail.com)

Öz: Jeoparkın yerbilimsel olarak ana değerleri içinde kalan Jeosit'lerdir. Bir jeopark içinde ne kadar çok jeosit varsa o jeoparkın yerbilimsel öyküsü o kadar değerlidir. Kısaca, jeositler bir jeoparkın ana temasını belirlerler ve anlatacakları dünya tarihi öyküsünün can damarlarıdırlar.

Türkiye'de son yıllarda çok sayıda aday jeopark çalışması yürütülmüş ve halen yürütülmektedir. Bu durum, başlangıçta, jeolojik mirasımızı koruma konusunda farkındalık yaratmayı hızlandıracak diye düşünülebilir. Ancak ne yazık ki, bu çalışmalarda genellikle bölgedeki öneri jeositler saptandıktan ve jeoparkın yaklaşık sınırları belirlendikten sonra söz konusu jeositler, hiçbir koruma-kollama-tescil önlemi alınmaksızın kaderlerine terk edilmektedir. Hatta, bu yolla "Öneri Jeosit" olarak saptanan ve kayda geçirilen bazı "Jeolojik Miras" özelliği taşıyan jeositler bile büyük tahribatlara uğramaktadırlar. Bu tahribatlara örnek olarak Kızılcahamam Aday Jeoparkı'nın jeostileri arasında yer alan Kutanlı Peri Bacaları ve Fosil Ağaçlar ile Karapınar Aday Jeoparkı'nın Jeositleri arasında olan Ereğli-Akhüyük Traverten Sırtı ile Karapınar-Çıralı Obruğu ilk akla gelenlerdir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "Doğal Sit Alanı" olarak ilan edilen Narman Aday Jeoparkı'nın içine, beton bir bina yapılması için yerel idare tarafından ihale yapılmıştır. Bu örnek, bu alanda yasal-idari süreçlerin de henüz başında olduğumuzu, jeo-koruma konusunda henüz bir sistemli işleyişin, hatta anlayışın bulunmadığını kanıtlamaktadır. Karaman-Ereğli karayolu üzerinde bulunan Karapınar Kumulları da, denetimsiz insan faaliyetleri nedeniyle büyük tehdit altındadır.

Her biri eşsiz birer potansiyel jeolojik miras olan doğal mağaralarımız da, turizme kazandırılmış olanlar dahil olmak üzere, en çok tahrip edilen jeolojik oluşumların başında gelmektedir. Turizme açılmış mağaralar, rehber uygulaması yaptıkları sürece, turizme açık olmayan mağaralardan daha iyi korunmaktadırlar. Aslında son derece büyük bir iyi niyet ve uluslar arası bütünleşme çabasının bir ürünü olan "Çatı Liste" oluşumu bile bu aşamada yeniden tartışılmalı ve suistimalden korunma yolları araştırılmalıdır. Yoksa bu doğal hazinelerimiz kısa sürede yok olma riski altındadırlar.

Bu bildiride her biri eşsiz birer potansiyel jeolojik miras adayı olan jeositlerin hangi yollarla ve ne şekillerde tahrip edildiği, bu tahribatların engellenmesi için yapılması gereken çalışmalar,

derlenen belgeler ışığında tartışılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Türkiye, aday jeoparklar, öneri jeositler, tahribatlar, jeo-koruma

Abstract: *The main scientific value of the geopark is the geosites therein. Increasing the number of the geosites, increases the scientific value of the geopark. These geosites are the main actor of the geopark arrangement and they also determine the main concept of the geopark.*

Many preferred geopark study were completed in recent years, some of them are still ongoing. These kinds of studies could also increase the awareness on geological heritage. However, after the geosite inventory studies, no geo-conservation precautions were determined for those geosites. In addition, some registered "Geological Heritages" were also damaged after these inventory studies. Kutanlı Fairy Chimneys and Petrified Tree's in Kızılcahamam Geopark and Akhüyük Travertine's in Ereğli and Çıralı Dolin in Karapınar Proposed Geopark are the most famous examples to these damaged geosites.

Narman Proposed Geopark area has declared as "Natural Site Area" by the Türkish Government. In spite of this legal status, local governance prepared a new Project, including concrete building in that area. This example shows that we are just in the beginning of the "Geo-Concervation" procedure. Karapınar Dune's near the Karapınar-Ereğli road are also in danger because of the lack of the conservation precautions.

Natural caves, the most important potential "Geo-heritages" are the main actor about that destruction. These caves, including the concerned caves for the visitors, are face to face by damages of the treasure hunters. Damages are decreased, if these caves have a guide for the visitors off course. Preparing the "Framework List", the main geological heritages of the country, is very important to integration with the world. Unfortunately, we need to discuss fist the geo-conservation, other legal precautions and protection procedures. Otherwise, these natural treasures are under destroying risk rapidly.

This presentation aims to discuss of the type and value of damages on the geosites and how we could defend these damages, using some visual proof from different locations.

Keywords: *Turkey, candidate geoparks, proposed geosites, damages, geo-conservation*

Jeolojik Mirasın Antroposenik Yokoluşu: Olağan Şüpheliler Olarak Defineciler

Anthropogenic Extinction of Geological Heritage: Treasure Hunters as Usual Suspects

Gönenç Göçmengil

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

(gonencgocmengil@gmail.com)

Öz: Antroposen dönemi içerisinde insan kaynaklı faaliyetler sonucunda toplu bir yok oluş evresinde olup olmadığımız sıcak bir tartışmanın konusudur. İnsan ırkı olarak iklimsel ve ekolojik döngülerde yarattığımız tahribatın etkileri sonucunda kültürel ve doğal miras alanlarının da ciddi olarak tehlikede olduğu gözlenmektedir. Söz konusu miras öğelerin başına gelen tahribata benzer şekilde jeolojik miras alanları da antroposenik yıkımdan etkilenmekte olup, yoğun bir şekilde zarar gelmekte ve milyonlarca yıldır varolan miras öğeleri geri dönülmez bir şekilde yok edilmektedir.

Bu tahribatı yaratan farklı etkenler olmakla beraber ülkemizde söz konusu tahribatın olağan şüphelilerinin başında define arayıcıları (defineciler) gelmektedir. Yasal ya da yasal olmayan yollardan define arayan kişi ve kişiler uzun yıllardır Türkiye'nin farklı bölgelerinde define bulmak adına kazı ve arama faaliyetleri gerçekleştirmektedir. Bununla beraber son yıllarda sosyal medyanın gücü ile bir araya gelen define arayan kişiler, organize ve açık bir şekilde faaliyetlerini sürdürmektedir. Sosyal medyada yüz binden fazla üyeye sahip gruplarda faaliyet gösteren defineciler, aktif bir şekilde yüzlek fotoğrafları paylaşmaktadır. Söz konusu fotoğraflarda define arayan kişiler, diğer definecilerin fikir ve görüşlerini almakta ve define bulma konusunda birbirlerine yardım etmektedir. Bu bildiri kapsamında söz konusu sosyal medya gruplarındaki jeolojik mirası tehdit eden paylaşımlar incelenmiş ve jeolojik miras alanlarına yönelik başlıca yok edici eylem faaliyetleri tespit edilmiştir. Jeolojik yüzlek, mineral ve fosil içeren formasyon fotoğrafları paylaşan definecilerin, bu öğeler hakkında başlıca (i) dinamit/patlayıcıyla havaya uçurma, (ii) parçalamak/kazmak (çekiç-keski ile), (iii) satmak (iv) farklı tekniklerle (asit dökme-yakma) zarar verme gibi eylemler önerdikleri gözlenmektedir. Bu yazışmalar doğrultusunda faaliyetler sürdüren definecilerin faaliyetlerini durdurmak ve jeolojik miras öğelerini korumak adına yasal olarak define arayan kişileri, bölge müze sorumlularını ve kamuoyunu bilinçlendirecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik miras, toplu yokoluş, antroposen

Abstract: *Whether we are in a phase of collective extinction as a result of human-induced activities during the anthropocene period is the subject of a hot debate. It is observed that cultural and natural heritage areas are in serious danger as a result of the effects of destruction caused by climatic and ecological cycles generated by human race. Similar to the destruction of these heritage items, geological heritage sites are also affected by anthropocene destruction, intensely damaged and irreversible destruction of heritage items that have existed for millions of years Geological heritage sites are also affected by anthropocene destruction, similar to the destruction of these heritage items; intense damage is coming, and heritage elements that have existed for millions of years are irreversibly destroyed.*

Although there are different factors causing this destruction, treasure seekers (treasure hunters) are the main suspects of the destruction in our country. Legal or non-legal treasure seekers perform excavation and exploration activities in order to find the treasure for many years in different regions of Turkey. However, in recent years, those who seek treasure, which have come together with the power of social media, continue their activities in an organized and open manner. The treasure hunters who work in groups with more than one hundred thousand members on social media actively share the photos of the outcrops. Those who seek treasure in these photographs get tips from other treasure hunters and help each other in finding treasure. Within the scope of this abstract, the shares that threaten the geological heritage in these social media groups were examined and the main destructive action activities for the geological heritage areas were identified. It is observed that the treasure hunters sharing photos of geological outcrops, minerals and fossil bearing formations, and mainly suggest each other activities such as : (i) blowing up with dynamite / explosives, (ii) smashing / digging (with hammer-chisel), (iii) selling (iv) destroying-investigating with different techniques (acid pouring, burning).

In order to stop the activities of the treasure hunters who carry out activities in line with these correspondences and to protect the geological heritage elements, there is a need for studies that will raise awareness of the persons who are legally seeking treasure, regional museum managers and the public.

Keywords: *Geological heritage, mass extinction, anthropocene*

Yeraltındaki Jeolojik Miras: Gümüşkaya (Keban- Elazığ) Mağarası

The Geological Heritage Underground: The Gümüşkaya Cave (Keban-Elazığ)

Yıldırım Güngör, Cem Kasapçı, Göksel Dursun

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(yildirimgungor@gmail.com)

Öz: Gümüşkaya Mağarası Elazığ'ın Keban ilçesi Baraj Mahallesi sınırları içinde yer almaktadır. Orta-Geç Devoniyen yaşlı Keban mermeri içinde gelişmiş olan mağaranın, ilçe merkezine uzaklığı 5 kilometredir. Mağaranın toplam uzunluğu 210 metre en derin noktası ise -140 metredir. İlk girişi ve ana galeri girişi dikey, ana galerisi kısmen yatay gelişmiş; dikey olan ilk giriş fosil, ana galerisi ise aktif bir mağaradır. Gümüşkaya mağarası ana galeriye kadar olan her etabında teknik iniş gerektiren bir mağaradır. Genişliği 80 santimetre ile başlar ve huni gibi daralarak en dar kısmında 48 santimetre olur. İlk girişten hemen sonra eğim 40-80° civarında devam etmektedir. İlk etap 85 metredir. Buradan ana galeriye inmek için 65 metrelik bir iniş daha yapılmaktadır. Ana galerinin uzunluğu 25 m, genişliği 10 m, yüksekliği ise 6-10 m arasında değişmektedir. Ana galerinin ortalama sıcaklığı 21.5 °C civarındadır. Ana galeride nem oranı 65°'dir. Mağarada herhangi bir zararlı gaz ölçülmemiştir. Ancak girilmesi bu kadar zor ve tehlikeli olmasına rağmen muhteşem jeolojik oluşumların üzerine yazılara rastlanmıştır. Mağaranın birbirini kesen iki fayın dokanağında açılmıştır. Gümüşkaya mağarasının ana galerisi mağara oluşumları açısından oldukça zengindir. Ana galeride farklı renklerde ve boyutlarda sarkıtlar, dikitler, sütunlar, akmataşlar, damlataş havuzu, perde sarkıtlar, soda tüpleri, mısır patlakları, Heliktitler, avize yapıları ve Fil ayakları gözlenmiştir. Bu bildiride bir jeolojik miras unsuru olarak Gümüşkaya mağarasının özellikleri tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mağara, jeolojik miras, Keban

Abstract: *Gümüşkaya Cave is located within the boundaries of the Baraj quarter in Keban district of Elazığ. The cave developed within the Middle-Late Devonian aged Keban marble is 5 km away from the town center. The total length of the cave is 210 meters and the deepest point is -140 meters. The first entrance and main gallery entrance are vertical, and the main gallery is partially developed horizontally; The vertical entrance is fossil and the main gallery is an active cave. Gümüşkaya cave requires technical descent in every stage up to the main gallery. It starts with 80 centimeters in width and narrows like a funnel to 48 centimeters in the narrowest part. Immediately after the first entrance, the slope continues around 40-80 °. The first stage is 85 meters. There is another 65-meter descent to the main gallery. The main gallery is 25 m long, 10 m wide and 6-10 m high. The average temperature of the main gallery is around 21.5 ° C. The humidity in the main gallery is 65 °. No harmful gases were measured in the cave. However, although it is so difficult and dangerous to enter, there are writings on the magnificent geological formations. It was opened at the contact of two faults crossing each other. The main gallery of the Gümüşkaya cave is rich in cave formations. In the main gallery stalactites, stalagmites, columns, flow stones, dripstone ponds, curtain stalactites, Heliktites, chandelier structures and Elephant feet were observed in different colors and sizes. In this paper, the characteristics of Gümüşkaya cave as a geological heritage will be discussed.*

Keywords: *Cave, geological heritage, Keban*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gre Fılla Yerleşiminde Yontma Taş Endüstrisinde Kullanılan Obsidiyenin Karakterizasyonu

Characterization of the Obsidian Used in the Chipped Stone Industry in Gre Fılla Settlement

Ayşin Konak[1], Üftade Muşkara[2]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, 41001, İzmit, Kocaeli, Türkiye

[2]Kocaeli Üniversitesi, Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, 41300, İzmit, Kocaeli, Türkiye

(y.aysin@gmail.com)

Öz: Tarihöncesi dönemlerde taş alet endüstrisinde hammadde olarak, kullanım amacına ve alet türlerine göre, fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından farklılık gösteren kayaçların kullanıldığı görülmektedir. Bu kayaçlar arasında obsidiyen oldukça önemli bir yere sahiptir. Yukarı Dicle Havzası'nda, Yukarı Dicle Havzası'ndaki Kocaköy ilçesi (Diyarbakır), Ambar köyü sınırları içerisinde yer alan Gre Fılla höyüğünde 2018 yılından itibaren Diyarbakır Müze Müdürlüğü başkanlığınca kurtarma kazıları yürütülmektedir. Bu çalışmalarda Gre Fılla höyüğünde, Neolitik Dönem'in Çanak-Çömleksiz B Evresi'ne tarihlenen bir yerleşim ortaya çıkarılmıştır.

Gre Fılla yerleşmesinde ele geçen yontma taş buluntuların hepsi, herhangi bir örnekleme seçilmeden çalışılmıştır. Bu buluntuların incelenmesinde, önce olası hammadde kaynakları makro gözlemlere dayanarak belirlenmeye çalışılmış, ardından teknolojik ve tipolojik ayrıma geçilmiştir. Kullanılan aletlerin teknolojik sınıflandırması hammaddelerine göre taşımalık-alet ilişkisi gözetilerek yapılmıştır. Yerleşmede gereksinim duyulan obsidiyen, yaşanan bölge ve yakın çevresinde bulunmadığı için, elden ele aktarım, değiş-tokuş, obsidiyen üzerine özelleşmiş bir ticaret sistemi gibi çeşitli modellerle yerleşmeye ulaşmış olabilir. Yerleşmenin bölge genelinde ve yerleşim gördüğü zaman zarfında sosyo-kültürel dokusunun anlaşılabilmesi için bu dağılım modellerinden hangisinin ya da hangilerinin geçerli olduğunun tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Orta ve Doğu Anadolu bölgeleri başta olmak üzere Anadolu'da pek çok obsidiyen kaynağı vardır. Gre Fılla yerleşmesine hangi kaynaklardan obsidiyenin sağlandığını anlayabilmek için öncelikle arkeolojik malzemenin karakterizasyonunun yapılması gerekmektedir. Bunun için obsidiyenden yapılmış aletlerin Fe, Ca, Ti, Mn gibi temel element ve Zr, Sr, Ba, Rb, Zn, Pb, As gibi eser element içerikleri P-XRF kullanılarak tayin edilmiştir. Sonuçların istatiksel analizleri en az 4 farklı kaynaktan gelen obsidiyenin kullanıldığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çanak-çömleksiz dönem, hammadde, obsidiyen, yontmataş alet endüstrisi, Yukarı Dicle Havzası

Abstract: *It is observed that rocks with varying physical and chemical properties were used in the prehistoric periods as raw materials in the stone tool industry depending on the intended use and types of tools. Among these rocks, obsidian has a pre-eminent place. Since 2018, the Directorate General of Diyarbakır Museum has been carrying out rescue excavations in Gre Fılla mound situated within the borders of Ambar Village, Kocaköy District (Diyarbakır), in the Upper Tigris Basin. During these excavations, a settlement which dates back to Pre-pottery Neolithic B Period has been uncovered in Gre Fılla.*

All types of the chipped stones found in Gre Fılla settlement were sampled. Possible raw material sources were attempted to be designated based on macro observations, and then technological and typological classifications were made. The technical classification of the tools was based on the support-tool relationship depending on their raw materials. As the obsidian needed in the settlement was not to be found in the inhabited region and its close vicinity, it might have reached the settlement via various models such as handing on, bartering, a commercial system focused on obsidian. It is of critical importance to establish which of these distribution models are valid in order to capture the socio-cultural texture of the settlement across the region and during the habitation period.

Anatolia, especially the Central and Eastern Anatolia regions, are abundant in obsidian sources. The archeological material must first be characterized in order to understand which sources supplied obsidian to Gre Fılla settlement. To this end, the content of major elements such as Fe, Ca, Ti, Mn and trace elements such as Zr, Sr, Ba, Rb, Zn, Pb in obsidian tools were determined using P-XRF. The statistical analyses of results have indicated that obsidians from minimum 4 different sources were used.

Keywords: *Chipped stone industry, obsidian, pre-pottery neolithic, raw materials, Upper Tigris Basin*

Tabae (Kale, Denizli) Antik Kentinde Kültürel Jeoloji Çalışmaları

Cultural Geology Investigations in Antique City of Tabae (Kale, Denizli)

Hülya Özen[1], Mehmet Özkul[1], Mustafa Beyazıt[2]

[1]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Kınıklı, Denizli, Türkiye

[2]Pamukkale Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, 20070 Kınıklı, Denizli, Türkiye

(mozkul@pau.edu.tr)

Öz: Tabae antik kenti, Denizli ili'nin yaklaşık 70 km GB'sında Kale İlçesi'nde yer alır. Antik kent, Denizli-Muğla karayolunun 1 km batısında, deniz seviyesinden ~1117 m yüksekte bir tepe üzerinde kurulmuştur. Bu çalışmanın amacı, Tabae antik kentinde kullanılan doğaltaşların incelenmesi, kaynak alanlarının belirlenmesi ve kültürel jeoloji açısından kentin bir değerlendirmesinin yapılmasıdır. Arazi çalışmaları sırasında antik yapılarda ve mezarlıklarda 3 çeşit doğaltaş grubu belirlenmiştir. Bunlar: 1) mermer, 2) plaketli kireçtaşı ve 3) Alt Miyosen sığ denizel kireçtaşıdır.

Saha çalışmalarına göre mezartaşlarında %30 mermer, %68 Alt Miyosen kireçtaşı ve %2 plaketli kireçtaşı kullanılmıştır. Eski yapılarda ise, Alt Miyosen kireçtaşı %58, plaketli kireçtaşı %16-28, tuğla %14 ve kumtaşı %1-3 oranında kullanılmıştır. Tabae'de kullanılan doğal yapıtaşlarının kökenlerini aydınlatmak amacıyla mineralojik-petrografik çalışmaların yanısıra, element ve duraylı izotop analizleri yapılmıştır. Mermer örnekleri çoğunlukla beyaz, ince-orta kristalli olup, heteroblastik poligonal doku sergiler. Örneklerde kalsit oranı %84-100, dolomit en fazla % 6'dır. Bazı örneklerde %2'ye kadar kuvarsa rastlanmıştır. Karbonat minerallerinin maksimum tane boyları min. 148-296µm, mak. 1444-3222 µm ve ortanca 592-740 µm'dir. Mermerlerde ‰V-PDB cinsinden $\delta^{13}C$: +1.33 – +3.67 ve $\delta^{18}O$: -10.14 – -1.39, plaketli kireçtaşlarında $\delta^{13}C$: +2.10 – +2.36, $\delta^{18}O$: -2.77 – -1.25'dir. Duraylı izotop sonuçları, mermer örneklerinin ilksel kayacının denizel kireçtaşı olduğunu işaret eder.

Duraylı izotop ve element analizlerine göre, Tabae'de mezartaşı ve yapıtaşı olarak kullanılan mermerlerin kaynak alanı Afrodisiyas kuzeyinde ve Göktepe (Muğla kuzeyi) çevresinde yüzeyleyen Menderes Masifi'nin mermerleri olduğu düşünülmektedir. 2. Grup yapıtaşları (plaketli kireçtaşı) ise Tabae'nin 1-1.5 km doğusunda, KD gidişli bir hat boyunca yüzeylemiş olan Likya Napları içinde yer alan Üst Kretase-Alt Eosen yaşlı Çobanlardağı Formasyonu'ndan sağlanmıştır. Birim ince tabakalı ve laminalı, bordo-gri renkli pelajik kireçtaşı özelliğindedir. 3. Grup yapıtaşları (Alt Miyosen kireçtaşı birimi) ise bizzat antik kentin kurulduğu alanda ve yakın çevresindeki tepelerde yaygın olarak yüzeyler.

Tabae antik kentinde yaşamış insan topluluklarının kültürel gelişiminde jeolojik faktörlerin etkisi oldukça belirleyici olmuştur. Özellikle Alt Miyosen kireçtaşı biriminin, kent kimliğinin oluşmasında önemli bir role sahip olduğu görülür. Yapıtaşı olarak kullanımı dışında, Alt Miyosen kireçtaşı birimi içinde kazılmış yerüstü (ör., Roma Hamamı) ve yeraltı açıklıkları (ör., su sarnıçları, su kuyuları, tüneller, kaya mezarları, kaya kiliseleri) gözlenmektedir. Birim ayrıca Geç Burdigaliyen dönemi sığ denizel kökenli makro ve mikro fosiller içerir.

Çevre düzenlemeleri kapsamında tarihi ve kültürel özelliklerin yanı sıra, bütüncül bir bakış açısıyla jeolojik miras ve kültürel jeoloji unsurlarının da (fosil yerleri, antik taş ocakları v.b.)

dikkate alınması ve tanıtılması, eğitim, bilim ve alternatif turizm faaliyetleri açısından daha yararlı olacaktır. Bu çalışma, Pamukkale Üniviversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (PAÜ-BAP) tarafından 2018FEBE060 nolu proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaynak alan, kültürel jeoloji, Tabae, yapıtaşı ve kullanımı

***Abstract**: The ancient city of Tabae is located in Kale District, approximately 70 km SW of Denizli province. The ancient city was established on a hill at an elevation of ~ 1117 m above sea level, 1 km west of the Denizli-Muğla highway. The aim of this study is to investigate the natural stones used in the ancient city of Tabae, to determine the source areas and to make an assessment of the city in terms of cultural geology. During the field studies, three kinds of natural stone groups were identified in ancient buildings and cemeteries. These are: 1) marble, 2) plaqued limestone and 3) Lower Miocene shallow marine limestone (Kale Formation).*

Marble of 30%, Lower Miocene limestone of 68% and plaque limestone of 2% were used based on the fieldwork carried out. In addition to mineralogical-petrographic studies, element and stable isotope analyses were conducted to clarify the provenance of the natural building blocks used in Tabae. The marble samples are mostly white, fine to medium grained and exhibit heteroblastic polygonal texture. Calcite content in the samples is 84 to 100% and subsequent dolomite up to 6%. In some samples, quartz was found up to 2%. Maximum grain size (mgs) of carbonate minerals are minimum 148-296µm, maximum 1444-3222 µm and the median 592-740 µm. In marbles, $\delta^{13}C$: +1.33 to +3.67 (‰V-PDB) and $\delta^{18}O$: -10.14 to -1.39 and the $\delta^{13}C$: +2.10 to +2.36, $\delta^{18}O$: -2.77 to -1.25 in the pelagic limestone. The stable isotope results indicate that protolith of marble samples are marine limestone.

According to the stable isotope and element analyses, the marble artefacts used as tombstones and building stones in Tabae are thought to be the marbles of the Menderes Massif, which crop out in the north of Aphrodisias and around Göktepe (north of Muğla). The 2nd group building stone (plaquetted limestone) was provided from the Upper Cretaceous-Lower Eocene Çobanlardağı Formation in the Lycian Nappes, which exposed along a NE trending line 1-1.5 km east of Tabae. The unit is thin bedded and laminated, burgundy-gray coloured pelagic limestone. The 3rd group building stone that is Lower Miocene limestone unit (Kale Formation) are extensively exposed in the area where the ancient city was founded and in the hills around it.

The influence of geological factors on the cultural development of human communities living in the ancient city of Tabae has been decisive. Particularly, the Lower Miocene limestone unit has an important role in formation of urban identity. Except for use as dimensional stones, the surface structures (e.g., Roman bath, fountains) and underground openings (e.g., water well, tunnel, rock tomb, rock church) excavated in the Lower Miocene limestone unit have been observed. The unit also contains macro and micro fossils of shallow marine origin from the Late Burdigalian period.

Within the scope of environmental regulations, with a holistic perspective, the geological heritage (fossil sites, ancient quarries, etc.) and cultural geology elements as well as the historical and cultural heritages could be beneficial to considered and to promote from the point of view of education, science and alternative tourism. This study was supported by Pamukkale University Scientific Researches Coordination Unit - PAÜ-BAP (Project No: 2018FEBE060).

***Keywords:** Cultural geology, provenance, Tabae, building stone and its use*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yapı Taşlarında Bozunma Derecelerinin Tahribatsız Deney Yöntemleri ile Belirlenmesi: Kanlıdivane ve Kızkalesi Antik Kentleri (Mersin, Türkiye)

Determination of Weathering Degree of Building Stones by Non-destructive Methods: Kanitella and Korykos Antique Cities (Mersin, Turkey)

Narjisse Essahlaoui, Kıvanç Zorlu

Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mersin, Türkiye

(kivancgeo@mersin.edu.tr)

Öz: Kaya mühendisliği uygulamalarında, bozunma derecesi, bozunmanın mekanizması ve bozunmaya etki eden faktörler, oldukça önemli bir çalışma konusudur. Bozunma, kaya kütlesinin üzerine mekanik ve kimyasal bozunma yolu ile etkiyerek, fiziksel ve mineralojik değişimlere neden olabilmekte, bu şekilde kaya kütlesinin zayıflamasına yol açmaktadır. Çalışma bölgesi, antik uygarlıkların beşiklerinden biri olan, Akdeniz Bölgesi, Mersin ili Kızkalesi (Korykos) ve Kanlıdivane (Kanytella) antik kentleri olup, yapı taşlarındaki bozunma durumları tahribatsız deney yöntemleri ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu alanların, koruma altında olmaları bir ölçüde insanın neden olduğu hasarı azaltmakla birlikte, yüz yıllar boyunca değişen farklı jeolojik ve atmosferik koşullar nedeniyle yapısal pek çok hasara maruz kalmışlardır. Çalışma bölgesinde yayılım gösteren en önemli birim kireçtaşı olup, bölgedeki antik şehir yapı taşları da büyük oranda kireçtaşından inşa edilmiştir.

Çalışma alanları, örnek alınamayan koruma altındaki bölgeler olması nedeniyle, yapı taşlarının bozunma bozunma derecelerini belirlemek amacıyla tahribatsız deney yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla, yapı taşları üzerinde Schmidt çekici deneyleri yapılmış ve Vp-Vs ultrasonik dalga hızları ölçülmüştür. Ayrıca arazide, yapı taşlarındaki bozunma derecelerinin gözlemsel sınıflaması yapılarak, her bir duvar için bozunma derecesi tanımlaması yapılmıştır, Yapı taşlarını oluşturan kireçtaşının mineralojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla alınan düşmüş küçük boyutlu el örnekleri üzerinde ince kesit incelemeleri ve XRD analizleri de gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın en son aşamasında bozunma ve arazi deney sonuçlarının değerlendirilmesi ile elde edilen duvar haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında yürütülen gözlem ve deneyler sonucunda, aynı duvar üzerinde olmasına rağmen yapı taşlarının faklı bozunma derecelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bütün yapı taşları kireçtaşından inşa edilmiştir ancak, fosil içerikleri, bağlayıcı malzemeleri ve çözünme boşlukları gibi mineralojik ve fiziksel özellikleri dikkate alındığında aynı duvarda faklı bozunma derecelerine rastlamak gerçekçi bir sonuçtur. 120 yapı taşı üzerinde yürütülen tahribatsız deneyler ile belirlenen bozunma derecelerine göre; yapı taşlarının %50'den fazlası orta derecede bozunmuş bozunma sınıfında yer almaktadır. Buna karşın bozunmuş sınıfında yer alan yapı taşları en fazla %15 olarak belirlenmiştir. Kanlıdivane'de az bozunmuş olarak tanımlanan yapı taşları, Kızkalesi›nde tanımlananlardan daha fazla olup % 30 civarındadır. Bunun nedeni, Kızkalesi'nin denize yakın bir bölgede yer alması sebebiyle, deniz tuzunun bozunma sürecini hızlandırdığı olarak açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Antık kent, bozunma derecesi, kireçtaşı, Mersin, tahribatsız deney, yapı taşı

Abstract**:** *In rock engineering applications, the degree of weathering, the mechanism of weathering and the factors that affect the degree of weathering are very important subjects. Weathering may cause physical and mineralogical changes on the rock mass by mechanical and chemical weathering process, thus changing affect and change the physical and geomechanical properties of the rock mass. The study areas is one of the cradles of ancient civilizations that are in Mediterranean coasts as Korykos (Kizkalesi) and Kanytella (Kanlıdivane) in the province of Mersin, the processes affecting the weathering mechanism were revealed. Although such areas are protected areas, can managed to some extent reduce human damage and preventing human impact destruction, but does not provide protection against geological and meteorological processes. They have been exposed to many structural damage due to different geological and atmospheric conditions that have changed over the centuries. The most important unit outcropping in the study area is limestone, and material used in the construction of ancient cities is the typical lithology of the region.*

This study is carried out without disturbing the historical monuments, non-destructive test methods Schmidt hammer tests were performed and Vp-Vs ultrasonic wave velocities were measured in the field. In addition, by using observational classification of weathering degree of building stones in the field, identification was made for each wall. Thin-section examinations and XRF-XRD analyzes were performed on small samples collected in laboratory, to determine the mineralogical properties of the limestone constituting the building stones. In the last stage of the study, wall maps obtained from the degradation and field test results were created.

As a result of the field observations and tests carried out within the scope of the study, it was determined that the building stones have different degrees of weathering despite on the same wall. All building stones were built of limestone however, considering the mineralogical and physical properties such as fossil contents, binder materials and dissolution voids, it was a realistic result to encountered different weathering degrees on the same wall. According to the degree of weathering determined by non-destructive tests carried out on 120 building stones, more than 50% of the building stones were identified moderately weathering class. On the other hand, the building stones in the weathered class were determined as15% at the most. The building blocks which were defined as slightly weathered in Kanlıdivane more than defined in Kızkalesi and rate is around 30%. The reason of this may be explained as the sea salt accelerates the weathering process in Kızkalesi which was located in an area close to the sea.

Keywords: *Ancient city, building stone, limestone, Mersin, non-destructive tests, weathering degree*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Nemrut Volkanı Püskürümlerinin Van Gölü Havzası Üzerine Etkileri: Jeoarkeolojik Bir Bakış

The Influences of the Nemrut Volcano Eruptions on the Human Life in Lake Van Basin: A Geoarchaeological View

Özgür Karaoğlu[1], Sinan Kılıç[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir, Türkiye

[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, 65040 Van, Türkiye

(ozgur.karaoglu@ogu.edu.tr)

Öz*:* Van Gölü'nün kuzeyinde yer alan Ağrı (5137 m), Tendürek (3584 m), Etrüsk (2925 m), Suphan (4058 m) ve Nemrut (2948 m) beş büyük volkan bu coğrafyayı Kuvaterner dönemi boyunca büyük ölçüde şekillendirmiştir. Bu volkanlar arasında yer alan Nemrut Dağı (Tatvan-Bitlis) batıda yukarı Fırat vadisi Murat Nehri havzasını, bugünkü Van Gölü havzasının oluşturduğu doğu kollarından ayıran bütün morfolojiyi değiştirmesi sebebiyle en dikkat çekici volkanik alanlardan biri olarak tanımlanabilir. Vitrofrik-riyolitik lav akışlarının (obsidiyen) çeşitliliği ve aynı zamanda bir kaldera oluşumuna sebep olan episodik patlamalı püskürmeler sebebiyle meydana gelen piroklastik yoğunluk akma çökelleri, eski uygarlıkları oldukça etkilemiştir. Bölgedeki obsidyen yataklarının Pleistosen ve Holosen topluluklarınca bir hammadde kaynağı ve ticaret metası olduğu bilinmektedir. Ayrıca Nemrut volkanı çevresinde geniş bir araziyi kaplayan piroklastik akıntılar içinde mağara yerleşmeleri kurulmuştur. Ortaçağ tarihçi ve coğrafyacıları son bin yıl içinde Nemrut Volkanı'nda meydana gelen aktiviteleri bazı mitolojik ögeleri de kullanarak günümüze aktarmıştır.

Anahtar kelimeler: Nemrut volkanı, püskürümler, insan aktiviteleri

Abstract: *Five major volcanic edifices which are Ağrı (5137 m), Tendürek (3584 m), Etrüsk (2925 m), Süphan (4058 m) and Nemrut (2948 m) volcanoes located north of Lake Van have shaped this geography to a great extent during Quaternary period. Among these volcanoes, Mt. Nemrut (Tatvan-Bitlis) can be described as one of the most remarkable volcanic areas, because it changed whole morphology separating Murat River basin, the Upper Euphrate valley in the west, from its eastern arms which the present Van Lake basin created. The diversity of vitrophric-rhyolitic lava flows (obsidian) and voluminous pyroclastic density current deposits from episodic explosive eruptions, which also resulted in a collapsed-caldera formation, closely affect the ancient civilizations. It is known that the obsidian deposits in the region are a source of raw and trade materials for communities in Late Pleistocene and Holocene. In addition, cave settlements have been established in pyroclastic deposits covering a large area around the Nemrut volcano. Medieval historians and geographers have transferred the activities that took place in Nemrut volcano in the last millennium, using also some mythological elements.*

Keywords**:** *Nemrut volcano, eruptions, human activities*

INTRODUCTION

Karaoğlu et al. (2005) and Özdemir et al. (2006) suggest three major evolutionary stages of the Nemrut volcano as follows: pre-caldera, post caldera and late stages. There has been a common consensus in recent years that this volcano commenced with some lava flows about 1.01 My ago based on radiometric age data of Atasoy et al. (1988). The main goal of this study is to examine the relationship of ancient and modern civilizations settled around Lake Van basin with the eruptions of the Nemrut Volcano.

TIMING OF THE CONE-CONSTRUCTING AND CALDERA-COLLAPSED EVENTS

According to radiometric age data, the Kirkor dome, which is the largest dome edifices around Nemrut volcano, was reported by Atasoy et al. (1988) to have erupted 242 ky ago. Through this first activity, the cone-reconstructing phase of the Nemrut volcano is thought to proceeded until the caldera-collapse phase. Although the exact date of this caldera formation has not yet been reported, it has been documented that the first known explosive-volcanism products were erupted from the volcano at least as early as circa 530 ka ago. Caldera-related explosive eruptions which are ignimbrites alternated with plinian-fallout tephras initiated at 265 ka, and continued regionally until 30 ka, which is thought to be timing of the present-day caldera forming (e.g., Sumita and Schmincke, 2013). Most explosive eruption products, involving ignimbrites and associated huge voluminous wide-spread fallout deposits, have been reported to erupt at the highest volumes, particularly in the range of 200-80 ka (Sumita and Schmincke, 2013). During one the most catastrophic process of explosive volcanism in terms of caldera-forming stage, twelve distinct ignimbrites have been identified (Sumita and Schmincke, 2013), one of which is the last one to be erupted 30 ky ago, called the Nemrut ignimbrite (Karaoğlu et al., 2005; Figure 1). Onset of the caldera was likely triggered by rhyolitic explosive eruptions predominantly occurred between 20-40 ky interval based on radiometric age data and integrated with field studies (Sumita and Schmincke, 2013), but several eruptions following the one of the most voluminous eruption, which is described as Nemrut ignimbrite, resulted in its final shape of Nemrut caldera (Figure 1). There is no doubt that the activities of the Nemrut volcano directly contribute to the isolation process of Lake Van. It is suggested that the isolation stage or separation of the Lake Van from the combined-Muş Basin started at least 400-500 ky ago.

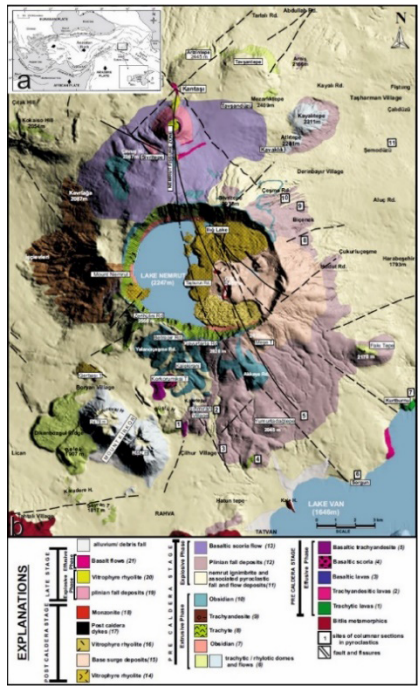


Figure 1. Major tectonic structures of Turkey and simplified study area; b) Geological map of the Nemrut volcano (Karaoğlu et al., 2005; Özdemir et al., 2006).

INTERACTIONS BETWEEN HUMAN AND VOLCANIC ERUPTION OF THE NEMRUT VOLCANO

Many archaeological remains in Eastern Turkey show the intensity of Palaeolithic people movements. Two of those finding places are discovered in 1945 to the west of the Van Lake basin near Erentepe, 45 km northwest of the Nemrut volcano (Kökten, 1947), and the Mt Meydan volcano, which is located in the northwest of the Lake Van basin (Kökten, 1964). The last place has been surveyed systematically since 2014, the north of the Ulupamir village on the eastern slopes of the Meydan volcano, where many stone tools workshops of the Middle and Lower Palaeolithic as well as of the Chalcolithic period were discovered (Baykara et al., 2018). These findings suggest that the obsidian sources in the Lake Van basin are well known and used a source of raw and trade materials by communities in Late Pleistocene and Holocene.

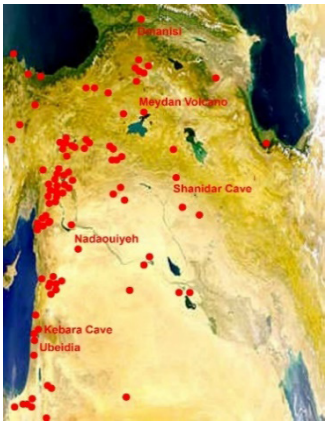


Figure 2. Paleolithic settlements from the Caucasus to Mesapotamia regions.

Skeletal fragments found in the two closest places to the Eastern Turkey should be interpreted as traces that the region is open to hominin activities during the formation of Nemrut the volcano circa 1.4 My old Ubeidiya in Israel and 1.8 My old Dmanisi in Georgia (Figure 2). The remnants of Ubeidiya and Dmanisi seem to belong to hominea who left Africa for the first time after chasing large-scale animals moving from Africa to the north during the last glacial period (Nicholson, 1998). A 500 ka old hominin skull fragment was recovered in 1996 in the Nadaouiyeh region in the middle of Syria, and another in 2002 in a marble bed in Kocabaş, Denizli (Kappelman et al., 2007). Several graved Neanderthal skeletons dated some 200 ka are known in the Kebara Cave on the coast of Israel and in the Shanidar Cave in the Zagros Mountains in Northern Iraq. The Holocene activities of the Nemrut volcano are extremely important for human settlements in the region. Predominantly rhyolitic lava and domes were emplaced at 30 ka inside the caldera Holocene surge deposits, overlying these intra-caldera rhyolitic lava and domes, which are represented by phreatomagmatic eruptions were dated as 8 ka by Çubukçu et al. (2012). These surge deposits are such an overbank deposits overlying eastern part of the Nemrut caldera. This activity may have made the natural environment uninhabitable, and this is important for why no human traces dated between Upper Paleolitic and the Chalcolithic are discovered in this highly productive hunting area and habitat region. As archaeological investigations in north of the Van Lake basin indicate that the earliest settlements were settled from the first half of the 4th millennium BC (Marro and Özfirat, 2003, 2004), but on the eastern shores of the lake earlier cultures are encountered. For example, the settlement hill Tilkitepe (Figure 3) forms the northeast corner of the expention area of the Halaf culture (Figure 4a), which was widespread at the end of the 6th millennium BC in Northern Mesopotamia, Northern Syria and Southeastern Anatolia (Korfmann, 1982).

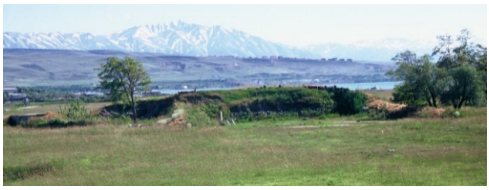


Figure 3. The Tilkitepe is located 8 km southern part of the Van, Eastern Turkey.

In the 6th millennium BC and later, the Obeid culture (Figure 4b), which affected all the Mesopotamia, the plains and valleys to the south of the Eastern Taurus Mountains and Zagros Mountains, did not pass over the Taurus Mountains, nevertheless a small example of the Obeid painting pottery was claimed to have been found on the rocky cape at the east of Panz (Çolpan) village at the northeastern shore of the Lake Van (Marro and Özfırat 2005: 325). One of the reasons for these cultures existing around the Lake Van in 6th millennium BC is surely the rich obsidian sources at its volcanos.

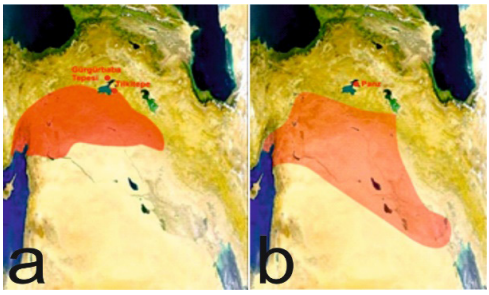


Figure 4. a) The shaded area represents the region dominated by Halaf culture; b) and Obeid culture.

What kind of environmental conditions might the first humans faced in a region, is the area of interest in archaeology. The palynological investigations suggest that there is no suitable environment for permanent settlements in the Van Lake basin during Chalcolithic period. But also the great explosion dated in 8 ka must have made the environment uninhabitable for a long time. In addition, there are many cave settlements established in pyroclastic deposits, which are formed by the eruptions of Nemrut Volcano. Many of which are abandoned today, but it is known that the caves in so called Harabe Şehir (ruined city) in Ahlat were used until a few decades ago. Because, no detailed research has been done yet, there is no clue for which period these cave settlements belong. On the other hand, it is known that cave type house, store or temples have been carved into the easily carved pyroclastic layers for centuries.

Three volcanic events link to Nemrut volcano exist in historical records: Basaltic lava flows extending N-S crack in the north of the caldera in 1441 AD. An eruption of gas and ash in April 13 1692 AD. Some weak activity in May 18 1881. Not the last two, but the first seems to inspire to the historians and geographers in the 16th and 17th centuries. The Sherefname, written by Şerefhan of Bitlis at the end of the 16th century, gives detailed information about the Mountain and the legend of the King Nemrut (Karaoğlu et al., 2017; Şerefhan: 409-10). Also Evliya Çelebi (17th century) mentioned the Mountain in relationship with King Nemrut (*Seyahatname* 237a). Today, while Suphan volcano, which is located 60 km east of Nemrut volcano, symbolized the goodness in the minds, represents the evil.

REFERENCES

Baykara, İ., Dinçer, B. and Şahin, S. 2018. Gürgürbaba Tepesi: Alt ve Orta Paleolitik Dönem Buluntu Yerleri, Erciş-Van. Anadolu Araştırmaları 21, 76-104.

Bitlisli Şerefhan, 1990. Şerefname. Kürt Tarihi, Çeviri M. E. Bozarslan, İstanbul: Hasat Yayınları, İstanbul.

Çubukçu, H.E., Ulusoy, İ., Aydar, E., Ersoy, O., Şen, E., Gourgaud, A., and Guillou, H., 2012. Mt. Nemrut volcano (Eastern Turkey): temporal petrological evolution. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 209, 33-60.

Evliya Çelebi, 2010. Seyahatname, v. 4-1 S. A. Kahraman and Y. Dağlı (ed.). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Kappelman, J., Alçiçek, M.C., Kazancı N., Schultz, M., Özkul, M. and Şen, Ş., 2008. Brief Communication: First Homo erectus from Turkey and Implications for Migrations into Temperate Eurasia. American Journal of Physical Anthropology, 135, 110-116.

Karaoğlu, Ö., Özdemir, Y., Tolluoğlu, A.Ü., Karabıyıkoğlu, M., Köse, O. and Froger, J.L., 2005. Stratigraphy of the volcanic products around Nemrut Caldera: implications for reconstruction of the caldera formation. Turkish Journal of Earth Sciences, 14 (2), 123-143.

Karaoğlu, Ö. and Kılıç, S., 2017. Nemrut Volkanı ve Kral Nemrut'un Efsanesi. Mavi Gezegen, 22, 28-37.

Korfmann, M., 1982. Tilkitepe. Die erste Ansätze prähistorischer Forschung in der östlichen Türkei. Tübingen, Verlag Ernst Wasmuth.

Kökten, İ.K., 1947. 1945 Yılında Türk Tarih Kurumu Adına Yapılan Tarih Öncesi Araştırmaları. Belleten, 11 (43), 431-472.

Kökten, İ.K., 1964. Karain'in Türkiye Prehistoryasındaki Yeri. Türk Coğrafya Dergisi, 22-23, 17-27.

Marro, C. and Özfırat, A., 2005. Pre - Classical Survey in Eastern Turkey. Third Preliminary Report: Doğubayazıt and the Eastern shore of Lake Van. Anatolia Antiqua, 13, 319-356.

Nicholson, W., 1998. Paleolithic Diet vs. Vegetarianism: What was humanity's original, natural diet? <http://www.beyondveg.com /nicholson-w/hb/hb-interview1a.shtml>

Özdemir, Y., Karaoğlu, Ö., Tolluoğlu, A.Ü. and Güleç, N., 2006. Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolian High Plateau): the most recent post-collisional volcanism in Turkey. Chemical Geology, 226 (3-4), 189-211.

Sumita, M. and Schmincke, H.U., 2013. Impact of volcanism on the evolution of Lake Van I: evolution of explosive volcanism of Nemrut Volcano (eastern Anatolia) during the past> 400,000 years. Bulletin of Volcanology, 75 (5), 714.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Ödemiş Ovasındaki Tunç Çağı Höyükleri Çevresinde Holosen Paleocoğrafyası Araştırmaları ve Jeoarkeolojik Değerlendirmeler (Ödemiş-İzmir)

Holocene Paleogeographical Research and Geoarcheological Interpretations Around the Bronze Age Settlements in Ödemiş Plain (Ödemiş-İzmir)

Serdar Vardar[1], Ertuğ Öner[2]

[1]İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 35620 Çiğli, İzmir, Türkiye

[2]Ege Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 35040 Bornova, İzmir, Türkiye

(serdarvardar@yahoo.com)

Öz: Türkiye Jeoloji Kurultayı'na sunulacak Ödemiş Ovası Batı Anadolu'da Küçük Menderes grabeninin doğu bölümünde yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı Ödemiş Ovası'nın alüvyal dolgularının gelişimini, Holosen paleocoğrafyasının ve bu dolguları içinde örtülü olarak kalmış bulunan Neolitik-Tunç Çağı höyükleri ve yakın çevresindeki doğal çevre değişmeleri ile etkilerini sondaj yöntemini kullanarak ortaya koymaktır. Sondaj örneklerinin yorumlanmasına dayanan alüvyal jeomorfoloji-paleocoğrafya çalışmalarında günümüze değin daha çok tane boyu analizleri, fiziksel gözlemler, kireç analizleri, organik madde, pH, mikro fosil analizleri ve yer yer polen analizlerinden yararlanıldığı ve önemli sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Bu çalışmada toprak sediman örneklerinden yapılacak element ve kil analizlerinin yapılması ile toprak mikro morfolojisi çalışmaları yeni bir yaklaşım olarak ele alınmıştır. Alınan sediman örneklerinin analizler için Atomik Absorbsiyon Fotospektrometresi (AAS), Spektrofotometre (SFM) ve Atomik Emisyon Spektroskopisi (ICP/AES) cihazları kullanılmıştır. 71 element üzerinde analiz yapılan sistemde özellikle (P) fosfor, (C) karbon, (K) potasyum, organik madde ve detaylı kireç mineral tuz analizleri üzerinde durulmuştur. Analizlere, yapılan sondajların ve gözlemlerin sonuçlarına göre, öncelikle Kuvaterner dolguları çok genel birimler şeklinde ayırt edilmiştir. Daha sonra, Ödemiş ovası höyüklerinin bulunduğu alanların Holosen dolguları; birikinti yelpazesi sedimanları, taşkın dolguları, gölsel dolgular, kültürel dolgular (höyük dolguları), birikinti yelpazesi yüzey sedimanları ile kolüvyal höyük yüzeyi örtüleri olarak 6 birimde sınıflandırılmıştır. Holosen sedimanları içinde var olan höyük dolgularının ovayı çevreleyen dağların etek kesimlerinde, ova ortasına ulaşan derelerin yakınında ve Küçük Menderes Irmağını taşkın yatağı çevresinde ovanın yüzeyinden nispeten yüksek alanlarda kendine özgü bir doku içinde bulunduğu anlaşılmıştır. Bu alanlar taşkınlardan uzak ancak bir o kadarda suya yakın yerlerdir. Akdeniz iklimi koşullarına sahip bu gibi alanlarda az da olsa süreklilik gösteren su kaynakları yerleşim yeri seçimi açısından önem kazandığı belirlenmiştir. Ovanın bu özellikleri doğal çevre değişmeleri ile insan arasındaki ilişkilere yerel bir model özelliğinde olup iyi bir örnektir.

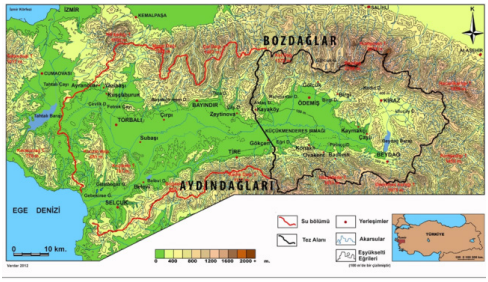
Anahtar Kelimeler: Neolitik yerleşimler, Ödemiş Ovası, paleocoğrafya, jeoarkeoloji

Abstract: *Ödemiş Plain is located in the eastern part of Küçük Menderes graben in Western Anatolia. The aim of this study is to determine the development of the alluvial fillings of Ödemiş Plain by using the drilling method of the Neolithic-Bronze Age mounds in the vicinity and the surrounding environment of the Holocene paleogeography. Alluvial geomorphology-paleogeography studies based on the interpretation of borehole samples have benefited from grain size analyzes, physical observations, lime analyzes, organic matter, pH, micro fossil analyzes and occasional pollen analyzes and reached important results. In this study, elemental and clay analyzes and soil micro-morphology studies are taken as a new approach. Atomic Absorption Photospectrometer (AAS), Spectrophotometer (SFM) and Atomic Emission Spectroscopy (ICP / AES) devices were used for analysis of sediment samples. In the system which is analyzed on 71 elements, especially (P) phosphorus, (C) carbon, (K) potassium, organic matter and detailed lime mineral salt analyzes are emphasized.According to the results of the analyzes, drillings and observations, Quaternary fillings were firstly distinguished as very general units. Later, Holocene fillings of Ödemiş Plain mounds; sediment spectrum sediments, flood fillings, lacustrine fillings, cultural fillings (mound fillings), deposit sediment surface sediments and colluvial mound surface coverings were classified into 7 units. The mound fillings within the Holocene sediments were found to have a distinctive texture in the areas of the plain surrounding the plain, near the creeks reaching the middle of the plain and around the floodplain of Küçük Menderes River. These areas are far from floods, but also close to the water. It has been determined that water resources, which show a slight continuity in such areas with Mediterranean climatic conditions, have gained importance in terms of selection of settlements. These characteristics of the plain are a good example of a local model of the relationship between natural environment changes and human beings.*

Keywords: *Neolithic settlements, Ödemiş Plain, paleogeography, geoarcheology*

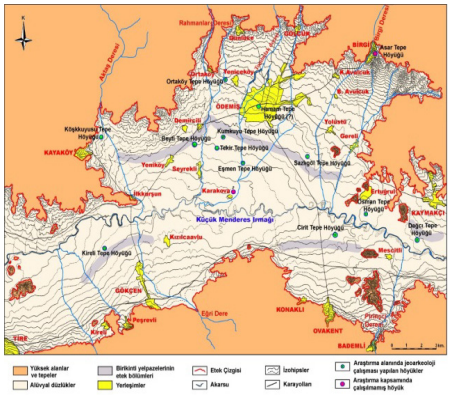
GİRİŞ

Alüvyal düzlüklerin gelişimi sırasında bir çok eski yerleşim akarsuların taşıdığı sedimanların birikmesi ile alüvyonla örtülmektedir. Bu gibi alanlardan biri de Batı Anadolu'da İzmir ilinde yer alan Ödemiş ovasıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Küçük Menderes Havzası ve Ödemiş Ovası

Bozdağlar ve Aydındağları kütlelerinin arasındaki Küçük Menderes ovasının doğu kesiminde bulunan Ödemiş ovasında Tunç Çağı'na ait birçok ve Neolitik'e ait bazı yerleşimler alüvyal dolgularla örtülmüş durumda bulunmaktadır. Bozdağlar ve Aydındağları horstları bunlar arasındaki alan ise graben çukurluğunu teşkil etmektedir (Erinç 1955; Bozbay vd. 1986; Koçman 1989; Hinsbergen 2010;). Bozdağlar ve Aydındağlarından doğan derelerle beslenen Küçük Menderes ırmağı Kiraz ovasından başlayarak güneye, daha sonra Beydağ boğazını geçerek batıya yönelir ve Ödemiş ovasına ulaşır. Ödemiş ovasının orta bölümünde 100 m izhoipsi içinde kalan düzlükte geniş bir alanda taşkın ovası morfolojisini ortaya çıkarır (Şekil 2).



Şekil 93. Ödemiş ovasında jeoarkeoloji çalışması yapılan höyüklerin yerleri

Şekil 2. Küçük Menderes Havzası ve Ödemiş Ovası

Akarsuya gelen yan kollar ise geniş birikinti yelpazesi dolguları ile ırmağın ana yatağına 3-5 km ye kadar uzanan az eğimli etek düzlükleri oluşturur. Yelpazelerin ve taşkın ovasının dolgularının ayrıldığı birikinti yelpazelerinin etek kesimleri ise oldukça ilginç bir şekilde tarihöncesi yerleşimlerin, bulıntuların veya yapı izlerinin görüldüğü alanlardır (Şekil 2). Bu alanlarda alüvyal dolgular çevredeki kristalin metamorfik kayaçlardan oluşan yüksek alanlardan taşınan bol siltli sedimanlarla örtülmüştür. Bu örtülme o kadar yaygındır ki yakın zamana kadar Tunç Çağından eskiye uzanan yerleşim izlerinin bulunduğuna dair bilgilere ulaşılmamış ve bu yönde bir ihtimalden söz edilmemiştir. Bu alandaki saha çalışmalarımız sırasında Tunç çağı yerleşimlerinin bulunduğu alanda başlatılan delgi sondajlar alüvyon katmanlarının yüzeyden 8-10 m derinlerinde de yerleşimlerin olabileceğine dair şüpheler uyandırmıştır. Bu araştırmamızda Ödemiş ovasındaki bu gibi bulguların araştırılmasına yönelik alüvyonla örtülü alanlarda önemli sonuçlar verdiği bilinen (Butzer 1982; Brown 2001; Kayan 2002) delgi sondaj çalışmalarımız ele alınmaktadır.

ALÜVYON DELGİ SONDAJLARINA DAYALI PALEOCOĞRAFYA VE JEOARKEOLOJİ ÇALIŞMALARI

Ödemiş ovasında yapılan çalışmalarımızda 13 eski yerleşim ele alınmıştır. Bunlar; Beyti tepe, Cirit tepe, Dağcı tepe, Eşmen tepe, Hamam tepe, Kireli tepe, Köşkkuyusu tepe, Kumkuyu tepe, Kumtepe, Ortaköy tepe, Osman tepe, Sazlıgöl tepe ve Tekir tepe höyükleridir (Şekil 2).

Höyüklerde jeoarkeoloji-paleocoğrafya araştırmaları

Küçük Menderes havzası doğu bölümünde ve Ödemiş ovasındaki doğal çevre değişmeleri eldeki sondaj verileri ve analiz sonuçlarına dayanarak yorumlanmıştır. Bu bilgilere göre Kuvaterner boyunca Küçük Menderes grabeni tabanını dolduran kalın alüvyal depoların yüzeyinde bulunan Ödemiş ovası sulak, verimli ve yerleşime uygun geniş bir alan olarak ortaya çıkmaktadır (Vardar 2015).

Bu çalışmada öncelikle kalınlığı 290 m ye ulaşan Ödemiş ovası alüvyal dolgularının tüm katmanlarını tanımlayabilmek için D.S.İ., İller Bankası ve özel sondaj şirketlerinin sondaj verilerinden yararlanılmıştır (Şekil 2).

Bu verilerin yardımı ile Ödemiş ovası alüvyal dolgularının farklı temel birimleri ayırt edilmiştir. Alüvyon katmanları içinde Pliyo-Kuvaterner dolguları ve Kuvaterner dolguları iki ana birim olarak ele alınmıştır.

Bunun yanında, Pliyo-Kuvaterner dolguları göl ve etek depoları şeklinde ikiye ayrılmıştır.

Kuvaterner sedimanları ise daha çok sedimanların fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Kuvaterner dolgularının farklı katmanları ise; bol ince kum içeren sert dolgular, bol silt-kil içeren pudramsı dolgular, Küçük Menderes graben tabanındaki bol siltli ova

dolguları, kaba-orta kum katkılı siltli dolgular ve Küçük Menderes ırmağının taşkın ovası sedimanları kendi içinde bol kil içeren siltli kohesif dolgular, bol organik madde içeren kükürt kokulu kaba kumlu ve killi dolgular ile akarsu taşkın-yatak sedimanları şeklinde guruplandırılarak ayırt edilmiştir.

Çalışmanın daha sonraki aşamasında Ödemiş ovasında jeoarkeoloji prensiplerine dayanarak 13 höyük belirlenmiştir. Bu yerleşimlerden 6 tanesi daha önce bilinmekteyken diğer 7 höyük bu araştırma sırasındaki çalışmalarda yeni belirlenmiştir.

Alüvyal alanlarda doğal dolgularla örtülü bulunan eski yerleşim izlerinin bulunması için en uygun yöntem olarak sondajlardan yararlanılmış ve veriler jeoarkeolojik yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Bilindiği gibi jeoarkeoloji ve paleocoğrafya değerlendirmelerinde höyük dolgularını doğal sedimanlardan ayırabilmek için tane boyu, kalsiyum ve organik madde analizleri kullanılmakta ve önem taşımaktadır. Bu araştırmada, bunların yanında paleocoğrafya çalışmalarında ilk kez uygulanmış olan ileri fotospektrometrik yöntemlerle yapılan element ve mineral anazileri gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin sonucunda Holosen sedimanları ile höyük dolguları ayrıt edilmiş ve paleosoller belirlenebilmiştir.

Element ve mineral analizleri için atomik absorbsiyon fotospektrometresi (AAS), spektrofotometre (SFM) ve atomik emisyon spektroskopisi (ICP/AES) cihazları kullanılmıştır. Analizlerde doğal dolgularla kültür dolgularının ayrımında özellikle K ve P elementlerindeki belirgin artışlar dikkate alınmıştır. Höyük dolguları içinde ve diğer doğal katmanlar içinde paleosollerin belirlenmesi için de aynı analizlerden yararlanılmış, K ve P elementlerinin yanında organik madde ve kireç miktarı da değerlendirilmiş ve mercekler şeklinde birçok paleosol katmanı bulunmuştur. Bu elementler hem kültür dolgularını hem de paleosolleri belirlemede (Boxem ve Wielemaker 1972) bir gösterge olarak kullanılmıştır. Bu, alüvyal jeomorfoloji ile jeoarkeoloji çalışmaları için yeni bir yaklaşımdır.

Yapılan element analizlerinin alüvyal alanlarda ve höyüklerde kullanımı jeoarkeoloji alanında yapılan çalışmalarda ilk kez bu araştırmada yapılmıştır. Bu yönü ile Türkiye'de ilk kez yapılmış bir çalışma örneğidir (Vardar 2015).

Bu analizlerin sonuçları değerlendirildiğinde höyükler çevresindeki doğal çevre değişmelerinin açıklanmasına önemli katkılar yapabildiği anlaşılmıştır. Çalışmanın sonucunda Ödemiş ovası höyüklerinin buluduğu alanların Holosen dolguları eskiden yeniye doğru genel olarak birikinti yelpazesi sedimanları, taşkın dolguları, gölsel dolgular, kültürel dolgular (höyük dolguları), birikinti yelpazesi yüzey sedimanları ile kolüvyal höyük yüzeyi örtüleri şeklinde sınıflandırılmıştır.

Gölsel dolguların ayrımında diğer analizlerin yanında mikrofosil analizlerinden yararlanılmış ve ostracodlara dayanarak tatlı su ortamı belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada Ödemiş ovasında jeoarkeoloji prensiplerine dayanarak 13 höyük belirlenmiştir. Bu yerleşimlerden 6 tanesi daha önce bilinmekteyken (Sevin vd. 2013). diğer 7 höyük bu araştırma sırasındaki çalışmalarda yeni belirlenmiştir. Alüvyal alanlarda doğal dolgularla örtülü bulunan eski yerleşim izlerinin bulunması için en uygun yöntem olarak sondajlardan yararlanılmış ve veriler jeoarkeolojik yaklaşımla değerlendirilmiştir (Vardar 2015).

Bu araştırmada, bunların yanında paleocoğrafya çalışmalarında ilk kez uygulanmış olan ileri fotospektrometrik yöntemlerle yapılan element ve mineral anazileri gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin sonucunda Holosen sedimanları ile höyük dolguları ayrıt edilmiş ve paleosoller belirlenebilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Bozbay, E., Kozan, A.T., Bircan, A., Öğdüm, F., 1986. Küçük Menderes Havzası'nın (batı ve orta bölümü) jeomorfolojisi. M.T.A. Rapor no 80008, Ankara.

Boxem, H.W., Wielemaker, W.G. 1972. Soils of the Küçük Menderes Valley, Turkey. Agr. Üniv. Dep. Of Trop. Soil Sci., Wageningen, the Netherland.

Brown, A.G., 2001. Alluvial Geoarchaeology, Floodplain archaeology and environmental change, Cambridge Univ. Press, UK.

Butzer, K. W., 1982. Archaeology as Human Ecology. Cambridge: Cambridge University Press.

Erinç S., 1955. Gediz ve Küçük Menderes Deltalarının Jeomorfolojisi. IX. Coğrafya Meslek Haftası, Tebliğler ve Konferanslar. Türk Coğrafya Kurumu Yay. 2, 33-66, İstanbul.

Hinsbergen D.J.V. 2010. A key extensional metamorphic complex reviewed and restored: The Menderes Massif of western Turkey, Earth-Science Reviews 102 (2010) 60–76, Elsevier.

Kayan, İ., 2002. Arkeoloji, Jeoloji, Coğrafya Yeni Bir Yaklaşım: Jeoarkeoloji, Toplumsal Tarih, Cilt 18, s.101.

Koçman, A., 1989. Uygulamalı Fiziki Coğrafya Çalışmaları ve İzmir-Bozdağlar Yöresi Üzerine Araştırmalar, Ege Ünv. Edb. Fak. Yayınları No: 49, İzmir.

Sevin, V., Sevin N. A., Çetin S., 2013. Neikaia, unutulumuş bir antik kent. Ödemiş Müzesi Yayın No:1, Ödemiş.

Vardar, S. 2015. Küçük Menderes Havzası Doğu Bölümünde Paleocoğrafya Araştırmaları, Ödemiş Ovasında Jeoarkeolojik Değerlendirmeler, İzmir Büyükşehir Belediyesi Kent Kitaplığı, 107, İzmir.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kocakaya Yerleşimine (Yukarı Menderes Havzası, Çivril-Denizli) Ait Orta Tunç Çağı Seramiklerinin Arkeometrik İncelemesi

Archaeometric Investigation of the Middle Bronze Age Ceramics from Kocakaya Settlement (Upper Menderes Basin, Çivril-Denizli)

Barış Semiz

Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye
(bsemiz@pau.edu.tr)

Öz: Havza tabanını çevreleyen, ova, dağ, plato ve tepelerden oluşan Yukarı Menderes Havzası (Çivril-Denizli) birçok eski dönem yerleşime ev sahipliği yapmaktadır. Kocakaya yerleşimi, Çivril İlçesine bağlı, Belence Köyü sınırları içinde, köyün yaklaşık 3 km güneybatısında yer almaktadır. Bu çalışmada, Kocakaya yerleşiminde yer alan Orta Tunç Çağı (MÖ 2000-1600) örneklerinin mineralojik, kimyasal özellikleri ve üretim teknolojilerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, seramik örneklerinin mineralojik-petrografik özellikleri, X-ışınları kırınımı (XRD) ve optik mikroskop çalışmaları ile kimyasal bileşimleri ise X-ışınları floresans spektrometresi (XRF) ile belirlenmiştir. Yapılan optik mikroskop ve XRD çalışmalarının sonucunda, örneklerin kuvars, muskovit ve kayaç parçacıkları içerdikleri belirlenmiştir. Kayaç parçacıkları genel olarak kuvarsit ve muskovit-kuvars şistlerden az oranda da kireçtaşlarından oluşmaktadır. XRD analizlerinin yorumlanması ve içerdiği karbonat mineralinin varlığından dolayı örneklerin pişirim sıcaklıklarının yaklaşık 800 ^{o}C'den az olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal analizlerin yorumlanması sonucunda örneklerin ortalama % 59.12 SiO_2, %19.62 Al_2O_3 ve %6.11 CaO içerdiği belirlenmiştir. Bölgenin jeolojik özellikleri ile petrografik sonuçların beraber değerlendirilmesi sonucunda, Kocakaya Yerleşiminde üretilen seramiklerin bölgedeki litolojik birimlerle ilişkili olduğu bu açıdan tüm ürünlerin yerel üretimler oldukları söylenebilir. Ayrıca, Yukarı Menderes Havzası'ndaki dağlık ve ovalık bölgelerdeki Orta Tunç Çağı seramiklerinin mineralojik ve kimyasal özellikleri ile karşılaştırıldıklarında Dağlık bölge örnekleri arasında büyük benzerlikler gösterdikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, petrografi, seramik, Kocakaya, Çivril, Denizli

Abstract : *The lowermost of the Upper Menderes Basin (Çivril-Denizli) surrounded by plains, mountains, plateaus and hills, is host to many ancient settlements. Kocakaya settlement is located within the borders of Belence village of Çivril town and about 3 km southwest of the village. In this study, determination of the mineralogical and chemical properties and production technologies of the Middle Bronze Age (2000-1600 BC) sample in the Kocakaya settlement are aimed. In this context, mineralogical and petrographical properties from ceramic samples were examined by X-ray diffraction and optical microscopy, chemical compositions were also determined by X-ray fluorescence (XRF) methods. As a result of the optical microscope and XRD studies, it was determined that the samples composed of quartz, muscovite and rock fragments. The rock fragments are generally composed of quartzite and muscovite-quartz sc-*

hists and rarely limestones. XRD analyzes and carbonate minerals contents revealed that the firing temperatures of the samples were less than about 800 °C. Interpretation of the chemical analyzes indicated that the samples composed of average of 59.12% SiO_2, 19.62% Al_2O_3 and 6.11% CaO. As a result of evaluating the petrographic results with geological features of the region, the ceramics produced in Kocakaya settlement are related to the lithological units in the region and all the products are local productions. When compared with their mineralogical and chemical properties, it was determined that the Middle Bronze Age ceramics in the mountainous and lowlands regions of Upper Menderes Basin show great similarities with the samples from mountainous region.

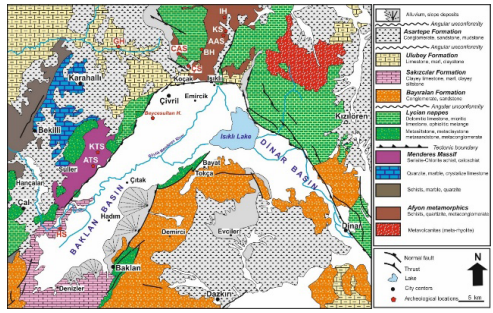
Keywords: *Archeometry, petrography, ceramic, Kocakaya, Çivril, Denizli*

GİRİŞ

Son yıllarda seramikler üzerinde yapılan petrografik analizler, antik çömlekçilerin, teknoloji pratiği, hammadde seçimi, biçimlendirme ve pişirme yöntemlerine ilişkin veri elde etmemizi sağlayan önemli bir metodolojik araç haline gelmiştir (Semiz ve diğ., 2017).

Yukarı Menderes Havzası, Güneybatı Anadolu'da Denizli ili sınırlarında bulunmakta olup, deniz seviyesinden 800-850 metre yükseklikteki ve bu havza tabanını çevreleyen, dağ, plato ve tepelerden oluşmaktadır (Semiz ve diğ 2018). Bölgede 1950'li yıllarda başlayan ve sonrasında 2003-2015 yılları arasında yürütülen arkeolojik yüzey araştırmaları, Neolitik Çağdan itibaren başlayan yoğun bir iskân süreci olduğunu ortaya koymuştur (Abay ve Dedeoğlu 2009; Dedeoğlu ve diğ., 2016). Bu araştırmalar sonucunda havzada 250'nin üzerinde arkeolojik yerleşim tespit edilmiştir. Aynı zamanda bölgede devam eden Beycesultan Höyük ve Ekşi Höyük kazı çalışmaları bulunmaktadır.

Yukarı Menderes Havzası'nda Dağlık Bölge yerleşimlerden olan Kocakaya Yerleşimi, Çivril İlçesine bağlı, Belence köyü sınırları içinde, köyün yaklaşık 3 km güneybatısında yer almaktadır (Şekil 1). Höyük, Küfü Çayı Vadisi üzerinde, Küfü Çayı'nın batı yakasında batı-doğu eğimli doğal bir tepe üzerinde konumlanmaktadır. Kocakaya Yerleşimi tipik bir tepe yerleşimi niteliğindedir. Bu çalışmada, Kocakaya Yerleşiminden alınan Orta Tunç Çağı (MÖ 2000-1600) örneklerinin mineralojik, kimyasal özellikleri ve üretim teknolojilerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, seramik örneklerinin mineralojik-petrografik özellikleri, X-ışınları kırınımı (XRD) ve optik mikroskop çalışmaları ile kimyasal bileşimleri ise X-ışınları floresans spektrometresi (XRF) ile belirlenmiştir.

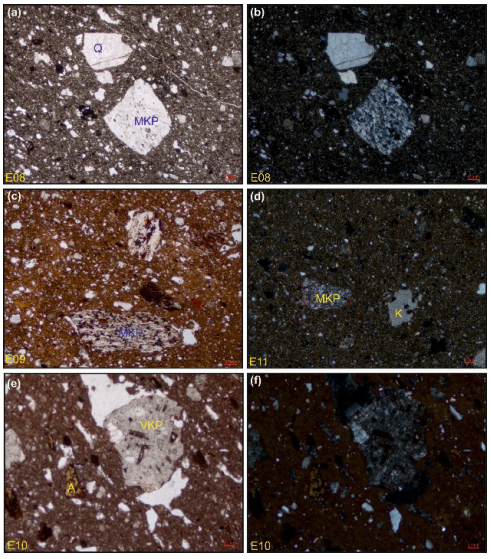


Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru ve jeoloji haritası (Semiz ve diğ., 2018 'den alınmıştır)

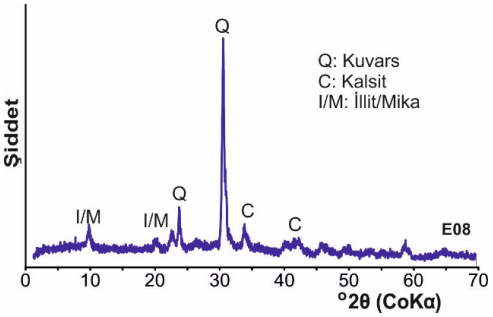
MİNERALOJİ-PETROGRAFİ

İncelenen seramik örneklerini hepsi silt (0.02 mm) ile kum (1-2 mm) boyutunda değişen kaba taneli, köşeli ve yarı köşeli mineral ve kayaç parçalarından oluşmaktadır. Kendi içerisinde belirgin olarak benzerlik belirgin olsa bile E10 numaralı örnek içerdiği mineral birlikteliğinden dolayı ayrılmaktadır. Genel olarak örnekler (E8-E9-E11) bol kuvars, kal-

sit ve muskovit mineralleri ile belirgin oranda kayaç parçacığı içermektedir. Seramik örnekleri içerisinde belirgin bir boşluk yapısı göze çarpmaktadır. Kuvars taneleri genellikle köşeli boyutlarda gözlenmekte olup yaklaşık boyutları yer yer 0.9 mm ye kadar çıkmaktadır (Şekil 2a ve b). Kayaç parçacıkları ise genellikle kuvarsit ve mikaşist bileşimdedir. Bu tanelerin boyutları yer yer 3 mm ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 2c). Ayrıca içerisinde bol oranda kireçtaşı parçaları da gözlenmiştir. Kireçtaşı parçacıklarının büyüklükleri de yer yer 3.5 mm büyüklüklere varmakta olup içerisinde polisentetik ikizlenmeli kalsit mineralleri tespit edilmiştir. E11 numaralı örnek ise benzer mineralojik bileşimde olup diğer örneklere göre daha küçük boyutlu gözlenmektedir (Şekil 3d). E10 numaralı örnek ise farklılık göstermektedir. Örnek içerisinde bol plajiyoklas, kuvars, amfibol, piroksen ve biyotit mineralleri yanı sıra bol kayaç parçacıkları içermektedir. Bu örnekteki kayaç parçacıklarının bölgede görülen diğer örneklerden farklı olduğu ve tümüyle volkanik kayaçlardan oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 2e ve f).



Şekil 2. Seramik örneklerinin ince kesit görünümleri



Şekil 3. E8 örneğinin XRD kırınımı

Kocakaya yerleşimine ait E8 numaralı örnekte yapılan XRD incelemesi sonucunda, kuvars, mika, kil ve kalsit minerallerinin pikleri tespit edilmiştir (Şekil 3). Tüm seramiklerin pişirilmesi sırasında ısının 800 °C üzerine çıkılmadığı düşünülmektedir.

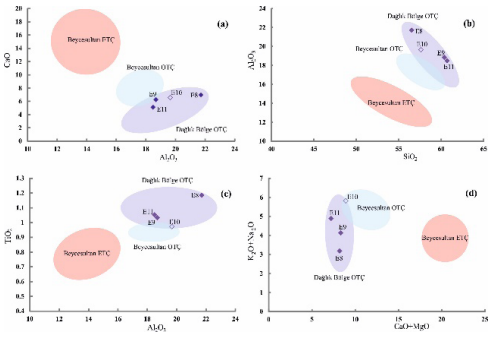
JEOKİMYA

İncelenen seramik örnekleri arasındaki bileşimsel farklılıkları tanımlamak için ana ve iz element analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Tüm ana ve iz element analiz sonuçları ikili karşılaştırma diyagramları üzerinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Seramik örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Element	Birim	E08	E09	E11	E10
SiO_2	%	56.53	60.12	60.70	57.63
TiO_2	%	1.19	1.03	1.05	0.97
Al_2O_3	%	21.72	18.67	18.48	19.65
Fe_2O_3	%	8.65	7.16	7.06	6.54
MnO	%	0.08	0.14	0.12	0.09
MgO	%	1.24	2.08	2.13	2.36
CaO	%	6.96	6.26	5.11	6.58
Na_2O	%	1.06	1.00	1.13	1.56
K_2O	%	2.12	3.13	3.76	4.28
P_2O_5	%	0.31	0.30	0.38	0.32
Toplam		***99.86***	***99.89***	***99.92***	***99.98***
Ba	ppm	762.0	1569.0	1426.0	1218.0
Rb	ppm	87.1	148.1	140.7	174.4
Sr	ppm	180.1	355.3	435.2	563.7
Y	ppm	37.1	31.3	30.5	26.4
Zr	ppm	290.8	344.8	293.0	237.5
Nb	ppm	25.5	22.8	23.4	19.6
Th	ppm	18.7	25.4	26.6	25.2
Cr	ppm	108.4	118	86.3	90.8
Ni	ppm	57.3	106.9	89.2	88.2
V	ppm	166.8	145.4	122.0	120.1
W	ppm	154.7	346.5	304.4	398.3
Cu	ppm	22.5	39.5	40.2	34.2
Zn	ppm	75.1	92.8	106.3	94.0
Nd	ppm	98.0	79.0	86.4	119.7

Ana element oksit içeriklerindeki değişimler örneklerdeki silisli ve karbonatlı mineral içerikleriyle doğrudan ilişkili gözükmektedir (Şekil 4). İncelenen örneklerin yüksek SiO_2 (%59.12) ve Al_2O_3 (%19.62) içerikleri içerdikleri görülmektedir. Yüksek SiO_2 içeriğinin örnekler içerisinde tespit edilen kuvars ve kuvarsit türü kayaçlarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yüksek Al_2O_3 (>%19) içeriği ise muhtemelen yüksek kil mineral içeriği ile ilişkilidir. Ayrıca örneklerdeki TiO_2 (%1.09) içerikleri de yüksek olarak göze çarpmaktadır. Bu oranın yüksekliği de içerdiği mikaşistler ile ilişkilidir. Örnekler içerisinde CaO (%6.11) ve MgO (%1.82) içerikleri düşüktür. Bu oranın düşüklüğü de içerdikleri karbonat türü minerallerin azlığı ile ilgilidir. E10 numaralı örneğin ise bu değerlere yakın olduğu görülmektedir. Sadece K_2O+Na_2O içeriği diğer örneklerden fazladır. Bu durumda içerdiği volkanik kayaç bileşenlerinden kaynaklandı şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 4d). Benzer şekilde iz element içerikleri de karşılaştırılmıştır. Bu durumda örneklerin Nb (23.9 ppm) ve Y (33 ppm) içerikleri yüksek değerdedir. Sr (323 ppm) içerikleri ise ortalama değerlerde olduğu görülmektedir.



Şekil 4. İkili karşılaştırma diyagramları

Tüm kimyasal veriler Semiz ve diğ., 2018 tarafından yapılan çalışmanın verileri ile karşılaştırılmıştır. Bu durumda Kocakaya örnekleri Dağlık bölge olarak adlandırılan örnekler ile uyumlu oldukları görülmektedir.

SONUÇLAR

Seramik analizlerinden elde edilen veriler sonucunda bölgeden alınan örneklerin kuvars, muskovit ve kayaç parçacıklarından oluştuğu ve pişirim sıcaklığının içerdiği mineral bileşimlerinden dolayı 800°C'den fazla olamayacağı sonucuna varılmıştır.

Bölgenin jeolojik özellikleri ile petrografik sonuçların beraber değerlendirilmesi sonucunda, Kocakaya Yerleşiminde üretilen seramiklerin bölgedeki litolojik birimlerle ilişkili olduğu bu açıdan tüm ürünlerin yerel üretimler oldukları söylenebilir. Ayrıca, Yukarı Menderes Havzası'ndaki dağlık ve ovalık bölgelerdeki Orta Tunç Çağı seramiklerinin mineralojik ve kimyasal özellikleri ile karşılaştırıldıklarında Dağlık bölge örnekleri arasında büyük benzerlikler gösterdikleri belirlenmiştir. Arkeolojik araştırmalarda belli sorular çerçevesinde yapılan arkeometrik analizler yöntemsel açıdan büyük önem taşımaktadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Abay, E. and Dedeoğlu, F. (2009) Preliminary Report of Beycesultan 2007-2008 Excavation Campaigns. Arkeoloji Dergisi 13, pp. 53-79.

Dedeoğlu, F., Ozan, A. and Konakçı, E. (2016) Yukarı Menderes Havzası Dağlık Kesim Yüzey Araştırması Projesi 2014 Yılı Çalışmaları (Upper Meander basin mountainous survey project). Research result meeting, Vol. 33, No. 2, pp. 553-563.

Semiz, B., Abay, E., Dedeoğlu, F., Konakçı, E., Ozan, A., 2017. Dağlık Bölge Erken Tunç Çağı-I Seramiklerinin Arkeometrik İncelemeleri: Yukarı Menderes Havzası, Çivril-Denizli, 17. Ulusal Kil sempozyumu bildiriler kitabı, 54-60.

Semiz, B., Abay, E., Dedeoğlu, F., Konakçı, E., Ozan, A., 2018. An archaeometric investigation of Early and Middle Bronze age pottery from the upper Meander basın in southwestern Anatolia, Mediterranean Archaeology and Archaeometry, Vol. 18, No 3, pp. 121-151.

KÜLTÜREL JEOLOJİ, JEOLOJİK MİRAS VE JEOARKEOLOJİ

CULTURAL GEOLOGY, GEOLOGICAL HERITAGE AND GEOARCHAEOLOGY

ERHAN ALTUNEL – NAZİRE ÖZGEN ERDEM – RAİF KANDEMİR – HÜLYA İNANER – YILDIRIM GÜNGÖR

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Başbük İlk-Ortaokulu Doğa Bilimleri Koleksiyonu

Natural Science Collection of Başbük Primary-Secondary School

Ahmet Yılmaz[1], Emrah Çoraman[2], Gönenç Göçmengil[3]

[1]Millî Eğitim Bakanlığı, Başbük İlk-Ortaokulu, Siverek, Şanlıurfa, Türkiye

[2]Berlin Doğa Tarihi Müzesi, Berlin, Almanya

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı Avcılar, İstanbul, Türkiye

(walkoftheearth.21@gmail.com)

Öz: Ülkemizde doğa bilimleri koleksiyonları farklı müze, kurum ve kişiler tarafından oluşturulmuş olup, son yıllarda yaygın olarak lise ve öncesi eğitim faaliyetlerinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu koleksiyonlar genel olarak okulların kurumsal çabası, kamu desteği, okul öğretmen-öğrencilerinin çalışmaları ve bağışlarla genişletilmekte ve kalıcı sergi materyalleri olarak eğitimsel ve bilimsel faaliyetler için saklanmaktadır. Bu bildiri kapsamında 2019 yılı içerisinde Başbük İlk-Ortaokulu'nda (Siverek-Şanlıurfa) oluşturulmuş doğa bilimleri koleksiyonunun genel envanteri tanıtılacaktır.

Başbük İlk-Ortaokulu'nda yer alan doğa bilimleri koleksiyonun başlangıcı, okul öğrencilerinin kendi imkanlarıyla buldukları fosillerin anlamı ve önemini okuldaki hocalarına sorması, daha sonra bu fosillerin okul hocaları tarafından ilgili uzmanlara sorarak tasnif ettirmesi ve en sonunda bunun etrafında bir doğa bilimleri sergisi oluşturmasına dayanmaktadır.

Başbük İlk – Ortaokulu'nda yer alan koleksiyonda; öğrencilerin Başbük Mahallesi hudutlarında buldukları, Eosen yaşlı (Midyat formasyonu ve Miyosen yaşlı Pirin formasyonuna ait bir çok fosil yer almaktadır. Bu fosiller başlıca; karındanbacaklılar (gastropoda), denizkestaneleri (echinoidea), midyeler (bivalvia), foraminiferler (nummulites), mercan ve balık fosilleridir. Aynı zamanda koleksiyonda Pliyosen yaşlı yaprak fosilleri (Ankara-Kızılcahamam) ve Eosen yaşlı nummulites (Ankara-Haymana) fosilleri yer almaktadır.

Koleksiyonda fosil örneklerinin yanı sıra mineral ve kayalarda yer almaktadır. Bunlar bolluk sırasına göre: pirit, kalsedon, ametist, silisleşmiş ağaç, galen, kolemanit, kromit, kalsit, obsidiyen, agat, floritten oluşmaktadır. Koleksiyon ayrıca gelişmekte olan bir kütüphane de içermekte olup içerisinde başlıca Tübitak Popüler Bilim Yayınlarından çıkan ilk ve ortaokul seviyesinde Bilim Teknik kitapları, bilime yön veren çeşitli bilim insanlarının biyografileri, astronomi ve uzay bilimleri, Güneş Sistemi ve gezegenler ile ilişkili birçok bilim içerikli kitap ve dergiler ile bunların yanı sıra dinozor maketleri, gezegenlerin konumunu görsel olarak sunan eğitimsel poster bulunmaktadır.

Sözü edilen koleksiyon eğitim faaliyetlerinde kullanılmak üzere oluşturulmuş olup, çevre il ve okullar için de model olabilecek bir yurttaş bilimi girişimi olarak nitelendirilebilir. Bu kapsamda söz konusu koleksiyonun gelişmesi ve genişlemesi için bölgede ve ülke çapında doğa bilimleri ile ilgilenen uzman ve araştırmacıların yardımlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Başbük İlk ve Ortaokulu, doğa bilimleri koleksiyonu, yurttaş bilimi

Abstract: *The collections of natural sciences in our country have been created by different museums, institutions and individuals and in recent years it has been widely used in high and pre-high education activities. Aforementioned collections in general are developed with institutional efforts of the schools, public support, the work of school teachers and students and donations and are kept as permanent exhibition materials for educational and scientific activities. Within the scope of this abstract, the general inventory of the natural sciences collection that created in Başbük Primary-Secondary School (Siverek-Şanlıurfa) during 2019 will be introduced.*

The beginning of the natural sciences collection in Başbük Primary School is based on the fact that the school students ask the teachers about the meaning and importance of the fossils they find by their own means, and then ask the relevant experts to classify these fossils and eventually create a natural sciences exhibition around it.

Başbük Primary - Secondary School in the collection; There are many fossils belonging to the Eocene (Midyat formation and Miocene Pirin formation) which are found in the boundaries of Başbük Mahallesi by the students. These fossils are mainly; gastropods, sea urchins (echinoidea), mussels (bivalvia), foraminifera (nummulites), coral and fish fossils. Pliocene leaf fossils (Ankara-Kızılcahamam) and Eocene nummulites (Ankara-Haymana) fossils are also included in the collection.

The collection includes fossil specimens as well as minerals and rocks. These are in order of abundance: pyrite, chalcedony, amethyst, silicified wood, galena, colemanite, chromite, calcite, obsidian, agate, and fluorite. The collection also includes a developing library, which includes primary and secondary school "Bilim Teknik" books published by Tübitak Popular Science Publishing, biographies of various ground-breaking scientists, astronomy and space sciences books, the Solar System and many science-related books and journals related to the planets. There are also dinosaur models, educational posters that visually show the position of the planets.

The said collection has been created for use in educational activities and can be described as a citizen science initiative that can be a model for the surrounding provinces and schools. In this context, the development and expansion of this collection requires the help of experts and researchers interested in natural sciences in the region and throughout the country.

Keywords*: Başbük Primary and Secondary School, natural sciences collection, citizen science*

MAGMATİK VE METAMORFİK PETROLOJİ

MAGMATIC AND METAMORPHIC PETROLOGY

EMRAH YALÇIN ERSOY – ERCAN ALDANMAZ – OSMAN CANDAN – ERDİNÇ YİĞİTBAŞ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Adding Time to the P–T History of Deeply Subducted Intergranular Coesite-bearing Eclogite at Yangkou Bay, Central Sulu Belt, China

Derine Gömülmüş İntergranüler Koesit İçeren Eklojitin P-T Tarihçesine Zaman Ekleme, Yangkou Körfezi (Orta Sulu Kuşağı, Çin)

Lu Wang[1], Michael Brown[1,2], P.M. Piccoli[2], A.R.C. Kylander-Clark[3], Changhong Jiang[1], Songjie Wang[1,4]

[1]State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, and Center for Global Tectonics, School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

[2]Laboratory for Crustal Petrology, Department of Geology, University of Maryland, College Park, MD, USA

[3]Department of Earth Science, UC Santa Barbara, 1006 Webb Hall Santa Barbara, CA93106-9630

[4]College of Earth Science and Eng., Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China

(wanglu@cug.edu.cn)

Abstract: Constraining burial and exhumation rates of UHP-HP metamorphic rocks requires robust P, T and age information related to both the prograde and retrograde evolution. However, such information may be difficult to obtain from deeply buried metamorphic terrains for two reasons: 1) fluid deficient conditions limit mineral growth/recrystallization during the late prograde/early retrograde evolution; and, 2) generation of fluid or melt during exhumation facilitates overprinting of the earlier history.

At Yangkou Bay, intergranular coesite-bearing eclogite is preserved within rootless intrafolial F1 fold noses in quartz eclogite and quartz-rich phengite schist. These rocks were exhumed from pressures that may have exceeded 7 GPa. Previous attempts to date thin metamorphic overgrowth rims(2-5μm)/solid recrystallization domain on zircon using SHRIMP, EMP and LA-ICP-MS methods all failed to produce valid ages. To address this problem, we used Single Shot-Laser Ablation Split Stream (SS-LASS) ICP-MS analysis. Using multiple single shot ablation from the surface of unbroken and unpolished zircon crystals (100nm depth each shot, to 1–2μm total depth), we obtained robust metamorphic ages from these overgrowth rims.

In polished mounts, zircons from all samples show similar oscillatory-zoned relict cores; these yield protolith ages of c. 820–780 Ma. SS-LASS analysis of: thin solid-state recrystallized overgrowth rims of coesite-bearing zircon from the coesite eclogite yields a weighted mean age of 249 ± 5 Ma (n = 6), thin (~5μm) coesite-bearing metamorphic zircon rims from the quartz-rich phengite schist yields a weighted mean age of 225 ± 9 Ma (n = 7), and thin (5-20μm) metamorphic overgrowth rims on zircon from quartz eclogite yields a weighted mean age of 225 ± 8 Ma (n = 6).

Structural analysis shows that the intergranular coesite-bearing eclogites were protected from fluid infiltration and retrogression due to strain localization, whereas the other two rock types were retrogressed by an intergranular fluid generated early during exhumation. We interpret the coesite eclogite to record the timing of prograde burial, whereas the other samples record the timing of exhumation from the coesite to the quartz stability field. This indicates that the collision between the Yangtze and North China Cratons had begun prior to c. 249 Ma, earlier than generally thought (240 Ma).

Keywords: SS-LASS Zircon U-Pb dating, P-T-t path, prograde metamorphism, Sulu UHP Belt, Paleo-Tethys

Öz: *UHP-HP metamorfik kayaçlarının gömülme ve yüzeyleme hızlarının belirlenmesi, hem ilerleme hem de gerileme evrimi ile ilişkili sağlam P, T, ve yaş bilgisi gerektirir. Ancak, böyle bir bilgiyi derine gömülmüş metamorfik birliklerden elde etmek iki nedenle zor olabilir: 1) sıvıca fakir durumlar geç ilerleme/erken gerileme evriminde mineral büyüme/rekristallenmeyi kısıtlar; ve 2) yüzeyleme sırasında sıvı veya ergiyik oluşumu, geçmiş tarihçenin üzerlenmesini kolaylaştırır.*

Yangkou Körfezi'nde, intergranüler koesitli eklojit, kuvars eklojit ve kuvarsca zengin fengit şistlerdeki köksüz intrafolial F1 kıvrım burunlarında korunmuştur. Bu kayaçlar 7 Gpa'yı aşabilecek basınçlardan yüzeylenmiştir. Zirkon üzerinde ince metamorfik büyüme çeperlerini (2-5μm)/katı rekristalizasyon bölgelerini, SHRIMP, EMP and LA-ICP-MS metotları yoluyla önceki tarihlendirme denemeleri geçerli yaş üretememiş olup, hepsi başarısız olmuştur. Bu probleme çözüm getirmek için Tek Atış-Lazer Ablasyon Bölünmüş Akış (SS-LASS) ICP-MS analizi kullandık. Kırılmamış ve aşındırılmamış zirkon kristallerinin yüzeylerinde çoklu tek atış ablasyon kullanarak (her atış için 100nm derinlik, 1–2μm toplam derinliğe), bu büyüme çeperlerinden güvenilir metamorfik yaşlar elde ettik.

Parlatılmış mountlarda, tüm örneklerdeki zirkonlar benzer salınımlı-zonlu kalık çekirdekler göstermekte, ve yaklaşık 820–780 My protolit yaşları vermektedir. Koesitli eklojitden elde edilen koesitli zirkonların ince katı-hal rekristalize büyüme çeperlerinin SS-LASS analizi 249 ± 5 My (n = 6) ağırlıklı ortalama yaşı vermekte, kuvarsça zengin fengit şistin ince (~5μm), koesitli metamorfik zirkon çeperleri ise 225 ± 9 Ma (n = 7) ağırlıklı ortalama yaşı, ve kuvars eklojit zirkonu üzerinde ince (5-20μm) metamorfik büyüme çeperleri ise 225 ± 8 Ma (n = 6) ağırlıklı ortalama yaşı vermektedir.

Yapısal analiz, intergranüler koesitli eklojitlerin yamulma birikiminden dolayı sıvı infiltrasyonu ve gerilemeden korunduğu, öte yandan diğer iki kayaç türünün yüzeyleme sırasında oluşan intergranüler bir sıvı tarafından gerilemeye uğradığını göstermektedir. Koesit eklojiti, ilerleyen gömülmenin zamanını kaydediyor olarak, buna karşın diğer örnekleri koesitten, kuvars stabilite alanına gerçekleşen yüzeylemenin zamanını kaydediyor olarak yorumluyoruz. Bu sonuç, çarpışmanın Yangtze ve Kuzey Çin Kratonları'nda, genelde düşünülenden (240 My) daha erken, yaklaşık 249 My'den daha önce başladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *SS-LASS Zirkon U-Pb tarihlendirme, P-T-t eğrisi, ilerleyen metamorfizma, Sulu UHP Kuşağı, Paleo-Tetis*

Kuzey Kapıdağ Plütonu'nda Gözlenen Deformasyonun Kökeni ve Zamanı

Origin and Timing of the Deformation in Northern Kapıdağ Pluton

Alp Ünal[1], Işıl Nur Güraslan[1], Şafak Altunkaynak[1], Erdinç Yiğitbaş[2], Gürsel Sunal[1], Merve Usanmaz[1]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(alp.unal@itu.edu.tr)

Öz: Kuzeybatı Anadolu'da Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan Kapıdağ Yarımadası, magmatik ve metamorfik kayaların ilişkilerinin gözlenebildiği kritik bir bölge niteliğindedir. İnceleme alanındaki metamorfik kayalar Erdek Kompleksi'ne ait metabazit, metapelit ve mermerler ile temsil edilmektedir. Magmatik kayalar ise Erdek Kompleksi içine intrüzif olarak sokulmuş iki farklı plütonik topluluktan oluşmaktadır: Güney Kapıdağ Plütonu ve Kuzey Kapıdağ Plütonu.

Kuzey Kapıdağ Plütonu (45 My) granodiyorit bileşimi sergilemektedir ve homojen granodiyorit ve deforme granodiyoritten oluşmaktadır. Her iki kesimde de plüton içerisinde mafik mikrogranüler anklavlar, felsik ve mafik dayklar yaygındır. Deforme granodiyorit ileri derecede foliasyon göstermektedir ve plütonun kuzey sahil şeridini oluşturmaktadır. Yapılan mikroyapısal çalışmalar, gözlenen bu deformasyonun satranç tahtası sönmesi ve tane sınırı göçü gibi yapılar ile tanımlanan 600- 400^{o}C arasında gelişen sünek ve tane şişme yeniden kristallenmesi, mikro kırık ve faylar gibi yapıların gözlendiği 400^{o}C'tan düşük sıcaklıklara kadar devam eden sünek-kırılgan deformasyon ile temsil edildiğini ortaya koymaktadır. Güney Kapıdağ Plütonu (37 My) ise granodiyorit-monzogranit, mikrogranit ve aplogranitten oluşur. Bu kayalara aplit daykları ve mafik mikrogranüler anklavlar eşlik etmektedir. Güney Kapıdağ Plütonu homojendir ve deformasyon sergilemez.

İnceleme alanından elde edilen tüm saha verileri ve yapısal analizler, Kuzey Kapıdağ Plütonu'nu etkileyen makaslama deformasyonunun Kapıdağ Yarımadası'nın kuzey sahil şeridi boyunca uzanan sağ yanal normal karaktere sahip bir fay zonu tarafından denetlendiğini ortaya koymaktadır. Bu faya bağlı gelişen deformasyonun yalnızca Kuzey Kapıdağ Plütonu kuzey kesimlerinde gözlemlenmesi ve mekânsal olarak birliktelik gösteren Güney Kapıdağ Plütonu'nda izlenmiyor olması, makaslama zonunun 37 My'dan daha önce, muhtemelen 45-37 My arasında aktif olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deformasyon, KB Anadolu, Kuzey Kapıdağ Plütonu, mikrotektonik

Abstract: *Kapıdağ Peninsula (NW Turkey) is located at the southern part of the Marmara Sea and occurs in an area where the contact relationship between magmatic and metamorphic rocks is observable. The metamorphic rocks are represented by Erdek Complex and comprise metabasites, metapelites and marbles. Magmatic rocks were intruded into the Erdek Complex and are defined by two different plutonicbodies: Southern Kapıdağ Pluton and Northern Kapıdağ Pluton.*

Northern Kapıdağ Pluton (45 Ma) has granodiorite composition and is represented by two distinct lithologies: homogenous granodiorite and deformed granodiorite. Mafic microgranular enclaves, felsic and mafic dikes are common within the plutonic bodies. Deformed granodiorite displays penetrative foliation and occurs along the northern margin of the Northern Kapıdağ Pluton along the shoreline. Microstructural studies show that chess-board extinction and typical microstructures of grain boundary migration forms evidence for ductile deformation that has developed between 600-400 °C conditions. Whereas textures forbulging recrystallization and microcracks-faults suggests ductile-to-brittle deformation at the temperatures lower than 400 °C. Southern Kapıdağ Pluton (37 Ma) is made up of granodiorite-monzogranite, microgranite and haplogranite. Aplite dikes and mafic microgranular enclaves are also common within the plutonic body. Southern Kapıdağ Pluton is homogenous and show no observable evidence for deformation.

Field and microstructural data collectively suggest that the deformation of the NKP is possibly related with a normal fault with dextral component. The shear zone dips northward and is located at the northern edge of the Kapıdağ Peninsula. In contrast to the Northern Kapıdağ Pluton, the lack of evidence for similar deformation in the spatially and temporarily related Southern Kapıdağ Pluton points out that the ductile shear zone was most probably active during ca. 45-37Ma time interval and that the activity of the shear zone was possibly ceased by ca. 37 Ma at the latest.

Keywords: *Deformation, northern Kapıdağ Pluton, NW Anatolia, microtectonics*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sinkinematik Marmara Granitoyidinin Saha ve Mikroyapısal Özellikleri

Field and Microstructural Properties of Synkinematic Marmara Granitoid

Işıl Nur Güraslan[1], Salim Birkan Bayrak[1], Alp Ünal[1], Ömer Kamacı[1], Şafak Altunkaynak[1], Erdinç Yiğitbaş[2]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye

(guraslan@itu.edu.tr)

Öz: Bu bildiride, Kuzeybatı Anadolu'da mostra veren Eosen yaşlı granitlerden biri olan Marmara granitoyidinin saha nitelikleri ve yapısal unsurları tanıtılarak bunlara ait ön bulgular tartışılacaktır. Bölgenin metamorfik temelini Erdek Kompleksi, Gündoğdu Kompleksi, Saraylar Mermeri ve migmatitik kayalar oluşturmaktadır. Marmara Granitoyidi, bu temel kayaları arasından Erdek Kompleksi, Saraylar Mermeri ve migmatitler ile dokanak halindedir. Marmara granitoyidi holokristalen granüler dokulu, granodiyorit bileşimlidir ve temel kayaları ile uyumlu olarak sil şeklinde gözlenmektedir. Marmara granitoyidi, maruz kaldığı deformasyon sonucu iyi derecede foliasyon ve lineasyon göstermektedir, sınırlı bölgelerde ise birincil magmatik dokusu görülebilmektedir.

Saha çalışmaları ve mikroyapısal incelemelerden elde edilen gözlemler Marmara granitoyidinin sünek ve üzerleyen kırılgan bir deformasyondan etkilendiğini göstermektedir. Sünek deformasyonun izleri petrografik incelemelerde gözlenen tane sınırı göçü, tane dönme yeniden kristallenmesi, mika balığı ve sigmoid yapıları ile belirgindir ve bu yapılar sünek deformasyon sıcaklığının 500 °C ve 400 °C arasında değiştiğine işaret etmektedir. Sünek deformasyonu üzerleyen kırılgan deformasyon ise 300-<250 °C arasında değişen sıcaklıklarda gözlenen şişme (bulging) yapıları, amfibol, biyotit ve feldsparda görülen tane boyu küçülmesi ve feldsparlarda gözlenen mikro kırık ve faylar ile kendini göstermektedir.

Saha çalışmaları ve mikroyapısal incelemeler Marmara Granitoyidi'nin Eosen döneminde bir dekstral makaslama tektoniği ile sinkinematik olarak yerleştiğini işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deformasyon, granitoyid, Marmara, KB Anadolu, sinkinematik

Abstract: *In this abstract, field properties and structural elements of Eocene aged Marmara granitoid will be introduced and preliminary findings will be discussed. The metamorphic basement rocks of the region consists of Erdek Complex, Gündoğdu Complex, Saraylar Marble and migmatitic rocks. Marmara granitoid has contacts with Erdek Complex, Saraylar Marble and migmatites. It has a holocrystalline granular texture with granodiorite composition, and it is observed to be a sill, intruded concordantly to the basement rocks. The granitoid shows well developed foliation and lineation, only showing its primary magmatic texture in limited areas.*

Field studies and microstructural observations showed that Marmara granitoid is affected by a ductile deformation overlaid by a brittle deformation. The traces of ductile deformation can be observed through textures in petrographic investigations such as grain boundary migration, subgrain rotation, mica fishes, and sigmoids. These textures indicate that the ductile deformation changes between 500-400 °C temperatures. The brittle deformation which overlays the ductile deformation is observed through the bulging structures, grain size reduction in amphibole, biotite and feldspars and micro faults and cracks in feldspars. These structures indicate a 300-<250 °C deformation temperature for the brittle deformation.

Field studies and microstructural observations showed that Marmara granitoid is emplaced synkinematically within a dextral shear tectonic regime during Eocene.

Keywords: *Deformation, granitoid, Marmara, NW Anatolia, synkinematic*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sakarya Zonu'ndaki Örencik Granitoyidi'nin (Karacabey-Bursa) Petrolojik İncelenmesinin İlk Bulguları

Preliminary Results of the Petrological Investigation of Örencik Granitoid (Karacabey-Bursa) in Sakarya Zone (NW Anatolia)

Yoel Barış Özçelik[1], Sabah Yılmaz Şahin[2]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 34325 Avcılar, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(joelozcelik@gmail.com)

Öz: Karacabey'in (Bursa) kuzeyinde yüzeylenen Örencik Granitoyidi, Pontid Tektonik Kuşağı'nın batı kısmını temsil eden Sakarya Zonu içerisinde yer almaktadır. Sakarya Zonu'nda Paleozoyik'ten Tersiyer'e kadar uzanan bir aralıkta magmatizma ve onun ürünleri görülmektedir. Bölgede yüzeylenen Alt–Orta Devoniyen yaşlı Çamlık Metagranodiyoriti, Paleozoyik yaşlı şist ve gnayslardan oluşan Karakaya Kompleksi'ne ait birimler içerisine sokulum yapmaktadır. Örencik Granitoyidi ise, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve kırmızı-bej renkli killi kireçtaşlarından oluşan Alt Jura (Liyas) yaşlı birimler ile, son derece kırık-çatlak sistemleri barındıran, ezilmiş-ufalanmış ve içerisinde malahitli, azuritli ve demir oksitli zonlar içeren ve kireçtaşlarından oluşan Geç Jura–Erken Kreatese yaşlı birimleri keserek yüzeylenmektedir. Örencik Granitoyidi içerisinde sınırlı bir alanda da olsa mafik magmatik enklavlar (MME) yer almaktadır.

Örencik Granitoyidi, granitik, monzonitik ve granodiyoritik kayaçlardan oluşmaktadır. Mineralojik bileşim olarak felsik minerallerden kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz; mafik minerallerden ise biyotit ve amfibol içermektedir. Aksesuar mineraller titanit, apatit, zirkon ve opak minerallerden oluşmaktadır. Örencik Granitoyidi'ne ait örneklerin bazılarında porfirik doku görülmekle birlikte, çoğunlukla tüm kristalli, yarı-özşekilli tanesel doku yer yer de monzonitik dokuludur. Ayrıca poikilitik feldispat dokusu, anti-rapakivi dokusu, bıçağımsı biyotit ve iğnemsi apatit gibi bazı özel magma karışım dokuları da gözlenmektedir. Örencik Granitoyidi jeokimyasal olarak metalüminyumlu, I-tipi, orta K'lu, kalkalkalin özellikli olup, büyük iyon yarıçaplı elementleri, kalıcılığı yüksek elementlere göre nispeten zenginleşmiş olarak gözlenmektedir. Örencik Granitoyidi'nde, magmanın katılaşma süreçlerinden fraksiyonel kristalleşme ile birlikte felsik ve mafik magmaların karışımı süreçleri etkindir. Örencik Granitoyidi'nde mineral kimyası çalışmaları da gerçekleştirilmiş olup, elde edilen sonuçlara göre granitoyidin oluşum koşulları yorumlanacaktır.

Örencik Granitoyidi, İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu'nun kuzeyinde, Sakarya Zonu içerisinde konumlanmış Eosen magmatizmasının ürünlerinden biri olup, jeokimyasal özellikleri bakımından yitim süreçleriyle ilgili bir magmanın ürünlerine benzerlik göstermektedir. KB Anadolu'da benzer özelliklere sahip magmatik kayaçların, jeodinamik olarak Neotetis Okyanusu'nun kuzeye Pontidler altına doğru dalımı ile oluşabileceği ileri sürülmüştür. Örencik Granitoyidi'nde yapılacak yaşlandırma çalışmaları ile, çalışma alanının tektonomagmatik ev-

rimi yeni bulgular eşliğinde yeniden yorumlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eosen magmatizması, İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu, magma karışımı, Sakarya Zonu

Abstract: *The Örencik Granitoid, outcropping in the north of Karacabey (Bursa), is located within Sakarya Zone, which represents the the western part of the Pontid Tectonic Belt. In the Sakarya Zone, magmatism and its products can be seen in a range extending from the Paleozoic to Tertiary. In this region, the Early-Middle Devonian aged Çamlık metagranitoid bodies make intrusions into the Paleozoic aged schist and gneiss and overlain by Triassic aged schist and metabasic rocks. The Early Jurassic (Lias) aged unit in the vicinity of the Kıranlar Village south of the area of research is marked by its red-yellow sandstone, siltstone, clay stone and red-beige colored limestone with clay. The Late Jura-Early Creataceous aged unit consists of extremely fracturous systems and crushed and disaggregated limestone with malachite, azurite and iron oxide zones. There are mafic magmatic enclaves (MME) in limited area within the Örencik Granitoid.*

The Örencik Granitoid is composed of granite, monzonite, and granodiorite rocks. As for its major minerals, it includes the felsic minerals quartz, plagioclase, and orthoclase, and the mafic minerals biotite and amphibole. As for the accessory minerals, it contains titanite, apatite, zircon and opaque mineral. While some samples contain a porphyritic texture, the majority of Örencik Granitoid samples have holocrystalline, hipidiomorphic granular texture and occasionally monzonitic texture. Also, special mixing textures such as the poikilitic feldspar texture, the anti-rapakivi texture, the blade–shaped biotite, and needle–like apatite may also be observed. Geochemically, the Örencik Granitoid has a metaluminous, middle-K, calk-alkaline I-type magma character and enrichments in large-ion lithophile (LIL) elements relative to high field strength (HFS) elements. In Örencik Granitoid, fractional crystallization and magma mixing/mingling occurs between felsic and mafic magmas due to the solidification processes. Mineral chemistry studies were also carried out in Örencik Granitoid and the P-T conditions of the granitoid will be interpreted according to the results.

The Örencik Granitoid is one of the products of the Eocene magmatism located in the Sakarya Zone in the north of the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone, and it is similar to products of subducted related a magma according to geochemical properties. It has been suggested that magmatic rocks of similar characteristics in NW Anatolia can be formed geodynamically by the subduction of the Neotethys ocean to the north under the Pontides. The tectono-magmatic evolution of the study area will be reinterpreted with the dating studies to be made in Örencik Granitoid.

Keywords: *Eocene magmatism, İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone, magma mixing/mingling, Sakarya Zone*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Bodrum Magmatik Kompleksi'nin (Muğla-Türkiye) Jeokronolojisi ve Jeokimyası

Geochronology and Geochemistry of the Bodrum Magmatic Complex (Muğla-Turkey)

Cüneyt Akal[1], Emrah Yalçın Ersoy[1], Yeşim Yücel-Öztürk[1], Dejan Prelevic[2,3], Paul van den Bogaard[4], Regina Mertz-Kraus[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Institute for Geosciences, Johannes Gutenberg University, 55128 Mainz, Germany

[3]Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Serbia

[4]IFM-GEOMAR, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel, Germany

(cuneyt.akal@deu.edu.tr)

Öz: Batı Anadolu'nun güneybatısında yer alan Bodrum yarımadası magmatik kompleksi Mesozoyik yaşlı Likya Naplarına ait kırıntılı ve karbonat istiflerini keser. Bu magmatik kompleks 22x8 km boyutlarındaki ikili kaldera yapısı ile yaklaşık 350 km^2'lik bir alanı kaplamaktadır. Birbirleriyle büyük oranda jeokronolojik ve jeokimyasal benzerlikler sunan geç Miyosen plütonik ve volkanik kayaç toplulukları yerleşim şekillerine göre 3 ana gruba ayrılmıştır: Dağbelen Monzonit Porfiri, Kadıkalesi Monzoniti ve Bodrum volkanikleri. Bodrum volkanikleri riyolit, trakidasit, trakiandezit, bazaltik-trakiandezit ve lamproitik kayaçlar olmak üzere jeokimyasal ve zamansal olarak sırasıyla 6 alt gruba ayrılabilmektedir. Mevcut yaş verilerine ve bu çalışmada elde edilen $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaşlarına göre yarımada üzerinde gelişen magmatik aktiviteler zamansal olarak iki evreye ayrılabilir. Yarımada'nın kuzeyindeki kaledera'nın merkezinde tanımlanan Dağbelen monzonit porfirden 10.82±0.03 My ve çevreleyen trakiandezit dasit bileşimindeki birinci evrenin volkaniklerden, 10.83±0.09, 10.75±0.06, 10.63±0.03 ve 10.60±0.06 My $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaşları saptanmıştır. Yarımadanın batısındaki birinci evreye ait riyolitlerin zirkon kristallerinden ise 10.46±0.21 My U/Pb kristalizasyon yaşı saptanmıştır. Yarımadanın ortasında tanımlanan ikinci evreye ait volkanizmanın kalderası içinde yüzlek veren monzonit bileşimindeki sığ yerleşimli plütondan 8.6±0.03 my U/Pb kristalizasyon yaşı elde edilmiştir. İkinci evre kalderanın trakiandezit – trakidasit bileşimindeki lavlarından ve piroklastik istifi kesen dayklarından ise 8.23±0.03, 8.32±0.04, 8.47±0.03, 8.67±0.02, 9.02±0.02, 9.16±0.22, 9.55±0.07 My $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaşları saptanmıştır. Jeokronolojik olarak yaşlandırılamayan bazaltik-trakiandezitler ve lamproitik dayklar ise stratigrafik olarak en genç serileri kesmektedirler.

Potasik – ultrapotasik özellik sunan volkaniklerin $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.70607 – 0.70875) ve $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.512319 – 0.512543) oranları Batı Anadolu potasik-ultrapotasik volkanikleri ile belirgin benzerlik sunmaktadır. Değişkenlik göstermeyen $^{207}Pb/^{204}Pb$ izotop oranları 15.64 – 15.69 arasındadır ve $^{206}Pb/^{204}Pb$ ve $^{208}Pb/^{204}Pb$ izotop oranları 18.52 – 18.95 ve 38.72 – 39.03 olup yitimle ilişkili akışkanlarla zenginleşerek yükselen manto kaynağındaki belirgin kabuksal kirlenmeyi işaret etmektedir.

Bu çalışma, 2016.KB.FEN.006 numaralı Dokuz Eylül Üniversitesi (İzmir-Türkiye) Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Bodrum, volkanikler, potasik, ultrapotasik

Abstract: *The Bodrum peninsula magmatic complex, located in the southwest of Western Anatolia, cuts the clastic and carbonate deposits of the Mesozoic aged Lycian Nappes. This magmatic complex covers an area of approximately 350 km² with its double caldera structure of 22x8 km. Late Miocene plutonic and volcanic rock communities, which offer great geochronological and geochemical similarities with each other, are divided into 3 main groups according to their emplacement types: Dağbelen Monzonite Porphyre, Kadıkalesi Monzonite ve Bodrum volcanics. Bodrum volcanics can be divided into 6 subgroups with their geochemical and geochronological characteristics: rhyolite, trachydacite, trachyandesite, basaltic-trachyandesite and lamproitic rocks, respectively. Magmatic activities developed on the peninsula can be divided into two main phases according to the current age data and the $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages obtained in this study. 10.82±0.03 Ma $^{40}Ar/^{39}Ar$ age was determined from Dağbelen monzonite porphyry defined in the center of the caldera in the north of the peninsula. 10.83±0.09, 10.75±0.06, 10.63±0.03 and 10.60±0.06 Ma $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages were determined from the surrounding trachyandesitic-dacitic volcanics of the first stage magmatic activities. 0.46 ± 0.21 Ma U / Pb age was determined from the zircon crystals of the first phase rhyolites which is located in the west of the peninsula. The U/Pb crystallization age of 8.6 ± 0.03 Ma was obtained from the shallow placed pluton in the second stage caldera which is located in the middle of the peninsula. $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages Ages of 8.23±0.03, 8.32±0.04, 8.47±0.03, 8.67±0.02, 9.02±0.02, 9.16±0.22, 9.55±0.07 Ma ages were determined from the trachyandesite - trachydacite lavas and the dykes that cut the pyroclastic sequence of caldera. Basaltic-trachyandesites and lamproitic dykes, which cannot be geochronologically dated, stratigraphically cut the youngest series.*

$^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.70607-0.70875) and $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.512319-0.512543) of the volcanics, which present potassic - ultrapotasic properties, show significant similarities with potasic-ultrapotasic volcanics of Western Anatolia. Isotope ratios of *$^{207}Pb/^{204}Pb$, which do not vary significantly, are between 15.64 and 15.69.* Isotope ratios of $^{206}Pb/^{204}Pb$ and $^{208}Pb/^{204}Pb$ are between 18.52 - 18.95 and 38.72 - 39.03, and are indicative of significant crustal contamination in the mantle source, which is enriched by subduction-related fluids.

This study was supported by the Department of Scientific Research Projects of Dokuz Eylül University (Izmir-Turkey) with Project Number 2016.KB.FEN.006.

Keywords: *Western Anatolia, Bodrum, volcanics, potassic, ultrapotassic*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Orta Anadolu Volkanik Bölgesi'nde Bulunan Miyosen Yaşlı İgnimbiritlerin Eriyik Kapanımı İçeren Zirkon Kristallerinin İz Element Ayrımlanma Davranışı

Partitioning Behavior of Trace Elements in Melt Inclusion Bearing Zircon Crystals from Miocene Ignimbrites of Central Anatolian Volcanic Province

Lütfiye Akın[1], Erkan Aydar[1], Axel K. Schmitt[2]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[2]Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 234-236, 69120, Heidelberg, Germany

(lutfiye_akin@hacettepe.edu.tr)

Öz: Kristalleşme sırasında ana mineral faz içerisinde hapsolan ilksel eriyik örneklerini temsil eden eriyik kapanımları, magmatik sistemlerde ilksel eriyiğin bileşiminin doğrudan belirlenmesinde önemli yere sahiptirler. Zirkon gibi aksesuvar mineral fazları, kristalleştiği eriyiğin evriminde etkin olan NTE ve diğer iz elementler üzerindeki güçlü kontrolü nedeniyle, bu elementlerin konsantrasyonlarını etkileyebilmektedir. Bu çalışma, zirkon kristallerinde doğal olarak oluşan eriyik kapanımlarından itibaren elde edilen iz elementler (Ti, Li, U, Th, Er, Y, Sm, Dy, Ce) için yeni ayrımlanma katsayısı değerlerinin hesaplanmasını içermektedir. Bu kapsamda, Kapadokya Volkanik Bölgesi'nde bulunan ignimbiritlerden (yaşlıdan gence; Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe) serbestleştirilen zirkon kristalleri üzerinden eriyik kapanımı-mineral tekniği kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, Heidelberg Üniversite'sinde (Almanya) bulunan Cameca IMS 1280 yüksek çözünürlüklü iyon mikroprobu ile yapılmıştır. Daha sonrasında spektrometrik olarak elde edilen veriler ile zirkon ve eriyik çiftleri için iz element ayrımlanma katsayısı değerleri ($D_{zirkon/eriyik}$) hesaplanmıştır. Eriyik kapanımlarının iz element konsantrasyonlarından itibaren eşzamanlı olarak teorik katsayı hesaplamaları yapılmıştır. Eriyik kapanımı-mineral tekniği kullanılarak hesaplanan $D_{element}$ değeri, öngörülen ayrımlanma katsayısı değeri ile tutarlılık göstermektedir. Eriyik kapanımı-mineral tekniği, hesaplanan ayrımlanma katsayılarının ve öngörülen değerlerin, artan atom numarası (azalan yarıçap) ile artan uyumlu davranış sergilediğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, bu çalışma ile mineral ve eriyik kapanım çiftleri kullanılarak hesaplanan Sm ve Ce elementlerine ait ayrımlanma katsayısı değerlerinin, daha önce yayınlanan verilerin aksine zirkon mineralleri için uyumsuz davranış sergilediği ortaya konmuştur. Ayrıca, mineral-eriyik kapanımı ayrımlanma katsayı değerleri, daha önce yayınlanan verilere kıyasla HNTE için nispeten düz ayrımlanma modeli gösterirken, bu çalışmada içbükey parabolik eğri şeklinde bir azalma göstermektedir. Eriyik kapanımı-mineral tekniği ile belirlenen ayrımlanma katsayı değerleri daha önce yayınlanan değerlerden yaklaşık olarak %15-20 oranında az çıkmaktadır. Ayrımlanma katsayısı modellerinde gözlenen farklılıklar, eriyik bileşiminin çeşitliliğine ve/veya yarıçaptan bağımsız olarak gelişen safsızlıklara bağlanmaktadır. İz element ayrımlanmanın eriyik üzerindeki etkisi, bu çalışmalarda hesaplanan ayrımlanma katsayısı değerleri kullanılarak petrojenetik modelleme ile ortaya konmuştur. Burada, eriyik kapanımlarının iz element içerikleri, eriyiğin petrojenetik gelişiminde etkin olan

baskın sürece ulaşmak amacıyla tüm kayaç ve matriks cam içerikleri ile ilişkilendirilmiş ve sürecin fraksiyonel kristalleşme olduğu belirlenmiştir (Kavak: 90%; Sarımadentepe: 90-81%; Sofular: 45-36%; Gördeles: 85-81%; Kızılkaya: 81-72%).

Anahtar Kelime: İz element ayrımlanması, zirkon, eriyik kapanımı, Kapadokya

Abstract: *Melt inclusions, represent melt samples trapped in the host mineral phase during crystallization, provide crucial opportunity of direct compositional determination of primary melt in magmatic systems. Accessory mineral phases like zircon may affect the trace element concentration due to its strong control on REE and other trace element evolution of melt from which it crystallizes. This study concentrates on new partitioning data for trace elements (Ti, Li, U, Th, Er, Y, Sm, Dy, Ce) obtained from natural melt inclusions enclosed in zircon crystals. Here, we performed melt inclusion-mineral analysis technique on zircon crystals separates from ignimbrites (from oldest to youngest; Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe) in the Cappadocia Volcanic Province (CAVP). Measurements conducted by using Cameca IMS 1280 high resolution ion microprobe at the University of Heidelberg (Germany). Subsequently, partition coefficient ($D_{zircon/melt\ inclusion}$) for trace elements between zircon and melt were calculated from spectrometric analyses of zircon/melt inclusion pairs. Theoretical calculations have carried out concurrently from the trace element concentrations of the melt inclusions. $D_{trace\ elements}$ determined using melt inclusion-mineral technique show consistency with the predicted partition coefficient values. The melt inclusion-mineral technique display that calculated partition coefficients and predicted values both show increasing compatible behavior with increasing atomic number (decreasing ionic radius). However, in this study, it is also observed that the partition coefficient values of Sm and Ce elements calculated by using mineral and melt inclusion pairs exhibit incompatible behavior for zircon mineral contrary to most previously published data. The partition coefficient values between mineral-melt inclusions show a decrease in the form of a concave parabolic curve compared to previously published data that show relatively flat partitioning pattern for LREE. However, the partition coefficient values determined using the melt inclusion-mineral technique relatively show lower values by 15-20% than previously published values. The differences observed in the partition coefficient distribution pattern are attributed to the diversity of the melt composition and/or impurities that develop independently of the ionic radius. Furthermore, the effect of partitioning of trace elements on melt generation have revealed by petrogenetic modeling by using partition coefficient values determined in this study. Here, trace element compositions of the melt inclusions have been correlated with whole the rock and matrix glass compositions to reach the dominant process in the petrogenetic development of the melt which is defined as fractional crystallization (Kavak: 90%; Sarımadentepe: 90-81%; Sofular: 45-36%; Gördeles: 85-81%; Kızılkaya: 81-72%).*

Keywords: *Trace element partitioning, zircon, melt inclusion, Cappadocia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İgnimbiritlerde X-ışını Floresans Analizi ve Farklı Element Analiz Yöntemlerinin Uygulanması

Application of X-ray Fluorescence Analysis and Alternative Elemental Analysis of Ignimbirites

Büşra Çakmak, Ayşe Didem Kılıç

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye
(adkilic@firat.edu.tr)

Öz: Doğu Anadolu volkanitlerinin en büyüklerinden olan Nemrut volkanı, çok geniş alanlara yayılmış piroklastikler ve ignimbiritleri kapsar. Bu volkanik malzeme yaklaşık 4189 km^2 lik bir alanda 1.01±0.04 milyon yıl ile 80±20 bin sene arasındaki volkanizma sürecinde gerçekleşmiştir (Atasoy ve diğerleri, 1988; Çubukçu, 2012). Nemrut veya Bitlis ignimbiriti olarak adlandırılan bu piroklastikler alt, orta ve üst olarak farklı seviyelerden ibarettir. Siyah/koyu kahverengi renkli, iyi kaynaklaşmış, camsı özellikte alt seviye, kırmızımsı-pembe renkte ve orta-iyi derecede kaynaklaşmış orta seviye, grimsi yer yer alacalı renk ve yine orta derecede kaynaklaşmış üst seviye özelliği gösteren piroklastik bir istiftir. Bitlis ignimbiritinin mineralojik bileşimi plajiyoklaz, sanidin, piroksenler ve değişik boyutta opak minerallerdir. Bu çalışmada, ignimbiritin farklı seviyelerinden alınan yirmi örneğin, tüm kayaç iz element analizleri, XRF analizi ve diğer jeokimyasal teknikler birlikte kullanılarak, karşılaştırmalı incelemesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Element analizler, analitik teknikler, ignimbirit, Doğu Türkiye

Abstract: *The Nemrut volcanic of the Eastern Anatolia volcanoes is the largest. It comprise most expanse pyroclastics and ignimbrite by 4189 km2 of exposed these volcanic deposits dating between from 1.01±0.04 Ma and 80±20 thousand years (Atasoy ve diğerleri, 1988; Çubukçu, 2012). The Nemrut or Bitlis ignimbrite are composed of lower, intermediate and upper level. They are pyroclastics the lower level that black to blackish brown and glassy well-welded structure. İntermediate level with normaly welded and upper with reddish pink colour and has rarely middle-well welded structure. It has mineralogic composed of plagioclase, pyroxenes, sanidine and opac minerals. Here, we present geochemical analyses of representative twenty samples chosen from ignimbrites We are aim comparison investigate used by whole-rock trace element analysis, X-ray fluorescence spectroscopy and the other geochemichal tecnics.*

Keywords: *Elemental analysis, analytic techniques, ignimbirite, Eastern Turkey*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Karacadağ (Konya-Karapınar) Volkanik Kompleksine Ait Volkanik Birimlerin Petrografisi ve Jeokimyasına Ait İlk Bulgular

Preliminary Results on the Petrography and Geochemistry of the Karacadağ Volcanic Complex, Konya-Karapınar, Turkey

Fatma Şişman Tükel[1], Mehmet Keskin[2], Ercan Aldanmaz[3]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerraphaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[3]Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, İzmit, Kocaeli, Türkiye

(fatma.sisman@istanbul.edu.tr)

Öz: Orta Anadolu Volkanik Provensi güneyindeki Konya-Ereğli havzası içerisinde KD-GB doğrultusunda uzanan Pliyosen-Kuvaterner yaşlı, boyu 37 km, eni 24 km olan sırt şekilli eliptik bir volkanik kompleks vardır. Karacadağ Volkanik Kompleksi (KVK) olarak adlandırdığımız bu yapı, Orta Anadolu'nun neotektonik dönemde oluşmuş doğrultu atımlı faylarına paralel uzanmaktadır. Eliptik yapının zirveleri boyunca çapları 1-3 km arasında değişen dört krater vardır.

KVK, ilk üçü Pliyosen, son ikisi Kuvaterner yaşlı olup her biri çok sayıda lav ve pirokastik ürünler içeren beş ayrı volkanik seriden meydana gelir. Kompleksin en yaşlı serisi olan Oymalı volkanitleri, bazaltik andezit ve andezitik bileşimli beş lav ve onlarla arakatkılı piroklastik düzeylerden oluşmaktadır. Bu lav seviyeleri porfirik dokuludur, mafik minerallerin hemen tümü piroksen ile temsil edilirken amfibol ise çok düşük oranlardadır. Bu serinin bazı lav seviyeleri, mikrodiyorit ve mikro-granodiyorit bileşimli anklavlar içerir. Oymalı volkanitleri üzerine andezit/dasit bileşimli, volkanik hamurdaki cam oranı çok daha yüksek olan ve önemli oranda amfibol içeren lavlardan oluşan Yeşilyurt volkanitleri gelir. Bu seri, KVK'nın batı yamaçlarında yüzeylenir. Orta seviyesinde aglomeratik bir düzey içeren Yeşilyurt volkanitleri, yedi lav seviyesine ayrılmıştır. Birim ayrıca ortasında riyolitik bir dom olan 700 m çapında bir krater ile kesilmiştir. KVK'nin KD'sunda Yeşilyurt volkanitleri üzerine porfirik ve trakitik dokulu on lav düzeyinden oluşan ve bileşimleri bazaltik andezitten dasite değişen Beyören volkanitleri gelmektedir. Bu üçüncü volkanik seri, diğer birimlerden farklı olarak yüksek oranda volkanik cam içerir, afirik doku yaygındır ve lavlar daha koyu renklidir. Beyören volkanitleri tabanda bir aglomera düzeyi ile başlar, serinin ortasında ise piroklastik döküntü ve surge düzeyleri yer alır. Beyören volkanitlerini oluşturan etkinlik sonrasında volkanizma KVK'nın zirvelerinde sonlanarak KD ve GB eteklerinde odaklanmış ve bazaltik lav ve piroklastik ürünler püskürtmüştür. Bu etkinlik sırasında çok sayıda skorya konisi ve maar oluşmuştur. GB'daki plajioklas+sanidin+olivin içeren bazaltik ürünler Meke volkanitleri, KD'daki plajioklas ve olivin içerip sanidin içermeyen daha afirik dokuda olan volkanik ürünler ise Kutören volkanitleri olarak adlandırılmıştır.

KVK'ya ait lavların SiO_2 oranları %46-65 arasında değişmektedir. Volkanik serilerin tümü belirgin bir yay bileşeni içerir. Oymalı, Yeşilyurt ve Beyören volkanitleri sub-alkali karakter

gösterirken, Meke ve Kutören volkanitleri alkali karakter sunar. Bütün volkanik serilerde hafif nadir toprak elementler, ağır nadir toprak elementlere göre belirgin bir zenginleşme göstermektedir. İlk üç seride belirgin bir Eu anomalisi ve orta nadir toprak elementlerde (Sm-Ho) belirgin bir azalma gözlenirken, Meke ve Kutören volkanitlerinde böylesi bir Eu anomalisi yoktur. Bazaltik lavların jeokimyası üzerine gerçekleştirdiğimiz petrolojik modellerimiz, KVK'yı oluşturan magmaların iki farklı litosferik manto kaynağından ergimelerle türediklerini göstermektedir. Bunlar: (1) metasomatik bir spinel+amfibol+flogopit peridotit, (2) spinel peridotit. Bu iki kaynaktan türeyen bazik magmalar, yüzeye ulaşana kadar birbirleriyle farklı oranda karışmıştır. Bu çalışmadaki bulgularımız, bölgedeki volkanizmanın kökeni konusunda önerilen jeodinamik modellerden litosferik delaminasyonu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Orta Anadolu, volkanizma, petrografi, jeokimya, manto kaynağı

Abstract: *There exists a NE-SW extending ridge-shaped elliptical volcanic complex sitting on the Konya-Ereğli basin, located to the South of Central Anatolia Volcanic Province. The complex is composed of Pliocene to Quaternary eruptive products. It has a length of 37 km and width of 24 km. This volcanic edifice, named as the Karacadağ Volcanic Complex (KVK), extend parallel to the strike-slip faults in Central Anatolia, formed during the Neotectonic episode. There are four craters with diameters of 1 to 3 km, aligning along the axis of this volcanic ridge.*

KVK is divided into five volcanic series, each containing several lavas and pyroclastic products. The first three series are Pliocene while last two are Quaternary in age. The oldest series, the Oymalı volcanics consist of five porphyritic basaltic-andesitic and andesitic lavas intercalated by pyroclastic layers. Majority of the mafic minerals in these lavas are pyroxenes while amphibole constitutes only a very small volume. Some lavas in this unit contain microdioritic and micro-granodioritic enclaves. Oymalı volcanics are overlain by a series of seven andesitic/dacitic lava flows, named as the Yeşilyurt volcanics, which characteristically show higher percentages of glassy groundmass and amphibole in mafic phase. They are exposed on the western slope of the KVK, divided by an agglomerate layer in the middle. This sequence is cut by a 700 m-wide crater centered by a rhyolitic dome. In the NE of the KVK, the Yeşilyurt volcanics are overlain by the Beyören volcanics, which consist of ten basaltic andesitic to dacitic lavas, displaying porphyritic and trachytic textures. This volcanic unit differs from the other series with its higher volcanic glass content, typical aphyric texture and relatively darker colors. The Beyören volcanics start with an agglomerate layer at the bottom and contain pyroclastic fall/surge layers in the middle.

After the eruptions that created the Beyören volcanics, the volcanism ceased along the summit zone of the KVK but focused on NE and SW foothills with the eruption of basaltic lavas. During this event, numerous scoria cones and maars were formed. Plagioclase+sanidine+olivine bearing basaltic products in the SW are called as the Meke volcanics. Aphyric-textured volcanic products in the NE containing plagioclase+olivine with no sanidine are called as the Kutören volcanics.

SiO_2 contents of the KVK lavas vary between 46 and 65. All lavas display a clear subduction component. Although Oymalı, Yeşilyurt and Beyören volcanics are sub-alkaline, Meke and Kutören volcanics are alkaline in character. Lavas of all series display a significant enrichment in light rare-earth elements relative to the heavy rare-earth elements. A significant Eu anomaly and a depletion in the middle rare earth elements (Sm-Ho) is observed in the first three series. In contrast, Meke and Kutören volcanics do not show such an anomaly. Our petrologic melting model results indicate derivation of the basaltic magmas from two different lithospheric-mantle sources: (1) a metasomatic spinel+ amphibole+phlogopite-peridotite and (2) a spinel-peridotite. The parental magmas from these sources were then mixed with each other in different proportions with each other en route to the surface. Findings of our research support the lithospheric delamination model among competing geodynamic hypotheses.

Keywords: *Central Anatolia, volcanism, petrography, geochemistry, mantle source*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Samsun Yöresi Orta Eosen Yaşlı Bazik Volkanitlerin Oldukça Siderofil Element ve Osmiyum İzotop Jeokimyasal Özellikleri

Highly Siderophile Element and Osmium Isotope Geochemical Characteristics of Middle Eosene Aged Basic Volcanics from Samsun Area

Bahrican Ar[1], İrfan Temizel[1], Mehmet Arslan[1], Emel Abdioğlu Yazar[1], Cem Yücel[2], Necati Tüysüz[1]

[1]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

[2]Gümüşhane Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 29100 Gümüşhane, Türkiye

(bahricanar@ktu.edu.tr)

Öz: Bu çalışmada, Samsun yöresi ve yakın çevresinde yüzeylenen Orta Eosen yaşlı bazik volkanitlerin oldukça siderofil element (OSE: Os, Ir, Ru, Pd, Pt, Re) ve Os izotop jeokimyasal özellikleri ortaya konularak gelişimlerinde etkili olan petrolojik süreçlerin (kısmi ergime, fraksiyonel kristallenme ve kabuk asimilasyonu) belirlenmesi amaçlanmıştır. İnceleme alanında yer alan bazik volkanitler, bazaltik ve tefritik lav/sil/dayk örneklerinden oluşmaktadır. Bazaltik lav/dayk örnekleri genellikle olivin, klinopiroksen, plajiyoklas ve Fe-Ti oksit içerirken, Tefritik lav/sil/dayk örnekleri ise klinopiroksen, plajiyoklas, analsim, flogopit ve Fe-Ti oksit içermektedir. Ayrıca örneklerin cevher mikroskobu incelemelerinde olivin ve/veya klinopiroksen içerisinde kapanım halinde ve hamur içerisinde sülfit mineralleri gözlenmektedir. İncelenen volkanitlerin OSE bollukları dikkate alındığında, toplam platin grubu element (PGE) içerikleri (0.13 – 11.6 ppb) genellikle düşük, $^{187}Os/^{188}Os$ izotop oranları ise 0.15–1.20 arasında değişmektedir. İncelenen bazik volkanitlerin toplam paladyum grubu-PGE/toplam iridyum grubu-PGE (∑PPGE/∑IPGE) oranları 0.77 ile 157.43 arasındadır. Ayrıca, incelenen bazik volkanitlerin düşük toplam PGE içerikleri ve Cu/Zr oranları ile yüksek Cu/Pd oranları, kükürtçe doygun bir magmadan itibaren gelişimlerinde silikat fraksiyonlaşmasının yanında sülfit fraksiyonlaşmasının da etkili olduğunu ifade eder. İncelenen bazik volkanitlerin asimilasyon- fraksiyonel kristallenme (AFC) modellemeleri ile OSE ve Os izotop sistematikleri birlikte değerlendirildiğinde, ana magmaların gelişiminde fraksiyonel kristallenmenin yanında az miktarda kabuk asimilasyonunun etkili olduğu ileri sürülebilir.

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 117Y075 nolu proje ve KTÜ BAP tarafından FBA-2018-7747 nolu proje kapsamından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jeokimya, oldukça siderofil Element, os izotopları, Samsun, Türkiye

Abstract: *In this study, it is aimed to determine highly siderophile element and Os isotope geochemical characteristics of Middle Eocene aged basic volcanics outcropping in the Samsun and surrounding areas, and to reveal petrological processes (partial melting, fractional crystallization and crustal assimilation), which are effective in their evolution. The basic volcanics in the study area are composed of basaltic and tephritic lava/sill/dykes. Basaltic lava/dyke samples generally contain olivine, clinopyroxene, plagioclase and Fe-Ti oxide, while tephritic lava/sill/dyke samples contain clinopyroxene, plagioclase, analcime, phlogopite and Fe-Ti oxide. Besides, sulphide minerals are observed as inclusions within olivine and/or clinopyroxene, and in the groundmass. Considering the OSE abundances of the studied volcanics, total platinum group element (PGE; Os, Ir, Ru, Pd, Pt) contents (0.13 - 11.6 ppb) are generally low, whereas $^{187}Os/^{188}Os$ isotope ratios range from 0.15 to 1.20. The total palladium group-PGE/ total iridium group-PGE (∑PPGE/∑IPGE) ratios of the studied volcanics are between 0.77 and 157.43. In addition, the low total PGE contents and Cu/Zr ratios, and high Cu/Pd ratios of the studied basic volcanics indicate that sulphide fractionation as well as silicate fractionation is also effective during their development from a sulfur saturated magma. Assimilation-fractional crystallization (AFC) modeling together with OSE and Os isotope systematics of the studied basic volcanics suggest that fractional crystallization and lesser crustal assimilation are effective in the evolution of parental magmas.*

This study was supported by TÜBİTAK (project number: 117Y075) and KTU BAP (project number: FBA-2018-7747).

Keywords: *Geochemistry, highly siderophile element, os isotopes, Samsun, Turkey*

Lakolitik Yıldızdağ Gabroyik Sokulumunun (KD, Türkiye) İlksel U-Pb LA-ICP-MS Zirkon Yaşları ve Petrojenezi

Preliminary U-Pb LA-ICP-MS Zircon Ages and Petrogenesis of Lacholithic Yıldızdağ Gabbroic Intrusion

Gönenç Göçmengil[1], Zekiye Karacık[2], Ş. Can Genç[2], Namık Aysal[3]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeokronoloji ve Jeokimya Lab., 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(gonencgocmengil@gmail.com)

Öz: Kıtasal alanlarda yer alan gabroyik kümülat kayaları genel olarak kabuğun kök kesimlerinde oluşmakta olup, bazik volkanik sistemlerin derin kısımlarını temsil etmektedirler. Buna karşın bazı ender durumlarda da orta ve üst kabuk kesimlerine yerleşen sub-volkanik bir sistemler halinde gelişebilmektedir. Bu çalışmada kabuğun sığ derinliklerine yerleşmiş ve yüzeylenmiş bir lakolitik sistem olan Yıldızdağ Gabroyik Sokulumundan (YGS) ilk defa elde edilen öncü U-Pb LA-ICP-MS yaşları sunulacak ve petrojenetik evrimi tartışılacaktır.

YGS, Sivas İli'nin kuzeyinde, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı içerisinde yer alan erken Senozoyik yaşlı fliş istifinin içerisine yerleşmiştir. YGS kümülat karakterli ve katmanlı bir yapı sergiler ve bünyesinde dört farklı litolojiyi barındırır. Sokulumun, magmatik-stratigrafik olarak taban kesimlerinde "alt olivinli-gabro", bunun da üzerinde "üst olivinli-gabro" yer alır. Her iki litoloji içerisinde de değişik biçim ve boyutta troktolitik anklavlar bulunmaktadır. Sokulumun doğu kesiminde "hornblend-gabro" birimi yer almaktadır. Bütün bu litolojiler monzo-gabroyik bileşimli dayklar tarafından kesilmektedir.

YGS'nu oluşturan litolojilerin toplam kaya kimyasına bakıldığında, birimlerin ultrabazikten ortaça değişen bir aralıkta saçıldığı, genelde düşük-orta K içeriğine sahip olduğu ve toleyitik bir karakter gösterdiği görülmektedir. İlksel mantoya normalize edilmiş diyagramlarda tipik dalma-batma karakterli desenler gözlenmektedir (negatif Nb-Ta; Hf-Zr anomalileri). Nadir toprak elementleri kümülat karaktere uyumlu bir şekilde düzensiz ve belirgin Eu anomalileri göstermektedir. Alt ve üst olivinli gabro ile troktolitik anklav kimyasına dayalı basınç hesaplamaları tüm gabroyik sokulumun genel olarak 300-450 Mpa basınçlarda kristallendiğini ve zaman içinde sığ derinliklerde (250-300 Mpa) homojenize hale geldiğini göstermiştir.

Hornblend gabro ve monzo-gabroyik dayk birimlerinden yapılan kısmi ergime hesaplamaları ile YGS ana kütlesinin oluşturan kayaların spinel-granat geçiş derinliğine karşılık gelen bir bölgede yer alan amfibol damarlarınca zengin peridotitik bir mantodan türediği önerilmektedir. Üst-olivinli gabro seviyesinden elde edilen öncü zirkon U-Pb LA-ICP-MS yaşları Geç Paleosen-Erken Eosen (55.5 - 56.6 MY) kristallenme zamanı vermektedir. Bu yaş verisi, bölgede daha önceden tanımlanmış gabroik sokulumlarla uyumlu bir gelişim zamanına işaret eder.

Anahtar Kelimeler: Kümülat gabro, Yıldızdağ Gabroyik sokulumu, petrojenez, zirkon U-Pb LA-ICP-MS yaşlandırma

Abstract: *Gabroic cumulate rocks that sided within the continental crust are usually developed along the root zones of the crust and they represent the deep portions of the basic volcanic systems. On the contrary, in rare occurrences, they can also intrude at the middle to upper portion of the crust and generated as a sub-volcanic system. In this study, preliminary U-Pb LA-ICP-MS ages that generated for the first time from Yıldızdağ Gabbroic Intrusion (YGI) will be presented and its petrogenetic evolution will discussed.*

YGI intruded within the early Cenozoic flysch sequence of the İzmir-Ankara-Erzincan suture zone that situated at the northern part of Sivas village. YGI displays cumulate and banded character and comprise four different lithology. Magmatic-stratigraphicaly, base of the intrusion comprise, "lower olivine gabbro"and it is succeed by "upper olivine gabbro" units. Both of these units contain troctolitic enclaves with various shape and size. At the eastern portion of the intrusion, hornblend gabbro units are found. All these lithologies cut by dyke units with monzo-gabroic affinities.

Whole rock geochemical data of the units that constructed YGI scattered from ultrabasic to intermediate character, have low and middle K contents and display tholeiitic character. Primitive mantle normalized diagrams display typical subduction related affinities (negative Nb-Ta; Hf-Zr anomalies). Rare earth elements show scattered patterns and apparent Eu anomalies that conformably with the cumulate character. Pressure calculations based on lower and upper olivine gabbro and troctolitic enclave chemistry shows whole gabbroic intrusion crystallized at 300-450 Mpa and homogenized at much shallower conditions (250-300 Mpa).

Partial melting calculations conducted from hornblende gabbro and monzo-gabbroic dykes propose that bulk of the lithologies that comprise YGI main body generated from amphibole vein bearing peridotitic mantle that sided at the spinel-garnet transition depth. Preliminary zircon U-Pb LA-ICP-MS ages obtained from upper olivine gabbro gave late Paleocene-Early Eocene (55.5-56 M.a.) crytallization ages. This age data show concordant generation times with the predefined gabbroic intrusions within the region.

Keywords: *Cumulate gabbro, Yıldızdağ Gabbroic Intrusion, petrogenesis, zircon U-Pb LA-ICP-MS dating*

Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'ndeki Karaçayır Karbonatitinin (Sivas, Türkiye) Duraylı ve Radyojenik İzotop Sistematikleri: Çarpışma Sonrası Tektonik Bir Ortam İçerisinde Manto Kaynağı Heterojenliği ve Geri Dönüşmüş Kabuksal Karbonun Dahiliyeti Üzerine Kanıtlar

Stable and Radiogenic Isotope Systematics of the Karaçayır Carbonatite (Sivas, Turkey) from the Central Anatolian Crystalline Complex: Evidences for Mantle Source Heterogeneity and Involvement of Recycled Crustal Carbon Within a Post-Collisional Tectonic Setting

Haşim Ağrılı[1], Turgut Çolak[1], Okay Çimen[2], Loretta Corcoran[3], Corinne Kuebler[3], Stefanie Simonetti[3], Antonio Simonetti[3], Yavuz Çubuk[1], Sedat İnal[1], Murat Ünal[1], Cahit Dönmez[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye
[2]Munzur Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Tunceli, Türkiye
[3]Notre Dame Üniversitesi, İnşaat ve Çevre Mühendisliği ve Yerbilimleri Bölümü, South Bend, IN 46556, ABD
(hasim.agrili@mta.gov.tr)

Öz: Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'nin kuzey-doğu kenarında yer alan Karaçayır karbonatiti Türkiye'deki önemli nadir toprak elementleri (NTE) cevherleşmelerinden birini içermektedir. Bölgede; temeli oluşturan ve mermer, şist ve kuvarsit kayalarını içeren Akdağ Metamorfikleri Geç Kretase yaşlı çarpışma sonrası karakterli sokulum kayaçları tarafından kesilmektedir. Birlikte olduğu siyenitin içerisine dayk ve damarlar halinde sokulan karbonatit, genellikle orta ve iri taneli kalsit, mika (Biyotit) ve daha az oranda apatit, amfibol, piroksen ve manyetitten oluşmaktadır. Bu çalışmada, Karaçayır karbonatitlerinin manto kaynak özelliklerinin ve petrolojik evriminin daha iyi anlaşılması için karbonat kristallerinden kimyasal, radyojenik, duraylı ve ilk defa B izotop verileri sunulmaktadır. Karaçayır karbonatitinden ayıklanmış karbonat kristallerindeki yüksek Sr (613-9106 ppm) ve ∑NTE içerikleri (172 - 2892 ppm), ilksel magmatik karbonatitler ile (PIC) uyumlu olup karbonatların manto kökenine işaret etmektedir. Ayrıca, çalışılan karbonatların PIC'ye kıyasla hafifçe daha ağır $\delta^{18}O_{SMOW}$ (+10.7 ile +19.0 ‰ arasında) ve $\delta^{13}C_{PDB}$ (-2.9 ile +1.8 ‰ arasında) değerleri (r^2=0.65) içermesi, kabuksal kirlenme ve yüksek veya düşük sıcaklık fraksiyonlanmasına işaret edebilir. Karbonatların $\delta^{11}B$ değerleri -13.9 ve -2.9 arasında değişmekte olup bu değerler genellikle ilksel karbonatitler ile uyumludur. Dikkate değer bir şekilde, astenosferik mantoya kıyasla burada verilen daha ağır $\delta^{11}B$ oranlarının bulunması dünya genelindeki genç karbonatitlerle (<300 My) uyumlu şekilde bu karbonatların manto kaynakları içerisine geri dönüşmüş kabuksal karbonun karışmasına işaret edebilir. Bu yorum, tipik astenosferik manto kaynaklı karbonatitlere kıyasla karbonatların daha radyojenik $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ (0.70702 ile 0.70773 arasında) ve $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ (0.512290 ile 0.512346; $\varepsilon Nd_{(67My)}$ değerleri -4.1 ile -5.2 arasında) izotopik özellikleri ile de desteklenmektedir. Bu çalışma kapsamında sunulan ayrıntılı iz element, duraylı ve radyojenik izotopik veriler açık sistem davranışını desteklerken, tek bir ana ergiyikten kapalı sistem fraksiyonel kristallenme ile uyumlu değildir. Bu nedenle, Karaçayır karbonatiti çarpışma sonrası tektonik

bir ortamda izotopik olarak heterojen bir manto kaynağından (geri dönüşmüş kabuksal karbon içeren) düşük hacimli kısmi ergimeler ile türetilmiş olabilir. Son olarak, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi boyunca bulunan diğer çarpışma sonrası alkalen magmatik kayaçlar da karbonatitlere bağlı NTE cevherleşmeleri içerebilir ve bu nedenle yakın gelecekte daha fazla arazi ve petrolojik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbonatitler, duraylı ve radyojenik izotoplar, manto kaynağı heterojenliği, açık sistem davranışı, geri dönüşmüş kabuksal karbon, çarpışma sonrası tektonik ortam

Abstract: *The Karaçayır carbonatite is located within the north-east edge of the Central Anatolian Crystalline Complex, and represents one of the significant rare earth elements (REEs) mineralizations in Turkey. In the region, The Akdağ Metamorphics, which is basement unit of the region and consists of marble, schists and quartzite, is cut by the Late Cretaceous post-collisional intrusive rocks. The carbonatite intruded the associated syenite as dikes and veins, and is mainly composed of medium- to coarse-grained calcite, mica and lesser amount of apatite, amphibole, pyroxene and magnetite. This study reports new and combined geochemical, radiogenic (Sr, Nd, Pb), stable (O and C), and for the first time B isotope data for carbonate separates from the Karaçayır carbonatite in order to better evaluate its petrogenetic evolution, and provide useful insights into the chemical nature of the mantle source. The carbonate separates from the Karaçayır carbonatite are characterized by high Sr (613 to 9106 ppm) and total rare earth element (TREE) concentrations (172 to 2892 ppm), which are consistent with those for primary igneous carbonatites (PIC) and support their mantle origin. Also, they record slightly heavier coupled* $\delta^{18}O_{SMOW}$ *(+10.7 to +19.0 ‰) and* $\delta^{13}C_{PDB}$ *(-2.9 to +1.8 ‰) values* (r^2*=0.65) compared to PIC, which may be attributed to sedimentary contamination, high- or low-temperature fractionation. The* $\delta^{11}B$ *values for carbonates vary between -13.9 and -2.9 ‰, and mostly overlap the range for pristine carbonatites worldwide. Of note, the presence of heavier* $\delta^{11}B$ *ratios reported here relative to asthenospheric mantle (-7.1‰) may indicate the involvement of recycled crustal carbon in their mantle sources, which is consistent with those for young (<300 Ma) carbonatites worldwide. This interpretation is also supported by more radiogenic* $^{87}Sr/^{86}Sr(i)$ *(0.70702 to 0.70773) and* $^{143}Nd/^{144}Nd(i)$ *(0.512290 to 0.512346;* $\varepsilon Nd_{(67Ma)}$ *values of -4.1 to -5.2) isotopic signatures compared to typical asthenospheric mantle-derived carbonatites. Overall, trace element, stable and radiogenic isotopic data presented in this study corroborate open-system behavior, and cannot be reconciled with melt differentiation involving closed system fractional crystallization of a single parental melt. Thus, the Karaçayır carbonatite could have been derived as low-volume partial melts from an isotopically heterogeneous mantle source (containing recycled crustal carbon) in a post-collisional tectonic setting. Lastly, other post-collisional alkaline magmatic rocks along the Central Anatolian Crystalline Complex may also include carbonatite-hosted REE mineralizations, and therefore more field and petrological studies are needed in future studies.*

Keywords: *Carbonatites, stable and radiogenic isotopes, mantle source heterogeneity, open system behaviour, recycled crustal carbon, post-collisional tectonic setting*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Güneyköy Civarındaki (GD Elazığ, D Türkiye) Volkanik kayaçların (Yüksekova Karmaşığı) Tüm Kayaç Jeokimyası

Whole Rock Geochemistry of the Volcanic Rocks of the Yüksekova Complex Around Güneyköy (SE of Elazığ, E Turkey)

Melek Ural

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye
(melekural@firat.edu.tr)

Öz: Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Sütur Kuşağında, Güneyköy çevresinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı birimine ait volkanik ürünlerin bir kısmının tüm kayaç verilerini rapor eder.

Kayaçlar masif görünümlü ve yer yer de belirgin yastık yapısındadır. Bu volkanik kayaçlar bordo ve yeşil renklidirler. Yer yer spilitleşmeler gösteren volkanitler, bazaltik bileşimli ve toleyitik karakterlidir. Bazik kayaçlar genel olarak, plajiyoklas, daha az oranda klinopiroksen ve psödömorf olivin minerallerinden oluşmaktadırlar. Hiyalomikrolitik porfirik, amigdaloidal ve sferulitik dokular kayaçlarda yaygın olarak gözlenir. Kalsit ve epidot ikincil minerallerdir. İkili değişim diyagramlarında Zr elementi Al_2O_3, TiO_2, Nb, Y, Hf ile pozitif, CaO ile ise negatif korelasyon göstermektedir ki, bu ilişkiler incelenen volkanik kayaçların evriminde plajiyoklas, klinopiroksen, olivin ve Fe-Ti oksit fraksiyonlanmasına işaret etmektedir. Kayaç örneklerinin N-tipi Okyanus Ortası Sırtı Bazaltına (N-MORB) normalize edilmiş iz element dağılımları; örneklerin LIL Elementler ve Th bakımından MORB a göre zenginleştiğini, Ta, Nb, Ti, P gibi elementler bakımından ise nisbeten fakirleştiğine işaret etmektedir. Örneklerin kondrite normalize edilmiş diyagramları ise kondrite göre paralel ve yaklaşık düz bir trend sergilemektedir (La_N/Sm_N: 0.93-2.13; La_N/Lu_N: 0.23-0.89) ki bu durum benzer kaynaktan türediklerine işaret eder. Negatif Nb anomalisiyle birlikte, tüketilmiş HFSE ve zenginleşmiş LIL element desenleri yitim katkısına işaret etmektedir. Sonuç olarak, Güneyköy (Elazığ) çevresindeki volkanik kayaç örnekleri bir okyanus içi yay ortamında oluşmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Güneyköy (GD Elazığ), okyanus içi yay, volkanik kayaç, Yüksekova Kompleksi

Abstract: *This study reports the whole rock geochemical data of some of the volcanic products of the Upper Cretaceous Yüksekova Complex outcropping around Güneyköy (SE Elazığ, E Turkey) in the Southeast Anatolian Suture Belt. The volcanic rocks with pillow flow and massive structure occasionally showing spilitization have basaltic composition and tholeiitic character. The studied rocks are claret red and green in color. The rocks are mainly composed of plagioclases and to a lesser extent clinopyroxene and pseudomorphic olivine minerals. Hyalomicrolytic porphyritic, spherulitic and amygdaloidal textures are common. The secondary minerals are calcite and epidote. In binary diagrams, Zr positively correlates with* Al_2O_3, TiO_2, *Nb, Y, Hf, but negatively correlates with CaO indicating plagioclase, clinopyroxene, olivine and Fe-Ti oxide fractionation during the evolution of the volcanics. N-type mid-ocean ridge basalt-normalized trace element distributions of the rock samples indicate enrichment in large-ion lithophile elements (LILE) and Th, and negative anomalies in Ta, Nb, Ti and P elements. The chondrite normalized diagrams of the samples show an approximately parallel and straight trend (*La_N/Sm_N*: 0.93-2.13;* La_N/Lu_N*: 0.23-0.89), suggesting a similar*

source for the volcanic rocks. The geochemical implications such as negative Nb anomaly, depleted HFS element abundances and enriched LIL element pattern indicate the contribution of a subducting plate. As a result, the volcanites outcropping around Güneyköy (SE Elazığ, E Turkey) were formed in an intra-oceanic arc environment.

Keywords: *Güneyköy (SE Elazığ), intra oceanic arc, volcanic rock, Yüksekova Complex*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Pliyosen Aladağ Volkanı ve Erzurum-Kars Volkanik Platosu'nun Güney Kenarının Petrolojik Evrimi (Kars, KD Türkiye)

Petrologic Evolution of the Pliocene Aladağ Volcano and the Southern Edge of the Erzurum-Kars Volcanic Plateau (Kars, NE Turkey)

Olgun Duru[1], Mehmet Keskin[2]

[1]Fina Enerji Holding A.Ş., Kısıklı Cd. Sarkuysan-Ak İş Merk., 34662, Üsküdar, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (lineasyon@gmail.com)

Öz: Çalışma alanı, Kars ili sınırları içerisinde, Sarıkamış'ın doğusunda yer almakta olup Erzurum-Kars Volkanik Platosu'nun (EKPV) güneyinin bir bölümünü kapsar. EKVP, Batıdan Doğuya akan Aras nehri tarafından vadi şeklinde yarılmıştır. Bu vadi yamaçlarında Doğu Anadolu'nun en iyi volkano-startigrafik kesitlerinden biri yüzeylenmektedir. Vadi tabanında Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı yer almakta, üzerine sırasıyla Eosen ve Oligo-Miyosen yaşlı sedimenter birimler uyumsuz olarak gelmektedir. Aras Nehri vadisinde yüzeyleyen EKVP, başlıca andezitik-dasitik bileşimli afirik lavlar ve asitik karakterde ignimbirit ve tüflerin ardalanmasından oluşur. Ayrıca piroklastik yağış, akış ve türbulans ürünün pomza düzeylerine de rastlanır. Çalışma alanından kuzeybatısında Hamamlı volkanik kompleksi ismi ile adlandırılan aşınmış bir stratovolkan yer almaktadır. Bu volkan tamamiyle asidik lav, tüf, ignimbirit ve perlit-obsidyen ardalanmalarından oluşmaktadır. EKPV üzerinde ise Aladağ volkanik sisteminin en büyük volkanı olan Büyük Aladağ stratovolkanı oturmaktadır. Büyük Aladağ, 3000 m yüksekliğe kadar ulaşan kuzeye açık at nalı şeklinde krater içerir. Kısmen aşınmış ve büyük bölümü andezitik-dasitik lavlar ile temsil edilir. Büyük Aladağ volkanının kuzey yamaçlarında bazaltik andezit ve bazaltik trakiandezitik türde ürünleri olan Küçük Aladağ volkanı olarak adlandırılan daha küçük bir çıkış konisi bulunmaktadır. Aladağ volkanik sisteminin son ürünlerini Odalar riyoliti olarak adlandırılan domlar oluşturmaktadır. Kars platosunun en genç ürünleri ise çalışma alanının kuzeyini oluşturan ve Kars volkaniti olarak bilinen bazalt ve bazaltik andezitik lav istifidir.

Jeokimyasal çalışmalarımızın sonuçları, volkanizmanın belirgin bir dalma-batma bileşeni içerdiğini ve kalkalkali karakterde olduğunu göstermiştir. Petrografik çalışmalarda lavların çoğunda, magma karışımı sürecine işaret eden mineral dokularına rastlanmıştır. Petrolojik modelemeler, Aladağ sistemine ait lavların geldikleri magma odasında, bazaltik magma tarafından periyodik olarak tazelendiğine işaret etmektedir. Asimilasyon modellemeleri, evrimleşmiş lavlarda fraksiyonel kristallenmeye kabuk asimilasyonunun da eşlik ettiği (AFC) ve bunun önemli bir proses olduğu ortaya koymuştur. İlginç bir sonuç, daha bazik bileşimli Kars plato volkaniti'ne ait lavların AFC model sonuçlarının, daha yüksek kabuk katkısına işaret etmesidir. Bu sonuç, EC-AFC modellemesi sonuçları ile de teyid edilmiştir. Petrolojik modellemelere göre FC ve magma karışımı/tazelenmesi, çalışma alanındaki lavların magma evriminde hakim süreçlerdir.

Manto kaynak alanını irdelemek için yapılan modellemelerde lavların türedikleri manto kaynağının yitim bileşenince ve global okyanusal yitim sedimentlerince zenginleşmiş olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Yapılan kısmi ergime modellemelerinde bazik uç üye niteliğindeki lavlarda ergime dereceleri % 0.7 ile % 2 arasında değişmektedir. Model sonuçları, magmaların spinel peridotitik bir kaynaktan türedikleri işaret edilmektedir.

Jeotermo-barometre hesaplamalarına göre EKVP'ye ait amfibollü lavlar orta-derin magma odalarında, Aladağ'a ait klinopiroksenlerde yapılan hesaplamalarda lavların sığ-orta derinlikte magma odaları ve Kars volkaniti lavlarının ise derin magma odalarında kristallendikleri anlaşılmaktadır.

Erzurum-Kars Volkanik Platosu'nun altındaki magma üretimi, Avrasya-Arap kıtalarının çarpışması neticesinde kalınlaşan Pontid kıtası ve Kuzeybatı İran Fragmanın litosferik mantolarının bir bölümünün bölgesel olarak soyulup ayrılması (delaminasyon) ile sıcak astenosferin yukarı yükselerek, eski yitimlerin yitim bileşeni içeren ergiyikleri tarafından daha önce metasomatizmaya uğramış litosferik mantoyu ergitmesiyle gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu, Aladağ stratovolkanı, Aras vadisi, çarpışmayla ilişkili volkanizma, FC, AFC, magma karışımı, magma tazelenmesi

Abstract: *The study area is located in the east of the Town of Sarıkamış, adjacent to the southern edge of the Erzurum-Kars Volcanic Plateau (EKVP). The EKVP is cut by the Aras River valley that flows approximately from the west to the east. On the walls of the valley, one of the best volcano-stratigraphic transects of Eastern Anatolia is exposed. The basement of this valley and plateau consists of the Eastern Anatolia Accretionary Complex which is unconformably overlain by the Eocene and Oligo-Miocene sedimentary sequences. The EKVP, exposed along the Aras Valley, is composed mainly of aphyric andesitic-dacitic lavas, acidic ignimbrites and tuff layers. Pumice layers and lenses related to the pyroclastic fall, flow and surge processes are also widespread in the plateau sequence. In the northwest of the study area, an eroded stratovolcano probably coeval with the plateau, called the Hamamlı volcanic complex is located. The aforementioned volcano consists of a thick sequence of rhyolitic lavas, tuffs, ignimbrites and perlite-obsidian. The largest volcanic edifice of the Aladağ volcanic system, namely the Greater Aladağ stratovolcano sits on the EKPV and reaches up to 3000 m height with a circular footprint area. It includes a horseshoe-shaped crater open to the North. Its cone shape is partially eroded. The Aladağ volcanic system is composed basically of andesitic-dacitic lavas. A small parasitic volcanic cone, called the Lesser Aladağ volcano sits on the northern flank of the Great Aladağ volcano, which is composed of basaltic andesite and basaltic trachyandesite lavas. On the southern and eastern slopes of the Greater Aladağ volcano, a group of rhyolitic lava domes called the Odalar rhyolite are cropped out. The basaltic and basaltic andesitic lavas of the Kars volcanics exposed on the southern edge of the Kars plateau in the north of the study area are the youngest volcanic units.*

All the volcanic products in the study area are calc-alkaline in character with a clear subduction signature. In our petrographic studies, most of the lavas show crystal reaction textures characteristic of magma mixing processes. Results of our petrological modeling studies

indicate that the magmas that fed the Aladağ magmatic system were evolved in a chamber that was periodically replenished by a fresh and almost primitive basaltic magma. Our assimilation models indicate that assimilation accompanied by fractional crystallization (AFC) process was less important than the fractional crystallisation process in the magma chamber evolution of the evolved lavas in the study area. Interestingly, some of the basic units display higher degrees of crustal assimilation rates. The EC-AFC model results in this study indicate that the Kars volcanic samples experienced more crustal contamination. On the basis of our petrologic models, we argue that FC and magma-mixing/replenishment processes were the dominant processes in the magma chamber evolution of the volcanic units comprising the Aladağ volcanic system.

Petrological models conducted to examine the composition and mineralogy of the mantle source region indicate that the mantle region from which the magmas of the Aladağ volcanic system derived were enriched by a clear subduction component and possibly global oceanic subduction sediments. Moreover, partial melting models indicate that the mantle source region was represented by spinel and phlogopite bearing peridotites. On the other hand, the degree of melting varied between 0.7 % and 2 %.

Our temperature-pressure calculations based on the crystal chemistry of the phenocrysts revealed that the crystallisition of amphibole bearing lavas had taken place in deep to medium-seated magma chamber(s). On the other hand, calculated crystallisation depths of the Aladağ units on the basis of the clinopyroxene thermobarometry indicate crystallisation in shallow to mid-seated magma chamber(s). In the Kars volcanics, crystallisation appears to have occurred in deep crustal magma chamber(s).

This study supports a geodynamic model in which magma generation beneath the Erzurum-Kars Volcanic Plateau was related to the delamination of the thickened lithospheric mantle beneath the Pontide microcontinent and the Northwestern Iranian Fragment, which can be linked to the collision between the Arabian and the Eurasian continents. The hot asthenosphere seems to have contributed to melting by upwelling to the shallow depths. This asthenospheric upwelling was the main factor in the melting of a previously metasomatized lithospheric mantle by previous subduction events.

Keywords: *Eastern Anatolia, Aladağ stratovolcano, Aras valley, collision-related volcanism, FC, AFC, magma mixing, replenishment*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yaylıyaka (Tuşba, Van) Bazaltının Petrografik-Jeokimyasal ve Manto Kaynak Bölge Özellikleri

Petrographical-Geochemical and Mantle Source Region Properties of the Yaylıyaka Basalts (Tuşba, Van)

Mustafa Açlan

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye (maclan@yyu.edu.tr)

Öz: Bu çalışma Van il merkezinin yakalşık 35 km kuzeyinde bulunan Yaylıyaka köyü (Tuşba/Van) ve çevresinde gözlenen volkanik kayaçların petrografik-jeokimyasal özelliklerinin ve manto kaynak bölge karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır. Çalışma alanındaki volkanik kayalar bazaltlar (SiO_2 = %45.66–%49.15) tarafından temsil edilirler. Volkaniklerden tüm kayaç K-Ar yaşı olarak 3.29 My (Pliyosen–Piacenzian) elde edilmişştir. Yaylıyaka bazaltları büyük iyonik yarıçaplı elementler ve hafif nadir toprak elementlerinde zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerde ve ağır nadir toprak elementlerinde fakirleşme gösterirler. Ba/Yb'a karşı Th/Sm ve Ba/Rb'a karşı Nb/La sistematikleri, manto kaynak bölgesinin sediment girişi ile gerçekleştirilen zenginleşmeye işaret ederler. $^{87}Sr/^{86}Sr$ ile SiO_2 arasındaki pozitif ve $^{144}Nd/^{143}Nd$ arasındaki negatif ilişkiler, Yaylıyaka bazaltlarının yerleşmesi sırasında kabuksal kirlenmeye maruz kaldığını işaret eder. $(Gd/Yb)_N$ ve $(La/Yb)_N$ değerleri kullanılarak hazırlanan erime modeline göre Yaylıyaka bazaltlarının en az evrimleşmiş örneklerinin metasomatize ve spinelce zengin lerzolitik manto kaynak bölgesinin %0,1 ile %1 arasında kısmi erimesi ile oluştuğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu, bazalt, manto, lerzolit, kabuksal kirlenme

Abstract: *This study aims to reveal the petrographic-geochemical properties and mantle source characteristics of the volcanic rocks located in Yaylıyaka (Tuşba/Van), 35km north of Van city. Volcanic rocks in the study area are represented by basaltic rocks (SiO_2 = %45.66–%49.15). Whole-rock K–Ar age of 3.29 Ma (Pliocene–Piacenzian) has been obtained from the basaltic rocks. The Yaylıyaka basalts show enrichment in large ion lithophile and light rare earth elements; and depletion in high field strength and heavy rare earth element. The Ba/Yb vs. Th/Sm and Ba/Rb vs. Nb/La systematics indicate an enrichment of the mantle source region by sediment input. A negative correlation between SiO_2 and $^{144}Nd/^{143}Nd$ and a positive correlation between SiO_2 and $^{87}Sr/^{86}Sr$ indicate that the Yaylıyaka basalts have been contaminated by continental crustal materials during magma emplacement. The melting model using $(Gd/Yb)_N$ and $(La/Yb)_N$ ratios indicate that the least evolved samples of the Yaylıyaka basalts were formed by 0.1% and 1% partial melting of the metasomatized spinel-lherzolitic mantle source.*

Keywords: *Eastern Anatolia, basalt, mantle, lherzolite, crustal contamination*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Çatak (Van) - Kozluk (Batman) Arasında Yüzeylenen Maden Kompleksi Volkaniklerine Ait İlksel Jeolojik ve Petrolojik Bulgular

Preliminary Geological and Petrological Findings on the Volcanics of Maden Complex Exposed Between Çatak (Van) and Kozluk (Batman)

Çağrı Mercan[1], Yavuz Özdemir[2], Vural Oyan[3], Ayşe Atakul Özdemir[4], Nilgün Güleç[5], Sevinç Özkan Altıner[5]

[1]Mardin Artuklu Üniversitesi, Savur MYO, Harita ve Kadastro Bölümü, Savur, Mardin, Türkiye

[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[3]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[4]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[5]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(cagrimercan@artuklu.edu.tr)

Öz: Maden Kompleksi Kahramanmaraş'ın Kuzeyinden başlayıp Van'ın güneyine kadar devamlılığı takip edilebilen volkanosedimanter bir kayaç topluluğudur. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının nap zonunda yeralan kompleks, çalışma alanı içerisinde Bitlis Metamorfikleri ve Kretase yaşlı ofiyolitik birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Birim genel olarak sığ denizel bir litoloji ile başlayıp derin denizel pelajik sedimanter kayaçlar ile devam eden ve bunlara eşlik eden Karadere formasyonu olarak tanımlanan volkanik/subvolkanik kayaç topluluğundan oluşmaktadır. Bu çalışma Çatak (Van)- Kozluk (Batman) arasında yüzeylenen Karadere formasyonuna ait ilksel jeolojik ve petrolojik bulguları içermektedir. Karadere formasyonu boyutları birkaç santimetreden on metreye kadar ulaşabilen yastık yapılı lavlardan oluşmaktadır. Birim çoğunlukla derin denizel pembe-kırmızı renkli mikritik kireçtaşları ile ardalanmalı olarak gözlenmektedir. Mikritik kireçtaşlarından elde edilen planktonik foraminifer topluluk yaşları Geç İpreziyen-Erken Lütesiyen olarak belirlenmiştir. Volkanik/subvolkanik kayaçlar başlıca plajiyoklaz + klinopiroksen ± olivin fenokristallerinden oluşmaktadır. Klinopiroksenler ojit ve diyopsit olup bileşimleri Wo_{44-51}, En_{27-43}, Fe_{10-21} arasında değişim göstermektedir. Plajiyoklasların anortit içerikleri altere olmamış tanelerde % 32-67 arasında değişmektedir. Olivinler ise genellikle altere fenokristaller şeklinde bulunmaktadır. Klinopiroksen kimyası kullanılarak elde edilen kristallenme sıcaklıkları ve basınçları sırasıyla 1126-1250 ^{0}C ve 3-8 Kbar arasında değişmektedir. Volkanik/subvolkanik kayaçların büyük bir kısmı subalkali-toleyitik bazaltlardan oluşmaktadır ancak nadir de olsa andezitik ve riyolitik türevleri bulunmaktadır. Karadere Formasyonu içerisinde bulunan bazaltik kayaçların majör-iz ve nadir toprak element jeokimyası verileri volkaniklerin herhangi bir yitim bileşeninden etkilenmeyen E-MORB benzeri astenosferik mantodan itibaren türemiş olduklarına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maden Kompleksi, Karadere Formasyonu, jeokimya, petroloji

Abstract: *Maden Complex is a succession of volcano-sedimentary rocks exposed from the north of Kahramanmaraş to the south of Van. Complex is a member of nappe zone of the Southeast Anatolian Orogenic Belt, and tectonically overlain by Bitlis Metamorphics and Cretaceous ophiolitic rocks within the study area. The succession starts with shallow-water deposits passing upward into deep marine pelagic sediments intercalated with volcanic/subvolcanic rocks of Karadere formation. This study presents preliminary geological and petrological findings on Karadere formation exposed between Çatak (Van) and Kozluk (Batman). The Karadere formation is characterized by pillow lavas ranging from a few centimeters to ten meters in diameter intercalating with deep marine pinkish to red colored micritic limestones. The planktonic foraminiferal assemblages from these micritic limestones indicate the age of Late Ypresian - Early Lutetian. Volcanic/subvolcanic rocks have mainly plagioclase + clinopyroxene ± olivine phenocryts. Clinopyroxenes are augite and diopside, and their compositions are ranging between* Wo_{44-51}, En_{27-43}, Fe_{10-21}. *The anorthite contents of plagioclases are between 32- 67 % in unaltered grains. Olivine is mostly found as altered phenocrysts. The crystallization temperatures and pressures obtained from clinopyroxene chemistry are ranging from 1126 to 1250°C and 3 to 8 Kbar, respectively. The majority of the volcanic/subvolcanic rocks are subalkaline-tholeiitic basalts however; a few andesitic and rhyolitic derivatives are also present. The major-trace and rare earth element chemistry display that the basaltic rocks are originated from E-MORB like asthenospheric mantle source without a subduction component.*

Keywords: *Maden Complex, Karadere Formation, geochemistry, petrology*

Geç Senozoyik Çarpışma Volkanizması Kökeni Hakkında Yeni Veriler, Güney Kafkasya

New Data on Origin of Late Cenozoic Collisional Volcanism in Lesser Caucasus

Nazim Imamverdiyev[1], Mehmet Salih Bayraktutan[2]

[1]Baku State University, Faculty of Geology, Baku, Azerbaijan
[2]Iğdır Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 76000 Iğdır, Türkiye
(inazim17@yahoo.com)

Öz: Güney Kafkasya'da Geç Senozoyik Volkanitleri petrokimyasal affinite bakımından iki gruba ayrılmaktadır. 1) Geç Miyosen-Erken Pliyosen K-ca zengin Calc-Akaline kayaçlar ve 2) Geç Pliyosen- Erken Kuvaterner yaşlı Calc-alkaline ve Alkaline kayaçlar. Magmatik malzemenin jeofizik, petroloji ve jeokimya analizleri, Kafkasya Basınç Kuşağı içinde malzemenin jeokimyasının zaman ve alansal değişimi- yükseliş tarihçesi ve volkanizmanın yaş kombinasyonu içinde birlikte değerlendiril diğinde, geodinamik mekanizmanın daha güneyde (Bitlis-Zgros Sutur) dalma komplexi altında litosfer slab-dikleşmesi veya litosfer kopmasına bağlı olarak geliştiği şeklinde yorumlandı. Litosfer slab-eğiminde dikleşme, volkanitlerin jeokimyasal affinitesinde tedrici olarak değişimin astenosferin akması ile ilişkili olduğu değerlendirildi. Güney Kafkasya geniş bölgesinde günümüzde litosfer, manto malzemesi bileşimini yitirmiştir. Bu nedenle, bazik kayaçların %7 lik maksimum magnezyum oksit değeri dahi, güncel manto magnezyum değerini da kaşılayamaz seviyededir. Bu veriler, geçmişte manto litosferinin çok önemli bir bölümünün kabuk tabanından ayrıldığını göstermektedir. Daha yoğun manto malzemesinin bu şeklide ayrılması, hem bölgedeki rejyonal yükselimi ve hem de Geç Senozoyik Volkanizma'nın gelişmesini sağlamıştır.

Manto litosferinden ayrılma sonunda serbest hale gelen hacim, sıcak yaygın astenosfer malzemesi ile doldurulmuştur. Bu durum rejyonal boyutta dome-yapısının, magma ve volkanizmanın, adiyabatik dekompresyon erimeye bağlı olarak oluşmasına yol açmıştır. Astenosferin yükselimi, bazaltik eriyiğin kabuk içinde girişimini, kabuk tabanında yerleşme ve üst seviyelere erişmesini sağlamıştır. Bu kinematik morfolojik olarak bölgenin yükselimine, kabuk üst seviyelerinde gerilme yapılarının oluşmasına ve volkanizma ürünlerinin artan birikimiyle açıklanabilir. Magmatizmanın evrimi kabuğun kalınlık, bileşim ve termal niteliğindeki gelişmeyle belirlenmektedir. Bununla birlikte kalın sıcak kabuğun varlığı da, granitik batholitlerin çok geniş boyutta erimesinin en uygun açıklamasıdır. İlave ısınma ve uçucu bileşenlerin yükselimi bazında çok geniş alanlarda kalk-alkalin petro-affinitede Neojen Volkanizmasının oluşmasını sağlamıştır. Bazı geniş Volkanik Kompleks sahaları çevresinde lav-piroklastik püskürme bacaları oluşumu, soğuma sonucunda hipabissal intruzyonların neticesidir. Daha sonra, Pliyosen-Kuvaterner döneminde, bimodal volkanizma etkin olmuştur. Manto magmatizması zaman-alan bazında mukayeseli yorumu manto eriyiklerinin alt kabuk içine tansiyonal yapıları kullanarak sokulumunu göstermiştir. Bu sistem acid volkanitlerin erime ve oluşumuyla sonuçlanmıştır. Aynı zamanda, bu durumda gerilmenin neden olduğu büzülmedeki (contraction) değişim, rift-çöküntüleri, ark-yapılarının oluşumuna imkan vermiştir. Alkalin volkanizma' sının etkinleşmesini sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kafkasya, Miyosen, Pliyosen, petrokimya, volkanism

Abstract: *The Late Cenozoic volcanic products of the Lesser Caucasus divided into two groups: (1) Late Miocene-Early Pliocene high-K calc-alkaline rocks; (2) Late Pliocene-Early Quaternary calc-alkaline and alkaline rocks. On the basis of the analysis of geophysical, petrology geochemical materials the authors supposes, that time and spatial change chemical magmas in a combination to a history uplift and age connections of volcanic products in the Caucasian Collision zone, may be linked to slab-steepening and breakoff beneath a subduction complex in the southeast of region. Slab-steepening was possibly associated with asthenospheric flow that resulted in gradual change in geochemical character of the volcanic erupted. The Lesser Caucasian lithospheres currently are deprived of its mantle component under the vast region. For this reason in the basest rocks, the maximum amount of magnesium oxide is up to 7%, respective, the magnesium number does not meet the present mantle value as well. These facts demonstrate that a huge part of the mantle lithosphere was separated from the underlying crust in the past. Such separation of more dense mantle is responsible both for the regional uplifting of the region and for the arising of the late Cenozoic volcanism. The liberated volumes formed by the removal of the mantle lithosphere, were filled with hot abundant asthenospheric material. This resulted in the formation of regional dome structure and magma and volcanism linked with adiabatic decompression melting. The uplifting of asthenosphere determined the arising of basaltic melts, their segregation in the base of the crust and penetration into higher levels. Morphologically this was expressed in the uplifting of the territory, in the formation of the extension structures and accumulation of the volcanic thickness. Evolution of magmatism linked with the delamination is determined by thickness, composition and thermal state of the crust. Besides, existence of thick warmed crust are the most favorable terms for the wide-range melting of granitic batholiths. At account of the additional heating and inflow of volatile components there were formed large volcanoes of calc-alkaline composition of Neogenic age. And in certain places, there appeared peripheral centers. There cooling resulted in the formation of hypabyssal intrusions. Later on, in the upper Pliocene-Quaternary age there was formed a bimodal volcanism. Thus, time-spatial conjugation of the crystal and mantle magmatism determined the intrusion of mantle melts in terms of extension into the lower crust. This resulted in its melting and the formation of acid vulcanites. At the same time, in this situation, change of the contraction by the extension promoted arising of rift depressions, arch-formation and manifestation of alkaline volcanism.*

Keywords: *Caucasus, Miocene, Pliocene, volcanism, petrochemistry*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Menderes Masifi'ndeki ~630 my Yaşlı Magmatizmalara Ait İlk Bulgular: Masif'in Yenilenen Prekambriyen İstifi

First Evidence of ~630 Ma Magmatism in the Menderes Massif: The Revamped Precambrian Stratigraphy of the Massif

Osman Ersin Koralay[1], Osman Candan[1], Fuat Erkül[2], Bora Uzel[1], Alan S. Collins[3]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Yapı Denetim Programı, 07058 Antalya, Türkiye

[3]The University of Adelaide, Tectonics and Earth Systems, Dept of Earth Sciences, SA 5005, Adelaide, Australia

(ersin.koralay@deu.edu.tr)

Öz: Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, Menderes Masifi'nin temel serilerine ait paragnays – şist ardalanması Masif'in en yaşlı kayaçları olarak kabul edilmektedir. Buna karşın Menderes Masifi'nin Orta Asmasifi içerinde yer alan Ödemiş - Bozdağ'dan elde edilen yeni jeolojik ve jeokronolojik bulgular Masif'in temel serilerinin bilinenden daha yaşlı kayaçlardan yapılı bir kesiminin olduğunu göstermektedir.

Devrik konumlu söz konusu ünite, Birgi – Salihli arasında çok geniş bir alanda yayılım sunmaktadır. Tabanda seyrek mermerli kuvarsit – kuvars şist - mikaşist ardalanması ile başlayan istif Bozdağ şisti olarak bilinen, kalın subarkozik kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından yapılı, homojen şist birimine geçer. Şist birimi, iyi izlenebilen disten, stavrolit ve granat izogradları, yaygın amfibolit ve lökokratik karakterli, amfibol içeren damar kayalarının (metagranodiyorit) varlığı ile karakterize olmaktadır. Birim ayrıca, nadir olarak asidik damar kayaları da içermektedir. Bu damar kayalarındaki zirkonlardan LA-ICP-MS yöntemiyle 632±13 my U-Pb yaşı elde edilmiş ve kristallenme yaşı olarak yorumlanmıştır. Şistler, uyumlu ve geçişli bir dokanakla amfibolit içeren, siyah kuvarsit - şist - fillit ardalanmasından yapılı birim tarafından üzerlenir. Amfibolitlerin zirkonlarından 629±13 my LA-ICP-MS U-Pb yaşı elde edilmiştir. Bu yaş metabazitlerin ilksel kayalarının kristallenme yaşını vermektedir. Aynı örnekten elde edilen 49-54 my aralığındaki Erken Eosen yaşları ise, ana Menderes Masifi metamorfizmasının yaşı ile uyumludur. İstif, tabanda mermer - dolomit - fillit ardalanmasından yapılı bir geçiş zonu içeren mermer - metakırıntılı ardalanmalı bir seri ile son bulur. Bu yaş verileri, söz konusu kesiksiz istifin ilksel çökelim yaşının ~630 my'dan daha yaşlı olduğunu göstermektedir.

Güncel tektonik konum olarak kuzeyde Bozdağ bindirmesi ile Masif'in Paleozoyik örtü serilerini üzerleyen bu Ediyakaran - Kriyojeniyen (Geç Neoproterozoyik) istif güneyde tektonik bir dokanakla, alt kesimleri kısmi migmatizasyon sunan, ortognayslar, anatektik granit ve metagabrolar tarafından kesilen paragnays-şist birimi altında yer almaktadır. Paragnayslardan elde edilen en genç zirkon grubunun ortalama 603±4 my yaşı, paragnaysların ilksel kayalarının maksimum çökelim yaşını vermektedir. Paragnays-şist biriminin ~590 my yaşlı çarnokitik metatonalitler, ~558-563 my yaşlı metagabrolar ve 550-545 my yaşlı ortognayslar tarafından

kesildiği önceki çalışmalarda belirtilmektedir. Ayrıca, birim ~580 my yaşlı granulit fasiyesi ve ~535 my eklojit fasiyesi metamorfizmalarından etkilenmiştir. Bu magmatizma ve metamorfizmalar Gondvana'nın son bütünleşmesini sonuçlayan Kuunga Orojenezi'yle (~600-500 my) ilişkilendirilmektedir. Bu metamorfik – magmatik süreçlerden yoksun, ~630 my yaşlı asidik – bazik magmatizmaların varlığı ile tanımlanan Ediyakaran – Kriyojeniyen istif Mozambik Okyanusu'nun kapanma sürecinde etkin olan Doğu Afrika Orojenezi (~650-620 my) ile ilişkili olmalıdır. Ayrıca, söz konusu bu iki Neoproterozoyik istifin bir araya gelmesinin, şu andaki jeokronolojik veriler ve ortak Alpin metamorfizmasına dayalı olarak 50 - 535 my aralığında gerçekleştiği söylenebilir.

Bu çalışma 117Y346 numaralı TÜBİTAK Projesi kapsamında desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: 630 my magmatizma, Doğu Afrika Orojenezi, Gondvana, LA–ICP–MS, Menderes Masifi

Abstract: *In previous studies, the paragneiss - schist unit was considered oldest unit in the Menderes Massif (MM). However, new geological and geochronological evidence obtained from the Ödemiş – Bozdağ region, located in the Central (Ödemiş-Kiraz) submassif, demonstrates the existence of older unit within the basement.*

This unit is overturned by Alpine compressional tectonics and crops out over a large area between Birgi and Salihli. It has a coherent stratigraphy starting with quartzite - quartz schist - micaschist intercalation with rare marble lenses at the base. This intercalation passes gradually into thick and homogeneous schist known as Bozdağ schist, made up of predominantly subarkosic sandstone and mudstone intercalation. Common amphibolite and amphibole-bearing leucocratic veins (metagranodiorite) characterize the Bozdağ schist in which overturned kyanite, staurolite and garnet isograds are mapped. It also contains rare acidic veins yielding zircon with a U-Pb age of 632 ± 13 Ma. Schists are overlain by black quartzite - schist - phyllite intercalation containing amphibolite lenses with a conformable and transitional contact. Zircon U-Pb data obtained from some of these amphibolites yield ages of 629 ± 13 Ma and 54–49 Ma representing crystallisation and metamorphism ages, respectively. Early Eocene ages are consistent with the age of main MM metamorphism. This sequence ends with marble - metaclastic intercalations that make up a transition zone of marble - dolomite - phyllite intercalations at the base. 632-629 Ma ages demonstrate that the initial deposition age of this coherent sequence is older than ~ 630 Ma.

Considering the recent tectonic position, this Ediacaran-Cryogenian (Late Neoproterozoic) series occurs as a tectonic unit sandwiched between an underlying Paleozoic cover series, along the well-known Bozdağ thrust in the north, and an overlying paragneiss-schist unit intruded by orthogneisses, anatectic granite and metagabbros in the south. The average age of 603 ± 4 Ma from the youngest zircon population obtained from paragneisses gives maximum deposition age of the primary rocks. It is well documented in previous studies that this unit is cut by ~ 590 Ma charnockitic metatonalites, ~ 558-563 Ma metagabbros and 550-545 Ma orthogneisses. In addition, this unit has been affected by ~ 580 Ma granulite and ~ 535 Ma eclogite facies metamorphism. These events have been attributed to the Malagasy Orogeny (~ 600-500 Ma) that resulted in the final amalgamation of Gondwana. The Ediacaran–Cryogenian sequence, defined by the presence of ~ 630 Ma acidic - basic magmatism, is completely devoid of such later Ediacaran metamorphic - magmatic events. Instead, magmatism and metamorphism here can be assigned to the East African Orogeny (~ 650–620 Ma), which is related to closure of the western part of Mozambique Ocean. Furthermore, it can be envisaged that the tectonic juxtaposition of these two Neoproterozoic units is constrained to between 50 and 535 Ma, based on recent geochronological data and common Alpine metamorphism.

This study is supported by TÜBİTAK Project No: 117Y346.

Keywords: *630 Ma magmatism, East African Orogen, Gondwana, LA-ICP-MS, Menderes Massif*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Afyon Zonu Triyas Magmatizması: Gondvana'nın Kuzey Kenarında Gerçekleşen Kıtasal Genleşme Sürecine İlişkin Çıkarımlar

Triassic Magmatism in the Afyon Zone: Implications for the Continental Extension of the Northern Margin of Gondwana

Cüneyt Akal[1], Osman Candan[1], O. Ersin Koralay[1], Axel Gerdes[2], Roland Oberhänsli[3]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Institut für Geowissenschaften, Goethe Universitat, Senckenberganlage 28, D-60054 Frankfurt am Mainz, Germany

[3]Institute of Earth and Environmental Sciences, University of Potsdam, Karl Liebknecht Strasse 24, 14476 Potsdam, Germany

(cuneyt.akal@deu.edu.tr)

Öz: Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolunun kapanmasıyla ilişkili İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonu ve Güney Neotetis Okyanusu'nun kapanmasıyla gelişen Bitlis-Zagros kenet zonu Türkiye'nin ana tektonik hatlarını oluşturmaktadır. Bu genel çatı içerisinde Afyon Zonu, Anatolit-Torid Platformunun Maastrihtiyen-Erken Paleosen'de derin gömülmeye uğramış kuzey kesimini tanımlamaktadır. Triyas magmatizması'nın yaygın gözlendiği Afyon Zonu, Gondvana kökenli Prekambriyen temel ve Paleozoyik-Geç Kretase yaşlı metamorfik örtü serilerinden oluşmaktadır. Triyas yaşlı örtü serisinin tabanında tanımlanan, ilksel doku ve yapıları iyi korunmuş meta-volkanikler Balıkesir, Kütahya ve Konya bölgelerinde geniş yayılım sunmaktadır.

Afyon Zonu'nun batı kesiminde yer alan Balıkesir - Kütahya bölgesi tipik bir nap yığını yapısı sunmaktadır. Bu nap yığını içerisinde Afyon Zonu kayaları Orta Karbonifer yaşlı meta-granit stoklarının kestiği, olasılı İnfrakambriyen yaşlı metakuvarsit, mermer, metabazik ara katkılı şistlerden yapılı Triyas öncesi temel ve Triyas - Kretase yaşlı örtü serilerinden oluşmaktadır. Tabanda yer alan ve Triyas uyumsuzluğunu tanımlayan kaba kuvars meta-çakıltaşları yatay ve düşeyde riyolitik (245.2±2.0, 243.0±2.9, 236.6±1.2 my) ve andezitik meta-volkanik birimlerle giriklik sunmaktadır. Bu volkanosedimanter seri mor renkli fillitlerle üzerlenmekte ve istif platform türü kalın mermerlerle sonlanmaktadır. Konya çevresinde düzenli ve kesiksiz bir istif sunan Afyon Zonu kayaları Üst Siluriyen-Üst Karbonifer yaşlı Paleozoyik temel ve onu uyumsuz olarak üzerleyen Triyas-Kretase yaşlı metamorfik örtü serisinden oluşmaktadır. Orta Triyas yaşlı, karasal kırmızı çakıltaşları ve onlarla yanal yönde geçişli volkanik-volkaniklastik seriler örtü birimlerinin tabanında yer almaktadır. Trakiandezit-andezit-trakidasit-riyolit bileşimli lav ve bunlarla ilişkili piroklastikler üste doğru, sığ denizel ortamın geliştiğini tanımlayan meta-karbonat düzeyli mor fillitlere geçmektedir. Söz konusu istif platform türü homojen ve kalın mermerlerle son bulmaktadır. Zirkon U/Pb yöntemiyle riyolit (243.0±2.9, 236.2±2.3, 229.4±2.7 My), andezit (240.5±1.6 My), trakiandezit (243.1±1.9, 242.5±2.0, 241.6±2.2 My) ve trakidasitlerden (242.5±2.0, 239.2±1.3 My), ilksel kayaların kristalizasyon yaşları olarak yorumlanan Anisiyen - Ladiniyen yaşları elde edilmiştir.

Gondvana'nın kuzey pasif kıta kenarı üzerinde gelişen, Erken-Orta Triyas yaşlı bu volkanik aktivite Balıkesir çevresinde düşük Nb-Ta içerikli olup I ve S tipi özellik sunmaktadırlar. Söz konusu magmatik aktiviteye ait manto kaynakları, önceki yitime ait izler taşıyan, eski kıtasal kabuğun ve metasomatik mantonun farklı oranlarda bölümsel ergimesi ile gelişmiştir. Afyon Zonu'nun doğusunda kalan, yüksek Nb-Ta içerikli ve A-tipi riyolitler ise kıta altı litosferik manto'nun yükselen astenosferik manto tarafından bölümsel ergitilmesi ile gelişmiştir. Meta-volkaniklere ait zirkonların -8.1ile 0.5 arasındaki $\varepsilon Hf_{(t)}$ değerleri bölümsel ergiyen kıta altı litosferik manto kaynaklarını vurgulamaktadır.

Gondvana üzerine Geç Permiyen bölgesel transgressiyonu öncesi, Paleotetis Okyanusu'nun güney kenarında gelişen transform fay sonucu Gondvana altına güney yönlü yitim sonlanmış ve Gondvana'nın kuzey kenarı pasif kıta kenarına dönüşmüştür. Bu evrede, Paleotetis Okyanusu'nun kuzeyde, Laurasya altına doğru devam eden yitmesi Gondvana kuzeyindeki pasif kıta kenarında, çekme kuvveti kaynaklı genleşme tektoniğini tetiklemiştir. Erken-Orta Triyas zaman aralığında etkinleşen genleşme tektoniği ile bağlantılı olarak yükselen manto, Karbonifer dönemi yitimin izlerini taşıyan, farklı bileşimdeki manto kaynaklarının gelişimine neden olmuştur. Anorojenik ortamdan plaka içi riftleşmeye kadar evrimleşen bu genleşme tektoniği sonucunda İç Toros Okyanusu açılmış ve Kırşehir kıta parçası Gondvana ana karasından ayrılmıştır. İzleyen süreçte, daha güneyde Anatolid - Torid Bloğu'nun Gondvana'nın kuzeyinden kopması sonucu Neotetis Okyanusu güney kolu açılmıştır. Bu sırada kuzeye dalmakta olan Paleotetis Okyanusu Neotetis Okyanusu'nun kuzey koluna evrimleşmiştir.

Bu çalışma, 103Y011 numaralı TÜBİTAK Projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Neotetis, Afyon Zonu, Anatolidler, Triyas, volkanizma, zirkon

Abstact: *Izmir-Ankara-Erzincan and Bitlis-Zagros Sutures, which constitute main tectonic zones of Turkey, are assigned to the closure of northern and southern branches of Neotethys Ocean, respectively. In this general tectonic framework, the Afyon Zone defines the deeply buried northern part of the Anatolide - Torid Platform in the Maastrihtian-Early Paleocene. The Afyon Zone, where the Triassic magmatism is commonly observed consists of a Gondwana-derived Precambrian basement and unconformably overlying the Paleozoic- Late Cretaceous metamorphic cover series. Meta-volcanics with their well-preserved primary textures and volcanic structures occurring at the base of the Triassic cover series have been recognized over large areas around Balıkesir, Kütahya, and Konya.*

The stratigraphy of the Balıkesir-Kütahya region located western part of Afyon Zone displays a typical nappe stack structure. In this nappe stack, Afyon Zone rocks is made up of a pre-Triassic basement consisting of metaquartzite, marble and schist intercalation with metabasic layers of probable Infracambrian age and Triassic-Cretaceous cover series. Coarse-grained quartz meta-conglomerate occurring at the base of the cover series defines a regional Triassic unconformity. They interfinger laterally and vertically with rhyolitic (245.2±2.0, 243.0±2.9, 236.6±1.2 Ma) and andesitic lavas and their pyroclastics. This volcanosedimentary series is overlain by reddish Triassic phyllites passing upwards with a gradational contact into platform-type thick metacarbonates. In Konya region, the Afyon Zone rocks showing a coherent

stratigraphy consist of an Upper Silurian-Upper Carboniferous basement and unconformably overlying Triassic to Cretaceous cover series. Middle Triassic terrestrial red quartz conglomerates and laterally interfingering volcanic - volcaniclastic series occur at the base of the cover units. Trachyandesitic-andesitic-trachydacitic-rhyolitic lavas and associated pyroclastics pass upwards into reddish phylites with metacarbonate interlayers defining development of shallow marine environment. Platform-type thick and homogeneous carbonates form the uppermost unit of the Mesozoic cover series. U-Pb zircon geochronology of rhyolite (243.0 ± 2.9, 236.2 ± 2.3, 229.4 ± 2.7 Ma), andesite (240.5 ± 1.6 Ma), trachyandesite (243.1 ± 1.9, 242.5 ± 2.0, 241.6 ± 2.2 Ma) and trachydacite (242.5 ± 2.0) gives Aniseen - Ladenian ages interpreted as the primary crystallization ages of meta-volcanics.

Early and Middle Triassic volcanic rocks developed on the northern passive continent margin of Gondwana have low Nb-Ta content around Balıkesir and present I- and S-type features. The mantle sources of this magmatic activity have been generated by different rates of partial melting of the old continental crust and metasomatic mantle influenced by subduction-related processes. A-type rhyolites with high Nb-Ta contents in the eastern part of the Afyon Zone, on the other hand, were developed by the partial melting of the subcontinent lithospheric mantle by the upwelling asthenospheric mantle. The $\varepsilon Hf_{(t)}$ values ranging from -8.1 to 0.5 of the zircons in meta-volcanic point to the partial melting of the subcontinent lithospheric mantle sources.

It is envisaged that the southward-subduction of the Paleotethys beneath the Gondwana has ceased prior to the Late Permian regional transgression and northern margin of the Gondwana has switched to a passive continental setting in response to the development of a transform fault. The pull-forces that developed on the northern passive margin of the Gondwana as a consequence of the northward subduction of Paleotethys under Laurussia triggered the extensional tectonic regime. The prevailing extensional tectonic regime on Paleozoic basement during the Early-Middle Triassic time caused the development and rising of compositionally different mantle sources influenced by former Carboniferous subduction event. As a consequence of this extension tectonic regime evolved from anorogenic to intra-plate rifting stage, the Inner-Tauride Ocean was opened and the Kırşehir block was separated from the northern margin of Gondwana. Meanwhile, as a result of the same extensional tectonic regime, the Anatolide - Tauride Block was rifted from Gondwana and drifted northwards with the genesis of new Triassic Southern Neotetyan oceanic crust. In the north, the northward-subducting Paleotethys has evolved to the northern branch of the Neotethys Ocean.

This work was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK Project Number 103Y011).

Keywords: *Neotethys, Afyon Zone, Anatolides, Triassic, volcanism, zircon*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Bitlis Masifi'ndeki Gablor-Kesendere Eklojitlerine İlişkin Yeni Jeokronolojik - Petrolojik Veriler: Masif'in Geç Kretase Metamorfik Evrimine Yönelik Çıkarımlar

New Petrological and Geochronological Evidence on Gablor-Kesendere Eclogites from Bitlis Massif: Implications for Late Cretaceous Metamorphic Evolution

Osman Candan[1], Osman Ersin Koralay[1], Qiu-Li Li[2], Roland Oberhänsli[3], Mete Çetinkaplan[1]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir, Türkiye

[2]State Key Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China

[3]Institute of Earth & Environmental Sciences, University Potsdam, Germany

(osman.candan@deu.edu.tr)

Öz: Bitlis Masifi, orijinalde Prekambriyen bir temel ve Paleozoyik-Mesozoyik örtü serilerinden yapılı olmasına karşın günümüzde metamorfik olmayan ve/veya farklı koşullarda metamorfizmalara uğramış birimlerden yapılı bir nap yığını özelliği sunmaktadır. Önceki çalışmalarda, Masifte eklojitlerin (Gablor eklojitleri) varlığı tanımlanmış ve bu yüksek basınç (YB) metamorfizması için Pan-Afrikan yaşı öngörülmüştür. Son yıllarda Bitlis güneyi, Kesendere'de yüksek dereceli çevre kaya içerisinde yeni eklojit lokasyonları saptanmıştır. Yaklaşık 65 km derinliğe gömülmeyi tanımlayan, 480-540^{o}C/19-24 kbar koşullarındaki bu YB başkalaşımının yaşı zirkon U/Pb yöntemine göre 84-82 my (Santoniyen-Kampaniyen) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, yakın zamanda Masif'in örtü serilerinden mavişist fasiyesi koşullarında başkalaşımı gösteren (~35 km derinlik; 350-400 ^{o}C /10-11 kbar), karfolit ve glaukofanın varlığı ile karakterize olan petrolojik veriler elde edilmiştir. Yitim ortamını tanımlayan bu başkalaşımın zirve zamanı ve izleyen eş sıcaklıktaki yeşilşist üzerlemesi, ^{39}Ar/^{40}Ar beyaz mika yaşlarına göre sırasıyla 74-79 my (Kampaniyen) ve 67-70 my (Maastrihtiyen) olarak saptanmıştır.

Kesendere eklojitlerinin yanı sıra, Kulp - Sason (Diyarbakır) kuzeyinde yer alan Gablor eklojitleri de petrolojik ve jeokronolojik açıdan tekrar çalışılmıştır. Gablor bölgesi Mesozoyik örtü ve Prekambriyen temel serilerinden yapılı bir nap yığını özelliği göstermektedir. Olasılı Triyas yaşlı, kırmızı fillit - mermer ardalanmasından oluşan seri karfolit içermekte olup YB-DS mavişist fasiyesi koşullarında başkalaşıma uğramıştır. Bunu tektonik olarak üzerleyen Prekambriyen seriler baskın olarak yüksek dereceli şist ve bunlar içerisine sokulmuş ortognayslardan oluşmaktadır. Metapelitik kayalar yaygın eklojit-amfibolit mercekleri içermektedir. 'Omfasit$_{(jd_{40-42})}$-granat-rutil-disten' ve az oranda 'pargasit-zoisit-kuvars' bileşimine sahip eklojitlerde başkalaşım koşulları, ~65 km derinliğe gömülmeyi tanımlayacak şekilde 650±50^{o}C/22±2 kbar olarak hesaplanmıştır. Eklojitler makaslama zonları boyunca amfibolit fasiyesinde, yaklaşık eş sıcaklık koşullarında geri dönüşüm sonucu granatlı amfibolitlere dönüşüm göstermektedir. Kesendere eklojit örneğindeki zirkonlardan düşük U içerikleri nedeniyle yeni yaş verisi elde edilememiştir. Bu örnekteki rutiller ise 73.3±3.8 my (Kampaniyen) U/Pb yaşı vermiştir.

Gablor eklojitlerine ait iki örnekteki zirkonların SIMS U-Pb yaşları 74.3±0.66 ve 74.7±0.86 my (Kampaniyen) olarak saptanmış ve tipik metamorfik dokuları ve çok düşük Th/U (<0.004) oranlarına dayalı olarak eklojit fasiyesi metamorfizmasının yaşı olarak yorumlanmıştır. Bu örneklerdeki rutiller ise 50.8±1.7 my (Erken Eosen) U-Pb yaşları vermiştir.

Yaş ve petrolojik bulgular Bitlis Masifi'nin Geç Kretase'de yitim ortamında derin gömülmeye uğradığını göstermektedir. Bu yitim sırasında, Prekambriyen temel ve örtü serileri iç ekaylanmaya uğrayarak eklojit ve mavişist fasiyesi koşullarını tanımlayan farklı derinliklere gömülmüştür. Karfolitin korunması örtü serilerinin soğuk koşullarda hızlı bir şekilde yüzeylediğini göstermektedir. Oysa eklojit içeren temel serileri kıtasal çarpışma sırasında yüksek sıcaklık amfibolit fasiyesi koşullarında geri dönüşüme uğramıştır. Dokanakların sünümlü karakteri bu YB ünitelerinin çarpışmanın geç evrelerinde (Geç Kretase) orta kabuk düzeylerinde bir araya geldiklerini ifade etmektedir. Bu Geç Kretase YB metamorfizması, Neotetis Okyanusu'nun güney kolunun kapanması ve Bitlis Masifi'ni oluşturan kıtasal kabuğun Anatolit-Torid Platformu ile kaynaşmasıyla ilişkili olmalıdır. Eklojitlerdeki 50 my rutil yaşları, Berit-Doğanşehir bölgesinde varlığı bilinen Eosen yüksek sıcaklık olayının Bitlis Masifi'ni de etkilediğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bitlis Masifi, eklojit, mavişist, karfolit, Türkiye

Abstract: *Bitlis Massif (BM), which was originally made up of a Precambrian basement and unconformable overlying Paleozoic-Mesozoic cover series, consists of now a large number of northward-dipping tectonic slices as a consequence of post-Eocene internal imbrication. In the previous studies, the existence of eclogites (Gablor eclogites), which has been assigned to Pan-African HP events has been documented in the BM. More recently, some new eclogite occurrences have been found out in Kesendere, south of Bitlis. Peak metamorphic conditions of this HP metamorphism were estimated as 540°C/19-24 kbar corresponding to a burial depth of ca. 65 km. Zircons from eclogites yielded ages of 84-82 Ma (Santonian-Campanian) interpreted as the time of eclogite facies metamorphism. More recently, well-preserved carpholite and glaucophane indicating blueschist facies conditions (ca.35 km depth; 350-400°C/10-11 kbar) have been discovered from the cover series of the BM. This subduction-related metamorphism and following greenschist overprint under isothermal conditions were dated at 74-79 Ma (Campanian) and 67-70 Ma (Maastrichtian) by $^{39}Ar/^{40}Ar$ white micas, respectively.*

Petrological and geochronological characteristics of the Kesendere and Gablor eclogites occurring in the north of Kulp-Sason, Diyarbakır, have been readdressed. In Gablor area, BM displays a typical nappe stack structure consisting of numerous tectonic slices of Mesozoic cover and Precambrian basement units. Reddish phyllites with marble layers of probable Triassic age contain fibrous quartz veins with carpholite indicating blueschist facies conditions. They are tectonically overlain by Precambrian series consisting of high-grade metapelite and orthogneiss intrusions. Metapelites contain common eclogite-amphibolite lenses up to 200 meters in length. Eclogites are essentially composed of omphacite$_{(jd\ 40\text{-}42)}$, garnet, rutile and kyanite with minor amount of pargasite, zoisite and quartz. Peak metamorphic conditions during the eclogite crystallization are estimated as 650±50°C and 22±2 kbar pointing to a burial depth of ca. 65 km. They were converted to garnet amphibolites along the shear zones

by a Barrovian-type overprint developed under isothermal decompression conditions. Because of low-U contents of zircons, new radiometric ages can not be obtained from Kesendere eclogites. However, rutiles yielded U/Pb ages of 73.3±3.8 Ma (Campanian). Two samples from Gablor eclogite yielded SIMS U/Pb zircon ages of 74.3±0.66 and 74.7±0.86 Ma (Campanian). Based on the metamorphic texture and very low Th/U ratios (<0.004) of the zircons, these ages are interpreted as the time of eclogite facies metamorphism. On the other hand, Early Eosen (50.8±1.7 Ma) U/Pb rutile ages have been obtained from the same samples.

Geochronological and petrological data clearly reveal that BM was subducted to great depths during the Late Cretaceous. During this subduction, core-cover series were internally imbricated and tectonic slices were buried to different depths prevailing blueschist and eclogite facies conditions. Well-preserved and widely disturbed carpholites indicate that low retrograde heating under greenschist conditions affected cover series of the BM during the exhumation. Contrary, eclogite-bearing core series have experienced high-T amphibolite facies overprint during the following continental collision. Ductile-deformed contacts attests that these HP units were juxtaposed in the middle crust levels during the late stage of the collision in Late Cretaceous. These Late Cretaceous subduction/collision-related metamorphisms can be attributed to the closure of the southern Neotethys and suturing of the continental crust forming the BM with the Anatolide-Tauride Block. 50 Ma rutile ages from Gablor eclogites reveal that the Eocene HT event documented from Berit-Doğanşehir region also affected BM.

Keywords: *Bitlis massif, eclogite, blueschist, carpholite, Turkey*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonunda Metamorfik ve Metamorfik Olmayan Ofiyolitlerden Benzer Yaşlar

The Similar Ages from Metamorphic and Non-Metamorphic Ophiolites in the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone

Mutlu Özkan[1], Ömer Faruk Çelik[1], Rahmi Melih Çörtük[1], Gültekin Topuz[2], Thomas Zack[3]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380, Kocaeli, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul

[3] Department of Earth Sciences, University of Gothenburg, 40530 Gothenburg, Sweden

(mutluozkanjeo@gmail.com)

Öz: İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenet kuşağı yaşları Geç Triyas'tan Geç Kretase'ye kadar değişen birçok metamorfik ve metamorfik olmayan ofiyolitik kayaçlar içermektedir. İAE kenet kuşağının doğusunda yer alan Geç Kretase Tekelidağ melanjı içerisinde yaygın olarak Jura yaşlı yitim zonu üstü (SSZ) ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar gözlenmektedir. Bu ofiyolitik ve metamorfik kayaçlar, İAE okyanusal alanındaki Jura dönemine ait okyanus içi yitim süreçlerinin aydınlığa kavuşturulması yönünden büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada, Sivas kuzeyindeki Geç Kretase Tekelidağ melanjı içerisinde yüzeyleyen Jura yaşlı ofiyolitik ve metamorfik kayaçlardan elde edilen yeni U-Pb yaşlarını sunuyoruz.

Çalışma alanında Tekelidağ melanjı başlıca serpantinit, kümülat ve izotropik gabro, bazalt, çamurtaşı, çört, mavişist ve ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarından oluşmaktadır. Çalışma alanındaki ofiyolit tabanı metamorfitleri amfibolitler, meta-plajiyogranit ve dolerit daykları ile temsil edilmektedir. Meta-plajiyogranit dayklarının kalınlıkları 1 metreye ulaşmakta olup, amfibolitlerle belirgin kesme kesilme ilişkisi sunmaktadır. Bu kayaçların jeokimyasal özellikleri amfibolit ve meta-plajiyogranitlerin ilksel kayaçlarının yitim zonu üstü ortam koşullarında oluştuklarını göstermektedir. Meta-plajiyogranit daykının zirkonlarından 188 ± 4 (2σ) My U-Pb magmatik kristallenme yaşı elde edilmiştir. Ofiyolit tabanı metamorfitleri yitimle ilişkili gabroyik kayaçlarla tektonik dokanaklıdır. Bu gabroyik kayaçları kesen plajiyogranit daykının zirkonlarından 168 ± 1 My (2σ) U-Pb magmatik kristallenme yaşı elde edilmiştir. Bu yaş verisi, ofiyolit tabanı metamorfitlerinden daha önce rapor edilen Orta Jura (~167 My) ^{40}Ar-^{39}Ar amfibol soğuma yaşları ile benzerdir.

Elde edilen bu yeni veriler; (i) yitim zonu üstü ofiyolit oluşumun yaklaşık 15-20 My boyunca devam ettiğini, (ii) Orta Jura'da yitim zonu üstü ofiyolit oluşumu ile ofiyolit tabanı metamorfitlerinin oluşumunun eş zamanlı olduğunu, (iii) ofiyolit tabanı metamorfik kayaçlarının Erken Jura yaşlı SSZ okyanusal kabuğunun metamorfik eşlenikleri olduğunu, (iv) Erken Jura'da oluşan SSZ ofiyolitlerinin, kuvvetli muhtemel, yitim zonu erozyonu neticesinde yitime katıldıkları düşünülmektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 112Y123 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Jura, melanj, ofiyolit, U-Pb, zirkon

Abstract: *İzmir-Ankara-Erzincan suture zone contains several metamorphic and non-metamorphic ophiolitic rocks ranging in age from Late Triassic to Late Cretaceous. The Jurassic supra-subduction zone (SSZ) ophiolitic and metamorphic rocks are commonly observed in the Late Cretaceous Tekelidağ mélange, which is located at the eastern part of the İAE suture zone. These ophiolite and metamorphic rocks are highly important to solve the Jurassic intra-oceanic subduction history of the İAE oceanic domain. In this study, we present new U-Pb ages of the Jurassic ophiolitic and the metamorphic rocks from the Late Cretaceous Tekelidağ mélange located at the northern Sivas.*

The Tekelidağ mélange consists mainly of serpentinite, cumulate and isotropic gabbro, basalt, mudstone, chert, blueschist and metamorphic sole rocks. The metamorphic sole rocks are represented by amphibolites, meta-plagiogranites and dolerite dykes. The meta-plagiogranite dykes show crosscutting relationship with the amphibolites and they have a thickness up to 1 meter. The geochemical characteristics of these rocks indicate that the protoliths of amphibolites and meta-plagiogranites were originated from a supra-subduction zone environment. U-Pb dating of zircons from the meta-plagiogranite dyke have yielded 188 ± 4 (2σ) Ma magmatic crystallization age. The metamorphic sole rocks show tectonic contact with the subduction-related gabbroic rocks. A plagiogranite dyke cutting the gabbroic rocks yielded 168 ± 1 My (2σ) U-Pb zircon crystallization age. This age data is similar to previously reported the Middle Jurassic (~ 167 Ma) ^{40}Ar-^{39}Ar amphibole cooling age from the metamorphic sole rocks.

These new data indicate to (i) the supra-subduction zone ophiolite formation was continued for approximately 15-20 My, (ii) coeval formation of supra-subduction zone ophiolite and metamorphic sole rocks in the Middle Jurassic, (iii) the metamorphic sole rocks are remnants of the metamorphosed equivalents of the Early Jurassic SSZ oceanic crust, (iv) the Early Jurassic SZZ ophiolites are most probably subducted via subduction zone erosion.

This study was funded by TÜBİTAK number of project 112Y123.

Keywords: *Jurassic, mélange, ophiolite, U-Pb, zircon*

Pınarbaşı Ofiyoliti'ne Ait Taban Metamorfitlerinin Başkalaşım Koşulları ve Jeokimyasal Özellikleri

Pressure-Temperature Conditions and Geochemical Characteristics of the Pınarbaşı Metamorphic Sole Rocks

Rahmi Melih Çörtük[1], Ömer Faruk Çelik[1], Mutlu Özkan[1], Andrea Marzoli[2], Anıl Alkan[1]

[1]Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli, Türkiye

[2]Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, 35100 Padova, Italy

(rahmimelih@gmail.com)

Öz: Orta Anadolu bölgesinde bulunan Pınarbaşı Ofiyoliti'ne ait taban metamorfitleri manto tektonitleri ile yığışım karmaşığı arasında ve yığışım karmaşıkları içerisinde tektonik olarak yer almaktadır. Ofiyolit tabanı metamorfitleri granat-amfibolit, amfibolit, epidot-amfibolit, granat-kuvars-amfibolşist, kalkfillit ve metabazalt türü kayaçlarla temsil edilmektedir. Amfibolitler amfibol + plajiyoklaz ± granat ± piroksen ± epidot ± klorit ± rutil ± apatit ve ±opak minerallerden meydana gelmektedir. Kuvars-amfibolşistler ise kuvars + amfibol ± granat ± epidot ± sfen ± rutil ve opak minerallerden oluşmaktadır. Mineral kimyası analizlerine göre granat-amfibolitlerde yer alan amfibol mineralleri çermakit bileşimiyle, plajiyoklaz mineralleri ise labrador bileşimiyle temsil edilmektedir. Amfibolitler de piroksen mineralleri diyopsit, granat mineralleri ise baskın olarak almandindir. Kuvars-amfibolşistlerde bulunan amfibol mineralleri magnezyo-hastingsit, granat mineralleri ise çoğunlukla almandin ve grosüler bileşimleriyle temsil edilmektedir. Amfibolitler N-OOSB, Z-OOSB, OAB ve yitim zonu üstü ortam koşullarını yansıtan farklı jeokimyasal özellikler sunmaktadırlar. Metabazaltlar OAB jeokimyasal karakteri sergilemektedirler. Kuvars-amfibolşistlerin kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramında hafif NTE'lerce zenginleşme sergiledikleri ve negatif Eu anomalisi sundukları tespit edilmiştir. Aynı kayaçların N-OOSB'a göre normalize edilmiş çoklu element diyagramında Sr, Ba, Nb ve Ti elementlerinde tüketilme görülmüştür. Ofiyolit tabanı metamorfitlerine ait granat-piroksen-amfibolitlerden yapılan farklı jeotermobarometrelere göre bu kayaçlardan yaklaşık 800-850 ˚C sıcaklık ve 10-11 kbar arasında değişen değerler elde edilmiştir. Elde edilen basınç-sıcaklık koşulları bu kayaçların yitim zonunda yaklaşık 30-35 km derinlikte granülit fasiyesi koşullarında başkalaşıma maruz kaldıklarını göstermektedir.

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (Proje No: 117Y392).

Anahtar Kelimeler: Toros Kuşağı, Ofiyolit tabanı metamorfitleri, basınç-sıcaklık, yığışım karmaşığı, yitim zonu

Abstract: *The metamorphic sole rocks of the Pınarbaşı Ophiolite from the central part of Anatolia are tectonically located between the mantle peridotites and the accretionary complex. They are also observed as blocks in the accretionary complexes. The metamorphic sole rocks are represented by garnet-amphibolite, amphibolite, epidote-amphibolite, garnet-quartz-amphiboleschist, calc-phyllites and metabasalts. The amhibolites consist of amphibole + plagioclase ± garnet ± pyroxene ± epidote ± chlorite ± rutile ± apatite ± and opaque minerals. Quartz-amphibole-schists from the metamorphic sole rocks are composed of quartz, + amphibole, ± garnet, ± epidote, ± sphene, ± rutil and opaque minerals. Based on the mineral chemical analyses, amphiboles from the amphibolites are tschermakite in composition and plagioclases are labradorite in composition. Pyroxene minerals in the amphibolites are represented by diopside. Garnets from the amphibolites show predominantly almandine composition. Amphibole minerals from the quartz-amphiboleschists are characterized by magnesio-hastingsites. Garnets in the same rocks are commonly almandine and grossular in compositions. The amphibolites display distinct geochemical signatures such as, N-MORB, E-MORB, OIB and SSZ. The metabasalts exhibit OIB geochemical characteristics. The quartz-amphiboleschists exhibit LREE enrichments and negative Eu anomaly in the chondrite normalized rare earth element (REE) diagram. The same rocks show Sr, Ba, Nb and Ti depletion in the N-MORB normalized multi element diagram. Pressure temperature conditions of the garnet-pyroxene-amphibolites from the metamorphic sole rocks were estimated to be around 800-850 °C and 10-11 kbar based on various geothermobarometers. According to our pressure temperature estimation, the metamorphic sole rocks were metamorphosed at about 30-35 km depth in the subduction zone in the granulite facies conditions.*

This research was funded by TUBITAK (Project No: 117Y392).

Keywords: *Tauride belt, metamorphic sole rocks, pressure-temperature, accretionary complex, subduction zone*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Robert Adası'ndaki (Güney Shetland Adaları, Antarktika) Zeolitlerin Oluşumu ve Kökenleri İçin İlksel Bulgular

Preliminary Results of the Formation Conditions and Genesis of the Zeolites in the Robert Island, South Shetland Islands, Antarctica

Raif Kandemir[1], Yılmaz Demir[1], Cüneyt Şen[2], Ufuk Celal Yağcıoğlu[2]

[1]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 53100 Fener, Rize, Türkiye

[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon, Türkiye

(yilmaz.demir@erdogan.edu.tr)

Öz: Çalışma alanı, Antarktika Kıtası'ının KB'sındaki Güney Shetland Adalarında yer alan Robert adasında yeralır. Güney Shetland Adaları Jura'dan Kuvaterner'e kadar gelişen ada yayı volkanizmasıyla şekillenmişlerdir. Çalışılan örnekler Türkiye Antarktika Bilim Sefer-II (Turkish Antarctic Expedition-II) kapsamında 2018 Mart-Nisan aylarında alınmıştır. Çalışmaya konu olan örnekler, Robert Adası'ndaki buzuldan arınmış kara alanında yüzeyleme veren Coppermine Formasyonu'ndan alınmışlardır. Volkanik ve volkano-klastik kayaçlardan oluşan Coppermine Formasyonu'nun yaşı önceki çalışmalarda Kretase olarak verilmiştir. Coppermine Formasyonu ayrıca daha genç yaşlı bazaltik ve bazaltik andezitik dayklarla kesilmiştir. Formasyon içerisinde yer yer oldukça gözenekli seviyeler bulunmaktadır. Bu gözeneklerin boyutları mm ile dm arasında değişmektedir. Yapılan bu çalışmada, gözeneklerin zeolit grubu minerallerce doldurulduğu belirlenmiştir. Zeolitler üzerinde yapılan XRD, SEM ve EDS analizleri bu minerallerin analsim, natrolit ve tompsonit minerallerinden oluştuğunu göstermiştir. Genellikle küresel ve elipsoidal şekilli dolguların dış kısımlarında bantlı ve tanesel/kütlesel analsimler kristallenirken, iç kısımları ise ışınsal ve lifsi natrolit ve tomsonitler kristallenmiştir.

Analsim ve natrolitlerde yapılan sıvı kapanım çalışması bu minerallerin 83-268 °C arası sıcaklıklarda oluştuğunu göstermiştir. Sıvı kapanımların ötektik sıcaklıkları bu minerallerin NaCl'nin baskın olduğu çözeltilere bağlı olarak oluştuğunu, bu çözeltilerde sınırlı miktarda $MgCl_2$ ve $CaCl_2$ türü tuzların bulunabileceğini göstermektedir. -2,1 - 0 °C arasında değişen Tm-ice sıcaklıklarına göre sıvı kapanımların tuzlulukları 0 ilâ 2.9 ağ. % NaCl eşdeğeri arasında hesaplanmıştır. Okyanus suyunun ortalama tuzluluk miktarının altındaki bu değerler analsim-natrolitleri oluşturan çözeltilerin meteorik kökenli olduğunu göstermektedir. Analsimlerin oluşumu, buzulların erimesiyle açığa çıkan suların volkanik kayaçlar içindeki haraketi sırasında yan kayaçlardan çözdüğü iyonları bu kayaçlar içindeki boşluklarda çökeltmesiyle açıklanabilir. Silisyum aktivitesinin azalmasına bağlı olarak boşluklarda önce analsim kristalleri, daha sonra natrolitler oluşmuştur Analsim ve natrolitlerin serbest oluşum enerjisi hesaplamaları bu minerallerin verilen sıcaklık aralığında oluşabileceğini doğrulamaktadır.

Bu çalışma T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve İTÜ Kutup Araştırmaları Uyg-Ar Merkezi koordinasyonunca desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antarktika, Robert Adası, Coppermine Formasyonu, zeolit, analsim

Abstract: *The study area is located at the Robert Island in the South Shetland Islands in the NW of the Antarctic Peninsula. The South Shetland Islands were shaped by the island arc volcanism that developed from the Jurassic to the Quaternary period. Investigated samples were taken in the scope of Turkish Antarctic Expedition (TAE-II) in 2018 March-April. Samples were taken from the Coppermine Formation which exposed the glacier free land area on Robert Island. The age of the Coppermine Formation, which consists of volcanic and volcano-clastic rocks, was given as Cretaceous in previous studies. The Coppermine Formation was cut by younger basaltic and basaltic andesitic dykes. There are quite porous levels in the formation. The size of these porous ranges from mm to dm. In this contribution, the pores were interpreted to have been filled by zeolite group minerals. XRD, SEM and EDS analysis of zeolites showed that these minerals are composed of analcime, natrolite and thompsonite. Usually banded and granular/mass analcimes are crystallized outer surfaces of spherical and ellipsoidal shaped pores, while radial and fibrous natrolites and tomsonites are crystallized in the inner parts.*

Fluid inclusion studies performed in analcime and natrolites indicate that these minerals were formed at temperatures between 83 and 268 °C. The eutectic temperatures of the fluid inclusions indicate that these minerals were formed from the NaCl dominated solutions, and a limited amount of $MgCl_2$ and $CaCl_2$ can also be found in these solutions. The salinity of these inclusions was calculated between 0 to 2.9 wt%NaCl equ. according to measured Tm-ice values in the range of -2 to 0 °C. These salinity values which are lower than the average oceanic water indicate that the formation of analcime–natrolites were closely associated with meteoric solutions. The formation of analcime-natrolites in the cavities of these volcanic rocks may have been interpreted by the leaching from host rocks by the meteoric solutions. Accordingly, due to the decrease in silicon activity, firstly analcime crystals and then natrolites were formed in the cavities. The thermodynamic calculation of free Gibbs energy confirms that these minerals may form at the given temperatures range.

This study was carried under the auspices of Turkish Republic Presidency, supported by the Ministry of Science, Industry and Technology, and coordinated by Istanbul Technical University (ITU) Polar Research Center (PolReC).

Keywords: *Antarctica, Robert Island, Coppermine Formation, zeolite, analcime*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Bünyesinde Yeni Kurulan "Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı" Analiz Rutinleri ve Değerlendirme Sistematikleri

Newly Established Geochronology and Geochemistry Laboratory in the Geological Engineering Department at İstanbul University-Cerrahpaşa: Analytical Procedures and Data Evaluation Systematics

Namık Aysal[1], Nurullah Hanilçi[1], İsak Yılmaz[1], Marcel Guillong[2], Gönenç Göçmengil[3], Fatma Şişman Tükel[1], Uğur Can Bayhan[4], Ersin Kaygısız[4], Fulya Uzun[4], Mert Terzi[5], Özge Karslıoğlu[1], Yiğit Kurt[4]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2] Yer Bilimleri Bölümü, ETH Zürih, İsviçre

[3]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

[4]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

[5]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Maden Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

(fulyakozalan@gmail.com)

Öz: Yüzyılın son çeyreğinde, modern analitik cihazlardaki gelişmeler yerbilimlerinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Tüm kayaç jeokimyası, izotop oranlarının belirlenmesi ve tek bir mineral tanesinde nokta analizler yer bilimcilerin geçmiş jeolojik olayları ve yerkürenin evrimini anlamasında önemli katkı sağlamıştır. Son yıllarda yerbilimleri alanında yapılan projelerde bütçelerin önemli bir kısmının analiz giderlerine ayrılmış olması; uluslararası laboratuvarlara ve bilim insanlarına ihtiyacı ve bağımlılığı artırmıştır. Bu gelişmeler çerçevesinde ülke bilim insanlarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa (İÜC), Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü bünyesinde "Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı" kurulmuştur. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimlerince desteklenen "FBG-2017-23384" numaralı ve "Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı Kurulumu" isimli güdümlü projeleri desteklenen laboratuvarda ESI NWR 213 Lazer Aşındırma, Perkin-Elmer NexION 2000 ICP-MS ve Perkin-Elmer Avio 200 ICP-OES cihazları kurulmuştur. Laboratuvarda Türkiye'de ilk defa dünya standartlarında LA-ICP-MS U-Pb yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra toplam kaya jeokimya analizleri (ana oksit ve iz element) ICP-OES ve LA-ICP-MS cihazları kullanılarak, düşük belirleme limitleri (ppm ve ppt düzeyinde) ve hata payları ile gerçekleştirilmektedir. Laboratuvarda yaş tayinlerinin yanı sıra metalik maden, sıvı kapanım, arkeolojik materyal ve çevresel kimya ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Bu genişletilmiş metin kapsamında, U-Pb LA-ICP-MS yaş tayinleri ve ICP-OES/ICP-MS toplam kaya analizlerinin, örnek hazırlama rutinleri ve ölçüm parametreleri tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Analitik teknikler, LA-ICP-MS, ICP-OES, toplam kaya jeokimyası, U-Pb yaş tayini

Abstract: *In the last quarter of the century, advances in modern analytical instruments have found wide applications in geosciences. Whole-rock geochemistry, determination of isotope ratios and spot analyzes in single mineral grains have contributed significantly to the earth scientists' understanding of past geological events and evolution of the earth. In recent years, the fact that a significant portion of the budgets has been allocated to analysis expenses in the field of geosciences has increased the need and dependence of international laboratories and scientists. Within the framework of these developments, "Geochronology and Geochemistry Laboratory" was established within the Geological Engineering Department of Faculty of Engineering at İstanbul University - Cerrahpaşa in order to meet the needs of the scientists of the country. NWR 213 Laser Ablation, Perkin-Elmer NexION 2000 ICP-MS and Perkin-Elmer Avio 200 ICP-OES instruments have been installed by the regimented projects numbered "FBG-2017-23384" and titled "Establishment of Geochronology and Geochemistry Laboratory" that were supported by Scientific Research Projects Coordination Unit. In the laboratory, high precision world class U-Pb LA-ICP-MS age determinations have been conducted first time in Turkey. In addition to this, whole-rock geochemistry analyzes (major oxides and trace elements) were performed using ICP-OES and LA-ICP-MS devices with low detection limits (at ppm and ppt levels) and standard errors. In addition to age determination, metallic minerals, fluid inclusion, archeological material and environmental chemistry analysis have also been conducted in the laboratory. Within the scope of this proceeding, sample preparation routines and measurement parameters of the U-Pb LA-ICP-MS age determinations and ICP-OES/ICP-MS whole rock analysis will be introduced.*

Keywords: *Techniques, LA-ICP-MS, ICP-OES, U-Pb geochronology, geochemistry*

GİRİŞ

İÜC Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı (İÜC-GGL) ana olarak üç ekipman etrafında şekillenmektedir. Bu ekipmanlar ESI NWR 213 Lazer Aşındırma, Perkin-Elmer NexION 2000 ICP-MS, Perkin-Elmer Avio 200 ICP-OES'den oluşmaktadır. Bu genişletilmiş bildiride, laboratuvardaki örnek hazırlama teknikleri ve bu ekipmanların analiz teknikleri tanıtılacaktır.

U-Pb YAŞ TAYİNİ ANALİZLERİ

LA-ICP-MS enstrümanı ile U-Pb yaş tayini, rutin olarak zirkon mineralleri üzerinde gerçekleştirilmektedir. Yaş tayini için örnek hazırlama laboratuvarında çeneli kırıcı ve silindirli öğütücü yardımıyla kırılan örnekler, elek sarsma makineleri ile farklı fraksiyonlara ayrılmaktadır. Bu fraksiyonlardan uygun ve istenen tane boyutunda olanlar sallantılı masa, manyetik ayırıcı ve ağır sıvı işlemlerinden geçirilerek içlerinden zirkon mineralleri ayrılmaktadır. Binoküler mikroskop altında el ile seçilen zirkon taneleri epoksi reçine içine gömülerek parlatılmakta, saf su ve alkol ile temizlenmektedir. Bu işlemden sonra optik katodolüminesans ile görüntülenen zirkon taneleri üzerinde analiz edilebilecek noktalar işaretlenmektedir. Kılavuz ölçüm haritaları oluşturulan örnekler üzerinden U-Pb yaş tayini ölçümleri gerçekleştirilmektedir.

Lazer Aşındırma (LA) sisteminde 213 nm lazer dalgaboyu, 25 ve/veya 40 mikron ışın çapı, 5-6 J/cm^{-2} enerji seviyesi, 100% He taşıyıcı gaz ve 0.5 litre/saniye hücre gazı taşıma hızı koşulları kullanılmaktadır. ICP-MS enstrümanı ise, 1500 Watt RF gücü ve Argon gazı ortamında çalıştırılmakta olup, ThO^+/Th^+ oranları her ölçüm seansında % 0,5'in altında olacak şekilde kalibre edilmektedir. Bütün analiz seanslarında günlük hassasiyet ölçümleri, hafif ve ağır kör gaz ölçümleri

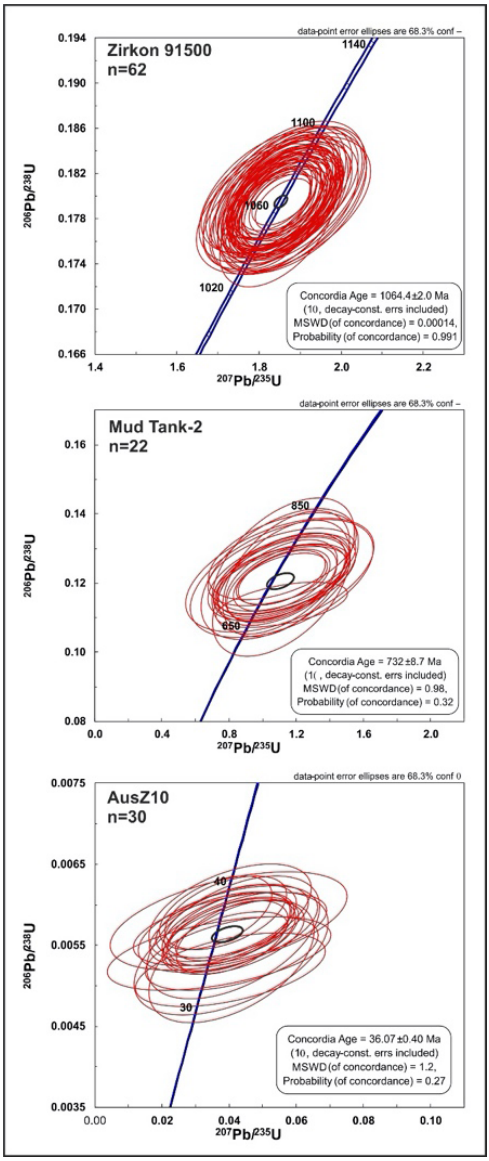
gerçekleştirilmektedir. Ölçümler sırasında birincil (Zirkon-91500, Plesovice, GJ-1) ve ikincil (OD-3, Mud Tank-2, AusZ-10) zirkon standartları kullanılmaktadır. Ölçümlerde başlangıçta, ortalama her on noktada ve bitişte birincil zirkon referansı ölçülmekte ve son örnek setinden sonra ikincil zirkon referanslar ölçülerek analiz sonlandırılmaktadır. Söz konusu standartlara ait yaş değerleri ve referans materyallerin listesi Çizelge 1'de verilmiştir.

LA-ICP-MS U-Pb veri yorumlama ve sentezleme işlemlerinde IOLITE v2.5 (Hellstrom ve diğ., 2008) ve ICPMSDataCal (Liu ve diğ., 2008) programları kullanılmaktadır.

Magmatik, metamorfik ve detrital zirkonlar üzerinden yapılan ölçümlerde gerekli değerlendirmeleri yapılarak kondordiya diyagramları oluşturulmaktadır (Şekil 1).

Çizelge 1. Laboratuvar bünyesinde bulunan zirkon ve tüm kaya analizi standartları listesi.

Zirkon U-Pb Standartları	Referanslar
Zirkon – 91500 1065 ±2 My	Wiedenbeck ve diğ., 2004
Plešovice 337 ±1 My	Sláma ve diğ., 2008
GJ-1 608.5 ±0.3 My	Jackson ve diğ., 2004
AUSZ-10 38.6 My	Kennedy ve diğ., 2014
MUD TANK-2 730 ±12 My	Black, 1978
OD-3 33 My	Iwano ve diğ., 2013
NIST 610, 612, 1412	Pearce ve diğ., 1997
ICP-OES Toplam Kaya Standartları	**Referanslar**
USGS standartları (BCR-2, AGV-2, AGV-1, GSP-2, SGR-1, STM-1, SDC-1, BHVO-1, RGM-1, MAG-1, Sco-1)	Gladney ve Goole, 1981
Japon Jeolojik Araştırma Kurumu JA-2, JR-1, JP-1, JR-2, JG-2, JG-3, JG1-A, JB-3)	Ando ve diğ., 1989



Şekil 1. İÜC-GGL'de yapılan standart zirkon ölçümlerinin konkordiya diyagramları.

TÜM KAYA JEOKİMYA ANALİZLERİ

Tüm kaya jeokimya analizleri ICP-OES ve LA-ICP-MS cihazları koordineli bir şekil-

de kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ana oksit ölçümleri ICP-OES cihazı ile gerçekleştirilirken, iz ve Nadir Toprak Elementleri'nin ölçümleri LA-ICP-MS enstrümanı ile yapılmaktadır. ICP-OES cihazında yapılan ölçümler için ilk olarak kayalar örnek hazırlama laboratuvarında bir dizi boyut küçültme işlemine tabi tutularak 63 mikrondan küçük pudra haline getirilmektedir.

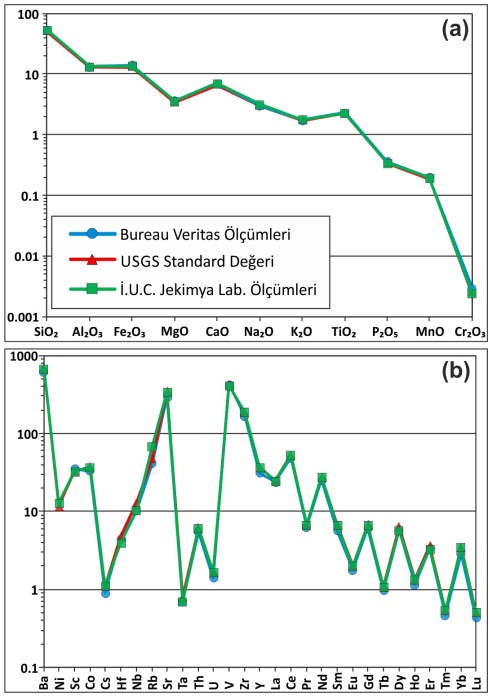
Ateşte kayıp değerlerinin belirlenmesi için örnekler 2 saat süresince 900°C'de kül fırında bekletilmektedir. Daha sonra örneğin bir kısımdan sırasıyla çözelti (ana oksit; ICP-OES) ve cam disk (iz ve nadir toprak element; LA-ICP-MS) hazırlanmaktadır. Her iki işlem için 0.2 gram örnek, 1 gram lityumtetraborat ile karıştırılarak 20 dakika boyunca 1050°C'de platin krozelerde füzyon işlemine tâbi tutulmaktadır.

Bu işlem sırasında ana oksit ölçümleri için hazırlanan örnekler 50 ml'lik derişik HNO_3 çözeltisi kullanılarak çözündürülmekte ve ölçümler sıvı çözeltiler üzerinde gerçekleştirilmektedir. ICP-OES ile yapılan analizlerde her ölçüm seansında 6 farklı standart ve lityum-tetraborat çözeltiler (blank numune) ölçülerek kalibrasyon gerçekleştirilmekte ve standartlar 20 örnekte bir olmak üzere tekrarlanarak ölçülmektedir. Standart kalibrasyonunda hata payı %1'den fazla olan standartlar kalibrasyon-dan çıkartılmaktadır.

İz ve Nadir Toprak Elementlerinin analizleri LA-ICP-MS cihazında cam diskler üzerinden gerçekleştirilmektedir. Cam diskler epoksiye gömülerek parlatılmakta ve sağlıklı bir ölçüm için düz ve homojen bir yüzey oluşturulmaktadır. Cam disklerdeki pürüzlülükten kaynaklanan sorunları elemine etmek ve delinme fraksiyonunu engellemek adına her cam diskten en az 3 farklı nokta seçilerek ölçülmektedir.

Her ölçüm seansında standart örnekler ve ölçülen örneğe uygun içsel standartlar da analiz rutinine eklenmektedir. Analiz sonuçları ICPMSDataCal ve "Sills" (Guillong ve diğ., 2008) programları ile değerlendirilmektedir.

Son olarak, ana oksit ile iz ve nadir toprak elementleri birleştirilerek tek bir paket halinde analiz sonuçları oluşturulmaktadır. Söz konusu analizler rutin olarak akredite olmuş ve farklı teknikler kullanan laboratuvarlara gönderilerek hata payları ve analiz doğrulukları kontrol edilemektedir (Şekil 2).



Şekil 2. İÜC-GGL'de yapılan BCR-2 standart analizi ölçümleri ve Bureau Veritas (ACME) laboratuvarlarındaki ölçümlerin karşılaştırıl-ması. **a)** Ana oksit yüzde değerleri. **b)** İz ve nadir toprak element ppm değerleri. Her iki şekilde de dikey eksen logaritmik olarak verilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Ando, A., Kamioka, H., Terashima, S., & Itoh, S. 1989. 1988 values for GSJ rock reference samples, "Igneous rock series". Geochemical Journal, 23(3), 143-148.

Black, L. P. 1978. The age of the mud tank carbonatite, Strangways range, northern territory. J. Aust. Geol. Geophysics, 3, 227-232.

Gladney, E. S., Goode, W. E. 1981. Elemental concentrations in eight new United States Geological Survey rock standards: a review. Geostandards Newsletter, 5(1), 31-64.

Guillong, ., Meier, D. L., Allan, M. M., Heinrich, C. A., Yardley, B. W. 2008. SILLS: A laser ablation ICP-MS data of homogeneous materials and inclusions. Mineralogical Association of Canada Short Course, 40, 328-333.

Hellstrom, J., Paton, C., Woodhead, J.D. Hergt, J.M. 2008. Iolite: software for spatially resolved LA-(quad and MC) ICPMS analysis. In Laser Ablation ICPMS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues (P. Sylvester, ed.). Mineralogical Association of Canada Short Course series 40, p. 343-348.

Iwano, H., Orihashi, Y., Hirata, T., Ogasawara, M., Danhara, T., Horie, K., Katsube, A. 2013. An inter□laboratory evaluation of OD□3 zircon for use as a secondary U–Pb dating standard. Island Arc, 22(3), 382-394.

Jackson, S.E., Pearson, N.J., Griffin, W.L., Beluosova, E.A. 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in-situ U-Pb zircon geochronology. Chem. Geology, 211, 47-69.

Kennedy, A.K., Wotzlaw, J.F., Schaltegger, U., Crowley J.L., Schitz, M. 2014. Eocene zircon reference material for microanalysis of U-Th-Pb isotopes and trace elements. The Canadian Mineralogist, (52), 409-421.

Liu, Y., Hu, Z., Gao, S., Günther, D., Xu, J., Gao, C., Chen, H. 2008. In situ analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard. Chemical Geology, 257 (1-2), 34-43.

Pearce, N. J., Perkins, W. T., Westgate, J. A., Gorton, M. P., Jackson, S. E., Neal, C. R., Chenery, S. P. 1997. A compilation of new and published major and trace element data for NIST SRM 610 and NIST SRM 612 glass reference materials. Geostandards Newsletter, 21(1), 115-144.

Sláma, J., Košler, J., Condon, D. J., Crowley, J. L., Gerdes, A., Hanchar, J. M., Schaltegger, U. 2008. Plešovice zircon—a new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. Chemical Geology, 249 (1-2), 1-35.

Wiedenbeck, M., Hanchar, J. M., Peck, W. H., Sylvester, P., Valley, J., Whitehouse, M., Franchi, I. 2004. Further characterisation of the 91500 zircon crystal. Geostandards and Geoanalytical Research, 28 (1), 9-39.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Karbonatitler, Magmadan Oluşmuş İntrüzif Magmatik Kökenli Plütonik Kayaları Değildir. Karbonatitler, Bir Tür Köksüz Metamorfik Kayaları Olan Karbonatoblastit Türü Lökokratoblastik Metablastik Kaya Serileridir

Carbonatites are not Plutonic Rocks Generated by Magmatic Intrusions Originated from Magma. Instead, Carbonatites are Carbonatoblastite-Type Leucocratoblastic Metablastic Rock Series, A Kind of Rootless Metamorphic Rocks

Niyazi Tarhan

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ntara3@hotmail.com)

Öz: Karbonatitler, karbonat bileşimli anateksitik magmaların yer kabuğunun üst zonlarına sokulum yaparak yavaş soğumayla, fraksiyonel kristallenmeyle magma ayrımlaşması sonucu oluşmuş, sokulum ve kontak metamorfizma özellikleri olan, magmatik kökenli plütonik kayaları değildir. Ayrıca magmaların kalkerlerle olan reaksiyonları (kalker syntexsisi) sonucunda da oluşmamışlardır. Karbonatitler, bölgesel dinamotermal Tarhan metamorfizma döngüsü içerisinde birbirlerini takiben gelişmiş, birbirlerine değişim ve dönüşümleri olmuş, metamorfik bir sistem içerisinde birbirleriyle örtüşmüş, terslenmiş Abakuma tipi bölgesel gerileyen dinamotermal metamorfizma evresinde oluşmuşlardır. Abakuma tipi bölgesel gerileyen dinamotermal metamorfizma tipinde, saf ve saf olmayan karbonat (kırıntı, kiltaşı, marn ara katkılı ve içerikli vb.) kökenli ilksel kaya birimleri ile söz konusu kaya birimlerinin Barrow tipi bölgesel ilerleyen dinamotermal metamorfizmanın tipinde oluşmuş, saf ve saf olmayan mermerlerin (mikalı mermer, kalkşist) mineralleri duraylıklarını kaybederek, katı fazda ve in-situ olarak çözülürler. Katı fazda çözülmeyle oluşmuş, farklı kimyasal bileşimli katı neoçözeltilerden metablastlaşmayla gelişen yeniden kristalleşmeyle türemişlerdir. Bu nedenle, karbonatitler bir tür metamorfik kayalardır. Köksüz olup, farklı mineralojik ve kimyasal bileşimli, kristaloblastik dokulu ve yapılı lökokratoblastik karbonatoblastit türü (kalsitoblastit, dolomitoblastit, sideritoblastit, kalsitoblast foidoblastit, kalsitoblast granitoblastit, foidoblast-kalsitoblast siyenitoblastit vb.) metablastik kaya serileri ve türevleridir.

Anahtar Kelimeler: Metamorfizma döngüsü, karbonatoblastitler, metamorfik ve metablastik kayaları

Abstract: *Carbonatites are not igneous-origin plutonic rocks that were resulted from a magmatic differentiation through fractional crystallization, and derived from slow cooling by the intruding carbonate anatectic magmas in composition toward upper zones of the Earth's crust, characterized by intrusives and contact metamorphism. Besides, they were not generated from any reactions of magmas with carbonate rocks (carbonate syntaxis). Carbonatites took place under an Abukuma-type regional retrograding metamorphism stage in which each of those occurred, changed and transformed to another one during a regional dynamothermal metamorphism cycle of Tarhan with a later event in which one coincided and reversed to another one within a metamorphic system. During an Abukuma-type regional retrograding dynamothermal metamorphism stage, pure and non-pure carbonate-derived (clastic, claystone, marl-intercalated and -content, etc.) original rock units interacted with mentioned rock units, metamorphosed under a Barrow-type regional prograding dynamothermal metamorphism, and resulted in the loss of stability for the minerals of pure and non-pure marbles (micaceous marble, calcschist), dissolving them at solid phase and in-situ. They were generated by recrystallization through metablastization formation on solid neosolutions, which were originated from a dissolution at solid phase and had various chemical compositions. Therefore, carbonatites are a kind of metamorphic rocks. They are rootless and have different mineralogic and chemical compositions with a crystaloblastic texture and fabric, and are also leucocratoblastic carbonatoblastite-type (calcitoblastite, dolomitoblastite, sideritoblastite, calcitoblast foidoblastite, calcitoblast granitoblastite, foidoblast-calcitoblast syenitoblastite, etc.) metablastic rock series and their derivatives.*

Keywords: *Cycle of metamorphism, carbonatoblastites, metamorphic and metablastic rocks*

INTRODUCTION

The co-occurrence of carbonatites and feldispathoids (foids) with silica-rich granites/granitoids is suggested as an unsolved problem until today. Granitoid series show a heterogeneous fabric. Feldispathoid-bearing alkalic rocks (unsaturated with silica) and granitic rocks (saturated with silica) vertically and laterally pass to each other within this homogeneous fabric, and show an alternation. All these characteristics imply that granites/granodiorites had not experienced a magmatic stage. However, carbonatites and feldispathoid-bearing rocks are considered as plutonic rocks subjected to a magmatic stage as it is suggested until today. Before the term of carbonatite was proposed, the first known carbonatite occurrences are studied near Sundsvall town in Alnö Island of Sweden by Brögger (1895). However, the term **"carbonatite"** was firstly proposed by Brögger (1921).

Tarhan (1987, 2018 vol. 1,2,3 and 2019a,b) stated that igneous-origin plutonic rocks such as granite/granodiorite, gabbro, charnokite, diorite and carbonatites were not originated from anatectic and primary magmas. Instead, he stated that the above mentioned rocks took place at solid phase and in-situ through recrystallization from pre-existing different original rock units, occurred under a reversed Abukuma-type regional retrograding dynamothermal metamorphism, and their metamorphic counterpart rocks, metamorphosed under Barrow-type regional prograding dynamothermal metamorphism stage, within a cycle of regional dynamothermal metamorphism of Tarhan. He also re-defined, named and classified the metamorphic rocks, which are composed of crystaloblast neominerals, characteristic rock-forming main and secondary metamorphic minerals, for both Abukuma-type regional retrograding dynamothermal metamorphism and various regi-

onal retrograding dynamothermal metamorphisms, under the term **"Metablastic Rocks"** or **"Metablastites"**. The crystaloblast neominerals making metablastic rocks are defined by a suffix **"-oblast"** added to their root names, e.g. calcitoblast, quartzoblast. The suffix **"-oblastite"** or **"-oblastic rock"** is added to the end of name for metamorphic-origin metablastic rock type, which is built from dominant crystaloblast neominerals, e.g. carbonatoblastite, calcitoblastite, syenitoblastite, etc. Therefore, carbonatites previously known as igneous-origin plutonic rocks are re-defined, named and classified as under the term **"Carbonatoblastic Rocks"** or **"Carbonatoblastites"**, a kind of metamorphic rocks.

ORIGIN AND GENESIS OF CARBONATOBLASTITES

Pure and non-pure carbonate rocks change and transform into different-grade pure and non-pure marbles (metamorphics) and carbonatoblastites (metablastites) with varying texture, fabric, colour, mineralogy and chemical composition within a cycle of metamorphism by means of changing and turning to each other, coincidence with each other, took place under the regional prograding and regional retrograding dynamothermal metamorphism types with different physical parameters and activities (Figure 1). Low-high grade pure and non-pure marbles were generated from pure and non-pure carbonate rocks under a Barrow-type regional prograding dynamothermal metamorphism, where an open system occurred and pressure conditions are more dominant than temperatures.

If non-pure carbonate rocks have a composition of interfingered Al, Fe and Mg-rich claystone, marl and clastic content, index (characteristic) metamorphic minerals as garnet, normal wollastonite (α-$CaSiO_3$/wollastonite-2M), a high-pressure polymorph of calcium silicate polymorphs ($CaSiO_3$), and disthene, a high-pressure polymorph of aluminum silicate polymorphs (Al_2SiO_5) may exist under the physical (P/T) conditions for almandine-amphibolite facies of regional prograding metamorphism. Due to the content of non-pure carbonate rocks, quartz, pyroxene, plagioclase, amphibole and mica-type metamorphic mineral assemblages (parageneses) occur in addition to the index metamorphic minerals (micaceous marble within calcschists). As the pressures fall in the almandine-amphibolite facies, temperatures rise and so the regional prograding metamorphism changes and transforms into the temperature-dominant cordierite-amphibolite facies of reversed Abukuma-type regional retrograding metamorphism through a metamorphic metamixitic transition zone within a metamorphic system (Figure 1). The A co-occurrence of rock parts making paleosomite (non-pure marble), a result of regional prograding metamorphism, and neosomoblastite (non-pure carbonatoblastite), a result of regional retrograding metamorphism, constitute metamixitic rocks (metamixites). Dark-colored paleosomite rock parts of metamixites are counterparts of metamorphic rocks generated under the almandine-amphibolite facies of regional prograding metamorphism, and laterally and vertically pass to them. They contain same index metamorphic minerals and mineral assemblages. Light-colored neosomoblastite rock parts of metamixites constitute leucocratoblastic non-pure metamorphic-origin metablastic rock parts derived from paleosomite rock parts under the physical (P/T) conditions for the cordierite-amphibolite facies of regional retrograding metamorphism at solid phase and in-situ (autochthonous) within a metamixitic zone. Paleosomite and neosomoblastite rock parts lie within each other and side by side, and gradually pass to each other.

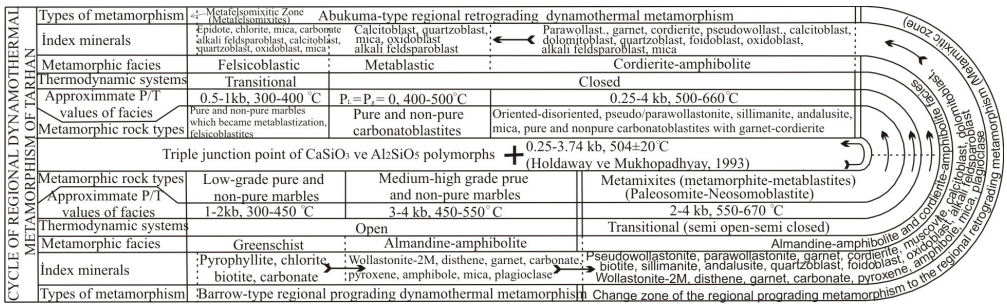


Figure 1. Schematic drawing showing coincident change and transformation between Barrow-type regional prograding metamorphism and the reversed Abukuma-type regional retrograding metamorphism and vice versa, their facies and subfacies series under likely physical (P/T) conditions within a cycle of regional dynamothermal metamorphism of Tarhan.

Normal wollastonite (wollastonite-2M/α-$CaSiO_3$), a high-pressure polymorph in the rock parts of paleosomite, polymorphically changes and transforms into pseudowollastonite (β-$CaSiO_3$), a high-temperature polymorph in the rock parts of neosomoblastite. Disthene, a high-pressure mineral in the rock parts of paleosomite, polymorphically changes and transforms into sillimanite, a high-temperature mineral in the rock parts of neosomoblastite. As physical conditions (P/T) for the cordierite-amphibolite facies fall, pseudowollastonite, a high-temperature polymorph in neosomoblastites, polymorphically changes and transforms into parawollastonite under lower pressures and temperatures. Similarly, sillimanite, a high-temperature mineral, also polymorphically changes and transforms into andalusite under lower temperatures and pressures. As well as calcium silicate ($CaSiO_3$) and aluminum silicate (Al_2SiO_5) polymorphs in neosomoblastites and for the cordierite-amphibolite facies, index metamorphic minerals, such as cordierite and garnet (andradite, grossular), occur in a varying range of temperature.

The reversed Abukuma-type regional retrograding dynamothermal metamorphism develops from high-grade area to low-grade area. It is a regional retrograding metamorphism. Temperatures are more influential than pressures. Therefore, this type of metamorphism does not develop water-bearing greenschist facies. Medium- and low-temperature metablastic and felsicoblastic facies have been defined instead of greenschist facies (Figure 1). As the pressure and temperature which the regional retrograding metamorphism have gradually fall, metamorphic index minerals for the cordierite-amphibolite facies would lose their stability under the physical conditions of metablastic facies and dissolve at solid phase, and solid neosolutions occur. Light and dark colored protominerals and metaprotominerals which pure and non-pure limestones and their low-high grade pure and non-pure marbles, took place under Barrow-type regional prograding dynamothermal metamorphism, have lose their stability under the physical conditions in the facies and subfacies of Abukuma-type regional retrograding metamorphism. Protominerals and metaprotominerals, which lose their stability, entirely or partially dissolve at solid phase through the processes of metamorphic differentiation and dissolution at solid phase. Due to the chemical composition of protominerals and metaprotominerals, dissolution at solid phase results in the occurrence of solid neosolutions with compo-

sitions of alkali aluminum, calcium and ferromagnesium silicate. Electrically-charged free rock-forming main element ions making solid neosolutions (Fe^{+2}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Na^{+}, K^{+}, Al^{+3}, Si^{+4}, O^{-2}, $(CO_3)^{-2}$) are not stable. Cations unite (polarization) with anions (O^{-2}, $(CO_3)^{-2}$), constituting blasts (FeO, $FeCO_3$, MgO, $MgCO_3$, CaO, $CaCO_3$, Na_2O, K_2O, Al_2O_3, SiO_2, etc.), and so become stable. Blast (embryonated, gemmation) and blast aggregates, which have same and similar geochemical characteristics, accrete between themselves and then joined to another one, growing by the recrystallization through metablastization formation as porphyroblast, crystaloblast and megacrystaloblast-type rock-forming main and secondary, light-colored, acidic, anhydrous crystaloblast neominerals. Besides, carbonatoblastites become flattened and ovalized by the dissolution at solid phase, containing light and dark colored remnant protominerals and metaprotominerals reduced in different form and size together with in-situ light and dark colored remnant protolith and metaprotolith rock parts.

Therefore, pure and non-pure carbonate rocks, occurred in the reversed Abukuma-type regional retrograding dynamothermal metamorphism, and their metamorphic equivalent as low- and high-grade pure and non-pure marbles, generated by Barrow-type regional prograding dynamothermal metamorphism, are enriched and dominated in light-colored, anhydrous crystaloblast neominerals (quartzoblast, maficoblast-felsicoblast oxidoblast, foidoblast, calcitoblast, calcito-dolomitoblast, anorthoclasoblast, microclinoblast, albitoblast, orthoclasoblast, etc.) in-situ at solid phase. These rocks change and transform into high- and low-grade pure and non-pure leucocratoblastic carbonatoblastites, a kind of metamorphic rocks with different crystaloblastic texture and fabric, color, chemical composition. Pure carbonatoblastites contain single- and double-crystaloblast neominerals of calcitoblastite, dolomitoblastite, sideritoblastite, smithsonitoblastite, rhodochrositoblastite, strontianitoblastite-type metablastic rock series and their derivatives. Non-pure carbonatoblastites are occurs from many crystaloblast neominerals of foidoblastite, alkali syenitoblastite, calcitoblast-foidoblast granitoblastite, calcitoblast-mica granitoblastite-type metablastic rock series and their derivatives.

RESULTS AND DISCUSSION

Carbonatites are not igneous-origin plutonic rocks. Carbonatites are originated from pure and non-pure original carbonate rocks, took place under reversed Abukuma-type regional retrograding dynamothermal metamorphism, and their metamorphic equivalent of these mentioned rock units, occurred under Barrow-type regional prograding dynamothermal metamorphism, within a cycle of regional dynamothermal metamorphism of Tarhan at solid phase and in-situ. These are metamorphic-origin and have a kind of rootless metamorphic rocks, high- and low-grade pure and non-pure carbonatoblastite-type leucocratoblastic metablastic rock series and their derivatives. Contrary to the popularly known for metamorphic belts, carbonatoblastic rocks (carbonatoblastites) have very thick and widespread outcrops. They are generally known as alkali granites, marbles and recrystallized limestones in the metamorphic belts. Carbonatoblastites form the high potential rocks of metallic and nonmetallic metamorphic and metablastic ore deposits.

REFERENCES

Brögger, W.C., 1895. Die Eruptivgesteine des Kristiania-Ge-bietes. II. Die Eruptionsfolge

der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo im Sudtyrol. Vid.-Selsk. Skr., I. Mat. Naturv. Kl., 7.

Brögger, W.C., 1921. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen. Skrifter udgit av Videnskabsselskabet i Kristiania. I. Math.-Nat. Klasse. No.9, p.1-408.

Holdaway, M.J., and Mukhopadhyay, B., 1993. A re-evaluation of the stability relations of andalusite: Thermochemical data and phase diagram for the aluminosilicates. American Mineralogist 78, 298–315.

Tarhan, N., 1987. Orta Anadolu metamorfik ve granitik kayaların kökeni ve evrimi. İ.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergi., İstanbul-Turkey, 6, 1-2, 57-68.

Tarhan, N., 2018. Metamorfik ve metablastik kayaları. Kitap72.com, cilt 1,2,3,4, Ankara.

Tarhan, N., 2019a. Granit/granitoyidler magmadan oluşmuş intrüzif magmatik kökenli plütonik kayaları değildir. Granit/granitoyidler, bir tür köksüz metamorfik kayaları olan lökokratoblastik metablastik kaya serileridir. Uluslararası Katılımlı 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s. 433-434, Ankara.

Tarhan, N., 2019b. Granit/granitoyidler olarak bilinen metamorfik kökenli lökokratoblastik metablastik kayaların oluşumları. Uluslararası Katılımlı 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s. 435-437, Ankara.

Batı Anadoludaki Kikladik Mavişist Biriminin Basınç-Sıcaklık-Zaman Evrimi ve Tektonik Modeli

Pressure-Temperature-Time Evolution and Tectonic Model of the Cycladic Blueschist Unit in Western Anatolia

Mete Çetinkaplan[1], Osman Candan[1], Roland Oberhänsli[2], Masafumi Sudo[2], Bénédicte Cenki-Tok[3-4]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca, İzmir, Türkiye

[2]Institut für Geowissenschaften, Universitat Potsdam, Postfach 601553, Potsdam, Germany

[3]Laboratoire Géosciences Montpellier (CNRS-UMR 5243), Université de Montpellier, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex France

[4]Earthbyte Research Group, School of Geosciences, University of Sydney, Sydney, NSW 2006, Australia

(mete.cetinkaplan@deu.edu.tr)

Öz: Ege Denizi'nde yer alan Kikladik mavişist biriminin (KMB) Batı Anadolu'daki yanal uzanımı, Menderes Masifi'nin (MM) kuzeybatı kenarı boyunca yer alan eklojit ve mavişist fasiyesi kayaları ile tanımlanır. Pindos Okyanusu'nun kapanma süreciyle ilişkilendirilen yüksek basınç (YB) metamorfizmasına sahip bu birim alt dokanağını MM, üst dokanağını ise Afyon Zonu/Likya napları ve Bornova filiş zonu ile yapmaktadır. KMB alttan üste doğru, a) Triyas-Üst Kretase yaşlı pasif kıta kenarı sedimentlerinden oluşan düzenli seri ve b) bu seriyi tektonik bir dokanakla üzerleyen Selçuk melanjı'ndan oluşur. Düzenli seri epidot-mavişist koşullarında (490 ± 25°C / 11.5 ± 1.5 kbar; 38 km) metamorfizmaya uğramıştır. Bu seri içerisindeki $^{40}Ar/^{39}Ar$ beyaz mika ve $^{206}Pb/^{238}U$ monazitlerden, yüksek basınç (YB) metamorfizmasının yaşı olarak yorumlanan, sırasıyla 44 ± 0.3 ve 40.1 ± 3.1 my yaşlar elde edilmiştir. Üst Kretase yaşlı Selçuk melanjı granat-fengit (Si^{4+}=3.42) şist matriks içerisinde bulunan eklojit, omfasit-epidotit, omfasit metagabro, mavişist / yeşilşist metabazit, Ti-metagabro, metamorfik serpantinit ve mermer bloklarından oluşur. Matriksin epidot-mavişist fasiyesindeki metamorfizma koşulları 520 ± 15°C / 13 ± 1.5 kbar (43 km derinlik) olarak belirlenmiş ve bu metamorfizma $^{40}Ar/^{39}Ar$ beyaz mika yöntemiyle 57 - 54 my olarak yaşlandırılmıştır. $^{206}Pb/^{238}U$ zirkon yöntemiyle yaşlandırılan eklojit blokları erken Eosen (56.2 ± 1.5 my) yaşlıdır ve 570 ± 30°C / 18 ± 2 kbar (60 km) koşullarında metamorfizmayı tanımlamaktadır. Eklojitlerin Selçuk melanjı'na katılımı yüzeylenme sürecinde (490±40°C/ ~ 6-7 kbar) gerçekleşmiştir. Düzenli seri (Dilek Yarımadası: 410 ± 15°C / 7 ± 1.5 kbar; Selçuk / Tire bölgesi: 485 ± 33°C / ~ 6-7 kbar) ve Selçuk melanjı'nın matriksinin (510 ± 15°C / 6 ± 1 kbar) retrograd geri dönüşüm yaşı $^{40}Ar/^{39}Ar$ beyaz mika ve $^{206}Pb/^{238}U$ allanit yöntemleriyle, sırasıyla, 35.8 ± 0.5 - 34.3 ± 0.1 my ve 31.6 ± 6.6 my olarak bulunmuştur. KMB ile MM'nin bir araya gelişi geç Eosen'de (35.1 ± 0.3 my - $^{40}Ar/^{39}Ar$ beyaz mika) yeşilşist fasiyesi koşullarında gerçekleşmiştir. Bölgesel jeolojik veriler, günümüzde transfer fay zonu niteliğindeki MM ile KMB arasındaki dokanağın ilksel olarak bir transform levha sınırı niteliğinde olduğunu göstermektedir.

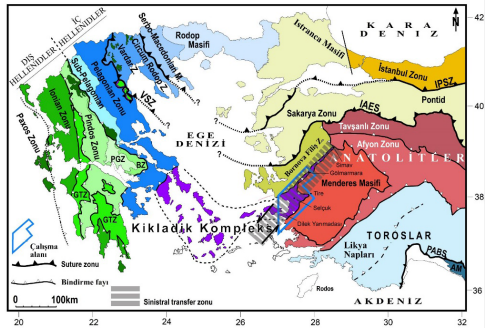
Anahtar Kelimeler: Kiklad, Selçuk, Pindos, Eklojit, Menderes Masifi

Abstract: *The lateral continuation of the Cycladic blueschist unit in western Anatolia is defined by eclogite and blueschist facies rocks along the northwestern margin of the Menderes Massif. This high-P unit which is assigned to the closure of the Pindos Ocean is underlain by the Menderes Massif and overlain by Afyon zone / Lycian nappes and the Bornova flysch zone. It consists of a Triassic to Upper Cretaceous coherent series derived from passive continental margin sediments and tectonically overlying Selçuk mélange. The coherent series has experienced epidote - blueschist facies metamorphism (490 ± 25 °C / 11.5 ± 1.5 kbar; 38 km). ^{40}Ar / ^{39}Ar white mica and ^{206}Pb / ^{238}U monazite yielded ages of 44 ± 0.3 and 40.1 ± 3.1 Ma, which are interpreted as the age of the high-P metamorphism, respectively. Upper Cretaceous Selçuk mélange consists of eclogite, omphacite-epidotite, omphacite metagabbro, blueschist / greenschist metabasite, Ti-metagabbro, metamorphic serpentinite and marble blocks embedded in garnet-phengite (Si^{4+}=3.42) schist matrix. The PT conditions of the epidote-blueschist matrix of the mélange were determined as 520 ± 15 °C / 13 ± 1.5 kbar (43 km depth). This high-P event was dated at 57.5 ± 0.3 - 54.5 ± 0.1 Ma by ^{40}Ar / ^{39}Ar white mica. The eclogite blocks (570 ± 30 °C / 18 ± 2 kbar; 60 km) gave ^{206}Pb / ^{238}U zircon ages of 56.2 ± 1.5 Ma (early Eocene). Eclogites were incorporated into the Selçuk mélange during the exhumation (490 ± 40 °C / ~ 6-7 kbar). The ages of retrograde stage of the coherent series (Dilek Peninsula: 410 ± 15 ° C / 7 ± 1.5 kbar; Selçuk / Tire region: 485 ± 33 ° C / ~ 6-7 kbar) and the matrix of Selçuk mélange (510 ± 15 ° C / 6 ± 1 kbar) were determined by ^{40}Ar / ^{39}Ar white mica and ^{206}Pb / ^{238}U allanite as 35.8 ± 0.5 - 34.3 ± 0.1 Ma and 31.6 ± 6.6 Ma, respectively. $^{40}Ar/^{39}Ar$ white mica age (35.1 ± 0.3 Ma) from the contact indicates that the Cycladic blueschist unit and the Menderes Massif were tectonically juxtaposed under greenschist facies conditions during late Eocene. Regional geological constrains reveal that the contact between the Menderes Massif and the Cycladic blueschist unit which is now represented by a transfer fault zone was originally formed of a lithosphere-scale transform fault zone.*

Keywords: *Cyclade, Selçuk, Pindos, Eclogite, Menderes Massif*

GİRİŞ

Yunanistan ana karası, Ege Denizi ve Batı Anadolu'da bulunan tektonik zonların (Şekil 1) yanal devamı ve birbirileriyle korelasyonu tartışma konusudur. Geç Kretase – Erken Miyosen yüksek basınç / düşük sıcaklık (YB/DS) metamorfizmasına ait kayaçlar Ege denizi ve Batı Anadolu'da yaygın olarak yer alır.



Şekil 1. Batı Anadolu (Candan ve diğ., 2016) ve Hellenidler'deki (Jacobshagen, 1986) tektonik zonların uzanımları. AM: Alanya Masifi, BZ: Beotian Zonu, GTZ: Gavrovo-Tripolitza Zonu, IAES: İzmir-Ankara-Erzincan Suturu, IPSZ: Intra-Pontid Sutur Zonu, PABS:

Pamphylian-Alanya-Bitlis Sutur Zonu, PGZ: Parnassos-Ghina Zonu.

Kikladik mavişist biriminin Batı Anadolu'daki uzanımı ve Menderes Masifi ile olan metamorfik evrimi henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu çalışma kapsamında, yeni petrolojik ve jeokronolojik verilere dayanarak Türkiye'de bulunan KMB'nin Batı Anadolu'daki konumu ve MM ile yapısal ilişkisi tartışılmakta ve KMB'nin basınç-sıcaklık-zaman evrimine yönelik jeodinamik bir model önerilmektedir.

KİKLADİK MAVİŞİST BİRİMİ

Batı Anadolu'da yüzlek veren KMB Triyas – Geç Kretase yaşlı düzenli seri ve onu tektonik olarak üzerleyen Selçuk melanjından yapılıdır. Düzenli seri tabanda kloritoid fillit, mika şist, granat-mika şist ve metabazit arakatmanlı kuvars/karbonat metakonglomera ardalanması ve bunu üzerleyen meta-boksit içerikli platform tipi karbonatlardan oluşur. Kuvars metakonglomeralar içerisindeki alüminyumca zengin pelitik düzeyler 'disten – kloritoyid – fengit' parajeneziyle tanımlanan YB topluluğu içerir (T=490 ± 25°C / P=11.5 ± 1.5 kbar). Metabazitlerin mineral bileşimi 'epidot – fengit – glokofan'dan oluşur. Glokofan sadece Dilek Yarımadası'nda korendon izogradının diyaspor kesiminde korunmuştur. Düzenli seri granat-fengit (Si^{4+}=3.42) şist matriks (T=535 ± 15°C / P=15 ± 2 kbar) içerisinde çok sayıda farklı bloktan yapılı Selçuk melanjı tarafından tektonik olarak üzerlenir. Bloklar eklojit, omfasit-epidotit, omfasit metagabro, mavişist / yeşilşist metabazit, Ti-metagabro, metamorfik serpantinit ve mermerden yapılıdır. 'Omfasit – granat – klinozoisit – rutil' mineral topluluğuna sahip eklojitlerin BS koşulları 570 ± 30°C / 18 ± 2 kbar olarak bulunmuştur. Omfasit metagabroların mineral topluluğu 'omfasit – klinozoisit – Na-Ca-amfibolden oluşur ve 515 ± 60°C ve 15 ± 3 kbar koşullarını verir. Mavişist metabazitleri 525 ± 35°C ve 13 ± 0.5 kbar koşullarını yansıtan 'granat – glokofan – klinozoisit'den oluşan YB mineral topluluğuna sahiptir. Omfasit – epidotitlere ait YB metamorfizması P-T koşulları 560 ± 40°C ve 16 ± 4 kbar olarak bulunmuştur. Tire bölgesinde düzenli serinin yeşilşist üzerlemesi granat ve biyotitin varlığı ile tanımlanır (485 ± 33°C / ~ 6-7 kbar). Buna karşın Dilek Yarımadası'nda kuvars çakıltaşlarında retrograd dönüşüm 'muskovit-klorit-pirofillit' ile temsil edilir (410 ± 15°C / 7 ± 1.5 kbar). Albit, klorit ve düşük Si içerikli beyaz mika (Si^{4+}=3.24) Selçuk melanjı'ndaki geri dönüşüm topluluğudur (510 ± 15°C / 6 ± 1 kbar). Ca-amfibol, epidot ve sfen eklojitlerin yüzeylenme aşamasındaki mineral topluluğunu oluşturur (490 ± 40°C / ~ 6-7 kbar). MM ile KMB'ni ayıran makaslama zonundan elde edilen düşük Si içerikli beyaz mikadan $^{40}Ar/^{39}Ar$ yöntemiyle 35.1 ± 0.3 my yaş elde edilmiştir.

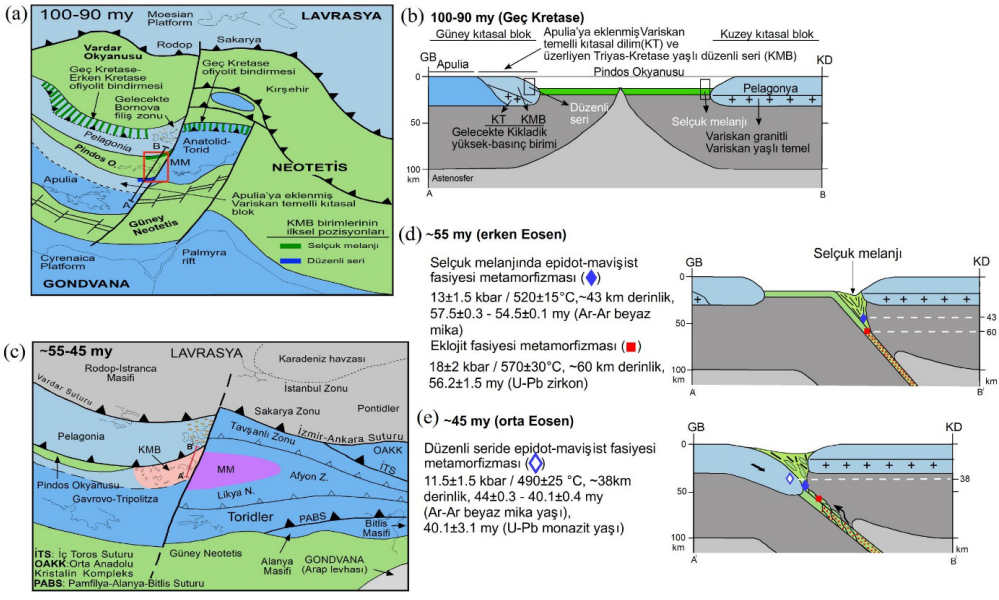
TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kikladlar'ın ve MM'nin Permo-Karbonifer ve Paleojen tektono-metamorfik evrimleri birbirinden oldukça farklıdır. Pelagoniyen Zonu / Kikladik Temel (KT) ve Sakarya Zonu'nda Variskan magmatizmasının varlığına karşılık MM'de bu yaşta bir magmatizma saptanmamıştır. Kikladlar'da Üst Permiyen'nin varlığı tartışmalıdır. Oysa MM'de Üst Permiyen'de Gondvana kuzeyinde gerçekleşen deniz ilerlemesine ilişkin karbonatlar yaygındır. Pindos Okyanusu'nun kapanması ile ilişkilendirilen Eosen yaşlı YB metamorfizması KMB'de gözlenmesine karşın MM'nin Paleojen evrimi orta-basınç Barrow tipi metamorfizma ile temsil edilir. Paleotetis Okyanusu'nun Lavrasya'nın altına dalımıyla ilişkilendirilen Variskan magmatizması ve ona eşlik eden metamorfizmanın Pelagoniyen zonu ve KT'de varlığı bu bölgelerin Permo-Karbonifer'de Lavrasya'nın gü-

ney kenarında yer aldığını desteklemektedir. Oysa 550 my granit sokulumları içermesine karşın Variskan magmatizma/metamorfizma verisi içermemeleri ve Üst Permiyen karbonatlarının varlığına dayanarak MM aynı zaman aralığında Gondvana'nın kuzey kenarına konumlandırılmaktadır. Paleotetis'in Lavrasya'nın altına dalımı, Lavrasya'nın güney kenarı boyunca okyanus alanların açılmasına ve bu okyanusal havzalarla sınırlanan kıtasal blokların (Pelagoniyen ve KT vb) güneye doğru sürüklenmesine neden olmuştur (Stampfli, 2005). Bu dalımla ilişkili çekme kuvvetleri, Gondvana'nın kuzeyinde güney Neotetis'in açılmasına ve Anatolid-Torid bloğunun Gondvana'dan ayrılmasına kuzeye doğru sürüklenmesine neden olmuştur (Okay ve diğ., 2001). Mikrokıtalardaki bu ters yönlü sürüklenmelerin Triyas'tan itibaren işlemeye başlayan bir transform levha sınırıyla denetlendiği öngörülmektedir.

3.1 Tektonik Senaryo

100-90 my (Geç Kretase): Geç Kretase paleocografik haritalarında birbirinden Pindos Okyanusu ile ayrılmış iki kıtasal blok tanımlanmaktadır. Bunlar, kuzeyde Pelagonia güneyde ise daha önce eklenmiş Variskan temel içeren Apulia'dan oluşur (Şekil 2a-b). *~55 my (erken Eosen):* Erken Eosen'de Pindos Okyanusu'nun Pelagonia mikrokıtasının altına, kuzey yönlü dalımı Syros melanjı (Okrusch ve Bröcker, 1990) ile deneştirilen Selçuk melanjı'nın oluşumuna neden olmuştur (Şekil 2c-d). Selçuk melanjı'nın pelitik matriksinden elde edilen BS koşulları (520 ± 15°C / 13 ± 1.5 kbar, 43 km) ve Ar-Ar fengitik beyaz mika yaşları (57.5 ± 0.3 - 54.5 ± 0.1 my) matriks ve içindeki bazı dilimlerin epidot-mavişist fasiyesinde metamorfizmaya uğradığını göstermektedir. Dalan okyanusal litosferden türemiş ve yaklaşık 60 km'lik bir derinliğe gömülmüş olan eklojitlerin (56.2 ± 1.5 my, U-Pb zirkon) BS koşulları 570 ± 30°C / 18 ± 2 kbar dır. *~45 my (orta Eosen):* Güney kıtasal bloğun kuzeye doğru Pelagonia mikrokıtasının altına dalımı Pindos Okyanusu'nun kapanmasını sonuçla-



Şekil 2. a-e) KMB ve MM'nin Geç Kretase-Eosen evrimine yönelik tektonik model.

mıştır (Şekil 2e). Güney kıtasal bloktan türeme düzenli seri erken Eosende ($^{40}Ar/^{39}Ar$; 44 ± 0.3 my bu çalışma ve 40.1 ± 0.4 my; Oberhaensli ve diğ., 1998) epidot-mavişist fasiyesi koşulunda (490 ± 25°C / 11.5 ± 1.5 kbar) metamorfizmaya uğramıştır. *45-34 my (orta – geç Eosen):* Düzenli seriden geri dönüşüm yaşı $^{40}Ar/^{39}Ar$ beyaz mika metodu ile 36 – 34 my olarak bulunmuştur. Selçuk melanjı'nın pelitik matriksinin yeşilşist fasiyesi koşulundaki (505 ± 25°C / 6 ± 1 kbar) geri dönüşümü U-Pb allanit yaşlarına dayanarak 31.6 ± 6.6 my olarak belirlenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Candan, O., Akal, C., Koralay, O.E., Okay, A.I., Oberhänsli, R., Prelevic, D., ... Mertz-Kraus, R., 2016. Carboniferous Granites on the Northern Margin of Gondwana, Anatolide-Tauride Block, Turkey—Evidence for Southward Subduction of Paleotethys. Tectonophysics, 683, 349-366.

Jacobshagen, V., 1986. Geologie von Griechenland. Berlin, Stuttgart. Gebruder Borntraeger, 363 pp.

Oberhaensli, R., Monie, P., Candan, O., Warkus, F., Partzsch, J.H., & Dora, O.Ö., 1998. The age of blueschist metamorphism in the Mesozoic cover series of the Menderes Massif. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 78, 309-316.

Okay, A., Tansel, I., & Tüysüz, O., 2001. Obduction, subduction and collusion as reflected in the Upper Cretaceous – Lower Eocene sedimentary record of western Turkey. Geological Magazine, 138(2), 117-142.

Stampfli, G.M., 2005. Plate tectonic of the Apulia-Adria microcontinents. In: Finetti, I. R. (ed.) Crop Project deep seismic exploration of the Mediterranean and Italy. Elsevier, The Netherlands, 747–766.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Köroğlu Stratovolkanı'nın Volkanolojik Evrimi, Bolu, Kuuzeybatı Türkiye

Volcanological Reconstruction of the Köroğlu Stratovolcano, Bolu, Northwest Turkey

Özgür Karaoğlu

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir, Türkiye (ozgur.karaoglu@ogu.edu.tr)

Öz: Galatya Volkanik Provensi kuzeybatı Anadolu bölgesinde, genelde ortaç-asidik bileşimli volkanik kayaçlardan (22.4-14.5 My) ve ortaç-bazik bileşimli kayaçlardan oluşan (10.6-9.51), kapladığı 7000 km^2'lik yüzey alanı ile Türkiye'nin en büyük volkanik provenslerinden birisidir. Köroğlu volkanı bu volkanik provensin kuzey batı kesiminde Bolu'nun güney kesiminde bulunmaktadır. Köroğlu Dağı, volkan kenarları arası 36x34 km'lik mesafeyle Türkiye'deki Neojen dönemi boyunca faaliyet gösteren en büyük stratovolkanlardan birisi olarak sınıflanabilir.

Köroğlu volkanı (17,6 My; Keller vd., 1992) genelde ortaç ve asidik lav serilerinden oluşmaktadır. Volkanın ilk evreleri trakiandezitik ve trakidasitik lavlardan oluşurken, volkanın yaklaşık 500 metre yüksekliğindeki zirve kesimleri dasitik lavlar ve intrüzyonlardan oluşmaktadır. Köroğlu volkanın batı ve güney kesimlerinde (Seben-Kıbrıscık) kalınlığı 630 metreye kadar ulaşan yüksek yoğunluklu piroklastik akma çökelleri yüzlek vermektedir. Bu çökeller volkanın kuzey kesiminde 270 metre doğu kesiminde 110 metre kadar kalınlığa erişmektedir. Piroklastik yoğunluk akıntıları genelde masif-lapilli tüf (mLT), stratifiye-lapilli tüf (sLT), masif-lapilli breş (mLBr), litikçe-zengin lapilli tüf (lmLT) ve çapraz-katmanlı lapilli tüf (xsLT) litofasiyeslerinden oluşmaktadır. Bu litofasiyesler birbiriyle tekrarlanmakla beraber bazı bölgelerde pümis içerikleri % 60, bazı bölgelerde ise blok oranları % 80'e kadar ulaşmaktadır.

Bu piroklastik yoğunluk akıma çökelleri yalnızca Köroğlu volkanı çevresinde değil Galatya'nın batı ve orta kesimini oluşturan ortaç ve asidik volkanizma ürünlerinin gözlendiği alanların tamamında izlenmektedir. Galatya Volkanizması çevresinde yüzeylenen bu piroklastik çökeller 110 km (D-B) x 70 km (K-G) boyutlarında bir alanda yaygın olarak gözlenmektedir. Bu mLBr olarak isimlendirilen yüksek yoğunluk piroklastik çökeller içindeki breş ve litik kırıntılarının petrografik bileşimlerinin oldukça benzer bileşimdeki volkanik kayaçlardan oluştuğu belirlenmiştir. Bu yüksek yoğunluk akma çökelleri volkanizmanın ilk evrelerinde faaliyet göstermiş (22.4-20.8 My) olup, bunların çok büyük bir kaldera püskürümü ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Daha sonraki evre'de püsküren Köroğlu volkanı (17.6 My) ve diğer volkanik merkezler (19.7-14.5 My) tamamen parçalanmış ve daha önce faaliyet gösteren kaldera volkanı ile ilişkili yüksek yoğunluklu piroklastik çökellerin üzerine yerleştiği ile ilgili çok sayıda volkanolojik kanıt mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Köroğlu volkanı, Piroklastik çökeller, Volkanizma, Kaldera, Galatya

Abstract: *The Galatean Volcanic Province (GVP) is predominantly composed of two volcanic phases: (i) intermediate-acidic composition (22.4-14.5 Ma), (ii) and intermediate-basic composition (10.6-9.51 Ma). It is one of the largest volcanic provinces formed in the Neogene and covers an area approximately 7000 km^2, a basal area of distance of 36 x 34 km, in northwest Anatolia, Turkey, in the southern part of Bolu.*

The Köroğlu volcano (17,6 Ma; Keller et al., 1992) is dominantly composed of intermediate and acidic lava series, plus pyroclastic sheets. The early phase of the volcano consisted of trachyandesitic and trachydacitic lavas, while the peaks of the volcano, which are circa 500 meters high, consist of dacitic lavas and associated intrusions. High-density pyroclastic current deposits which outcrop in the western and southern parts of the Köroğlu volcano (Seben-Kıbrıscık) reach up to 630 meters. These deposits reach 270 meters thick in the northern part while 110 meters in the east part of the volcano. Pyroclastic density current deposits mostly comprise the following lithofacies: massive lapilli-tuff (mLT), stratified lapilli-tuff (sLT), massive lapilli-breccia (mlBr), lithic-rich massive lapilli tuff (lmLT) and cross-stratified lapilli tuff (xsLT). Although these lithofacies are repeated with each other, in some regions the pumice content reaches up to 60 % and in some regions, the block rates reach up to 80 %, at least.

These density current deposits are observed not only in the vicinity of Köroğlu volcano but also throughout all areas where the products of both intermediate and acidic volcanism constructed the western and central parts of Galatian are observed. These pyroclastic deposits, which are largely exposed around the Galatian volcanism, are widespread in an area of 110 km (E-W) x 70 km (N-S). It was determined that the petrographic compositions of breccia and lithic fragments in the high-density pyroclastic deposits called mlBr, consist likely of the same volcanic rocks. These high-density current deposits were erupted during the early stages of volcanism (22.4-20.8 Ma), which are thought to be linked to extremely huge caldera eruptions. A great deal of physical volcanological evidence is available showing the Köroğlu volcano (17.6 Ma), and other nearly contemporaneous volcanoes (19.7-14.5 Ma) settled on voluminous high-density current deposits associated to some huge volcanic eruptions which resulted in formation of a caldera volcano.

Keywords**:** *The Köroğlu volcano, Pyrolastic deposits, Volcanism, Caldera, Galatian*

INTRODUCTION

The Köroğlu volcano is located within the borders of Bolu province in northwestern Anatolia. As the volcano has been completely covered with heavy forest and vegetation, it is difficult at first glance to understand that it is a volcanic centre. The northern margin of the Köroğlu volcano is bordered by the North Anatolian Fault Zone (NAFZ), which has also been observed to cut and deform the southern parts of the volcano. The NW-SE flank of this volcano are measured at 36 km, while the distance between the NE-SW margin is approximately 34 km in length. The peak of the Köroğlu volcano has an approximately 2300-meter altitude, while the margins of the volcano are at an altitude of about 1400 meters.

The Köroğlu volcano (17,6 Ma; Keller et al., 1992) is generally composed of intermediate and acidic lava series. While trachyandesitic and trachydacitic lavas are observed at the base levels of the volcano, it is observed that the upper cone section of the volcano is

simply comprised of dacitic lava flows and intrusions. Voluminous pyroclastic deposits are located around the Köroğlu volcano (Figure 1). All lava sequences forming the main cone of Köroğlu overlie these pyroclastic deposits (Figure 2). In the southern part, pyroclastic deposits unconformably overlie the pre - Miocene sedimentary sequences around Kıbrıscık. However, in the vicinity of the Beypazarı basin, it shows intercalation stratigraphic features through Early Miocene deposits.

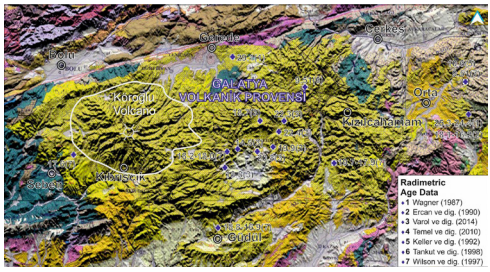


Figure 1. Geology of the Galatean Volcanic Province (generalised from MTA 1/500.000 scaled geological map). K-Ar and Ar-Ar radimetric age data from (1) Wagner, 1987; (2) Ercan et al., 1990; (3) Varol vd., 2014; (4) Temel vd., 2010; (5) Keller vd., 1992; (6) Tankut vd., 1998; (7) Wilson vd., 1997.

RECONSTRUCTING STAGES

Pyroclastic deposits representing the base stratigraphy of Köroğlu volcanism are observed around the volcano in the form of rather thick stacks, albeit, when climbed from the basement of flanks of the volcano to the summit region, underneath of lava sheets across all incised valleys (Figure 2). These pyroclastic deposits reach up to 630 meters thick in the southwestern part of the volcano around Hoçaş-Karaköy (Figure 3). In this region, explosive eruptions representing thirteen different eruptive lithofacies have been identified. Lithofacies descriptions for the pyroclastic rocks are based upon sedimentary structure, grain size, sorting, and follow the terminology of Karaoğlu and Brown (2016). The basis of the pyroclastic sequence commences with massive lapilli-breccia (mlBr), which are high-density eruptive products, and their thickness reaches up to 100 meters in that region. Massive lapilli-tuffs (mLT) and stratified lapilli-tuffs (sLT) with thicknesses of up to 20 meters form the whole sequence alternating with the base of mlBr deposits. This mlBr deposits, representing high energy explosive eruptions, are generally composed of the andesitic and dacitic block and breccias which are heterolithological composition. The fragments in the matrix consist of intermediate or acidic ashes. Although this mlBr lithofacies displays normal gradation across some places, it generally shows massive lithofacies constraints. The massive lapilli-tuff (mLT) and the lithic-rich massive lapilli tuff (lmLT) unit are generally acidic in composition and generally show normal grading in pumice-rich level (30-60 %) (Figure 4). It should be noted that there is a significant decrease in the amount of pumice abundant variations in the mid-levels of the pyroclastic sequence (10 %). Stratified lapilli-tuff beds of several cms to 10 cm thick are also observed towards the upper parts of the sequence. Low-angle cross-stratified lapilli-tuffs (xsLT) are predominantly observed in the northeastern part of Kıbrıscık, reaching a thickness of 10-12 meters. These deposits likely represent phreatomagmatic eruptions.

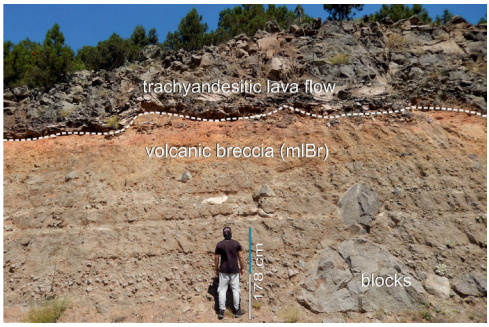


Figure 2. Field photo of the volcanic sequence from Köroğlu volcano. Trachyandesitic lava flows overlying mlBr.

These thick pyroclastic deposits are observed all around the volcano, however in the eastern part, the thickness decreases to 50 meters. In the eastern part of the volcano, pyroclastic deposits, which are only observed in deep-incised valleys, are characteristic by the end member mLBr unit in this region. These pyroclastic deposits are usually overlain by trachyandesite and trachydacitic lava flows. They are generally massive, and the locations display well-bedded stacks which are quite close to the local-eruption centres. Through distal parts of the volcanic margins, these intermediate and acidic lavas show large-scale magma mingling textures. Particularly, across the western part of the volcano, it is possible to observe these textures. Blackish-trachyandesitic lavas display hypocrystalline textures and approximately 40% of mineral content mingled with grey-trachyandesitic lavas show aphanitic textures in that region. It is also considered that dacitic lava and intrusions forming the upper cone part of the volcano intruded across some previous faulting which strikes E-W.

The thick pyroclastic deposits around the Köroğlu are followed commonly along the Gerede in the north, and the Güdül in the south, as well as, across the Kızılcahamam in the east. These deposits are located underneath the lava series which belongs to the Köroğlu and Gerede volcanic regions, while only the volcanic rocks in the Çamlıdere-Kızılcahamam region underlies the pyroclastic rocks.

ORIGIN OF THE EXPLOSIVE ERUPTIONS

It has been previously mentioned that the thick pyroclastic deposits settled around Köroğlu are observed widespread area from Gerede in the north to Güdül in the south, in turn, to the Kızılcahamam in the east.



Figure 3. Field photo of thick volcaniclastic sequence from Kıbrıscık area.

These pyroclastic deposits were emplaced underlying the lava series of Köroğlu and Gerede volcanic regions, however, the older volcanic rocks in the Çamlıdere-Kızılcahamam region overlies these pyroclastic rocks. The settlement age of volcanic rocks around Çamlıdere-Kızılcahamam is reported to be 18.7-22.4 Ma (Varol et al., 2014). It is generally composed of dacite, trachyandesite, trachyte and rhyolitic rocks of intermediate and acidic lava series. These rock compositions exhibit very similar mineralogical-petrographic constraints through the Köroğlu and Gerede volcanoes overlying the pyroclastic deposits. Besides, pyroclastic deposits, dominantly bearing of both mLT and sLT erupted

from Ovacık Caldera, are observed around the Çamlıdere-Ovacık region, then overlaid basement rocks and some mLBr pyroclastic series.

Pyroclastic deposits which are exposed around the Galatian volcanic field are widespread in a large area of 110 km (E-W) x 70 km (N-S) (Figure 1). It is considered that pyroclastic products reached thicknesses of 650 meters in some locations, formed as a result of caldera-related eruptions. However, the entire morphology of the caldera volcano has been completely destroyed. It is thought that the intermediate lava sequences (18.7-22.4 Ma), underlying the pyroclastic density currents which are observed in the mid-part of the GVP, are lava flows linking the reconstructing stage of the caldera volcano.



Figure 4. Field photo of the largest pumice fragments in the mLT from the south eastern part of the Köroğlu volcano.

The pyroclastic deposits that erupted from the caldera volcano, as a result of large eruptive eruptions, have formed the current morphology of the Köroğlu volcano in the west, Gerede volcanic region in the northern part, and Ovacık caldera volcano in the southeastern part of the GVP (Varol et al., 2014). Field studies have shown that the volcanic blocks found in high-density (mlBr) breccia lithofacies, deposited as a result of large explosive eruptions, are almost similar in composition in all locations along the GVP.

CONCLUSIONS

The results of the field studies can be summarized as follows:

(i) Thick high-density pyroclastic deposits, observed throughout the entire GVP, were settled by some colossal-eruptions of a single super-caldera volcano (18.7-22.4; Varol et al., 2014); (ii) Köroğlu volcano (17,6 Ma; Keller et al., 1992) and other volcanic centres in the north generally represent the second volcanic phase which are characterised by thick lava and intrusion products on these pyroclastic sequences, (iii) and all these volcanoes have been cut and deformed due to deformation of the NAFZ, and climatic conditions forming the present-day morphology.

REFERENCES

Ercan, T., Yegingil, Z., Bigazzi, G., Öddöne, M. and Özdoğan, M., 1990. Kuzeybatı Anadolu Obsidiyen Buluntularının Kaynak Belirleme Çalışmaları, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 36, 19-32.

Karaoğlu, Ö. and Brown, R.J., 2016. Reconstructing the evolution of an eroded Miocene caldera volcano (Yamanlar volcano, İzmir, Turkey). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 318, 1-18.

Keller, J., Jung, D., Eckhardt, F.J. and Kreuzer, H., 1992. Radiometric ages and chemical characterization of the Galatean andesite massif, Pontus, Turkey. Acta Vulcanologica Marinelli, 2, 267-276.

Tankut, A., Wilson, M. and Yihunie, T., 1998. Geochemistry and tectonic setting of Ter-

tiary volcanism in the Güvem area, Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 285-301.

Temel, A., Yürür, T., Alıcı, P., Varol, E., Gourgaud, A., Bellon, H. and Demirbağ, H., 2010. Alkaline series related to early-middle Miocene intra-continental rifting in a collision zone: an example from Polatlı, central Anatolia, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 38 (6), 289-306.

Varol, E., Temel, A., Yürür, T., Gourgaud, A. and Bellon, H., 2014. Petrogenesis of the Neogene bimodal magmatism of the GalateanVolcanic Province, central Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 280, 14-29.

Wilson, M., Tankut, A. and Güleç, N., 1997. Tertiary volcanism of the Galatia province, north-west central Anatolia, Turkey. Lithos, 42, 105-121.

Wagner, G., 1987. Deutches Archäologisches Institut Demircihöyük – Die Ergefoenis. se der ausgrabungen. 1975-1978 Herausgegeben, von, Man&ed Korfrnann, Band' II; Naturnissenschafüiche Untersuchung en, Verlag, 26-29.

MAGMATİK VE METAMORFİK PETROLOJİ

MAGMATIC AND METAMORPHIC PETROLOGY

EMRAH YALÇIN ERSOY – ERCAN ALDANMAZ
OSMAN CANDAN – ERDİNÇ YİĞİTBAŞ

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Troodos Ofiyoliti ve Izu Mariana (IBM) Yayı'nın Jeokimyasal Karşılaştırılması

Comparison Geochemistry of the Izu Bonin Mariana (IBM) Arc with Geochemistry of the Troodos Ophiolite

Elif Dilek Bayrakcıoğlu[1], Andrew McCaig[2], Ivan Savov[2]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]University of Leeds, School of Earth and Environment, Leeds LS2 9JT, UK

(elifdilek.bilgin@mta.gov.tr)

Öz: Yıllar boyunca farklı araştırmacılar tarafından çalışılan Troodos Ofiyoliti SSZ tip ofiyolitlerinin en iyi örneklerinden biridir. Daha önceki çalışmalar, Troodos ofiyolitinin okyanus içi yitimden (yay önü ve yay ardı) oluşmuş manto ve volkanik kayaçları ile benzer jeokimyasal özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir. Troodos ofiyoliti, okyanus içi yitim zonu üzerinde gelişen (SSZ) Tetis tipi ofiyolitlerin modern örneklerindendir.Dalma-batma başlangıcı esnasındaki volkanik süreçlere ışık tutan Izu-Bonin Mariana (IBM) yay-basen sistemi ile benzer magmatik özellikler göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında Troodos ofiyolitinin dayk ve yastık lav kısımlarından altmış adet tüm kayaç ve volkanik cam örneği toplanmıştır. Toplanan bu örnekler daha sonra ana ve iz elementlerinin tespiti için analiz edilmiştir. Çalışmaya ait örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları, Izu Bonin Mariana yayı ve Troodos ofiyolitinde yapılan önceki calışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Çalışılan örneklerden bazıları Troodos ofiyoliti boninitleriyle benzer iz element dağılımı göstermektedir. Bu kayaçlar yüksek alan gerilmeli elementlere (HFSE) (Ta,Nb,Hf) nazaran büyük iyon çaplı litofil elementlerince (LILE) zenginleşmiş olup, kaşık-şekilli nadir toprak element dağılımı göstermektedir. Çalışma alanında bonititleri kesen daykların veya boninitlerle aynı yüzleklerden alınan örneklerin iz elementleri Izu Bonin Mariana (IBM) ada yayı önü bazaltlarına benzerlik göstermektedir. Bu ada yayı önü bazalt benzeri örnekler,Troodos ofiyoliti boninitlerine ve bazaltlarına kıyasla tüm iz elementlerce tüketilmiştir. Bu calışma kapsamında, Izu Bonin Mariana yayı ve calışma alanındaki örneklerin ana ve iz element jeokimyasının karşılaştırılması sonucunda Troodos ofiyolitinde ilk defa ada yayı önü bazaltlarının varlığı ortaya konulmuştur. Bir ilk olarak bu çalışmanın sonucu, daha öncede önerildiği üzere, Troodos ofiyolitinin dalma-batma başlangıcı oluşum modelini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Boninit, dalma-batma başlangıcı, dayk, jeokimya, Troodos ofiyoliti, yay önü bazaltları

Abstract: *The Troodos Ophiolite is one of the best example of supra-subduction zone (SSZ) ophiolite that well studied by different researchers for many years. According to previous studies, Troodos ophiolite has similar geochemical affinities with the volcanic and mantle rocks from modern fore-arc and rear arc* (back arc) i*ntra-oceanic settings. Troodos ophiolite holds similar magmatic records of currently active Izu-Bonin-Mariana (IBM) arc-basin system. IBM arc is the best modern analogue for the supra-subduction zone (SSZ) evolution of Tethyan type ophiolites and has magmatic records of volcanism during subduction initiation.*

In this study, sixty whole rock and volcanic glass samples are collected from the dykes and pillow lavas of Troodos ophiolite. These collected samples were analyzed for their major and trace elements. Geochemical data from the samples were compared with geochemistry of samples from IBM arc and previous studies of the Troodos ophiolite.

Some of the samples show similar trace elements patterns with the boninitic rocks from Troodos ophiolite. These rocks show enrichment in LILE compared to the HFSE (Ta, Nb, Hf) and show spoon-shaped REE pattern. Other samples, which cross-cut boninites, have similar trace element abundances with the fore-arc basalts (FABs) from the IBM. These FAB-like samples are depleted by all trace elements compared to boninite and basalt samples of Troodos ophiolite. Comparison between the major and trace element geochemistry of the IBM and the samples from this study reveal, for the first time, the presence of FAB-like samples in the Troodos ophiolite. Results of this study support recently proposed tectonic models that suggesting Troodos ophiolite may have formed in a subduction initiation setting.

Keywords: *Boninite, dykes, forearc basalts, geochemistry, subduction initiation, Troodos ophiolite*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yenişakran (Aliağa-İzmir) Çevresindeki Andezitik Kayaçlarda Devitrifikasyon Süreçleri ile Gelişen Sferolitik Yapılar

Spherulitic Structures Related to Devitrification Processes in Andesitic Rocks Around Yenişakran (Aliağa-İzmir)

Yeşim Yücel Öztürk, Cüneyt Akal, Cahit Helvacı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(yesim.yucel@deu.edu.tr)

Öz: Batı Anadolu'da Eosen'den Kuvaterner dönemine kadar etkinliğini sürdüren volkanik aktiviteler, farklı fasiyeslerde ürünler meydana getirmiştir. İzmir'in kuzeyinde, özellikle Aliağa bölgesinde yüzlek veren volkanik kayaçlar Miyosen yaşlı Yuntdağ, Dumanlı Dağ ve Yamanlar Volkanikleri olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada, Yenişakran (Aliağa-İzmir) yöresinde yüzlek veren ve literatürde "yalancı bazalt" olarak bilinen andezitik kayaçlarda (Eğrigöl andeziti) gözlenen ve devitrifikasyon süreçleri ile geliştikleri düşünülen oldukça ilgi çekici makro ve mikro dokusal özellikler sunan sferolitik (küresel) yapıların mineralojik-petrografik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Sferolitler, özellikle silis oranı yüksek camsı volkanik kayaçlarda (riyolit lav akmaları), duraysız olan cam fazın yeniden kristallenerek (camsı özelliğin yitirilmesi; devitrifikasyon) genelde merkezden dışa doğru ışınsal feldispat ve kuvars minerallerinin katı katıya kristalleşmesiyle oluşan küresel yapılardır. Devitrifikasyon sürecinin en sık rastlanan dokusu olan sferolit gelişiminde çok çeşitli aşamalar söz konusudur. Sferolitik yapılar oluşum süreçleri içinde her zaman küresel şekilli olmamakla birlikte morfolojileri oluşum sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Lavın akma yönüne uygun uzamış, dallanmış şekilde gelişen sferolit oluşumları da gözlenebilmektedir.

Yenişakran (Aliağa-İzmir) doğusunda Bahçedere Köyü'nün güneyinde andezitik blok ve kül akması içinde gözlenen bazalt görünümlü sığ sokulum andezit stoklarında mükemmel sferolitik yapılar gelişmiştir. Sferolitler birkaç mm'den yaklaşık 15 cm çapına kadar ulaşmaktadır. Kırmızımsı kahve ayrışma renkleri ile eklem düzlemlerine ait yüzeyler üzerinde kolayca ayırt edilmektedirler. Sferolitlerin çapları sokulmuş lav kütlesinin derinlerine doğru azalmakta ve milimetre boyutlarına kadar düşmektedir. Taş ocağı işletmesi sırasında kırılmış lav bloklarından mükemmel küreler şeklinde serbest kalmışlardır. Makroskobik olarak sferolitik yapılar ile içinde bulundukları lav kütlesi arasında dokusal ve mineralojik olarak farklılık bulunmamaktadır. Mikroskobik olarak sferolitik yapılar ve ana lav kütlesi arasında kesiksiz hipokristalen hiyalopilitik doku gözlenmektedir. Ancak sferolitler, volkanik cam matriksi içinde mikro ölçekli gelişi güzel yönde büyümüş iğne şeklinde kırmızımsı kahve renkli lifsi kristal büyümeleri ile ayırdedilmektedir. Volkanik cam içinde devitrifikasyon sırasında gelişen bu kristal büyümelerinin yoğunlaşması sferolitik yapıların gelişimini kontrol etmektedir. Detaylı mikroprob, SEM-EDS vb. çalışmalar ile volkanik cam fazında gelişen mineral büyümelerinin ve nadir olarak görülen sferolit gelişim sürecinin aydınlatılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sferolit, devitrifikasyon, Yenişakran, Batı Anadolu

Abstract: *In western Anatolia, during the Eocene – Quaternary period, extensive volcanic activities produced rocks in different facies. The volcanic rocks, which outcrop in the north of İzmir, especially in the Aliağa region, are named as the Yuntdağ, the Dumanlı Dağ and the Yamanlar Volcanics. The aim of this study is to investigate the mineralogical and petrographical features of the spherulitic structures observed within the andesitic rocks (the Eğrigöl andesite) known as "false basalt" in the literature. The structures that show distinctive macro- and micro-textural features are thought to have formed by devitrification processes.*

Spherulites are commonly described as rounded bodies in vitreous phase and high silica volcanic rocks (rhyolite lava flows). They formed by recrystallization of the unstable silica-rich vitreous phase (loss of glassy feature; the devitrification). Spherulites are structures that shaped by solid-solid crystallization of radiating feldspar and quartz. There are various stages of development of spherulitic texture, which is the most common texture of devitrification process. Spherulites may not always observed as rounded bodies during their formation processes. The morphology of these structures changes depending on their formation temperature. Spherulites that elongate in the flow direction of the lava can also be observed.

In the south of Bahçedere Village, east of Yenişakran (Aliağa-İzmir) town, the spherulites which found in the andesitic block-ash flow observed as sub-volcanic stocks intruded into the pyroclastic, reach a diameter of about 15 cm, and macroscopically their internal structures can be easily examined. At the upper part of the lava stock, the diameter of spherulites varies from 3 to 10 cm. At the lower part of the outcrops their sizes are around 2-3 mm, they occur as different flow horizons. These structures have a duller luster than the surrounding rock, and show reddish and black colors on surfaces. Spherulites have been released in the form of perfect spheres from lava blocks broken during the quarry operation. The general microscopic textural features of the spherulites and surrounding lava are hypocrystalline hyalopilitic texture. However, the volcanic glass matrix of the spherolites includes reddish brown acicular fibrous crystals. Condensation of irregular fibrous crystal clusters controlled the spherulitic occurrences. We aim to determine the formation process of these structures, which are rarely observed in such these volcanic rocks, by detailed electron microprobe, SEM-EDS etc. analyses.

Keywords: *Spherulite, devitrification, Yenişakran, Western Anatolia*

Elekdağ Metaofiyolitinin Tektonometamorfik Evrimi, Türkiye: Petrografik ve Jeokimyasal Bir Çalışma

Tectonometamorphic Evolution of the Elekdağ Metaophiolite, Turkey: a Petrographic and Geochemical Study

Ekrem Özcan[1], Nazlı Ece Derinel[2]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara

(ekrem.ozcan@mta.gov.tr)

Öz: Yüksek basınç-düşük sıcaklık eklojit fasiyesi kayaçları genel olarak dalma-batmaya uğramış yer kabuğunun, yeryüzüne yerleşmiş olan parçalarını temsil ettiği düşünülmektedir. Bu nedenle, yüksek basınç-düşük sıcaklık şartlarında oluşmuş metamorfik kayaçlar çalışmaları, dalma-batma zonlarında yüksek derinliklere dalmış kayaçların metamorfize olduğu yüksek dereceli basınç-sıcaklık şartlarının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Çalışma alanı olan Elekdağ, Orta Pontidlerde bulunan Kastamonu il sınırları içerisinde doğu-batı uzanımlı olarak bulunmaktadır. Elekdağ metaofiyoliti dalma-batmaya uğramadan önce bazik-ultrabazik karakterli ana oluşum kayacını işaret etmekte olup, bu bazik-ultrabazik ana oluşum kayaların tektono-metamorfik evrimi, Elekdağ masifinin oluşumunu sağlamaktadır. Elekdağ masifi, bindirme fayları ile ayrılmış olan çeşitli kalınlıklarda imbrikasyon yapıları içermektedir ve bu birimler tektonik ve metamorfik olarak ciddi farklılıklar göstermektedirler. Bu proje, Elekdağ metaofiyolitik masifinin oluşumu kapsamında bu birimlerin metamorfizma ve deformasyonunu ilişkilendirme ve değerlendirme üzerine kurulmuştur.

Çalışma alanı deformasyon şiddeti bakımından 3 farklı alana ayrılmıştır: 1) Düşük deformasyon alanı (Mostra 5-1a), 2) Orta dereceli deformasyon alanı (Mostra 2-1b) ve 3) Yüksek deformasyon alanı (Mostra 4-1c). Çalışma alanı sınırlarında, başlangıç-bitiş profili boyunca toplamda 5 farklı serpantinit-granatlı yeşilşist imbrikasyon birimleri gözlenmiştir. Bu imbrikasyon yapıları birbirlerinden, bindirme fayları tarafından arazide kolayca ayırt edilmektedirler. Farklı deformasyon özelliği taşıyan mostralarda ki kaya gruplarının; jeokimyasal (tüm kaya kimyası (XRF) - Elektron mikroskopu (SEM)), petrografik ve mikro-yapısal (ince kesit), mineral kimyası ve jeotermobarometrik (Prob) verileri kıyaslanarak incelenmiştir. Dalma-batmaya uğramış olan ofiyolit dilimi (Elekdağ) yüksek basınç-düşük sıcaklık şartlarında metamorfizmaya uğramıştır. Orta dereceli deformasyon alanı (Mostra 2-1b) birimleri olan granatlı yeşilşistler 446°-462°C sıcaklık şartlarında pik metamorfizmaya uğrarken, yüksek deformayon alanı (Mostra 4-1c) yeşilşistleri 321°-335°C sıcaklık şartlarında pik metamorfizma geçirmişlerdir. Bu belirlenen basınç-sıcaklık koşullarında gabroyik kayaçlar eklojitlere geçiş yapmıştır. Pik metamorfizma sonrasında, dalma-batma zonunda eklojitler yükselirken, retrograde bir metamorfizmaya uğrayarak eklojit fasiyesi mineralleri (granat+omfasit) yeşilşist fasiyes mineralleri (klorit+epidot) tarafından replase edilmiştir. Hazırlanmış olan parajenez denge diyagramlarına göre; Mostra (2-1b) yeşilşistleri 8-11 kilobar ve 500°-550°C şartlarında gerileyen metamorfizmaya uğrarken, yüksek deformasyon alanı (Mostra 4-1c) yeşilşistleri 8-10 kilobar ve 450°-550°C koşullarında retrograd metamorfizmaya maruz kalmışlardır.

Anahtar Kelimeler: Eklojit, yeşilşist, imbrikasyon, parajenez denge diyagramı

Abstract: *The high-pressure/low-temperature eclogite-facies rocks are broadly considered to represent emplaced materials of the subducted slab of the surface layer in the crust. Thus, the studies of the high-pressure/low-temperature metamorphic rocks can contribute the crucial information about the PT characteristics of the subducted rocks at the great depth in subduction zones. The Elekdag metaophiolite slice (Anatolian microplate) displays a former oceanic (Tethyan) subduction zone complex features.*

The study field lies along east-west direction which is located in the Kastamonu province, Central Pontides. Elekdag metaophiolite consists of gabbroic-ultrabasic protolith prior to subduction, and tectono-metamorphic evolution of those units contributes to the formation of Elekdag massif. Elekdag massif contains different HP-LT metaophiolitic packs that were divided by the thrust planes and those units display significant tectonic and metamorphic differences. This project is about to relate the metamorphic and deformation history of these units in the context of the formation of the Elekdag metaophiolitic slice.

The field studies have been performed in the three different outcrops in terms of the deformation intensity: a low deformed Outcrop (5-1a), an intermediate deformed Outcrop (2-1b) and a high deformed Outcrop (4-1c). During the field studies, 5 serpentinite-garnet bearing greenschist imbrication were observed. The imbrication was distinguished by the thrust plane from each other. The geochemistry (XRF and EDS based SEM), petrographical and microstructural (thin sections), Mineral chemistry and Geothermobarometry (Microprobe) data of those different outcrops are compared. Subducted ophiolite slab metamorphosed at High-pressure-Low temperature conditions. The peak metamorphic temperature of the garnet-bearing greenschist Outcrop 2-1b constrained to 446°-462°C and 321° -335°C for Outcrop 4-1c (Highly deformed). In this PT conditions, the gabbroic rocks were eclogitized and then during the exhumation, the eclogite rocks were overprinted by greenschist facies minerals such as chlorite and epidote. The pseudosection models were carried out for the lower grade PT of the Outcrop 2-1b (8-11 kbar, 500° -550°C) and 4-1c (8-10 kbar, 450°-550°C).

Keywords: *Eclogite, greenschist, imbrication, pseudosection*

MESLEĞE EMEK VERENLER

VETERAN GEOLOGICAL ENGINEERS

AYHAN KÖSEBALABAN – HİKMET TÜMER – MİNE ALTA

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Tandoğan Engin: Geçmişe Kısa Bir Bakış

Tandoğan Engin: A Glimpse to the Past

Tandoğan Engin

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(tandogane@yahoo.com)

Öz: Tandoğan Engin, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Bölümünden mezun olduktan sonra 1962 yılında Maden Tetkik ve Arama (MTA) Enstitüsünde çalışmaya başlamıştır. Ekim 1964 yılında maden yatakları konusunda MTA adına doktora yapmak üzere Durham (İngiltere) Üniversitesine gitmiş ve tezini Fethiye (Muğla) yöresindeki Andızlık-Zımparalık krom yatakları üzerine yapmıştır. Tandoğan Engin, doktora çalışmasını tamamladıktan sonra Türkiye'ye dönüp Ekim 1969 yılında MTA'da çalışmaya başlamış ve emekli olana kadar (Ocak 2006) çalışmalarına devam etmiştir.

Dr. Tandoğan Engin, MTA'da çoğunlukla krom yatakları arama projelerinde çalışmış olup, Guleman (Elazığ) ofiyoliti krom yatakları arama projesinin meslek yaşamında önemli bir yeri bulunmaktadır. Elazığ Kovancılar bölgesinde kurulmuş olan ferrokrom tesisinin cevher ihtiyacının karşılanması amacıyla, Guleman yöresinde MTA'nın kapsamlı bir arama projesi yapmasına karar verilmiştir. Başlangıçta MTA'yı temsilen 12 ve Etibank'ı temsilen 4 jeoloji mühendisi projede görevlendirilmiştir. Sonraki aşamalarda ise jeoloji mühendisi sayısı daha sınırlı sayıda kalmıştır. Başlangıçta proje, 1/5.000 ölçekli yüzey ve 1/500 ölçekli yeraltı jeoloji haritalarının yapımıyla başlamıştır. Sonraki aşamalarda ise 1/5.000 ölçekli haritaların gerekli ayrıntıyı taşımadığına karar verilerek, kromit mostralarının ve yakın çevresinin 1/1.000 ölçekli jeoloji haritalarının yapılmasına karar verilmiştir. Bazı kesimlerin 1/1.000 ölçekli jeoloji haritası plançete kullanılarak yapılmıştır. Yeraltı jeoloji haritaları yapımı sırasında da pusula kullanmak yerine plançetenin girebileceği kesimlerde galerilerin yönleri de plançete kullanılarak belirlenmiştir. Jeoloji haritalarının yapımı belirli bir aşamaya ulaştıktan sonra yoğun sondaj ve galeri açılması çalışmalarına geçilmiştir. Çalışmalarda gelişmeler yakından takip edilerek gerekli değişikliklerin zamanında yapılmasına özen gösterilmiştir. Sondajlı ve galerili arama çalışmaları başarılı olmuş, yeni kromit kütleleri bulunmuştur. Doğu Kef kesiminde Kef fayı olarak adlandırılan fay zonu içinde rezerv olarak 750.000 ton kromit potansiyeli bulunmuştur. Sori dağ kesiminde de mevcut galerilerden yeni kollar sürülerek yeni kromit kütleleri bulunmuştur.

Doğu Kef kesimindeki kromit kütlelerinin ilksel kaynağının nerede olduğu konusu hakkında çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma mevsiminin sonuna doğru ilksel kaynağın nerede olacağı konusundaki değerlendirmelere dayanarak bir sondaj yapılmasına karar verilmiştir. O dönemde 100 m kapasiteli elektrikli yeraltı sondaj makinesi kullanılarak sondajı yapılmış ve makine kapasitesi zorlanarak 110 metre derinlikte 1 m kalınlığında bir kromit zonu kesilmiştir. Bu kalınlık beklenenden ince olduğu için hazırlanan raporda kromit kütlelerinin ilksel kaynağının aranması önerilmiştir.

Dr. Tandoğan Engin, yıllar sonra MTA'dan emekli olmuş ve sonrasında 5 yıl boyunca DAMA Mühendislik Şirketinde çalışmıştır. 2008 yılında işletmeci kuruluş tarafından DAMA'ya Guleman'da bir arama projesi oluşturulması konusu ile ilgili bir davet yapılmıştır. Guleman krom işletmesi özelleştirilmiş ve Yıldırımlar şirketi işletmeci kuruluş konumuna gelmiştir. Dr. Tandoğan Engin, yıllar sonra gidip gelişmeleri görebileceği için çok heyecanlanmıştır. Gördüğü manzaranın nefes kesici olduğunu belirtmiştir. Kef'te topoğrafya önemli ölçüde değişmiş ve Batı Kef yeraltı işletmesi açık işletmeye dönüştürülmüştü. Doğu Kef'te Tandoğan Engin ve arkadaşlarının açtığı arama galerileri genişletilmiş ve çeşitli seviyelerden başka galeriler sürülmüştü. Bu galerilere yüksek tonajlı kamyonlar girip çıkıyor ve Doğu Kef büyük bir işletme haline dönüşmüştü. Dr. Tandoğan Engin çok mutlu olmuştu ve bu olayı bir "profesyonel tatmin" olarak değerlendirmiştir.

Anahtar Kelimeler: MTA, krom madeni, Guleman, Doğu Kef, Sori Dağ, Fethiye

Abstract: *Following graduation from the Geology Department at İstanbul University in 1962, He started working in the Mineral Exploration Department of MTA (Mineral Research and Exploration) Institute. In October 1964, with MTA scholarship, he went to Durham (England) University to do a PhD on mineral deposits. His thesis was on the chromite deposits of Andızlık-Zımparalık areas in Fethiye (Muğla). Tandoğan Engin, returned to Turkey after completing his doctoral studies he started working in the MTA in October 1969. He worked continuously in MTA until his retirement (January 2006).*

Dr. Tandoğan Engin, mostly worked on chromite deposits exploration projects in MTA and Guleman (Elazığ) ophiolites chromite exploration project had an important part in his professional life. A ferrochrome plant was set up in Kovancılar (Elazığ) district. In order to secure chrome ore supply to this plant, an extensive chromite exploration project was initiated by MTA. Twelve geologists from MTA and four geologists from Etibank took part in this exploration project. Number of geologists worked in the project became limited in following years. At the beginning, It was decided that 1/5.000 scale surface and 1/500 scale underground geological maps to be prepared. As the work progressed by time, it was understood that 1/5.000 scale mapping was not good enough to record all details needed. So 1/1.000 scale geological mappings were carried out at and around chromite outcrops by using plane tables. During the 1/500 scale underground geological mappings, wherever possible, plane tables were also used to establish direction of the galleries rather than using magnetic compasses. Following geological mappings, extensive drilling and gallery driving programs were carried out. Progress of individual works was closely controlled and modifications were carefully done when needed. Exploration works by drillings as well as addit drivings were quite successful and new chromite bodies were discovered. In Doğu Kef section of the Doğu Kef fault zone, about 750.000 tons rezerv of chromite potentials were discovered. In Sori Dağ section, number of branches of addits driven from already present galleries made possible new chromite bodies to be discovered.

In Doğu Kef section, the location of primary source of the huge chromite bodies in the fault zone was highly discussed. Towards the end of field season, on the basis of discussions, a decision of a drilling site was taken in order to find out the primary source of the chromite bodies. An electrical underground drilling machine with 100 m capacity was used and finally 1 m thick zone of chromite was cut but that was under satisfaction. Based on this result, in report it was suggested that exploration should have carried out towards the primary source of Doğu Kef chromite bodies.

Dr. Tandogan Engin retired from MTA years later and worked for DAMA Engineering Company for 5 years. In 2008, an invitation was made to the DAMA by the operating company to create a exploration project in Guleman. He was with the DAMA group at that time. Chromite mines in Guleman were privatized and Yıldırımlar Company was operating the mines. Dr. Tandogan Engin is very excited that he can go and see the developments many years later. He stated that the view he saw was breathtaking. Topography in Kef has changed significantly and the West Kef underground enterprise has been turned into an open pit. Search galleries opened by Tandogan Engin and his friends in East Kef were expanded and other galleries of various levels were deported. High tonnage trucks entered and exited these galleries, and East Kef had become a major business. Dr. Tandogan Engin was very happy and considered this event as a "professional satisfaction"

Keywords: *MTA, chromite mine, Guleman, Doğu Kef, Sori Dağ, Fethiye*

Sevim Tuzcu: Mercanlarla Bir Ömür

Sevim Tuzcu: A Life with Corals

Sevim Tuzcu

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye (sevm.tuzcu@gmail.com)

Öz: 1943 yılında Ankara'da dünyaya gelmiştir. Çocukluğu ve genç kızlığı, orduda subay olan babasının görevi nedeniyle sırasıyla Devrek (Zonguldak), İstanbul, Erzurum, Sarıkamış ve Adapazarı olmak üzere memleketimizin farklı yerlerinde geçmiştir. Halen ikamet etmekte olduğu Ankara yerleştikleri son durak olmuştur.

Sevim Tuzcu, 1961-1965 yılları arasındaki Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi (AÜFF) Jeoloji Bölümündeki eğitimi sonucunda 1965 yılında mezun olmuştur. Üniversite öğrenimi sırasında Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) ve Maden Tetkik ve Arama (MTA) Enstitüsü laboratuvarlarında stajlarını tamamlamıştır. 1966 yılında MTA Jeoloji Dairesinde işe başlamıştır. Palentoloji Servisinde emekli olduğu zamana kadar Mezozoik ve Tersiyer mercanları, mercan resifleri ve resifal ortamlar konusunda çalışmalarda bulunmuştur.

Sevim Tuzcu, 1968 yılında evlenerek, eşinin Yedek Subay olarak tayin edildiği Doğubayazıt (Ağrı)'a çalışmakta olduğu MTA'dan ücretsiz izin alarak gitmiştir. 1969 yılından 2002 yılı sonuna kadar Jeolojik Etüdler Dairesi Paleontoloji Servisinde, gerek laboratuvarda gerektiğinde de arazi araştırmalarında, çalışmalarını aktif olarak sürdürmüş ve çok sayıda jeoloji projesine katkıda bulunmuştur. Bu arada 7 ay süreyle MTA Müze Müdürlüğü görevini de yürütmüştür.

Sevim Tuzcu, 1993-2002 yılları arasında "Batı Toroslar ve Mercan Resifleri" projesini başlatmış ve proje yöneticisi olarak çalışmıştır. Bu projenin bir kısmı daha sonra MTA, Hacettepe Üniversitesi, TÜBİTAK ve CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique, Fransa) arasında gerçekleştirilen ve Antalya Geç Senozoyik havzasının oluşumunu ve deformasyonunu konu alan bir ortak projeye dönüşmüştür. Bu projelerin tamamlanmasını takiben 2003 yılı başında emekli olmuştur.

Sevim Tuzcu, emekli olduktan sonra yeni doğan torununu görmek için Sydney'e (Avustralya) gitmiş ve bir yıl orada kalmıştır (2003-2004). Burada 2000 yılında Unesco tarafından koruma altına alınan Blue Mountain ve çevresini inceleme olanağı bulmuştur. Jeolojik Miras için tipik bir örnek olduğu için 2004 yılındaki Türkiye Jeoloji Kurultayında (TJK) orada derlediği dökümanları ve izlenimlerini bildiri olarak sunmuştur.

Sevim Tuzcu, yurda dönüşünden sonra kurucu üyesi olduğu JEMİRKO (Jeoloji Mirasını Koruma Derneği) yönetiminde 10 yıla yakın arazi, laboratuvar ve yayım çalışmalarında aktif olarak yer almıştır. Bu çalışmalar sonucunda hayata geçmesini çok istediği "Kızılcahamam-Çamlıdere Jeopark ve Jeoturizm Projesi" ve Kula (Manisa-Salihli) ayak izleri çalışmalarının güncellik kazanması sonucunda JEMİRKO yönetimindeki aktif çalışmalarına ara vermiştir.

Anahtar Kelimeler: MTA, mercanlar, jeolojik miras, Toroslar

Abstract**:** *She was born in Ankara in 1943. She spent her childhood and young maiden in different parts of our country, Devrek (Zonguldak), Istanbul, Erzurum, Sarıkamış and Adapazarı, respectively, because of the duty of her father, who was an officer in the army. Ankara, where she still resides, was the last stop in which they settled.*

Sevim Tuzcu graduated from Ankara University Faculty of Science (AÜFF) Department of Geology between 1961-1965 and graduated in 1965. During university education, she has completed her internships at laboratories of Turkish Petroleum Corporation (TPAO) and Mineral Research and Exploration (MTA) Institute. She started to work in MTA Geology Department in 1966. Until her retirement in the Palentology Section, she worked on Mesozoic and Tertiary corals, coral reefs and reef environments.

Sevim Tuzcu got married in 1968 and went to Doğubayazıt (Ağrı), where her husband was appointed as an officer, with a free leave from MTA, where she worked. From 1969 until the end of 2002, she actively continued her studies in the Geological Department Paleontology Section, both in the laboratory and in the field research, and contributed to many geology projects. Meanwhile, she also served as MTA Museum Manager for 7 months.

Sevim Tuzcu started the "Western Taurus and Coral Reefs" project between 1993-2002 and worked as project manager. Some parts of this project was later realized to joint project between MTA, Hacettepe University, TÜBİTAK and CNRS (Center National de la Recherche Scientifique, France), which deals with the formation and deformation of the Antalya Late Cenozoic basin. She retired at the beginning of 2003 following the completion of these projects.

After retiring, Sevim Tuzcu went to Sydney (Australia) to see her newborn grandson and stayed there for a year (2003-2004). Theere she had the opportunity to examine Blue Mountain and its surroundings, which were taken under protection by Unesco in 2000. As a typical example of Geological Heritage, she presented an abstract on this at the Geological Congress in 2004 in Turkey (TJK) based on documents compiled and her impressions.

After returning back home (Turkey), as a founding member, she took part actively in the field, laboratory and publication works of the JEMİRKO (Geological Heritage Conservation Association) for nearly 10 years. Finally, these studies have resulted fruitfully, leading to the realization of the importance of both "Kızılcahamam-Çamlıdere Geopark and Geotourism Project" and "Kula Footprints (Manisa -Salihli) Project". After having seen successful accomplishment of these two projects, she has decided to give a break to her hard work for JEMİRKO.

Keywords: *MTA, corals, geological heritage, Taurus*

Ertuğrul Özbek: Uygulamada Geçen Bir Ömür

Ertuğrul Özbek: A Life in Practice

Ertuğrul Özbek

DOLSAR Mühendislik Anonim Şirketi, Ankara, Türkiye

(egranit13@gmail.com)

Öz: Ertuğrul Özbek, 14.08.1935 yılında Malatya'da doğmuştur. 1958 yılında İstanbul Üniversitesi Jeoloji Bölümünden Jeolog olarak mezun olmuş. Daha sonra 1977 yılında da aynı bölümde de eğitimini tamamlayarak Jeoloji Yüksek Mühendisi ünvanını almıştır. Ayrıca 1962-1964 yılları arasında *Georgetown Language School*'da dil eğitimi, *Stanford (ABD) Üniversitesi*'nde iki dönem lisans üstü jeoloji eğitimi almış ve *ABD Islah Bürosu ve ABD Jeolojik Araştırmalar Bürosu*'nda mühendislik jeolojisi ile ilgili çalışmalarında bulunmuştur.

Ertuğrul Özbek, mühendislik Jeolojisi, jeoteknik ve yeraltısuları planlamasında 60 yılın üzerinde tecrübeye sahibidir. Kendisi DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü)'de 25 yıl süreyle ve daha sonra ulusal ve uluslararası müşavirlik, mühendislik ve inşaat şirketlerinde saha jeologundan kıdemli mühendise ve yöneticiliğe kadar değişen pozisyonlarda çeşitli görevlerde 30 yılı aşkın bir süre yurtiçi ve yurtdışında hizmetler vermiştir.

Barajlar, rezervuar, hidroelektrik santraller (HES), karayolları, köprüler, yeraltı yapıları, tüneller, sulama-drenaj, içme suyu ve atık su sistemleri, boru hatları, bina temelleri, vb. yapılarla ilgili olarak jeolojik, jeoteknik, harita, mühendislik jeolojisi, hidrojeolojik çalışmalar, temel araştırmaları ve doğal yapı malzemelri, delme-patlatma, yamaç koruma ve duraylılığı, sondaj ve enjeksiyon işlerinin yapılmasında ve ayrıca master plan, fizibilite, kesin proje ve uygulama aşaması tasarım ve raporlarının hazırlanmasında geniş deneyime sahiptir. Kendisi aynı zamanda baraj ölçüm aletleri (instrumentation), Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporlarının hazırlanması, inşaat planlaması ve uygulama projeleri, istihkak, teklif dokümanları, proje, uygulaması ve kontrollüğü konularında uzmandır. Ertuğrul Özbek ayrıca çevresel etki değerlendirmesi çalışmalarında da aktif görevler almış ve Çevre Bakanlığı tarafından ÇED Raporları ile ilgili olarak çeşitli toplantılara davet edilmiştir. Enerji (HES), karayolu, havaalanı ve bina projelerinde bankalardan kredi alan firmalara teknik danışmanlık yapmıştır. Türkiye'nin 3'üncü büyük barajı olan Keban barajı inşaatının geçici ve kati kabul komisyonu üyesidir. Karstik boşlukların iyileştirilmesi ve karstik kaynaklar konusunda ulusal ve uluslararası dergilerde makaleleri yayınlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Devlet Su İşleri, mühendislik jeolojisi, baraj, karayolu, tünel, boru hatları

Abstract: *Ertuğrul Özbek was born on 14.08.1935 in Malatya. He graduated from the Geology Department of Istanbul University in 1958 as a geologist. Later, he completed his education in the same department in 1977 and received MSc degree. Between 1962 and 1964, he also studied English language at Georgetown Language School, studied postgraduate courses in geology at Stanford (USA) University, and worked at the USA Bureau of Reclamation & US Geological Survey on engineering geology.*

Ertugrul Özbek has extensive experience in the field of Engineering Geology, geotechnical works and Groundwater investigations. He worked with DSİ (State Hydraulic Works of General Directorate) for 25 years and spent more than 30 years with national and international consultancy engineering and construction contractors in various positions from site geologist to senior engineer and management in Turkey or abroad.

He has vast experience in preparation of master plan, feasibility reports, geology, geotechnics, engineering geology, hydrogeology studies, drilling and grouting of the major projects of dams, hydroelectric power plants, reservoirs, irrigation schemes, tunneling, potable water and waste water systems, pipelines, pump stations, foundations, highways, bridges, etc. He also become an expert in slope protection and stabilization works, instrumentation, construction planning, final and implementation projects, payment and tender documents and project implementation/supervision. He played on active role for the preparation of several Environmental Impact Assessment reports and invited to the meetings held at the Ministry of Environment. He participated with many due diligence and Lender's Engineering Services in relation with energy, transportation and building projects. He was the member of the temporary and final acceptance commission of Keban Dam and HEPP which is thirds of the biggest dams of the Turkey (currently). He has published various papers on treatment of karstic rocks/formations and development of karstic springs at the national and international technical magazines.

Keywords: *State Hydraulic Works of General Directorate, engineering geology, dam, highway, tunnel, pipelines*

METALİK MADEN YATAKLARI

METALLIC ORE DEPOSITS

İLKAY KUŞCU – ALİ RIZA ÇOLAKOĞLU – CAHİT DÖNMEZ
İSMAİL CİHAN – NAİL YILDIRIM

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Bakır Tepe Demir Oksit-Altın Yatağının $\delta^{18}O$ Kuvars-Hematit Jeotermometresi, $\delta^{56}Fe$ Oranı ve Re-Os Jeokronolojisi, Kangal-Sivas, Doğu-Orta Anadolu

Re-Os Geochronometry, $\delta^{18}O$ Quartz-Hematite Geothermometry and $\delta^{56}Fe$ Ratio from Iron Oxide-Gold Deposit in Bakır Tepe, Kangal-Sivas, East-Central Turkey

Çiğdem Şahin Demir[1], Ali Uçurum[2], Ryan Mathur[3]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, SMYO İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, 58140 Sivas, Türkiye

[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[3]Juniata College, Dept. of Geology, Huntingdon PA 16652, USA

(csahin@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: Bakır Tepe bölgesinde Devoniyen-Erken Karbonifer yaşlı 4 farklı litolojik birim bulunmaktadır. Bu birimler alttan üste doğru metasilttaşı, metakarbonat, metakumtaşı ve metakuvars kumtaşlarıdır. Çalışma alanındaki metamorfik kayaçlar Mesozoyik yaşlı rekristalize Munzur kireçtaşları ile tektonik olarak üzerlenmiştir.

Çalışma alanında iki farklı bölgede demir oksit- altın cevherleşmesi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi metasilttaşı ile metakarbonatların bindirme dokanağında oluşan alterasyon zon içerisinde, ikincisi ise metakuvars kumtaşları içerisindedir. Çeşitli genişlik ve uzunluktaki damarlar içerisinde baskın mineral parajenezi kuvars + hematit/manyetit ± pirit ± altın mineralleridir. Manyetit minerali, hematit içerisindeki kırıklar boyunca gelişmiştir.

Demir oksitlerden elde edilen Re-Os jeokronolojik verileri 322 My yaş vermektedir. Bu veriler cevherleşmenin, metamorfik olaylardan önce oluştuğunu ve bazı örneklerin metamorfizma sırasında izotopik olarak değiştiğini göstermektedir.

Kuvars-hematit mineral çiftinde $\delta^{18}O$ kullanılarak hesaplanan oluşum sıcaklığı 200 ile 330 °C arasındadır. Demir oksit minerallerinde elde edilen, $\delta^{56}Fe$ değerleri -0.74‰ ile 0. 42 ‰ arasındadır. Düşük Fe izotop verisi, Bakır Tepe açık ocak altın yatağında yüksek tenörlü Au (~1g/t) ile ilişkilidir. Bu nedenle, düşük Fe izotop verisi, demir oksit-Au yataklarının aranmasında kullanışlı bir araç olabilir

Anahtar Kelimeler: Bakır Tepe Demir Oksit-Altın Yatağı, , $\delta^{18}O$ kuvars-hematit jeotermometre, $\delta^{56}Fe$, Re-Os Jeokronoloji

***Abstract**: The The Bakır Tepe area is characterized by four different lithologic units of Devonian–Lower Carboniferous age. These units, from bottom to top, are metasiltstone, metacarbonate, metasandstone, and metaquartz sandstone. Metamorphic rocks in the study area are tectonically overlain by the recrystallized Mesozoic Munzur limestone.*

Iron oxide–gold mineralization in the Bakır Tepe area occurs in two different localities. The first is an alteration zone, which was formed at the thrust contact of metasiltstone with metacarbonate and metasandstone; the second locality is in metaquartz sandstone. The dominant minerals are quartz + hematite/magnetite ± pyrite ± gold in veins of various lengths and widths. Magnetite occurred after hematite, along fractures in hematite. Re-Os geochronological data from the iron oxide show open system behavior with the majority of the samples fitting a trend of 322ma. The data suggests mineralization occurred before the metamorphic event and some samples were isotopically altered during metamorphism.

Calculated temperatures of vein formation using $\delta^{18}O$ in quartz-hematite mineral pairs yields formation temperatures between 200 and 330°C. $\delta^{56}Fe$ of iron oxide samples range between -0.74 and 0. 42 per mil. Low Fe isotope data is associated with high grade Au (1 g/t) in Bakır Tepe open pit gold deposit. Thus, Fe isotope can be useful tool for iron oxide-Au deposit exploration.

***Keywords:** Bakır Tepe Iron Oxide-Au deposit, $\delta^{18}O$ quartz-hematite geothermometry, $\delta^{56}Fe$ data, Re-Os Geochronology*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Cerattepe-Artvin Volkanojenik Masif Sülfit Yatağının O-D-S-Cu İzotop Jeokimyası ve Re-Os Jeokronolojisi

Isotope (O-D-S-Cu) Geochemistry and Re-Os Geochronology of Cerattepe-Artvin Volcanogenic Massive Sulfide Deposit

Ali Uçurum[1], Mustafa Ertürk[1], Çiğdem Şahin Demir[1], Taner Ekici[1], Nazmi Otlu[1], Ryan Mathur[3]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, SMYO İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, 58140 Sivas, Türkiye

[3]Juniata College, Dept. of Geology, Huntingdon PA 16652, USA

(aliucurum@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: Kuruko tipi Cerattepe Volkanojenik masif Sülfit yatağının yüzey kayaç örneğinin ortalama element değerleri Co (75 ppm), Cu (249 ppm), Zn (190 ppm), Mo (296 ppm), Sb (74 ppm), W (508 ppm), Pb (987 ppm) ve As (2860 ppm)'in yüksek değerlerle karekteristik iken, Ni, Sn, Te, Cs, Hg, Tl ve Bi'un düşük değerler sergilemektedir.

Cerattepe VMS yatağının üzerindeki oksit zonunun oluşumunda etkili olan hidrotermal çözeltideki su kuvars $\delta^{18}O$ =7.93-10.82‰, ve δD = -78 ile -68 arasında değişen değerleri ile magmatik-hidrotermal kökenlidir.

Yüzey tüm kayaç örneklerinin $\delta^{34}S$ oranları -3 ile + 12 ‰ arasında değişirken, karot örneklerinden ayırlanan sülfür minerallerinde -5 ile 0 ‰ (pirit) arasında olup S'ün kaynağı için magmatik köken ileri sürülebilir.

Cerattepe VMS Yatağı $\delta^{65}Cu$ izotop oranları dağılımlarından dolayı üç zona ayrılabilir. Bunlar; oksit zonunda -2.59‰ (pirit, kalkopirit), zenginleşme zonunda 2.23-1.73‰ (pirit, kalkopirit), aralığında, birincil zonda ise 0.71-0.41‰ (pirit, kalkopirit), arasında olduğu, Ancak Cerattepe VMS Yatağında ikincil bir oksit zonunun olduğu CTD-117 nolu sondajın 77-81.70 m aralığında CT-15 nolu örnekte pirit+kalkopirit±kovellit mineral parajenezinde -3.59‰, kalkopirit+pirit mineral parajenezinde ise - 2.93‰ değeri ile belirlenmiştir.

Cerattepe sondaj karot örnekelerindeki sülfür (pirit) minerallerinin $^{187}Os / ^{188}Os$ - $^{187}Re / ^{188}Os$ diyagramında izokron yaşı 62 Ma ±3 Ma olarak (Erken Paleosen'in Daniyen katı) ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Cerattepe VMS, O, D, S, Cu izotopları, Re-Os jeokronolojisi

Abstract: *The outcrop samples from oxide zone of Kuroko type VMS deposit at Cerattepe is characterized by high values of Co (75 ppm), Cu (249 ppm), Zn (190 ppm), Mo (296 ppm), Sb (74 ppm), W (508 ppm), Pb (987 ppm) and As (2860 ppm) and by low values of Ni, Sn, Te, Cs, Hg, Tl and Bi.* $\delta^{18}O$ *=7.93-10.82‰, and* δD *= -78 and -68 from gangue quartz minerals from Cerattepe VMS deposit represent magmatic-hydrothermal source in formation of leached cap.*

$\delta^{34}S$ *ratio -3 and + 12 ‰ from whole rock outcrop samples, and -5 and 0 ‰ (pyrite) from drill core sulphide mineral separates may represent magmatic origin.*

$\delta^{65}Cu$ *ratio from Cerattepe VMS deposits has been grouped in three zones. Those are leached Cap with -2.59‰, (pyrite, chalcopyrite) 2.23 and 1.73‰ (pyrite, chalcopyrite) in Enrichment Zone , and 0.71 and 0.41‰(pyrite, chalcopyrite) in Primary zone. However, Cerattepe deposit has second leached zone described with 3.59‰, in pyrite+chalcopyrite±covellite paragenesis and - 2.93‰ in chalcopyrite+pyrite mineral pairs in sample number CT-15 from CTD-117 well with 77 and 81.70 m core interval.*

$^{187}Os/^{188}Os–^{187}Re/^{188}Os$ *ratio from drill core samples of Cerattepe VMS deposit gives 62 Ma±3 Ma isochron age (Danian stage in Early Paleocene)*

Keywords: *Cerattepe VMS, O, D, S, Cu isotopes, Re-Os geochronology*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Horzum (Kozan/ Adana) Pb-Zn Yatağının Kökensel İncelemesi

Origin of Pb/Zn Mineralization in Horzum-Kozan (Adana) Region

Fatih Akyüz[1], Mustafa Akyıldız[2]

[1]Akmetal Madencilik, Adana, Türkiye

[2]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

(akyuzfth@hotmail.com)

Öz: Adana ilinin kuzeydoğusunda, Kozan-Feke ilçeleri arasında kalan inceleme alanında, birbirleriyle stratigrafik ve tektonik ilişkili farklı yaş, ortam ve kayaçlarla temsil edilen allokton konumlu yapısal birimler bulunur. İnceleme alanındaki Pb-Zn cevherleşmesi dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kristalize kireçtaşlarından oluşan orta Kambriyen yaşlı Çaltepe formasyonuna ait açık renkli kireçtaşları içerisinde bulunmaktadır. Cevherleşmenin yüzeye yakın ve yüzey kesimleri oksit-karbonatlı, derinlik devamlılıkları ise sülfürlüdür. Cevherleşmenin birincil sülfit mineralleri; galenit, sfalerit, pirit ve çok az miktarda kalkopirittir. Oksitlenmiş cevher zonunda ise simitsonit, hidrozinkit, götit – limonit ve az miktarda serüzit mineralleri gelişmiştir. Sfaleritlerden yapılan analizlerde; ortalama Zn miktarı %48.1, Pb miktarı 13498 ppm, Fe miktarı %3.17, Cu miktarı 545 ppm, Cd miktarları 1750 ppm ve Ag miktarı ise 111.34 ppm'dir. Co ve Ni çoğunlukla <1 ppm'dir. Sfaleritlerin yüksek miktarda Zn-Fe-Cu ve Ag değeri ile düşük miktarda Cd-Co ve Ni değerler içermesi Karbonat Ornatım Tip yataklarla uyumluluk göstermektedir. Pirit, sfalerit, kalkopirit ve galen minerallerinin $\delta^{34}S$ analiz sonuçları ‰18.2 ile 26.1 arasında değişmektedir. Deniz suyu sülfatları, kükürtün ana kaynağı olarak tanımlanabilmektedir.

Galen örneklerinin ^{206}Pb / ^{204}Pb, ^{207}Pb / ^{204}Pb ve ^{208}Pb / ^{204}Pb izotop oranları sırasıyla 17.88-18.54, 15.62-15.70 ve 37.94-39.20 değerleri arasındadır. Horzum bölgesindeki Pb izotop sonuçları Doğu Toroslardaki Pb-Zn yataklarının Pb izotop değerleri ile karşılaştırıldığında bölgedeki Missisipi Vadi Tipi (MVT) ve Ornatım Tipi yataklarla benzerlik göstermektedir. Simitsonit minerallerinden elde edilen $\delta^{13}C$ izotop oranları ‰ -6.68, -8.96 ve ‰ -9.72, $\delta^{18}O$ izotop oranları ise ‰ -4.8, -5.46 ile ‰ –0.95 değerlerindedir. Karbon izotop değerleri, karbonatlı cevher sınırları ile atmosferik karbon sınırları içerisinde yer almaktadır. Oksijenin kaynağı ise kireçtaşlarıdır. $\delta^{13}C$ - $\delta^{18}O$ izotop diyagramında ise yönelim magmatik etkinin olduğu alanlara doğrudur. Sfalerit mineralleri üzerinde gerçekleştirilen sıvı kapanım çalışmalarında homojenleşme sıcaklığının ortalama 235°C olduğu tespit edilmiştir (n:14 170°C-290°C). Ga/Ge oranları kullanılarak sfalerit jeotermometresinde oluşum sıcaklığı (168-278°C) sıvı kapanım çalışmaları ile örtüşmektedir. Tespit edilen homojenleşme sıcaklığı MVT yatakları için verilen değerlere göre yüksek olup, Ornatım Tip yataklarla uyumludur. Mineralizasyonun ornatımla yerleşmesi, mineral birlikleri, ana-iz element içerikleri, sıvı kapanım verileri ve izotop değerleri; cevherleşmenin bölgedeki gömülü bir intrüzyonla ilişkili karbonat ornatım tip olabileceğine işaret etmektedir.

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi Bap birimi tarafından FYL-2018-10434 nolu proje ile desteklenmiştir

Anahtar Kelimeler: İzotop, Jeokimya, Horzum, ornatım tip, Pb-Zn, sıvı kapanım

***Abstract**: The study area is located between Kozan and Feke in the northeast of Adana province (Turkey) and represented by distinct rock units of different in age and setting. The units are interpreted as allochthonous and have stratigraphic and tectonic relations to each other. Pb-Zn mineralization in the study area is found in light-colored limestones belonging to Middle Cambrian aged Çaltepe formation consisting of dolomite, dolomitic limestone and recrystallized limestones. The mineralization at surface and close to the surface is characterized by carbonate-oxides while the depth continuations are sulphates. Primary sulphide mineralisation is characterized by galena, pyrite and very small amounts of chalcopyrite. In the oxidized ore zone, simitsonite, hydrozinkite, götite – limonite and serusite to a lesser extend minerals have developed. On the basis of analysis on sphalerites; mean amounts of Zn as 48.1 %, Pb as 13498 ppm, Fe as 17%, Cu as 545 ppm, Cd as 1750 and Ag as 111.34 ppm have been obtained. Co and Ni values are generally <1 ppm. High Zn-Fe-Cu-Ag as well as Cd-Co-Ni values in sphalerites suggest their genesis compatible with Carbonate Replacement Type deposits. $\delta^{34}S$ isotope analysis results of pyrite, sphalerite, chalcopyrite and Galena minerals vary between ‰18.2 and 26.1 and sea water sulfates can be identified as the main source of sulfur.*

^{206}Pb / ^{204}Pb, ^{207}Pb / ^{204}Pb ve ^{208}Pb / ^{204}Pb isotop ratios of galena samples range from 17.88 to 18.54, 15.62 to 15.70 and 37.94 to 39.20 repsectively. When the Pb isotope results in the Horzum area are compared to the Pb isotope values of Pb-Zn deposits in the Eastern Taurus Mountain belt, they are similar to MVT and Carbonate Replacement Type deposits. The isotope ratios of $\delta^{13}C$ obtained from simitsonite minerals are ‰ -6.68, -8.96 and ‰ -9.72, while the isotope ratios of $\delta^{18}O$ are ‰ -4.8, -5.46 and ‰ -0.95. Carbon isotope values are plotted within carbonated ore boundaries and atmospheric carbon boundaries. The source of oxygen is from limestones. In the $\delta^{13}C$- $\delta^{18}O$ isotope diagram, the trend is towards the areas with there is an igneous effect. Fluid inclusion studies conducted on sphalerite minerals demostrated that homogenization temperature was 235°C (n:14 170°C-290°C). According to Ga/Ge ratios, the formation temperature of the sphalerite geothermometer was found 168-278°C, consistent with fluid inclusion studies. The determined homogenization temprature is higher than the values suggested for MVT deposits but compatible with Replacement Type Deposits. All the evidence such as (a) emplacement of mineralization by replacement, (b) mineral paragenesis, (c) major-trace element contents, (d) fluid inclusion data as well as the isotope values suggest that mineralization is interpreted as Carbonate Replacement Type (CRT) that is related to a burried intrusion in the region Considiring replacement type mineralisation, mineral associations, main-trace element contents, fluid inclusion results and isotop values, it can be congluded that mineralisation style is burried intrusion related Carbonate Replacement Type (CRD).

This research was supported by the project of FYL-2018-10434 by BAP Department of Çukurova University.

***Keywords:** Isotope, gochemistry, Horzum, carbonate replacement type Pb-Zn, fluid inclusion*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Cevher Kütlesi Modellemesine Bir Makine Öğrenme Yaklaşımı – Taç Epitermal Au Yatağının Modelleme Çalışması Ön Bulguları

A Machine Learning Approach to Ore Body Modeling – Preliminary Findings of a Modeling Study on the Taç Epithermal Au Deposit

Güneş Ertunç[1], Ali İmer[2], A. Erhan Tercan[1], Fırat Atalay[1]

[1]Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(aimer@metu.edu.tr)

Öz: Jeolojik modellerin oluşturulmasında açık ve örtülü modelleme yöntemleri kullanılmaktadır. Klasik kesit yöntemi ile oluşturulan açık cevher modelleri, veritabanına eklenen her yeni veriye göre ya küçük değişikliklerle tekrar gözden geçirilir veya –çoğunlukla– en kesitlerin baştan alınması ile model tekrar oluşturulur. Bu durum oldukça zaman alan bir süreçtir. Ayrıca, bu yaklaşım ile cevher-gang ayrımını yapan tek bir sınır üretilir. Örtülü modelleme yaklaşımlarında, bu sınır çoğunlukla ışınsal temelli fonksiyonlar yardımı ile yapılır ve açık modelleme yöntemine göre daha hızlıdır. Ancak, hem jeolojinin hem de tenörün uzaklığa bağlı sürekliliğinin aynı anda değerlendirilmesi mümkün değildir.

Bu projenin amacı, cevherleşmeyi kontrol eden jeolojik verilerin mineralojik, petrografik ve istatistiksel çalışmalar sonunda belirlenmesinin ardından destek vektör makinelerine dayalı örtülü modelleme algoritmasının geliştirilmesidir. Böylelikle hidrotermal maden yataklarının kaynak kestiriminde blok model için temel oluşturan cevher katı modeli örtülü modelleme yöntemi ile oluşturulacaktır.

Çalışmada iki veya üç boyutlu veri setleri için tanımlayıcı istatistik, histogram, kutu grafikleri, logaritmik olasılık dağılım grafiği, değişkenlik katsayısı veya birikimli ortalama grafiği ile aykırı değer saptaması; yönlere bağlı değişken ortalaması değişkenliğini ortaya koyan yönelim (swath) analizi, uzaklığa bağlı değişkenliği ortaya koyan variogram modülü ile ortalamasız (ordinary), gösterge (indicator) krigleme işlemi yapabilen bir yazılım geliştirilmiştir. Bu özelliklere ek olarak yazılım, bağımsız değişkenlere bağlı kategorik değişkenlerin lokasyona bağlı sınıflandırmasını yapabilmektedir. Bu sayede yerbilimleri uygulamalarında jeoistatistiksel kestirim ile sınıflandırma ilk defa bütünleşik halde tek yazılım bünyesinde yer almaktadır. Çalışmada örnek uygulama olarak Taç epitermal Au yatağından elde edilmiş 2 ve 3 boyutlu jeolojik ve jeokimyasal veri setleri ile yazılımın çıktılarına yer verilmektedir. Ayrıca bu yazılım internet üzerinden indirilebilir şekliyle kullanıcılara sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Destek vektör makineleri, krigleme, makine öğrenme, Taç epitermal Au sahası

Abstract: *Orebody modeling is a dynamic process, and is carried out by two separate methods called explicit and implicit modeling methods. Explicit orebody models generated by traditional sectioning methods require either minor modifications or major updates as new data is added to the database. This can be a very time-consuming process. Additionally, models generated through this approach distinguish ore and gangue domains using a single boundary. In implicit modeling, however, such boundaries are mostly created using radial basis functions, and it is therefore faster compared to explicit modeling. One drawback of implicit modeling is that contemporaneous evaluation of both geology and grade continuity is not possible with this approach.*

The aim of this project is to develop an implicit modeling algorithm based on support vector machines, through determination of geological attributes related to mineralization by mineralogical, petrographic, and statistical analyses. The algorithm to be developed within the scope of the project will determine the ore-gangue boundary with support vector machines within integration of the spatial variability and probability with the indicator kriging.

As part of this project, a software has been developed, capable of performing descriptive statistics, histograms, box plots, outlier detection with QQ probability distribution, coefficient of variability and cumulative average plots, and swath analysis, which demonstrates the variability of the direction-dependent variable averages designated for both 2D and 3D datasets. With the variogram modeling tool, the applet can additionally perform kriging estimations. In addition to these features, classification of categorical variables related to independent variables is made available by the statistical learning tool. For the first time, this feature allows integrated geostatistical estimation and classification for geoscience applications using a single module. A case study on the Taç epithermal Au deposit is presented hereby, providing 2 and 3 dimensional geological and geochemical data sets and software-generated outputs. This standalone executable software will be made available for download by end-users via Internet.

Keywords: *Support vector machines, krigging, machine learning, Taç epithermal Au deposit*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Cevherleşmeyle İlişkili Önemli Jeokimyasal Aykırılıkların Parametrik (Q-Q) ve Parametrik Olmayan (U-Alansal, C-A Ve PCA) Multifraktal Analiz Modellemeleriyle Belirlenen: BLEG ve -80mesh Dere Tortulu Örneklemesiyle İlgili Bir Vaka Çalışması (Doğu Karadeniz Bölgesi)

Identification of Significant Ore-Related Geochemical Anomalies by Parametric (Q-Q) and Nonparametric (U-Spatial, C-A and PCA) Multifractal Analytical Models: A Case Study with BLEG and -80 Mesh Stream Sediment Sampling (Eastern Black Sea Region)

Hüseyin Yılmaz[1], David Cohen[2], Ramazan Sarı[3], Fatma Nuran Sönmez[1]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]School of Biological, Earth and Environmental Sciences University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia

[3]Altınordu Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Hafta Sokak, No:1, 06700, Ankara, Türkiye

(huseyin.yilmaz@deu.edu.tr)

Öz: Doğu Karadeniz Bölgesinin oldukça karmaşık yapı gösteren orojenik bir kuşak olması nedeniyle bunun Mesozoyik-Senozoyik tektonik evrimi tam olarak anlaşılamamıştır. Güncel paleotektonik rekonstüksüyonlar Mesozoyik-Senozoyik'deki volkanik faaliyetlerin Paleotetis ve Neotetis olarak adlandırılan büyük havza sistemleriyle denetlendiğine işaret eder. Asıl cevher-oluşturan sistemler Üst Kretase ve Eosen zamanında yer almıştır. Böylece, Doğu Pontid bölgesindeki asıl kıymetli ve baz metal oluşumlarında rol oynamış Geç Kretase ve Eosen olaylarının göz önünde bulundurulması oldukça önemlidir

Bu çalışma 3598 BLEG ve 29478 -80# dere tortulu örnek analizleri kullanılarak ilgili alanda bilinen maden yatakları veya cevherleşmelerin bulunmasında parametrik (Q-Q/Nicelik-Nicelik) ve parametrik olmayan (U-Spatial/U-Alansal, C-A/Konsantrasyon-Alan, PCA/Temel Bileşen Analizi) çoklu-fraktal teknik etkinliklerinin araştırılmasıyla ilgilidir. Böylece Bölgesel jeokimyasal topluluklar arasındaki başlıca kırılmalar Q-Q, U-Alansal, C-A ve PCA çoklu-fraktal grafiklerle gösterilmiştir.

Granitik ve volkanik sahalardan alınan BLEG örneklerindeki Au değerleri göreceli yüksek olmasına karşın, değişik litolojilerin Au değerleri arasındaki fark oldukça düşüktür. Genelde, U-Alansal, C-A ve PCA toplulukları Q-Q ye kıyasla daha geniş potansiyel aykırılık alanları üretmiştir. -Alansal analiz sonucu elde edilen U değeri de U+S.D, U+2S.D, U+3SD eşik değerler şeklinde verilmiştir. Ayrıca, PC1, PC2 ve PC3 çoklu-element jeokimyasal haritalarını üretmek için de IDW ara-değerleme (interpolasyon) yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen eşik değerler zemin-değer, düşük aykırılık, ortaç aykırılık, yüksek aykırılık ve aşırı aykırılık olarak beş adet benzersiz jeokimyasal toplulukları belirlemek için kullanılmıştır. Bilinen çoğu altın, Pb ve Cu yatakları zayıf ile yüksek arasında değişen BLEG ve -80# Au aykırılıkları içeren akaçlama alanları içinde bulunur. Saptanan PC1 ve PC3 aykırılıkları ile varlığı bilinen çoğu

Au ± Ag and Cu ± Pb ± Zn yatakları arasında güçlü bir korelasyon vardır. Genelde, U-Alansal, C-A ve PCA anomali toplulukları Q-Q'ninkilere kıyasla daha yaygındır.

Geniş ölçekli olarak ele alındığında, BLEG ve -80# Au-Ag değerleri karasal volkanik lav dom/volkanoklastik fasiyeslerle birliktelik gösteren doğu-batı uzanımlı Paleosen-Eosen granitoidleri ve büyük yapısal süturların baskın olduğu akaçlamalar içinde daha yüksek iken karbonatlar ve kırıntılıların baskın olduğu alanlarda daha düşüktür. Bu çarpışma zonu epitermal Au-Ag ve porfiri Mo-Cu-Au yatakları da barındırır. BLEG Au U-Alansal istatistiği porfiri Mo-Cu-Au, epitermal ve VMS yataklarının keşfedilmesinde %100 etkin olmasına karşın BLEG Ag U-Alansal istatistik yöntemi sözü edilen yatakların bulunmasında %93 etkinliktedir.

Anahtar kelimeler: BLEG, C-A fraktal, U-Alansal istatistik, PCA, Turkiye

Abstract: *The Eastern Black Sea region is a very complex orogenic area and Mesozoic-Cenozoic plate tectonic evolution of Turkey and recent paleotectonic reconstructions suggested that volcanism was controlled by the closure of large basin systems, referred to as Paleotethys and Neotethys. Major ore-forming events have taken place through Upper Cretaceous and Eocene time. Therefore, it is important to have an insight into the Late Cretaceous and Eocene events, which may have played significant roles on the formation of major precious and base metal in the Eastern Pontides.*

Using a large database, which is derived mainly from company exploration programs that includes 3598 BLEG and 29478 -80# stream sediment samples, a study was carried out in efficiency of detecting known ore deposits and prospects by using parametric (Q-Q) and non-parametric (U-Spatial, C-A, PCA) multifractal modeling techniques. There is surprisingly limited variation between the median or 95th percentile values for Au across different lithologies although BLEG Au values are high in granitic- and volcanic-dominated terranes. Element distributions were examined using parametric quantile-quantile (Q-Q) and, non-parametric concentration-area (C-A), U-Spatial and principal component analysis (PCA) multifractal plots to establish the major breaks between regional geochemical populations. In general, C-A, U-Spatial and PCA generated clearer breaks between populations than Q-Q and lower thresholds to the dominant "background" population (2 ppb for Q-Q and 0.9 ppb for C-A). The thresholds of U, U+S.D, U+2S.D, U+3SD were determined on histograms of the U-values. IDW interpolation was then implemented to generate multi-element geochemical maps of PC1, PC2 and PC3 and the selected thresholds were used to delineate five different geochemical populations of background, low anomaly, moderate anomaly, high anomaly and extreme anomaly.

Most of the known Au mineral deposits occur in catchments with marginal to strongly anomalous BLEG or -80# Au. Most of the known Pb and Cu deposits (of various genetic types) are contained in catchments displaying the third or higher C-N or S-N fractal populations. There is a strong spatial association between the derived anomaly populations (especially PC1 and PC3 maps) and the locations of majority of the known Au ± Ag and Cu ± Pb ± Zn deposits in the study area.

At the broad scale, Au values are higher in catchments dominated by E-trending Paleocene-Eocene collision granitoids with associated subaerial volcanic lava dome/ volcanoclastic facies rocks and the major structural sutures, and lower in the areas dominated by carbonates and clastics. This collision zone also hosts epithermal Au-Ag and polymetallic deposits. BLEG Au U-Spatial statistics is 100% efficient in detecting porphyry Mo-Cu, epithermal Au-Ag and VMS deposits whereas BLEG Ag U-Spatial statistics have 93% efficiency in unveiling these deposits.

Keywords: *BLEG, C-A fractal, U-spatial statistics, PCA, Turkey*

Çangaldağ Andezitleri ile ilişkili Pb-Zn-Cu Mineralizasyon Alanlarının Toprak Jeokimyası Özellikleri (Hanönü, Kastamonu)

The Soil Geochemistry Characteristics of Pb-Zn-Cu Mineralizations Associated with the Çangaldağ Andesites (Hanönü, Kastamonu)

Aysun Akgöz[1], Kurtuluş Günay[2], Cahit Dönmez[1], Cüneyt Baran[1], Kenan Çoşkun[1], Özgür Deveci[3], Halim Mutlu[4]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü, 41285 Kartepe, Kocaeli, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 67100 Zonguldak, Türkiye

[4]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(aysun.sozcu@mta.gov.tr)

Öz: Orta Pontidler, temelinde Permo-Karbonifer meta-granitoidler ve metamorfik birimlerin bulunduğu kompleks bir yapıya sahiptir. Orta Pontidlerde temel birimlerin yaklaşık doğu-batı uzanımlı tektonik dilimler şeklinde Jura-Kretase yaşlı bindirme-yığışım kompleksleri tarafından üzerlendiği geniş bir alan, Orta Pontid Süper Kompleksi ya da Orta Pontid Yapısal Kompleksi olarak adlandırılmıştır. Bu büyük yapısal kompleksin içinde, Permo-Karbonifer yaşlı temel kayaları, yay önü ofiyolit dilimleri, ensimatik yay volkanikleri, derin deniz sedimanları, kıtasal yay ve plütonizma ile ilişkili kayalar ve Senozoyik örtü birimleri yer alır.

Kastamonu ilinin Hanönü ilçesi kuzeyinde yüzeyleyen andezitler, Çangaldağ Metamorfik Kompleksi ile Çangaldağ Graniti arasında tektonik bir dilim halinde bulunur. Bu kompleks yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş adayayı volkanik-subvolkanikleri ile tektonik dokanaklı derin deniz sedimanlarını kapsar. Çangaldağ graniti, bir yay plütonizması karakterindeki Kastamonu granitoyid kuşağının parçasıdır. Bölgedeki andezitler, yakın coğrafya isimlerine bağlı olarak bu çalışmada, Çangaldağ Andezitleri olarak tanımlanmıştır. Bu andezitler taze yüzeyleri koyu gri, günlenmiş kesimleri sarımtırak renk tonlarında ve yer yer kırık yüzeylerinden itibaren limonitleşmiş bir şekilde görülür. İntersertal dokulu andezitler, plajiyoklaz, sanidin, amfibol, biyotit, epidot, klorit mineral parajenezine sahip olup, kloritleşme, karbonatlaşma, killeşme ve silisleşmeye maruz kalmıştır.

Çalışma alanını kapsayan geniş bir bölgenin dere sedimanı jeokimyasal prospeksiyonu gerçekleştirilmiş, bunun sonucunda anomali alanları belirlenmiştir. Toprak örneklemeleri fillit, kloritşist, metavolkanik ve andezit olmak üzere farklı jeolojik birimler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Maden jeolojisi haritalarında tespit edilen alterasyon bölgelerini de kapsayan geniş alanlarda sistematik toprak jeokimyası çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada her 50 metrede 1 örnek olacak şekilde 848 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri 80 mesh elek altı boyutuna getirilmiş ve ICP-MS yöntemi ile MTA laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Mineralizasyon alanları üzerinde en yaygın alterasyon ürünü limonitleşmedir, yer yer malahitleşme, azuritleşmeye de rastlanmıştır. Toprak jeokimyası sonuçları alterasyon alanlarındaki baz metal değerlerinde belirgin bir artış olduğunu göstermiştir. Toprak örneklerinin analiz sonuçlarının baz metallere göre da-

ğılımı, Pb-Zn-Cu ağırlıklı bir mineralizasyon gelişimini işaret eder (Pb için 5 – 2155 ppm, Ort: 91 ppm; Zn için 17 – 1910 ppm, Ort: 176 ppm; Cu için 1 – 3200 ppm, Ort: 38 ppm). Jeokimya analizlerinden elde edilen kontur haritaları ve maden jeolojisi haritalarının korelasyonu sonucunda, Pb-Zn-Cu mineralizasyonunun olası yayılım alanları tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çangaldağ Andeziti, toprak jeokimyası, Pb-Zn-Cu mineralizasyonu

Abstract: *The Central Pontides have a complex structure with a basement consisting of Permo-Carboniferous meta-granitoids and metamorphic units. In Central Pontides, the area where the basement units are overlain by the Jurassic-Cretaceous thrust-accretion complexes composing of approximately E-W trending tectonic slices is called Central Pontide Super-Complex or Central Pontides Structural Complex. This wide structural complex hosts the Permo-Carboniferous basement rocks, metamorphosed fore-arc ophiolites, ensimatic arc volcanites, deep marine sediments and rocks associated with continental arc and plutonism and Cenozoic cover units.*

The andesites exposing to the north of Hanönü district of Kastamonu form a tectonic slice between the Çangaldağ Metamorphic Complex and Çangaldağ Granite. This complex comprises island arc volcanic-subvolcanics that were metamorphosed under greenschist facies and deep marine sediments in tectonic contact with them. The Çangaldağ Granite is a part of the Kastamonu Granitoid that is represented by arc plutonism characteristics. The andesites in the study area are named as Çangaldağ Andesites. The fresh surfaces of these andesites are dark gray whilist the weathered surfaces are yellowish colored. Also, limonitization is locally observed along the fracture surfaces. The mineral paragenesis of andesites which display intersertal texture is represented by the following minerals; plagioclase feldspar, sanidine, amphibole, biotite, epidote, chlorite and andesites underwent chloritization, carbonization, argillization and silicification.

As a result of stream sediment prospection studies in the study area, anomaly areas were determined. The soil sampling was conducted in different geological units; phyllites, chlorite schists, metavolcanics and andesites. Systematic soil geochemistry studies were carried out in the alteration zones determined by the ore geology mapping. In this study, 848 soil samples were collected with an interval of one sample per 50 meters. The soil samples were sieved below 80 mesh size (<80 μm) and they were analyzed at the laboratories of General Directorate of Mineral Research and Exploration using ICP-MS method. Limonitization is the most common alteration product observed in mineralization areas. Malachitization and azuritization are also locally observed. The soil geochemistry results indicate significant increase in base metal concentrations in the alteration areas. The distributions of the base metal contents of the soil samples point out a Pb-Zn-Cu mineralization (Pb 5 – 2155 ppm, Average: 91 ppm; Zn 17 – 1910 ppm, Average: 176 ppm; Cu 1 – 3200 ppm, Average: 38 ppm). As a result of correlations of the contour and mineral geology maps obtained from the soil geochemistry analyses, potential distribution zones of Pb-Zn-Cu mineralization were determined.

Keywords: *Çangaldağ Andesite, soil geochemistry, Pb-Zn-Cu mineralization*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Keban-Batı Fırat (Cu-Mo)-Pb-Zn Skarn Yatağının Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası ve Jenezi, Elazığ-Türkiye: Mineralizasyon Koşullarının Belirlenmesinde Belirteç Olarak Nadir Toprak Elementleri

Rare Earth Element Geochemistry and Genesis of Keban West Euphrates (Cu-Mo)-Pb-Zn Skarn Deposit, Elazığ-Turkey: Rare Earth Elements as an Indicator for Defining Mineralization Conditions

Esra Yıldırım[1], Nail Yıldırım[2], Cahit Dönmez[2], Sang-Mo Koh[3], Kurtuluş Günay[2]

[1]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Convergence Research Center for Development of Mineral Resources (DMR) Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), South Korea

(nailyildirim@gmail.com)

Öz: İnceleme alanı, Doğu Anadolu Bölgesi içerisindeki Elazığ ili Keban ilçesinin 3 km batısında yer alan önemli bir metalojenik provensdir. Keban-Batı Fırat (Cu-Mo)-Pb-Zn skarn yatağı, Doğu Toros orojenik kuşağındaki Permo-Triyas / Permo-Karbonifer yaşlı metamorfikler ile Geç Kretase plutonik kayaçlar boyunca izlenmektedir. Skarnın kökeni ve gelişimi; Geç Kretase alkali siyenitlerin, kalkerli kayaçlara intrüzyonlarıyla ilişkilidir ve skarn gelişiminin çeşitli aşamalarını yansıtan zamansal ve mekânsal zonlanmalar sergiler. Kontak metamorfizma, geniş çevrelerde hornfels ve mermer halelerini oluşturmuştur. Sonraki metasomatizma yüksek-sıcaklık susuz kalk-slikat topluluklarını oluşturmuştur. Bu topluluklar, artan sülfür konsantrasyonları şartları altında depolanmış sülfit mineralleri (başlıca pirit) içeren düşük sıcaklık sulu mineraller tarafından kısmen üzerlenmiştir.

Keban-Batı Fırat skarn ünitesi ana kayaç, plutonik kayaç, endoskarn, ekzoskarn ve cevher skarndan oluşur. Endoskarn zonu, ekzoskarndan daha azdır ve daha az cevher içerir. Cevher minerali olarak pirit, kalkopirit, molibdenit, sfalerit, galenit, florit, manyetit, pirotin, fahlerz ve nabit altın bulunurken, granat, piroksen, kalsit, epidot, klorit ve kuvars ana gang mineralleridir. Skarn yatağı polimetalik özelliktedir ve cevher mineralleri masif, tabakalı, damarlı ve saçınım formda olup sülfit / oksit / süperjen zonlarda izlenir.

Keban plutonik kayaları siyenitik bileşimlidir ve yüksek Al_2O_3, Na_2O+K_2O, Zr, Nb, Ta, Th, Rb ve Nadir Toprak Element (NTE) içeriklerine sahiptir. Bu pluton, alkalin ve metaalumino özellikte olup, levha-içi (A Tipi) ve geç orojenik granitoidlerle benzerlik sunmaktadır. Bu kayaların yüksek Rb, V ve düşük Sc içerikleri Cu-Zn-W-Mo-tip skarn üreten granitoidler için uygundur.

Skarn ünitesinde genel olarak hafif nadir toprak elementleri (HNTE), ağır nadir toprak elementleri (ANTE)'nden daha yüksek konstantrasyonlar göstermektedir. Skarn zonu en

belirgin zenginleşmiş-NTE paterni sunarken, cevher zonu ana kayaç (kireçtaşı)'dan sonraki maksimum tüketilme paterni sergiler. La/Y oranları 0.9 to 26.4 arasındadır ve cevher zonu en yüksek orana (ort. 13.35) sahiptir. Bu oranlar, plutonik kaya ve skarn zonunda nötre yakın alkali koşulları yansıtırken, cevher zonu ve ana kayada alkali koşulları göstermektedir. Granatça baskın endoskarn, metaalumino-siyenit porfire göre NTE zenginleşmesi (özellikle Eu ve Ce) gösterir, bu skarn oluşumu sırasında siyenitoidlerden türetilmiş magmatik suyun bu yatak için baskın bir sıvı kaynağı olduğunu işaret eder. Aksine, kireçtaşları metaalumino kayalara göre çok düşük NTE içeriklerine sahiptir. Kireçtaşlarıyla ilişkili kalsik (granat-piroksen) ekzoskarnların NTE içerikleri, yüksek ∑NTE, Eu/Eu*, Ce/Ce* ve Pr/Yb(n) içeren magmatik hidrotermal akışkanların özelliklerini sergiler. Cevher zonunun NTE jeokimyası da, Keban-Batı Fırat yatağından hidrotermal akışkanların sorumlu olduğunu gösterir ve bu akışkanlar baskın olarak magmatik kökenlidir.

Anahtar Kelimeler: (Cu-Mo)-Pb-Zn skarn yatağı, NTE jeokimyası, siyenit, magmatik su, Keban, Türkiye

Abstract: *The study area is an important metalogenic province which located at 3 km west of Keban district of Elazığ in the East Anatolian Region. The Keban-West Euphrates (Cu-Mo)-Pb-Zn skarn deposit is observed along the Late Cretaceous plutonic rocks and Permo-Triassic/Permo-Carboniferous metamorphics in the Eastern Taurus Orogenic Belt. The genesis and evolution of skarn is associated with Late Cretaceous alkali syenite intrusion of calcareous rocks. This intrusion is characterized by temporal and spatial zonation, producing several stages of skarnisation. The contact metamorphism formed broad halos of hornfels and marble. Subsequent metasomatism by high temperature and hypersaline fluids formed anhydrous calc-silicate assemblages (garnet, pyroxene and wollastonite), partially overprinted by lower temperature and saline fluid hydrous assemblages (epidote, chlorite and calcite) and sulphide minerals (mainly pyrite) as the concentration of sulphur increased.*

The Keban-West Euphrates skarn units comprise the host rocks, plutonic rocks, endoskarn, exoskarn and ore skarn. The endoskarn zone is smaller than the exoskarn zone and contains less ore. The ore skarn assemblage like pyrite, chalcopyrite, molybdenite, sphalerite, galena, fluorite, magnetite, pyrrhotite, fahlore and native gold occurs as ore minerals, whereas garnet, pyroxene, calcite, epidote, chlorite and quartz constitute the main gangue minerals. The skarn deposit is polymetallic, and the ore minerals occur as massive beds, veins and disseminations in sulphide, oxide and supergene zones.

The Keban plutonic rocks are syenitic in composition with high contents of Al_2O_3, Na_2O+K_2O, Zr, Nb, Ta, Th, Rb and rare earth elements (REEs). This pluton exhibit alkaline and metaluminous characteristics closely consistent with within-plate (A-type) and late orogenic granitoids. The high Rb, V and low Sc content of this rocks are like those of the granitoids associated with Cu-Zn-W-Mo skarns.

The skarn units show higher concentrations of light REEs compared with heavy REEs. The skarn zone samples display the most prominent REE-enriched pattern, and the depletion pattern in the ore zone is only subordinate to that of the host rock (limestone). The La/Y ratios of the West Euphrates skarns vary from 0.9 to 26.4 with the highest ratios in the ore zone (average=13.35). The ratios of the plutonic rocks and skarn zones reflect near-neutral to alkali conditions, whereas the ore zone and host rock ratios are characteristic of alkali conditions. The garnet-dominated endoskarn shows high contents of REE (especially Eu and Ce) compared with the metaluminous syenite porphyry, indicating derivation of the magmatic fluids for skarnisation from the alkali syenitic magma. Conversely, the limestones show lower REE concentrations relative to the metaluminous syenite porphyry-hosted rocks. The REE concentrations in limestones related to the calcic exoskarns (garnet–pyroxene) display REE features of magmatic hydrothermal fluids including high ΣREE, Eu/Eu, Ce/Ce* and Pr/Yb(n). The REE geochemistry of the ore zone indicates that the hydrothermal fluids responsible for the Keban deposit are dominantly of magmatic origin.*

Keywords: *(Cu-Mo)-Pb-Zn skarn deposits, REE geochemistry, syenite, magmatic water, Keban, Turkey*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gicik Altın Yatağı (Ankara, Orta Anadolu): Dalma-Batma Sonrası Ortamda Gelişmiş Bir Düşük-Sülfidasyonlu Epitermal Sistem

The Gicik Au Deposit (Ankara, Central Anatolia): A Low-sulfidation Epithermal System Formed in a Post-subduction Setting

Akın Çil, Ali İmer

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(akincil@metu.edu.tr)

Öz: Ankara şehir merkezinin yaklaşık 15 km kuzeyinde yer alan Gicik Au yatağı, Sakarya Zonu'nun güney kenarı üzerinde gelişmiş orta Eosen yaşlı andezitik–dasitik bileşimdeki volkanik istifin içerisinde yer alan bir dizi silisli damardan oluşmaktadır. Cevherin yan kayacı olan aglomeralar ve masif/akma bantlı lavlar orta-K'lu ve kalk-alkalen karakterdedir. Magmatik kayaçlarda gözlemlenen yüksek alan gerilmeli element fakirleşmesi ve büyük iyon çaplı litofil ve hafif nadir toprak element zenginleşmesi tipik yay magmalarına benzemektedir.

KKD yönünde, doğrultu boyunca yaklaşık 2 km uzanmakta olan damarlar düşey veya dik açıyla BKB yönüne eğimlidir. Damarların tamamı verev-atımlı faylar boyunca yerleşmiştir ve bu durum damar oluşumu sırasında yapısal kontrolün önemli bir rol oynadığına işaret etmektedir.

Altın cevherli sistemle ilişkili alterasyon kuzeyde Gicik'in kuzey kesimlerinden başlayıp güneyde Hüseyingazi Tepe'nin yamacına kadar olan bölgede oldukça geniş bir alanı kapsamaktadır. Hidrotermal alterasyon damar yakınlarında silisleşme ve killeşme ile temsil edilmekte, bunların çevresinde ise daha geniş yayılım gösteren propilitik zon bulunmaktadır. Silisli zonlar kalsedonik/ince taneli, masif veya kolloform bantlı kuvarsla birlikte daha iri taneli gri kuvars ve geç evrede ametistik kuvars içermektedir. Bunu çevreleyen kil alterasyonu kuvars-illit-kaolinit ile temsil edilmekte ve dışa doğru yerini bölgesel propilitik alterasyona ait klorit-epidot-karbonat-pirit mineral topluluğuna bırakmaktadır.

Kuvvetli yüzey oksidasyonu nedeniyle damarlarda hematit ve götit gibi Fe-(hidr)oksit mineralleri gelişmiştir. Ancak görece daha taze damar örneklerinde kolloform bantlı veya gri kuvars fazlarıyla birlikte pirit, arsenopirit ve Ag-tetrahedritten oluşan basit bir mineral topluluğuna rastlanılmıştır. Elektron mikroprob analizleri ile bu sülfit ve sülfür tuzu fazlarında birkaç yüz ppm seviyesinde Au ve Ag içeriği saptanmıştır. Ayrıca Ag-tetrahedrit içerisinde kütlece %7'ye varan miktarlarda gümüş tespit edilmiştir.

Magmatik ve hidrotermal kökenli mineraller üzerinde yapılan K-Ar and $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaş analizleri volkanizma ve epitermal-tipi alterasyonun ~44 Ma civarında eşzamanlı geliştiğini göstermektedir. Orta Anadolu'nun kuzey kesimlerindeki yaygın Paleojen volkanizmasının son evrelerine denk gelen bu volkanik evre slab kırılması veya çarpışma süreçleriyle ilişkilendirilmektedir. Volkanizmayı tetikleyen nedenlerden bağımsız olarak Sakarya Zonu boyunca orta Eosen dönemde ortaya çıkan tektonomagmatik koşulların düşük-sülfidasyonlu (ve olasılıkla ortaç-

sülfidasyonlu) epitermal cevherleşme gelişimi için uygun olduğu görülmektedir. Bu durum sadece Orta Anadolu'da değil aynı zamanda Biga Yarımadası ve Doğu Pontidler'deki benzer sistemler üzerinde de gözlemlenebilir.

Anahtar Kelimeler:, Ankara, çarpışma-sonrası, düşük-sülfidasyonlu epitermal Au, Eosen, Gicik

Abstract*: The Gicik Au deposit, located about 15 km north of Ankara, consists of a series of siliceous veins hosted within a sequence of middle Eocene andesitic–dacitic agglomerates and massive to flow-banded lavas that overlie the southern margin of the Sakarya Zone. Host volcanic rocks are medium-K calc-alkaline and metaluminous, and were derived from a high-field strength element-depleted and large-ion lithophile element- and light rare earth element-enriched magma source, typical of arc settings.*

The vein swarm extends in the NNE direction for about 2 km along strike and are either vertical or dip steeply towards WNW. A strong structural control exerted during vein development is evident since all vein segments have been localized along oblique-slip faults.

Gold-mineralized system has a large alteration footprint extending from the north of Gicik in the north reaching towards the foothills of the Hüseyingazi Hill to the south. Hydrothermal alteration is characterized by vein-proximal silicification and argillic alteration, enveloped by a more extensive zone of propylitic alteration. Silicified zones consist of chalcedony/fine-grained massive to colloform-banded quartz to coarser-grained gray quartz as well as late amethystic quartz. Surrounding argillic alteration is represented by quartz-illite-kaolinite assemblages that grade outward into the chlorite-epidote-carbonate-pyrite assemblages of the district-scale propylitic alteration.

At the surface, veins have been extensively oxidized into Fe-(hydr)oxide minerals such as hematite and goethite. Relatively fresh exposures, however, contain sulfide phases that represent a simple mineral association consisting of pyrite, arsenopyrite, and Ag-tetrahedrite hosted mainly in colloform banded or gray quartz veins. Electron microprobe analysis indicated that several hundred ppm-levels of gold and silver are contained within these sulfide/sulfosalt minerals. Additionally, Ag concentrations in Ag-tetrahedrite were determined to reach up to ~7 wt.%.

K-Ar and $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating of igneous and hydrothermal minerals indicate overlapping ages and that volcanic activity and epithermal-style alteration occurred contemporaneously at ~44 Ma. This period corresponds to the terminal stages of widespread Paleogene volcanism in north central Anatolia, which has been attributed either to break-off of the northern Neotethyan slab following collision or to collisional processes. Regardless of the triggering mechanism, middle Eocene tectonomagmatic conditions along the Sakarya Zone appear to be favorable for generation of low- sulfidation (and possibly intermediate-sulfidation) epithermal mineralization as evidenced from such systems, not only in central Anatolia but also in Biga Peninsula and Eastern Pontides.

Keywords: *Ankara, Eocene, Gicik, low-sulfidation epithermal Au, post-collisional*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kuzey Sudan Bölgesindeki Altın İçeren Damarlarının Yapısal Jeolojisi: Greenstone Kuşaklarında Oluşan ve Makaslanma Alanları İçerisinde Gelişen Mezotermal Tip Altın Cevherleşmesine Bir Örnek

Structural Geology of Abu Sari Auriferous Veins in Northern Sudan: An Example for Shear-Hosted Mesothermal Gold Mineralization in Greenstone Belts

Erdem Atalar

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(erdematalar@gmail.com)

Öz: Altın cevherleşmesi içeren kuvars damarı sistemi, Sudan Kuzey Eyaleti Dongola şehrinde bulunan Abu Sari bölgesinde keşfedilmiştir. Bu altın yatağı Kuzey Afrika'da bulunan Proterozoyik yaşlı Nubian Kalkanı içerisinde yer almaktadır. Kuzey Sudan genel olarak birleşen okyanusal kaya katmanlarının yaklaşık 810 – 580 My yaşındaki Pan Afrika orojenezi sırasında Gondwana ile birleşmesiyle Proterozoyik yaşlı Nubian Kalkanı'nın parçası olarak oluşmuştur. Altın cevherleşmesi bu periyodun sonlarına doğru ~ 650'den 600My, kıta çarpması deformasyonlarının ve geniş ölçekli doğrusal atımlı fayların Batı Afrika marjında aktif olduğu dönemde meydana gelmiştir.

Altın cevherleşmesi Hartum'un yaklaşık olarak 650 km kuzeyinde bulunan Abu Sari köyünün yakınında kuvars damarları şeklinde geniş bir alanda (en az 7 x 10 km) bulunmaktadır. Abu Sari'de görülen kayaçlar küçük granadiyorit gövdelerinin, felsik ve mafik dayklarının kestiği deformasyona ve metaformizmaya maruz kalmış yeşil şist fasiyesleri ve gri kumtaşlarıdır.

Cevherli kuvars damarları kinematik göstergeleri ile yan kayaç dokunaklarında olan doğrultu atımlı faylanma ile kontrol edilmektedir. Fay sisteminin ve kuvars damarlarının genel davranışının anlaşılması, mevcut kuvars damarlarının görülemeyen devamlılıklarını, kuvars damarlarının dönüşlerinin ve bükülmelerini anlamaya yardımcı olacaktır. Bu soruların cevaplarını bulmak üzere altın madeninin açık ocak duvarlarında 235 metre kotunda 1:200 ölçekli duvar haritalaması yapılmıştır. Yüzey seviyesi 250 metre olmakla berabere 235 metre kotuna ait sondaj verileri cevherleşme ve yapı ilişkisinin anlaşılmasında yardımcı olacaktır.

Çalışma alanındaki jeolojik yapılar arasındaki ilişkiler, bölgenin beş farklı deformasyon evresi geçirdiğini göstermektedir. İlk faz, ofiyolitlerin pasif kıta kenarı sedimanlarının üzerine G – GD'ya doğru yerleştirilmelerine atfedilirken, ikinci faz K- den KKD'ye kadar yönelen ve D – B kısalma ile uyumlu eğilimli açık kıvrımlarla temsil edilir. Üçüncü faz Üçüncü Katarakt Makaslama Alanı boyunca devam eden doğrultu atımlı deformasyon ile bağlantılı olup, dördüncü faz ise Sahara Metakratonu'nun kalınlaşması sonucu oluşan bölgesel genişlemedir. Son deformasyon fazı da BGB – DKD yönlü doğrultu atımlı faylarla temsil edilmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışma sırasında gözlemlenen ve ölçülen jeolojik yapıların özet tablosu.

Structure	Approximate Orientation	Inferred Principal Stress Orientation	Deformation Phase
Foliation & Folds	~ENE–WSW	$\sigma_{1=}$ ~N–S	D_1
	(N)NE–(S)SW	$\sigma_{1=}$ ~(W)NW–(E)SE	D_2
Reverse Faults	~E–W	$\sigma_{1=}$ ~N–S	D_1
	NW–SE	$\sigma_{1=}$ NE–SW	D_2
Strike-slip Faults	NW–SE & N(NE)–(S)SW	$\sigma_{1=}$ NNW–SSE	D_3
	W(SW)–(E)NE	$\sigma_{1=}$ NE–SW	D_5 (?)
Veins	~E–W	$\sigma_{1=}$ ~N–S	D_1
	NE–SW	$\sigma_{1=}$ NNW–SSE	D_3
Normal Faults	NW–SE	$\sigma_{3=}$ NE–SW	D_4 (or D_3)

Bu modelde, altın cevherleşmesinin erken evresi bölgesel deformasyon ve ilerlemiş metamorfizma ile ilişkilendirilmiş olup, altın cevherleşmesinin ikinci aşaması D – B ve KKD – GGB faylanmaya neden olan kıtasal ölçekli makaslanma alanı deformasyonunun açtığı yollardan gelen hidrotermal suların yukarıya doğru hareket etmesi ile oluşmuştur. Bu hareket doğrultu atımlı fayların kesişim yerlerinde kuvars damarları boyunca cevher zenginleşmesine neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Altın, kuvars damarı, greenstone, mezotermal altın yatakları, orojenik altın, Kuzey Doğu Afrika, Nubian Kalkanı, Sudan, Pan Afrika Orojenezi

Abstract: *The gold mineralized quartz vein system has been discovered within the Proterozoic Nubian Shield in the Sudan Northern State Dongola city, Abu Sari Region at North East Africa. Northern Sudan forms part of the Proterozoic Nubian Shield and consists of mainly accreted oceanic terranes that were sutured to Gondwana during the Pan-African orogeny − during approximately 810 to 580 My time interval. Mesothermal gold mineralization formed towards the end of ~550 to 600 my interval, during collisional deformation and large-scale strike-slip faulting along the east African margin.*

Gold mineralization occurs across a wide area of quartz veining (at least 7 x 10 km) near the village of Abu Sari, approximately 650 km north of Khartoum. Rocks exposed in the Abu Sari area consist mainly of deformed and metamorphosed greenschist-facies greywackes, and intruding small granodiorite bodies, felsic and mafic dikes.

Mineralized quartz veins are controlled by strike-slip faulting with kinematic indicators occurring along their contacts with the host rock. Understanding the general behaviour of the fault system and the quartz veining will help to understand the invisible continuation of the mineralized quartz veins, and to determine areas of the bending and turning points of the veins.

To tackle these questions 1:200-scale wall mapping of the quartz veins is done in the 235

meters level of the open pits of the gold mine. The surface level is 250 meters and the drilling data available in the 235 meters level help to understand the relationship between the mineralization and the structures.

The relationships between geological structures in the study area suggest that the region has suffered from five distinct phases of deformation. The first phase is attributed to the emplacement of ophiolites onto the passive margin sediments towards S- to SE, the second phase is represented by N- to NNE-trending open folds and is consistent with ca. E−W shortening, the third phase is associated with continuing strike-slip deformation along the Third Cataract Shear Zone, regional extension because of the thickening of the Saharan Metacraton lithosphere is the fourth phase, and final deformation phase is represented by WSW – ENE-trending strike-slip faulting (Table 1).

Table 1. *Summary of geological structures observed and mapped during this research. The orientation of principal stress axes is inferred assuming that the normal and reverse faults are pure dip-slip structures whereas the σ1 orientation for strike-slip faults comes from the paleostress analyses. The orientation of the structures represents the best fit great circles.*

Structure	Approximate Orientation	Inferred Principal Stress Orientation	Deformation Phase
Foliation & Folds	~ENE–WSW	$\sigma_{1=}$ ~N–S	D_1
	(N)NE–(S)SW	$\sigma_{1=}$ ~(W)NW–(E)SE	D_2
Reverse Faults	~E–W	$\sigma_{1=}$ ~N–S	D_1
	NW–SE	$\sigma_{1=}$ NE–SW	D_2
Strike-slip Faults	NW–SE & N(NE)–(S)SW	$\sigma_{1=}$ NNW–SSE	D_3
	W(SW)–(E)NE	$\sigma_{1=}$ NE–SW	D_5 (?)
Veins	~E–W	$\sigma_{1=}$ ~N–S	D_1
	NE–SW	$\sigma_{1=}$ NNW–SSE	D_3
Normal Faults	NW–SE	$\sigma_{3=}$ NE–SW	D_4 (or D_3)

In this model, the early phase of gold mineralization was associated with regional deformation and prograde metamorphism, the second stage of gold mineralization was induced by crustal-scale shear zone deformation causes E – W and NNE – SSW faulting which has formed the pathways for hydrothermal fluids to move upward and enriched the quartz veins trough the junctions of the strike-slip faulting.

Keywords: *Gold, quartz vein, greenstone, mesothermal gold deposits, orogenic gold, North East Africa, Nubian Shield, Sudan, Pan African Orogeny*

Batı Anadolu'da İntrüziflere Bağlı Au-Pb-Zn-Cu Cevherleşmesi: Kaplanköy (Bergama-İzmir) Örneği

Intrusion-Related Au-Pb-Zn-Cu Mineralization in Western Anatolia: A Case Study from Kaplanköy (Bergama-İzmir)

Ramazan Sarı[1], Fatih Bademler[2], M. Barış Durgun[1], G. Gamze Ersoy[2], Zehra Deveci Aral[2], Gökben Elbi[2], Cahit Dönmez[2], Serkan Özkümüş[2], Gülcan Bozkaya[3], Ömer Bozkaya[3]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Kuzey Batı Anadolu Bölge Müdürlüğü, 10020 Balıkesir, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

(rsarimta@hotmail.com)

Öz: Biga Yarımadası güneyinde yer alan Kozak Dağı Magmatik Kompleksi (Kozak Masifi), Eosen-Alt Miyosen döneminde sıkışma rejiminin etkin olduğu, yay magmatizmasının geliştiği, ve yay magmatizmasıyla ilişkili gelişen önemli maden yatakları ve zuhurları içermektedir. Kozak Masifi civarında madencilik faaliyetlerinin geçmişi M.Ö. 1200 yılına kadar uzanmakta olup; son yıllarda artan arama faaliyetleriyle birlikte MTA tarafından birçok yatağın keşfi yapılmıştır. Bu çalışmanın konusunu yeni keşfedilen yataklardan birisi olan Kaplanköy Au-Pb-Zn-Cu cevherleşmesi oluşturmaktadır.

Çalışma sahası; Türkiye Metalojeni Haritasında "Orojenez Sonrası Ardoluşumlu (Epijenetik) Hidrotermal Cevherleşmeler Metalojenik Kuşağı", Biga Yarımadası Metalojeni Haritasında ise genişlemeli tektonik ile ilgili epitermal mineralleşme zonu içerisinde yer almaktadır.

Cevherleşmenin görüldüğü sahanın temelinde Permiyen yaşlı kireçtaşı blokları içeren metakırıntılı ve metabazik kayaçlardan oluşan Alt Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi bulunmaktadır. Alt Miyosen yaşlı asidik ve andezitik volkanitler, Karakaya Kompleksi birimlerini uyumsuz olarak örtmekte olup; aynı yaşlı linyit içeren gölsel Soma Formasyonu'yla yanal ve düşey geçişlidir.

Çalışma alanının farklı ölçeklerde jeoloji ve maden jeoloji haritaları hazırlanmış ve UMREK standartları gözetilerek detay toprak jeokimya çalışmaları yapılmıştır.

Cevherleşme, diyorit-diyorit porfir karakterindeki subvolkanitlerin içerisinde gözlenmektedir. Cevherli subvolkanitler, beyaz-krem renkli olarak gözlenmekte olup, çoğunlukla serizitleşmiş, yer yer killeşmiştir. Cevher mineralleri; (1) saçılımlı ve ince kristalli pirit, kalkopirit, markazit, (2) ağsal gri-koyu gri renkli kuvars damar-damarcıklarında saçılımlı pirit, kalkopirit, (3) yer yer ince kristalli galenit, sfalerit ve (4) beyaz-kirli beyaz renkli barit+silis+karbonat damar-damarcıklarında ise saçılımlı galenit, sfalerit, kalkopirit olarak gözlenmektedir.

Etüt çalışmalarıyla yüzey boyutları belirlenen cevherleşmenin düşey boyutunu belirlemek

amacıyla 2017 yılından itibaren sondaj çalışmaları devam etmektedir. Yapılan sondajlarda, serizitleşme, yer yer killeşme içeren cevherleşme zonu yüzeyden itibaren 800 m derinliğe kadar izlenmektedir. 4x6 km boyutlarında ve 800 m derinliğindeki cevherleşme zonu belirlenmiştir.

Cevherli zonlarda; kloritli, silisli, kalsit damar-damarcıklı propillitik zon, killi, saçılımlı piritli arjilik zon, serizitli, ağsal kuvars damar-damarcıklı fillik zon ve kloritli, yer yer epidotlu, hidrotermal biyotitli, manyetitli kuvars damarlı ve yer yer K-feldispat damar-damarcıklı potasik zon gözlenmektedir. Porfiri tipte bir cevherleşmeyi temsil eden bu alterasyon dağılımı, daha sonra gelişen saçılımlı galenit+sfalerit+kalkopirit içeren barit+silis+karbonat damar-damarcıklarından oluşan mezotermal evre ve gri-koyu gri renkli yer yer antimuanlı kuvars damar-damarcıkları ile temsil olunan epitermal evre tarafından üzerlenmiştir. Bölgede yapılan sıvı kapanımı incelemelerinden elde edilen veriler porfiri tip cevherleşmeyi oluşturan çözeltinin sıcaklığının 600°C'ye kadar çıktığını ve oldukça yüksek tuzluluğa sahip olduğunu (%45 NaCl eşdeğeri), daha sonraki epitermal evrede ise sıcaklıkların (~200°C) ve tuzlulukların (%5 NaCl eşdeğeri) oldukça düştüğünü göstermiştir. Çalışmalar sonucunda porfiri evrede 20-1000 ppb arasında gelişen altın (Au) cevherleşmesi mezotermal ve epitermal evrede remobilize olarak 968,48 gr/ton'a kadar zenginleştiği belirlenmiştir. Mezotermal ve epitermal evrede de %14,892'a ulaşan Pb ve %21,75'e ulaşan Zn cevherleşmesi gelişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaplanköy, subvolkanik, porfiri, mezotermal, epitermal

Abstract: *Kozak Magmatic Complex (Kozak Massif), is located in the south of the Biga Peninsula, contains important mineral deposits and occurrences associated with arc magmatism developed in the compression regime during Eocene-Lower Miocene. The history of mining activities around Kozak Massif dates back to BC. 1200, with the increasing exploration activities in recent years, many deposits have been discovered by MTA. The subject of this study is Kaplanköy Au-Pb-Zn-Cu mineralization, which is one of the newly discovered deposits.*

Prospect area is geologically located in 'Post-Orogenic Epigenetic Hydrothermal Mineralization Metallogenic Belt' of Turkey Metallogeny map and in extensional tectonics related epithermal mineralization zone in the Metallogeny Map of Biga Peninsula.

Lower Triassic aged Karakaya Complex consisting of metaclastic and metabasic rocks with Permian aged limestone blocks are basement rocks of the study area. Lower Miocene acidic and andesitic volcanics unconformably overlies the Karakaya Complex and is laterally and vertically transitional with lacustrine, lignite-bearing Soma Formation.

Geological and mining geology maps in different scales of the study area were prepared and detailed soil geochemistry studies were carried out considering UMREK standards.

Mineralization is developed in diorite-diorite porphyritic subvolcanics. The ore-bearing subvolcanics are observed as white-cream colored, mostly sericitized and partly clayed. Ore minerals are observed as (1) disseminated and fine-crystalline pyrite, chalcopyrite, marcasite, (2) disseminated pyrite, chalcopyrite in grey-colored stockwork quartz vein-veinlets, (3) locally fine-crystalline galena, sphalerite and (4) disseminated galenite, sphalerite and chalcopyrite in white-colored barite+silica+carbonate vein-veinlets.

In order to determine vertical dimension of the mineralization, drilling operations started at 2017. In the core samples, sericitized and locally clayed mineralization zone is observed at the depth of 800 m from the surface. Size of mineralization zone is determined as 4x6 km in the surface and 800 m in depth.

Prophyllitic zone with chlorite, siliceous, calcite vein-veinlet; argillic zone with clay and disseminated pyrite; phyllic zone with sericite and stockwork quartz vein-veinlet and potassic zone with chlorite, locally epidote, hydrothermal biotite, magnetite and locally K-feldspar vein-veinlets are observed. This alteration distribution represents porphyry type mineralization which is overprinted by mesothermal phase representing disseminated galena+sphalerite+chalcopyrite-bearing barite+silica+carbonate vein-veinlets and epithermal phase represented by gray-dark gray colored antimony quartz vein-veinlets. The data obtained from the fluid inclusion studies indicate that temperature of porphyry phase fluids reach up to 600 ° C with high salinity (45% NaCl equivalent), whereas later epithermal phase temperature (~ 200 ° C) and salinity (% 5 NaCl equivalent) are quite low. As a result of the studies, it was determined that gold (Au) mineralization developed between 20-1000 ppb in porphyry phase and was remobilized and enriched by mesothermal and epithermal phase up to 968,48 gr/ton. In the mesothermal and epithermal phase, Pb and Zn mineralization reached to 14,892% and 21,75% respectively.

Keywords: *Kaplanköy, subvolcanics, porphyry, mesothermal, epithermal*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Pütürge-Sey Deresi (Malatya) Cu-Zn-Au-Ag Cevherleşmesi: Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağında Tanımlanan İlk Mafik-Silisiklastik Tip VMS Yatağı

Pütürge-Sey Stream (Malatya) Cu-Zn-Au-Ag Mineralization: The First Mafic-Siliciclastic Type VMS Deposit Defined in the Southeast Anatolian Orogenic Belt

Nail Yıldırım[1], Cahit Dönmez[1], Esra Yıldırım[2], Mahmut Eroğlu[1], Kurtuluş Günay[1], Gökhan Gövercin[1], Yunus Sönmez[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

(nailyildirim@gmail.com)

Öz: İnceleme alanı, Malatya-Pütürge-Kale yöresini kapsar ve Doğu Toros Orojenik Kuşağında yer alır. Alp-Himalaya metalojenik kuşağının bir parçası olan Doğu Toroslar, Türkiye'deki madencilik bölgeleri açısından en önemli provenslerden biridir. Bölgenin jeolojik özellikleri VMS yatakların gelişimi için verimli alanlar oluşturmaktadır.

Pütürge-Sey deresi (Malatya) Cu-Zn-Au-Ag Sülfit Yatağı, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağındaki Orta Eosen yaşlı Maden Grubu'nun meta-volkanosedimanter birimi içerisinde yer alır. Meta-mafik volkanoklastikler ile meta-klastik tortul kayaçlar içerisindeki mineralizasyonlar, stratiform tabaka-benzeri ve tabular cevher gövdeleri şeklindedir. Taban kayaları (metatüf-metasilttaşı-bazalt silleri) hidrotermal alterasyondan yoğun etkilenmiş ve klorit, serizit, kil ve kuvars-silikalar gelişmiştir. Tavan kayaçlarında (bazalt-metatüf) ise çoğunlukla klorit ve epidot alterasyonu yaygındır. Hidrotermal alterasyonun şiddeti sülfit zonuna yakınlıkla orantılı olarak artmaktadır. Sülfitler, masiften yarı-masife, bantlı, dissemine ve stringer damarlar halindedir. Yakınsak kısımları temsil eden masif cevher, kil-serisit-kuvars-pirit alterasyonuna sahip stringer cevher zonu ile çevrelenmiş / kuşatılmış haldedir. Bantlı cevher ise daha çok ıraksak bölümleri tanımlar. Cevherleşmeler yüzeyde çoğunlukla oksidasyona uğrayarak sülfit gossanlara dönüşmüşlerdir.

Masif cevher, esas olarak pirit, daha az kalkopirit, sfalerit, bornit ile eser miktarda fahlerz ve galen içerirler. Gang minerali olarak kuvars yaygındır. Stringer cevher zonu, akışkan bölgelerinin ayırır ve mineralleşmeye sebep olan akışkanların besleme kanallarını tanımlar. Pütürge-Sey deresi masif sülfitleri genellikle ince tanelidir, metamorfizma ve deformasyon etkisiyle rekristalize olmuşlardır. Cevher zonu yaklaşık D-B/15°KD konumlu, 550m x 160m x 7m boyutlarında ve sığ derinliklerde (20-50m) yer alır. Masif cevher zonu 2,72 %Cu, 0,70 %Zn, 556 ppb Au ve 8,35 g/t Ag içeren 1.316.000 ton; Masif+semi-masif+stringer cevher zonunda 1,63 %Cu, 0,42 %Zn, 423 ppb Au ve 6,78 g/t Ag içeren 2.497.150 ton kaynak tahmini yapılmış olup, küçük-orta ölçekli bir yatak olarak tanımlanmıştır.

Jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal çalışmalar Maden Grubu'nun meta-volkano-sediman-

ter serilerinde (Melefan formasyonu) izlenen cevherleşmelerin, yay-ardı basenin açılmasıyla hızla derinleşen bir ortamda transgresif olarak çökelen birimler ve rift gelişiminin erken safhalarında ki Orta Eosen denizaltı volkanik-eksolüsyonu ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Mafik volkanik (bazalt sil ve akmaları) kayaçlar, MORB tipi bazaltlardır ve tortullu-yayardı rift ortamı ile ilişkilidir. Bu mafik kayaçlar, hidrotermal sıvıların kapsamlı sirkülasyonu için ısı kaynağı olarak işlev görmüştür. Maden Grubu kayaçları ve bununla ilişkili cevher yatakları daha sonra deforme olmuş, alt yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmişlerdir.

Pütürge-Sey deresi yatağı Cu-Zn metal oranları, cevher gövdelerinin tabaka-benzeri geometrileri, meta-mafik volkanoklastik / meta-klastik sedimanter ana kayaçları ve galence fakir sülfit toplulukları mafik-silisiklastik (Besshi) tip VMS yatakları ile yakın benzerlikler gösterir. Ayrıca yatağın düşük Se (ortalama 30 ppm) içeriği ile düşük $Se/S*10^6$ oranları (ortalama 70) diğer VMS yataklarına benzerken, bu durum sedimanter ve deniz suyu kaynağını işaret eder. Pütürge-Seyderesi VMS yatağı, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nda tanımlanan ilk mafik-silisiklastik tip yatak olup, bu kuşak boyunca yeni bir Besshi tipi VMS metalojenik kuşağının ortaya konmasına öncülük edecektir.

Anahtar Kelimeler: Pütürge-Sey deresi, mafik-silisiklastik tip VMS, Maden Grubu, yay-ardı

Abstract: *The license area is located in Eastern Taurus Orogenic Belt and includes Malatya-Pütürge-Kale region. Eastern Taurus which is a part of Alpine-Himalayan metalogenic belt, is one of the most important provinces in terms of mining regions in Turkey. Geological features of the region formed fertile areas for development of VMS deposits.*

Pütürge-Sey Stream (Malatya) Cu-Zn-Au-Ag sulfide deposit is located in the meta-volcano-sedimentary unit of Middle Eocene aged Maden Group which takes part in the Southeast Anatolian Orogenic Belt.The mineralizations in meta-mafic volcanoclastics and meta-clastic sedimentary rocks are in the shape of stratiform layer like and tabular ore bodies. Stratigraphically base rocks (metatuff- meta-siltstone-basalt sills) are affected by hydrothermal alteration intensively and chlorite, sericite, clay, and quartz-silicas developed.Generally chlorite and epidote alteration is common in hanging rocks (basalt-metatuff). The intensity of hydrothermal alteration increase in proportion to closeness to the sulfide zone. Sulfides are in the shape of banded, disseminate and stringer veins from massive to semi-massive. Massive ore representing the proximal parts was surrounded/besieged by stringer ore zone which has clay-sericite-quartz-pyrite alteration. Banded ore mostly defined the distal parts. Mineralizations are generally oxidized on the surface and turned into sulfide gossans.

Massive ore contains mainly pyrite, less chalcopyrite, sphalerite, bornite, and trace amount fahlerz and galena. Quartz is common as gangue mineral. Stringer ore zone separated the fluid zones and defined the feeding channels of the fluids causing mineralization. Pütürge-Sey stream massive sulfides are generally fine-grained, and they recrystallized with the effect of metamorphism and alteration. Ore zone was in the E-W/150NE position, 550m x160m x 7m sized and located at shallow depths (20-50m). It was estimated that 1.316.000 ton source containing 2,72 %Cu, 0,70 %Zn, 556 ppb Au and 8,35 g/t Ag was in massive ore zone and 2.497.150 ton source containing 1,63 %Cu, 0,42 %Zn, 423 ppb Au and 6,78 g/t Ag was in massive+semi-massive+stringer ore zone. It was defined as a small-medium scaled deposit.

*Geological, mineralogical and geochemical studies show that the mineralizations observed in meta-volcano-sedimentary series (Melefan Formation) of Maden Group are related to the Middle Eocene submarine volcanic exsolution in the early stages of rift development and the units precipitated transgressively in a setting which gets deep rapidly by opening the back-arc basin.Mafic volcanic (basalt sill and flowings) rocks are MORB type basalts and related to the sedimented-back-arc rift setting. These mafic rocks function as heat engine for the extensive circulation of hydrothermal fluids. Maden Group rocks and related ore deposits after that become deformed and metamorphized in lower greenschist facies. Pütürge- Sey Stream deposit Cu-Zn metal ratios show similarity with layer-like geometry of ore bodies, meta-mafic volcanoclastic/meta-clastic sedimentary host rocks and galena-poor sulfide assemblages mafic-siliciclastic (Besshi) type VMS deposits. Besides, it is comparable to the other VMS deposits with the lower Se (average 30 ppm) content of deposit and lower Se/S*106 ratios (average 70). So that this indicates the sedimentary and seawater source. Pütürge-Sey Stream VMS deposit is the first mafic-siliciclastic type deposit defined in the Southeast Anatolian Orogenic Belt. This deposit will lead the exhibiting a new Besshi type VMS metallogenic belt through this zone.*

Keywords: *Pütürge-Sey stream, mafic-siliciclastic type VMS, Maden Group, back-arc*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Çangal Ada Yayı Asidik Volkanizması ile İlişkili Bimodal-Mafik Tip Volkanojenik Masif Sülfür Cevherleşmesinin Özellikleri (Kastamonu, Türkiye)

The Characteristics of Bimodal-mafic Type Volcanogenic Massive Sulphide Mineralizations Associated with Acidic Volcanism Activity of Çangal Island Arc (Kastamonu, Turkey)

Kurtuluş Günay[1], Cahit Dönmez[2], Vural Oyan[3], Cüneyt Baran[2], Kenan Coşkun[2], Aysun Akgöz[2], Buğra Çavdar[2], Nail Yıldırım[4], Osman Parlak[5], Esra Yıldırım[6], Emin Çiftçi[7]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü, 41285, Kocaeli, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya Ankara, Türkiye

[3]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[4]MTA Genel Müdürlüğü, Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü, 44900 Yeşilyurt, Malatya, Türkiye

[5]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

[6]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

[7]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(kurtulusgunay@gmail.com)

Öz: Orta Pontidler jeolojik özellikleri ve sahip olduğu farklı tip bakır yataklarıyla ilgi çekici bir bölgedir. Bu bölge temelde Permo-Karbonifer meta-granitoyitler ve metamorfitlerinin bulunduğu karmaşık bir yapıya sahiptir. Yaklaşık doğu-batı uzanımlı tektonik dilimlerden meydana gelen, temelin Orta Jura ve Albiyen-Turoniyen bindirme-yığışım kompleksleri tarafından üzerlendiği geniş bir alan, Orta Pontid Süper Kompleksi veya Orta Pontid Yapısal Kompleksi olarak adlandırılır. Bu büyük yapısal komplekslerin içinde, Permo-Karbonifer yaşlı temel kayaları, başkalaşmış yay önü ofiyolitleri, ensimatik yay volkanitleri, kıtasal yay ile ilişkili kayalar ve Senozoyik örtü birimleri yer alır. Çangal ada yayı, bu yapısal kompleksin içinde yeşilşist fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramış Orta Jura yaşlı bir ada yayıdır. Birimi oluşturan bazaltik andezit, dasit, riyolit ve volkanoklastik türü kayaların ilksel ilişkileri bozulmuştur. Çangal ada yayı ürünleri, bazik sil yada lav arakatkılı derin deniz sedimentlerinden oluşan metamorfik birimler ile tektonik ilişkili olarak bir arada bulunur ve birlikte Çangaldağ Metamorfik Kompleksi olarak tanımlanır.

Çangal ada yayının asidik volkanitleri ile ilişkili masif sülfürlerin mineral parajenezi azalan oranda pirit, kalkopirit, sfalerit, galen ve magnetit'ten oluşmaktadır. Cevherleşme ile ilişkili yankayaç ve cevher içindeki kalık fazların petrografisi, metavolkaniklastiklerin cevherli sıvılar tarafından işgal edildiğini ve masif, yarı masif dokulu ornatımlı sülf**ür** mineralizasyonunun geliştiğini işaret etmektedir. Bununla birlikte dasit ve riyolitler ile ilişkili saçınımlı, damar/damarcık, breş dolgusu şeklinde gelişmiş cevherleşmeler bulunmaktadır. Cevherleşmeler ile

ilişkili karakteristik bir cevher zonu yaklaşık olarak ortalama 7807 ppm Cu (Cu: 28 ppm – % 5), 4295 ppm Zn (Zn: 78 ppm – % 1,2); 13 ppm Ag (Ag: 1,4 - 105 ppm) ve 970 ppb Au (Au: 20 – 7200 ppb) içeriğine sahiptir. Cevher zonlarının Pb, Co, Mn, Mo ve Ni içerikleri düşüktür (Co: 5 – 391 ppm; Pb: 12 – 845 ppm; Mo: 5 – 45 ppm; Ni: 5 – 9 ppm). Cevherleşmeler, Zn-Pb içeriğine nazaran yüksek Cu içeriğiyle, volkanojenik masif sülfür yataklarının Cu-Zn grubu içinde yer alır. Çangal ada yayı masif sülfür mineralizasyonları, içerdikleri metal oranları, yankayaç litolojisi, mineralizasyon oluşumunun paleotektonik ortamı gibi parametreler dikkate alındığında, Noranda ve Flin Flon tipi VMS yatakları ile aynı kategoride olup, bimodal-mafik tip volkanojenik masif sülf**ür** oluşumu olarak sınıflandırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Bimodal-mafik, Çangal ada yayı, Kastamonu, volkanojenik masif sülfür

Abstract: *Central Pontides is very interesting region with its geological characteristics and hosting different kind of copper deposits. This region has a complex structure with Permo-Carboniferous meta-granitoids and metamorphites at the bottom. The wide area where the basement is overlained by Middle Jurassic and Albian-Turonian thrust-accretion complexes consists of approximately East-West trending tectonic slices and is named as Cental Pontide Super-Complex or Central Pontides Structural Complex. In these wide structural complexes, Permo-Carboniferous basement rocks, metamorphosed fore-arc ophiolites, ensimatic arc volcanites, rocks associated with continental arc and Cenozoic cover units are observed. Çangal island arc formed during Middle Jurassic period and was metamorphosed under greenschist facies conditions within that structural complex. The primary relations of basaltic andesites, dacites, rhyolites and volcanoclastics which form the units were destroyed. The products from the Çangal island arc are in tectonic contact with metamorphic units composing of basic sill or lava intercalated deep marine sediments and they all together are named as Çangaldağ Metamorphic Complex.*

The mineral paragenesis of massive sulphides associated with Çangal island-arc asidic volcanites is represented by the following minerals in decreasing order of abundance; pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena and magnetite. The petrography of residual phases associated with mineralization in host rock and ore indicates that metavolcanoclastites were occupied by the fluids including ore and also the sulphide mineralization was developed as massive, semi-massive and replacement textures. In addition, different kinds of ore texture also developed in the mineralizations associated with dacites and rhyolites, such as disseminated, vein/veinlets and brecciated. A typical ore zonation related to the mineralizations has approximately 7807 ppm Cu (Cu: 28 ppm – 5%), 4295 ppm Zn (Zn: 78 ppm – 1,2 %); 13 ppm Ag (Ag: 1,4 - 105 ppm) ve 970 ppb Au (Au: 20 – 7200 ppb). The Pb, Co, Mn, Mo and Ni contents of the ore zones are low (Co: 5 – 391 ppm; Pb: 12 – 845 ppm; Mo: 5 – 45 ppm; Ni: 5 – 9 ppm). The mineralizations are classified into Cu-Zn group because of the higher abundance of Cu rather than Zn-Pb content. Çangal island arc massive sulphide mineralizations are categorized into the same group with Noranda and Flin Flon type VMS deposits when metal proportions, host rock lithology, paleotectonic environment of the mineralization are taken into consideration and these mineralizations can be classified into bimodal-mafic type volcanogenic massive sulphide.

Keywords: *Bimodal-mafic, Çangal island arc, Kastamonu, Volcanogenic massive sulphide*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Tütün Tepeleri (Baskil-Elazığ) Fe-oksit Cevherleşmesinin Fe-Oksit-Cu-Au (IOCG) Yatakları Açısından Değerlendirilmesi

An Evaluation of Tütün Tepeleri (Baskil, Elazığ) Fe-Oxide Mineralization in Terms of Fe-Oxide Cu-Au (IOCG) Deposits.

Burcu Karataş[1], Mustafa Akyıldız[1], Nail Yıldırım[2]

[1]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü, 44900 Yeşilyurt, Malatya, Türkiye

(brcgoren@gmail.com)

Öz: Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan çalışma alanı Baskil (Elazığ) bölgesinde yer almaktadır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan Fe-oksit cevherleşmeleri, Baskil magmatikleri içerisinde gözlenen diyorit, kuvarslı diyorit ve tonalit porfir bileşimli kayaçları ile kökensel ilişkilidir. Tütün Tepeleri lokasyonundaki Fe-oksit cevherleşmeleri, yaygın olarak diyoritlerde gelişmiş sodik-kalsik alterasyon (tremolit-aktinolit-epidot-klorit-albit-manyetit) içerisindeki ender manyetit damarları ile yoğun manyetit saçınımları şeklinde görülmektedir. Bu alterasyonda yoğun olarak gözlenen manyetitlerde Ti içeriği % 0.13-0.64 olarak belirlenmiştir (TiO_2<%2). Ortalama Cu: . % 0.22 Pb: 31,6-5000 ppm, Zn: 27-42400 ppm, Ag: 1-19,6 ppm, Au: 32-337 ppb, ve ortalama Fe:% 20.13şeklindedir. Kuvarslarda ölçülen sıvı kapanımlarda oluşum sıcaklıkları ortalama 320.3^{0}C ve tuzluluk ortalama olarak % 11.32 NaCl eşdeğeridir. Aynı zamanda bu cevherleşmelere ait izotop analiz sonuçları $\delta^{34}S_{pirit\text{-}k.pirit}$= 3.8-8.9 ve $\delta^{18}O_{kuvars}$=10.8-13.2 olarak belirlenmiştir. Tütün Tepeleri cevherleşmelerinin oluşum sıcaklıkları, tuzluluk, $\delta^{34}S$ ve $\delta^{18}O$ izotop değerleriyle birlikte Cu, Au, Ag değerleri dünya genelinde önemli Fe-Oksit-Cu-Au (IOCG) yatakları ile karşılaştırılmış ve bu değerlerin diğer yataklarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında gözlenen bu cevherleşmeler önceki çalışmalarda porfiri tip cevherleşmeler olarak tanımlanmıştır. Fe-Oksit-Cu-Au (IOCG) yataklarında tipik olarak gözlenen sodik-kalsik alterasyon zonu ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Manyetitlerdeki düşük Ti içeriği, belirgin alterasyon tipleri, litolojik özellikleri, mineral birlikteliği, cevher ve yankayaçların ana-iz element içerikleri; çalışma alanındaki cevherleşmenin Fe-Oksit-Bakır-Altın (IOCG) yataklarıyla büyük benzerlikler sunduğunu işaret etmektedir.

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi BAP birimi tarafından FDK-2014-1901 nolu proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: IOCG yatakları, Fe-oksit cevherleşme, sıvı kapanım, Baskil

Abstract: *The study area is located in Baskil (Elazığ) region within the Eastern Taurides. Fe-Oxide mineralizations are genetically related to diorites, quartz-diorites and tonalite porphyry rocks from the Baskil magmatics. Fe-Oxide mineralizations at Tütün Tepeleri location are observed within sodic-calcic alterations (tremolite-actinolite-epidote-chlorite-albite-magnetite) formed intensely in diorites as rare magnetite veins and intense disseminated magnetite. Ti contents of magnetite within the alteration zone range from 0.13 to 0.64%. Average Cu contents is 0.22%. Other metals were determined as follow: Pb (31.6-5000 ppm), Zn (27-42400 ppm), Ag (1-19.6 ppm), Au (32-337 ppb), Fe average (20.13%). Fluid inclusion study in quartz minerals yielded temperature about 320.3^{0}C and salinity at about 11.32% NaCl. The sulphur and oxygen isotope values have been determined as $\delta^{34}S_{pyrite\text{-}chalcopyrite}$= 3.8-8.9 and $\delta^{18}O_{quartz}$=10.8-13.2. Correlation of formation temperature, salinity, $\delta^{34}S$ ve $\delta^{18}O$ isotope signatures together with Cu, Au and Ag values of the mineralizations at Tütün Tepeleri location with well-known Fe-Oxide-Cu-Au (IOCG) ore bodies indicate that they have common similarities to each other. The mineralizations in the study area were evaluated as porphyry-type in the previous studies. Sodic-calcic alteration, characteristic features of Fe-Oxide-Cu-Au (IOCG) ore deposits, is documented for the first time in this study. Low Ti contents of magnetites, distinct alteration types, lithological features, mineral association as well as major-trace element contents of the ore deposit and host rocks indicate that the mineralization in the study area exhibit a close similarity to Fe-Oxide-Cu-Au (IOCG) ore deposits in general.*

This research was supported by Çukurova University Scientific Research Projects Unit (Project No: FDK-2014-1901).

Keywords: *IOCG Deposits, Fe-Oxide mineralization, fluid inclusion, Baskil*

Sarıseki Cu Cevherleşmesinin Jeolojisi, Jeokimyası ve Jenetik Özellikleri (Taşköprü- Kastamonu)

The Geology, Geochemistry and Genetic Characteristics of Sarıseki Cu Mineralization (Taşköprü- Kastamonu)

Cüneyt Baran[1], Çetin Yeşiloz[2], Kurtuluş Günay[3], Cahit Dönmez[1], Kenan Coşkun[1], Aysun Akgöz[1], Vural Oyan[4], Buğra Çavdar[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü, 41285, Kocaeli, Türkiye

[4]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

(cbaran47@hotmail.com)

Öz: Son on yılda, Orta pontid'lerdeki Jura yaşlı metamorfik birimler üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, yeni masif sülfid cevherleşmelerinin bulunmasını sağlamıştır. Sarıseki masif sülfid cevherleşmesi, düşük yeşil şist fasiyesi koşullarında metamorfizmaya uğramış, Çangaldağ Metamorfik Kompleksi içerisinde yer alır. Çangaldağ Metamorfik Kompleksi, bazaltik andezit, dasit, riyolit, volkanoklastik türü kayaçlar ile bazik sil ya da lav arakatkılı derin deniz sedimanlarından oluşan birimlerin, tektonik dokanaklı olarak bir arada bulunmasından oluşur. Sarıseki masif sülfid cevherleşmesi, bazik sil ya da lav ara katkılı derin deniz sedimanlarından oluşan metamorfik birimlerin içinde yer alır. Siyah ve gri renkli metasedimanter kayaçlar petrografik çalışmalarda fillit ve kloritşist olarak tanımlanır. Bazik sil ya da lavlar, yer yer yüz metreye ulaşan kalınlıklar sunar ve klorit-epidot aktinolit şistler ile temsil edilir.

Cevherleşme alanında gerçekleştirilen toprak jeokimyası çalışmalarında bir km^2'lik bir alanda 1000 ppm üzerinde Cu değerleri elde edilmiştir. Toprak jeokimyası çalışmaları ile elde edilen anomali alanlarında gerçekleştirilen sekiz bin metre sondaj neticesinde % 0.48 Cu tenörüne sahip 4.5 milyon ton kaynak belirlenmiştir. Cevherleşme mercek ve tabakamsı bir yapıda masif, yarı masif ve bantlı olarak üç farklı tipte gözlenir. Sarıseki masif sülfid cevherleşmesinde ana mineral parajenezi pirit, kalkopirit, sfalerit daha az oranda bornit ve magnetit'den oluşur. Cevherleşmeye ait karakteristik jeokimyasal değerler (Cu: % 0,1-6,9; Zn: 259 – 1529 ppm; Pb: 6 – 27 ppm; Au: 15 – 70 ppb; Co: 134 – 594 ppm) cevherleşmenin Cu egemen bir oluşum olduğunu gösterir. Cevher jeokimyası verileri, Sarıseki cevherleşmesinin, volkanojenik masif sülfid cevherleşmesinin Cu-Zn grubuna dahil olduğuna işaret eder.

Cevherleşme sahası üzerinde gerçekleştirilen maden jeolojisi çalışmaları neticesinde elde edilmiş bulgular (cevherleşmenin yankayaç özellikleri, cevher ve yan kayaç ilişkisi, cevher özellikleri) Sarıseki bakır cevherleşmesinin, sedimanlar içine yerleşmiş Cu egemen volkanojenik masif sülfid cevherleşmesi olduğunu gösterir. Orta Pontidlerde, Beşi(Besshi)-Tipi masif sülfid cevherleşmeleri olarak bildirilen Hanönü, Cozoğlu ve Zeybek Cu yatakları gibi, Sarıseki masif sülfid cevherleşmesi de bu tip yataklar ile benzer özellikler sergilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Çangaldağ, Orta Pontid, masif sülfid, Sarıseki

Abstract: *The exploration over the past decade in the Jurassic belt of the Central Pontides led to discover of new massive sulphide mineralizations. The Sarıseki massive sulphide mineralization is in Çangaldağ Metamorphic Complex which was metamorphosed under low grade greenschist facies conditions. Çangaldağ Metamorphic Complex consists of volcanoclastics, basaltic andesite, dacite, rhyolite and deep marine sediments intercalated with basic sill or lava. Those units are in tectonically contact with each other. Black and gray coloured metasediments were identified as phyllite and chlorite schist. The thicknesses of the basic sills or lavas locally are up to a hundred meters and they are represented by chlorite-epidote actinolite schists.*

Soil sampling survey program were carried out in the mineralization area and Cu in soil greater than 1000 ppm obtained in an area of 1 km^2. As a result of eight thousand meters of drilling conducted in anomaly areas obtained by soil geochemistry studies, 4.5 million tons of resource with 0.48 % Cu grade were determined. Mineralization is observed as lenses and stratified in three different texture types; massive, semi-massive and banded. The main mineral paragenesis associated with the Sarıseki massive sulphide deposit is represented by the following minerals; pyrite, chalcopyrite, sphalerite, and less amounts of bornite and magnetite. The characteristic geochemical values of mineralization (Cu: 0,1-6,9 %; Zn: 259 – 1529 ppm; Pb: 6 – 27 ppm; Au: 15 – 70 ppb; Co: 134 – 594 ppm) indicates that Cu is predominant element in the mineralization. Ore geochemistry data point out that the Sarıseki massive sulphide mineralization is classified into Cu-Zn subgroup of volcanogenic massive sulphide mineralizations.

The results (wall rock characteristics of mineralization, relationship between ore and wall rock, characteristics of ore) of ore geology studies hosted in metasediment demonstrate that the Sarıseki copper mineralization is a Cu dominant volcanogenic massive sulphide mineralization. Furthermore, the Sarıseki massive sulphide mineralization exhibits similar characteristics with Hanönü, Cozoğlu and Zeybek Cu deposits located in Central Pontides, which have been already classified as Besshi-Type Massive Sulphide Mineralization.

Keywords: *Çangaldağ, central pontides, massive sulphide, Sarıseki*

Gölcük (Koyulhisar-Sivas) Manto-tipi Cu-Ag Cevherleşmesinin, Cevher Mineralojisi, Duraylı İzotop (S, Cu) Jeokimyası ve Sıvı Kapanım İncelemeleri

Ore Microscopy, Stable Isotope (S, Cu) Geochemistry and Fluid Inclusion Study of Manto-type Gölcük (Koyulhisar-Sivas) Cu-Ag Mineralization

Ali Uçurum[1] , İ. Erdem Kızılgöz[2], Çiğdem Şahin Demir[3], Ryan Mathur[4]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[2]İl Afet ve Acil Durum (AFAD) Müdürlüğü, 73000, Şırnak, Türkiye

[3]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, SMYO İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, 58140 Sivas, Türkiye

[4]Juniata College, Dept. of Geology, Huntingdon PA 16652, USA

(aliucurum@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: Gölcük Bakır cevherleşmesi Eosen yaşlı bazalt, andezit, volkanoklastik ve sedimenater birim yan kayaçlı olup KAFZ'nun 3 km güneyinde, Kösedağ plutonun ise 2.5 km KB'sında yer almaktadır. Gölcük sahasında epidotlar ve Cu cevherleşmesi, damar ve stokwork şeklinde tabakalı andezit ve bazalt içerisinde oluşmuştur.

Ana cevher mineralleri; bornit, kalkopirit, kovellin, kalkosit ve malakit, olarak tanımlanırken; yan kayaç ve cevherleşmedeki alterasyonlar ise serizitleşme, epidotlaşma, serpantinitleşme, martitleşme ve arjilik alterasyon olarak tanımlanmıştır.

Sülfürlü cevherleşmenin kükürt izotop değerleri ($\delta^{34}S$ ‰) yüzey örneklerinde -20,0'dan +2,8'e, karot örneklerinde -6,3'den +0,6'ya değişim aralığında olup magmatik kökeni temsil etmektedir.

Bakır içeren sülfürlü cevherleşmenin bakır izotop değerleri ($\delta^{65}Cu$ ‰) yüzey örneklerinde -0,86'dan +1,38'e, karot örneklerinde -1,41'den +2,69'a değişim göstermekte ve oksit zonunu işaret etmektedir.

NaCl+H2O tipi bir çözelti içeren sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıkları (ThL-V) 110-145 ^{o}C arasında, buz ergime sıcaklığı (Tmbuz) ise -6 ile -17 ^{o}C arasında değişmektedir. Tuzluluk %' de ağırlık olarak NaCl eşdeğeri %9,21 ile %20,22 arasında belirlenmiştir.

Sondaj karot örneklerinin analiz sonuçlarına göre, yüzeyden ortalama 9,7 m derinlikte %2,97 Cu ve 37 g/t Ag tenör olarak belirlenmiştir.

Jeolojik, jeokimyasal ve sıvı kapanım çalışmaları ile Gölcük (Koyulhisar-Sivas) Eosen yaşlı volkanik-volkanosedimanter yan kayaçlı Cu (Ag) cevherleşmesi Manto-tipi Cu (Ag) cevherleşmesi olarak tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Manto tipi Cu yatağı, S-Cu izotopu, Gölcük-Sivas

Abstract: *Gölcük copper mineralization is hosted by Eocene basalt, andesite, volcanoclastic and sedimentary units, located 3 km S of NAFZ, and 2.5 km NW of Kösedağ pluton. Epidotite and Cu mineralization is formed as stockwork and vein in laminated basalt and andesite.*

Main ore minerals have been determined as bornite, chalcopyrite, covellite, chalcocite and malachite, whereas, alteration from host rock and mineralization was determined as sericitization, epidotization, serpentinization, martization and argillic alteration

$\delta^{34}S$ ‰ data from sulphur-bearing mineralization range between -20,0 and +2,8 in surface samples and between -6.3 and +0,6 in well log samples and represent magmatic origin.

$\delta^{65}Cu$ ‰ data range between -0.86 and +1.38 iinn surface samples and between -1,41 and +2.69'a well log samples point out oxidizing zone.

Homogenization temperature of NaCl+H_2O tipe fluid from inclusions (Th_{L-V}) range between 110-145 ^oC. Melting temperature (Tm_{ice}) is ranging between -6 and -17 ^oC. Salinity wt. % eq. NaCl is ranging between %9.21 and %20.22.

Ore grade has been determined as 2.97 % Cu and 37 g/t Ag of 9.7 m deep from surface based on well log core sample geochemistry.

Eocene volcaniclastic volcano-sedimentary hosted Gölcük (Koyulhisar-Sivas) Cu (Ag) mineralization has been determined as Manto-type Cu (Ag) based on geological, geochemical and fluid inclusion studies.

Keywords: *Manto type Cu deposit, S-Cu isotopes, Gölcük-Sivas*

Batı Karadeniz Metalik Maden Potansiyelinin Araştırılması ile İlişkili Ön Bulgular (Alaplı-Gümeli / Zonguldak)

The Preliminary Results of Investigations on Western Black Sea Metallic Mineral Potential (Alaplı-Gümeli / Zonguldak)

Özgür Deveci[1], Kurtuluş Günay[2], Mehmet Köksal[3], Ercüment Aysert[3], Ali Rıza Toptanı[3], İbrahim K. Ertekin[3]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Batı Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 67100 Zonguldak, Türkiye
[2]MTA Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü, 41285 Kartepe, Kocaeli, Türkiye
[3]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye
(ozgur.deveci@mta.gov.tr)

Öz: İnceleme alanı, Zonguldak ili Alaplı ilçesinin 20 km güneydoğusunda bulunan Gümeli beldesi ve civarını kapsar. Bu çalışmada inceleme alanı kaya birimlerinin stratigrafik dizilimi, litolojik, petrografik, kimyasal özellikleri, dere sedimanı ve toprak jeokimyası çalışmalarıyla birlikte metalik maden potansiyeli bakımından araştırılmıştır.

İnceleme alanında, Geç Silüriyen yaşlı Hamzafakılı Formasyonu, demirli killi-kuvarsit, mikrokonglomera, metakumtaşı, arkoz ve konglomeralardan oluşur. Hamzafakılı Formasyonunun üzerine düşük açısal uyumsuzlukla gelen Geç Silüriyen- Erken Devoniyen yaşlı Göktepe Formasyonu Laminalı kiltaşı , silttaşı, karbonatlı kiltaşı, karbonatlı kumtaşı ardalanması ile temsil edilir. Başlıca Granodiyorit, diyorit, mikro diyorit gibi derinlik kayaçları ile bunlarla iç içe bulunan hemen hemen aynı yaş aralığında yerleşmiş porfir, diyabaz ve değişik yarı derinlik kayaçları ve ve bunları kesen bazik dayklardan oluşan Orta Geç Devoniyen yaşlı Belen Granitoyidi, Hamzafakılı ve Göktepe Formasyonlarını keser. Geç Kretase yaşlı türbiditik karakterli Alaplı Formasyonu, Belen granitoyidini açısal uyumsuzlukla örter. Alaplı Formasyonun üzerine açısal uyumsuzlukla gelen Erken-Orta Eosen yaşlı Çaycuma Formasyonu kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, çamurtaşı ve volkanojenik kumtaşı ardalanmasından meydana gelir.

'Türkiye Jeokimya Atlası' çalışmaları kapsamında, Sinop ve Zonguldak bölgesinde 10001 adet dere sedimanı örneği ile tespit edilen Cu-Au-Mo anomali alanlarında, sıklaştırılmış dere sedimanı jeokimyası çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Alınan 265 adet dere sedimanı örneğinde 6-194 ppm Cu, 25-300 ppm Zn, 5-270 ppm Pb, 5-20 ppm Mo, 6-157 ppm Co, <20-46 ppb Au aralığında değerler elde edilmiştir. Yüksek değerler elde edilen dere sedimanı örneklerinin beslenme alanlarını kapsayan kesimlerde detay maden jeolojisi haritaları hazırlanmış ve tespit edilen alterasyon bölgelerinde toprak jeokimyası çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu alanlardan alınan 334 adet toprak örneğinde, 5-146 ppm Cu, 6-87 ppm Pb, <20-255 ppb Au, 24-515 ppm Zn, 5-12 ppm Mo aralığındaki değerlerin kriging metodu kullanılarak alansal dağılım haritaları yapılmıştır. Alterasyonlar egemen olarak kırık sistemleri ile ilişkili olup, diyorit, diyorit porfir gibi kayaçlar üzerinde gelişmiştir. Alterasyonlarda yaygın olarak izlenen mineraller limonit, hematit, pirit, malahit, azurit ve manyetit'tir. Silsifiye, yoğun saçınımlı pirit içeren alterasyonlardan 1250 ppm Cu, 1070 ppm Pb, 1127 ppm Zn değerleri elde edilmiştir. Diyorit porfirler içindeki pirit içeren silisleşmiş damarlardan alınan örneklerde 95 ppm Au, %2.2 Cu, 9531 ppm Pb, 101 ppm Mo değerlerine ulaşılmıştır. Alterasyon bölgelerinden alınan kayaçların kimyasal analiz sonuçlarındaki Au-Cu-Mo-Pb elementlerinin yaklaşık pozitif ilişkisi olası

bir Mo-Cu mineralizasyon oluşumu ile ilişkilendirilebilir. Bu çalışma kapsamda elde edilen veriler ışığında, Belen Granitoyidi içerisinde tanımlanan diyorit, diyoritporfir türü kayaçların Mo-Cu-Au cevherleşmeleri açısından kaynak kaya olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cu-Au-Mo, Zonguldak, diyorit porfir, jeokimya

Abstract: *The investigation area covers Gümeli town (20 km southeastern of Alaplı county/ Zonguldak) and its surrounding areas. As a scope of this study, the stratigraphic succession of the rock units, lithologic, petrographic and chemical characteristics, stream sediments and soil geochemistry were investigated to be able to understand the mineral potential of the study area.*

In the studied area, Late Silurian aged Hamzafakılı formation is composed of clay-quartzite with iron, microconglomerate, metasandstone, arkose and conglomerates. This formation is overlain by low degree angular discordance by Late Silurian-Early Devonian aged Göktepe formation represented by laminated claystone, siltstone, carbonate claystone, carbonate sandstone intercalation. The Middle-Late Devonian aged Belen Granitoid is composed of mainly plutonic rocks like granodiorite, diorite, microdiorite, more or less same aged porphyry textured rocks, diabase, different kinds of hypabyssal rocks interbedded into these plutonic rocks, basic dykes cutting cross these plutonic and hypabyssal rocks and Belen Granitoid cuts cross the Hamzafakılı and Göktepe formations. Belen granitoid is overlain by angular discordance by Late Cretaceous aged turbiditic Alaplı formation. Early-Middle Eocene aged Çaycuma formation is composed of intercalation of sandstone, siltstone, mudstone and volcanogenic sandstone and overlies the Alaplı formation with angular unconformity.

As a scope of study of the 'Geochemistry Atlas of Turkey', Cu-Au-Mo anomaly areas around Sinop and Zonguldak regions had been identified by using 10001 stream sediment samples. An additional sampling was performed in this study through these areas within the short intervals along the streams to be able to give more detailed results. 265 of the collected stream sediment samples indicate 6-194 ppm Cu, 25-300 ppm Zn, 5-270 ppm Pb, 5-20 ppm Mo, 6-157 ppm Co, <20-46 ppb Au values. Detailed mineral geology of the areas where the stream sediment samples had been enriched with higher abundance of the ore minerals were mapped and soil geochemistry studies were conducted along the identified alteration zones. The areal distribution maps of the 334 soil samples from these areas representing 5-146 ppm Cu, 6-87 ppm Pb, <20-255 ppb Au, 24-515 ppm Zn, 5-12 ppm Mo values were prepared by using kriging method. The alterations are predominantly associated with joint systems and they are observed through diorite, diorite porphyry rock types. The minerals commonly represented in the alteration zones are limonite, hematite, pyrite, malachite, azurite and magnetite. The alteration zones including silicifation and high abundance of pyrite indicate 1250 ppm Cu, 1070 ppm Pb, 1127 ppm Zn. 95 ppm Au, %2.2 Cu, 9531 ppm Pb, 101 ppm Mo values have been reached from silicified veins (including pyrite) of the diorite porphyry. The geochemical analysis results of the rocks collected from the alteration areas indicate that Au-Cu-Mo-Pb elements display approximate positive relation and this can be associated with a type Mo-Cu formation. In the light of such information, it is thought that diorite and diorite porphyry rock types identified in Belen Granitoid could be the source for Mo-Cu-Au mineralizations.

Keywords: *Cu-Au-Mo, Zonguldak, diorite porphyry, geochemistry*

Ulutaş Cu-Mo Porfiri Sisteminin Alterasyon Modeli (İspir-Erzurum)

Alteration Pattern of the Ulutaş Cu-Mo Porphyry System (İspir-Erzurum)

Şevkican Seferoğlu, Kemal Önal, Ercan Kuşçu, İsmail Cihan, Zülfükar Onur Geçgil

Demir Export A.Ş., İzmir Caddesi Koç Han 25/3, Kızılay, 06440 Çankaya, Ankara, Türkiye (sevkicans@demirexport.com)

Öz: İspir (Erzurum) ilçesinin 25 km kuzeyindeki Ulutaş porfiri Cu-Mo cevherleşmesi, Doğu Pontid mağmatik kuşağı içerisinde yer alır.

Çalışma sahasının temelini, Jura öncesine ait metamorfik kayaçlar oluşturur. Taban metamorfikleri şist, gnays, amfibolit ile mercek şeklindeki mermerlerden oluşur. Bu temel, Erken-Orta Jura yaşlı Hamurkesen formasyonunun volkano-sedimanter birimleri (andezit, dasit piroklastik kayaçlar) tarafından uyumsuz olarak örtülür. Üst Kretase yaşlı Ulutaş granitoyidi, metamorfikler ile Hamurkesen formasyonunu keser. Ulutaş granitoyidi diyorit, monzonit, dasit, kuvars porfiritik granodiyorit, kuvars porfiritik dasit, granit, aplit ve granodiyorit ile temsil edilir. Ayrıca Eosen volkanizmasıyla ilişkili olduğu düşünülen andezit, diyorit ve bazalt dayklarının, Ulutaş granitoyidine ait birimleri kestiği gözlenir.Volkano-sedimanter karakterli Orta-Geç Eosen yaşlı Kabaköy formasyonunun piroklastik kayaçları ile fosilli kumtaşı ve marn birimleri, daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelir. Tüm bu birimler üzerinde ise Pleistosen buzul çökelleri ve Kuvarterner alüvyonlar izlenir.

Porfiri cevherleşmesi, Üst Kretase Kaçkar-I granitoyidinden türeyen stok ve dayklarla ilişkilidir. Ulutaş porfiri Cu-Mo cevherleşmesi, ilişkili olduğu kayaçlar ve alterasyon modeli göz önüne alındığında, literatürdeki porfiri cevherleşmelerine tipik bir örnektir.

Ulutaş porfiri Cu-Mo cevherleşmesinde sodik kalsik, potasik, fillik, propilitik, ve ortaç arjilik alterasyonları tespit edilmiştir. Genellikle, fillik alterasyonun potasik alterasyonu maskelediği (overprint) gözlenir. Yüzeyde porfiri sistemin derin zonlarını temsil eden greyzen damar/damarcıkları ile potasik alterasyonun gözlenmesi, sistemin derin bir erozyona maruz kaldığına işaret olarak değerlendirilmiştir. Opak mineraller genellikle B, D ve greyzen damarları ile birlikte iken, altere mafik minerallerin içerisinde de saçınımlı olarak bulunurlar. Cevherleşmede makro olarak tespit edilen opak mineraller pirit, molibdenit, kalkopirit ile daha az oranda bornit, enarjit ve sfalerittir.

Anahtar Kelimeler: Ulutaş, Pontidler, porfiri, potasik alterasyon, bakır, molibden

Abstract**:** *The Ulutaş Cu-Mo porphyry and Cu-Zn-Ag skarn deposit, located in İspir District in the north of Erzurum province about 25 km, lies within the Eastern Pontide magmatic belt.*

The basement of study area consisting of Pre-Jurassic metamorphic rocks comprising schist, gneiss, amphibolite, and lenses of marble. The basement is overlain by andesite, dacite, agglomerate and pyroclastic rocks as a member of Early-Middle Jurassic Hamurkesen Formation. The basement and Hamurkesen Formation cut by Late Cretaceous Ulutaş granitoid consisting of diorite, monzonite, dacite, quartz porphyry granodiorite, quartz porphyry dacite, granite, aplite, and granodiorite. Besides, andesitic, micro-dioritic and basaltic dykes related to Eocene volcanism cut the basement and Ulutaş granitoid. Middle-Late Eocene Kabaköy Formation as a volcano-sedimentary sequence consisting of pyroclastic rocks, fossiliferous sandstone and marn, unconformably overlain Ulutas granitoid and the basement. All units is covered by Pleistocene glacial deposits and Quaternary alluvial.

Cu-Mo porphyry depend on stocks and dykes derived from Late Cretaceous Kaçkar I granitoid. Cu-Mo porphyry mineralization occurs in Ulutaş stock mineralization. Considering the association of rocks and alteration model, Ulutaş Cu-Mo porphyry mineralization is a typical example of porphyry mineralization in the literature.

Sodic (calcic), potassic, phyllic, propylitic, and intermediate argillic alterations are observed on Ulutaş Cu-Mo porphyry deposit. Phyllic alteration largely overprints potassic alteration. Potassic altered or/and greisen veins, normally existing in deeper part of porphyry systems, bearing outcrops shows Ulutaş is a deeply eroded Cu/Mo porphyry. Ore minerals generally occur in B, D and greisen vein; on the other hand, on altered former mafic minerals as disseminated. Pyrite, chalcopyrite, molybdenite and relatively low bornite, enargite, sphalerite are macroscopically observed as an ore minerals.

Keywords*: Ulutaş, Pontide, porphyry, potassic alteration, copper, molybdenum*

Ulutaş Cu-Zn Skarn Cevher Sisteminin Oluşum Modeli (İspir-Erzurum)

Formation Model of the Ulutaş Skarn System (İspir-Erzurum)

İsmail Batuhan Kesim, İsmet Cengiz, Şevkican Seferoğlu, Kadir Düz, Birgül Çoban

Demir Export A.Ş., İzmir Caddesi Koç Han 25/3, Kızılay, 06440 Çankaya, Ankara, Türkiye (batuhank@demirexport.com)

Öz: Ulutaş Cu-Mo Porfiri ve Cu-Zn-Ag skarn cevher sistemi, Doğu Pontidler magmatik kuşağının içerisinde yer almaktadır. Çalışma sahasında Paleozoyik yaşlı taban metamorfikleri, Jurasik–Eosen yaşlı volkanik, volkanosedimanter ve plütonik birimler tarafından kesilmiş ve örtülmüştür. Taban metamorfiklerini ağırlıklı olarak şist, gnays, amfibolit ve mercek halindeki mermerler oluşturmaktadır. Bunları kesen ve geniş bir alanı kaplayan Kretase yaşlı batolitik kompleks ise iri taneli granitik ve granodiyoritik kayaçlar ile porfirlerle temsil edilmektedir.

Granitoyid kayaçların içerisinde ve çevresinde porfiri Cu-Mo ve en az iki farklı zonda gelişmiş (Skarn 1 ve 2) Cu-Zn-Ag skarn sistemi bulunmaktadır. Skarn ve porfiri cevherleşmeleri, içinde bulundukları kayaçların birbirleri ile olan ilişkisine göre aynı yaşlıdır. Bu çalışmanın konusu olan Skarn 1 zonunda karbonatlı yan kayaçlar, ilerleyen (prograd) evrede kalk-silikat mineralleri tarafından ornatılmıştır. Kalk-silikat mineral topluluğu grosüler granat, diyopsidik piroksen ve vollastonitten oluşmaktadır. Bunların üzerine gerileyen (retrograd) evrede epidot-klorit-serizit-tremolit/aktinolit-karbonat-hematit gelişmiştir. Ulutaş Skarn 1 zonundaki ana Cu-Zn cevherleşmesi gerileyen (retrograd) aşamayla ilişkili kalkopirit, sfalerit ve bunlara eşlik eden pirit ile karakterizedir. Alterasyon mineralleri ve yan kayaçları göz önüne alındığında skarn sistemi kalsik-skarn olarak tanımlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Porfiri, skarn, bakır, çinko, molibden

Abstract: *The Ulutaş Cu-Mo porphyry and Cu-Zn-Ag skarn deposit lies within the Eastern Pontide magmatic belt. The study area consists of a Paleozoic metamorphic basement cross-cut and overlain by volcanic, volcanosedimentary, and plutonic lithologies of Jurassic to Eocene age. The metasedimentary package mainly comprises schist, gneiss, amphibolite, and lenses of marble. A large batholithic complex of granitic and granodioritic coarse-grained intrusive rocks and porphyries have been emplaced into the metasedimentary basement during the Cretaceous.*

Various mineralized zones, including a Cu-Mo porphyry and at least two Cu-Zn-Ag skarn systems (Skarn 1 and 2), were developed within or peripheral to these granitoids. According to the relationships between the adjacent rocks to the mineralization, age of the skarn and porphyry mineralization are the same. The Skarn 1 zone that this study focuses on was formed as a result of replacement of carbonaceous country rocks by prograde calc-silicate assemblage comprising grossular garnet, diopsidic pyroxene, and wollastonite. Retrograde alteration including epidote-chlorite-sericite-tremolite/actinolite-carbonate-hematite developed as an overprint to the calc-silicate assemblage. The main Cu-Zn mineralization at Ulutaş Skarn 1 zone is associated with this later retrograde stage characterized by abundant chalcopyrite and sphalerite accompanied by pyrite. Considering the alteration minerals and wall rocks, the skarn system can be defined as calcic-skarn.

Keywords*: Porphyry, skarn, copper, zinc, molybdenum*

İntrüzyon ile İlişkili Arpalı (Torul-Gümüşhane) Cevherleşmelerinin Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri

Geological and Geochemical Characteristics of Intrusion Related Arpalı (Torul-Gümüşhane) Mineralization

Ali Rıza Çolakoğlu, Şafak Utku Sönmez, Ahmet Tukaç, Akgün Bakuer

TÜPRAG Metal Madencilik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, 06700 Çankaya, Ankara, Türkiye

(alirizac@tuprag.com)

Öz: İnceleme alanı Doğu Pontidlerde Gümüşhane ilinin 30 km kuzeybatısında yer alan Arpalı köyünün yakın çevresini kapsamaktadır. İncelenen bölgede 1/5.000 ölçekli jeoloji haritalama çalışması, sistematik toprak ve kayaç örneklemesi ve kırıntılı sondaj çalışması yapılmıştır. Bölgede gözlenen en yaşlı birim Jura yaşlı andezitik-bazaltik volkanik lavlar ile volkanosedimanter birimlerden oluşan Hamurkesen formasyonudur. Bu birim Geç Jura Erken Kretase yaşlı dolomitik kireçtaşı seviyeleri (Berdiga Formasyonu) ve Geç Kretase yaşlı andesitik-bazaltik lav-piroklastik ve bunlarla ardalanmalı olarak gözlenen kumtaşı, marn ve şeyl türü klastik kayaçlar tarafından üzerlenir. Bu birimleri bölgede Kaçkar granitleri olarak tanımlanan en az üç fazlı Kretase yaşlı intrüzifler kesmektedir. İnceleme alanında tespit edilen en genç birimler alterasyona maruz kalmamış Kabaköy formasyonuna ait Eosen (Lütesiyen) yaşlı hornblend-andezit lav ve volkanosedimanter kayaçlar oluşturmaktadır.

Çalışma alanında ne zaman üretim yapıldığı bilinmeyen birden fazla eski göçük galeriler ile curuf artık ve yığınları tespit edilmiştir. İncelenen bölgede yüzeyde 3 farklı tipte cevherleşme tespit edilmiştir. Bunlar i)-Karbonat kayaç yerleşimli polimetalik damar ve ornatma tipi Pb-Zn-Ag-Cu cevherleşmesi ii)- Andezit ve sedimanter kayaçların kırıklarına (KB-GD yönlü) bağlı gelişmiş damar tipi Pb-Zn-Ag ± Au cevherleşmesi ve iii)-Dolomitik kireçtaşı içinde küçük bir alanda yüzlek veren Fe-Cu skarn cevherleşmeleridir. Fe-Cu skarn cevherleşmesinde makroskopik olarak granat, piroksen, manyetit, spekularit, az miktarda pirit ve malakit gözlenmiştir.

Sahadan 1471 adet toprak ve 170 adet kayaç örneği toplanmıştır. Bu örneklerin analiz sonuçlarından sadece damar tipi Pb-Zn-Ag ± Au cevherleşmesinde daha yüksek altın değerleri (maksimum 1.8 gr/t) elde edilmiştir. Fe-Cu skarn cevherleşmesinden alınan kayaç örneklerinde en yüksek Au değeri 156 ppb iken polimetalik cevherleşmeden alınan örneklerdeki en yüksek Au değeri ise 70 ppb dir. Curuflardan alınan iki kayaç örneğinin ortalama analiz değerleri Au:22.5 ppb, Ag:59.2 ppm, Cu:7900 ppm, Fe:% 35, Pb:% 8.1, Zn:% 1.1 dir. Bu curufların görüldüğü eski işletme pasasından alınan iki örneğin ortalama değerleri ise Au:44 ppb, Ag:18 ppm, Cu:%1.2, Fe:% 20.4, Pb:% 2.1 ve Zn:% 13.6 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar eski işletmelerin polimetallik cevherleşme tipinden üretim yapıldığını ve metallerin tam olarak ayrıştırılamadığını kanıtlamaktadır. En yüksek Au değerleri Kretase yaşlı andezitler içindeki (Pb-Zn-Ag ± Au) damarlarda tespit edildiğinden bu bölgeyi test amaçlı en derini 145 metre olan toplamda 396 metre, 3 adet kırıntılı sondaj yapılmıştır. En iyi değerler GAR-3 nolu son-

daj kuyusundaki 126-134 metreleri arasındaki 8 metreden elde edilmiştir. Burada ağsal kuvars damarcıkları içeren intrüzif kayaçlardan ortalama 0.28 gr/t Au ve 1195 ppm Cu değerleri elde edilmiştir.

Aynı bölgede skarn ve damar tipi cevherleşmelerinin yakınlarındaki intrüzifler içinde ağsı kuvars damarcıklarının da gözlenmesi derinde Cu-Au porfiri tipi bir cevherleşmenin de varlığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fe-Cu skarn, ornatma, polimetallik, Pb-Zn-Ag, porfiri Cu-Au

Abstract: *The study area is in the vicinity of Arpalı village and lies 30 km west of the city of Gümüşhane in the Eastern Pontide region of Turkey. Field work consisted of 1:5.000 scale geological mapping, systematic soil and rock-chip sampling, and reverse-circulation drilling. The oldest unit in the study area is the Jurassic aged Hamurkesen formation, consisting of andesitic basaltic lava together with intercalated volcano-sedimentary units. It is overlain by Late Jurassic to Early Cretaceous dolomitic limestone (Berdiga Formation) and Late Cretaceous andesitic - basaltic lava - pyroclastic and intercalated sandstone, marl and shale units. At least three phases of Cretaceous age intrusions known regionally as the Kaçkar granites cut the Jurassic and Cretaceous volcanic package. The youngest lithological unit in the region is an unaltered hornblende-andesite lava and volcano-sedimentary units of the Eocene aged (Lutetian) Kabaköy formation.*

Collapsed adits and slag piles of unknown age are located in the map area. Three different types of mineralization have been identified within the surface exposure. These are: i)- Polymetallic vein (NW-SE trending) and carbonate replacement type Pb-Zn-Ag-Cu mineralization ii)- Vein type Pb-Zn-Ag ± Au mineralization hosted in fractures of andesite and sedimentary rocks; and iii)- Fe-Cu skarn hosted at bleached dolomitic limestone. In Fe-Cu skarn zone, macroscopically garnet, pyroxene, magnetite, specularite, pyrite and malachite are observed.

A total of 1471 soil and 170 rock samples were collected from the mapped area. Anomalous gold (maximum 1.8 gr/t) was obtained only from vein type occurrence in surface sampling. The highest Au values in Fe-Cu skarn and polymetallic mineralization were 156 ppb and 70 ppb respectively. The arithmetic average of two slag samples are Au: 22.5 ppb, Ag: 59.2 ppm, Cu: 7900 ppm, Fe: 35%, Pb: 8.1%, Zn: 1.1%. The average of two dump samples collect near old adits are Au: 44 ppb, Ag: 18 ppm, Cu: 1.2%, Fe: 20.4%, Pb: 2.1% and Zn: 13.6%. These results indicate that the polymetallic carbonate replacement ore were mined historically but the metal recoveries were very poor. Three reverse circulation scout holes were drilled to 145 meters depth to test the Au bearing vein system (Pb-Zn-Ag ± Au) hosted in Cretaceous volcanic package. The best hole intersected 8 meters of quartz stock-work veined intrusion between 126-134 meters, with an average of 0.28 g/t Au and 1195 ppm Cu.

The presence of intrusion hosted stock-work veining in proximity to skarn and vein type mineralization suggests the presence of a deeper Cu-Au porphyry mineralization.

Keywords*: Carbonate replacement, Fe-Cu skarn, Pb-Zn-Ag, polymetallic, porphyry Cu-Au*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

The Role of Suture Zones and Transform Dislocations in the Placement of Large Ore Deposits in Uzbekistan

Özbekistan'da Büyük Maden Yataklarının Yerleşiminde Kenet Kuşaklarının ve Dönüşüm Faylarının Rolü

Bakhtier Nurtaev

Institute of geology and geophysics, Uzbekistan

(nurtaevb@gmail.com)

Abstract: The palaeotectonic history of the Central Asia Orogenic Belt is a complex one, which is not fully understood. One of the many outstanding problems across the region is defining both the number as well as the locations of the oceanic sutures which existed in the past. Reevaluation of four deep-seismic profiles across Central Uzbekistan, together with modelling of the velocity profiles across the profiles and integrating this data with geological, gravity and magnetic datasets enables the locations of two sutures to be precisely located. These two sutures formed as a result of the closure of the Turkestan Ocean in the north, which separated the Kazakh-Kyrgyz continent, and the smaller Gissar Ocean in the south, which formed as a result of extensional activity along the northern margin of the Alai continent. Both oceans were closed by Permian times.

Large "Anti-Tien Shan" faults divide the region of the Western part of the South Tien Shan into a number of segments and, in combination with inter-zone faults, create a linear-block structure. In Tamdytau and Kuldjuktau, outcrops of hyperbasites are associated with it, which indicates the connection of faults with the upper mantle. A fragment of the submeridional fault zone has been studied in detail by us within the Central Kyzylkum ore region. In magnetic and gravitational fields, a fault passing parallel to it is distinguished, to which large gold and silver deposits are confined. According to geophysical data, this fault zone is interpreted as transform. Ore-bearing black shales in the region are developed along large deep faults: in troughs, regional shear zones and have visible or invisible connections with deep basite-hyperbasite formations, as well as granitoid plutons located under the field. Unlike small and medium-sized deposits, forming latitudinal belts in accordance with the strike of the metallogenic zones of western Uzbekistan, large gold-silver deposits are clearly controlled by long-lived transverse dislocations.

Keywords: Tien Shan, Uzbekistan, metallogenic zones, hyperbasite, shear zones

Öz: *Orta Asya orojenik kuşağının paleotektonik tarihçesi oldukça karmaşık olup tam olarak anlaşılamamıştır. Orojenik kuşağın en önemli problemlerinden birisi, geçmişte var olan okyanusal kenet kuşaklarının yerleri ve sayısıdır. Orta Özbekistan genelinde dört derin sismik profilin yeniden değerlendirilmesi, hız profillerinin profiller boyunca modellenmesi ve bu verilerin jeolojik, yer çekimi ve manyetik veri setleriyle bütünleştirilmesi sonucunda, iki kenedin konumlarının tam olarak belirlenmesini sağlamıştır. Bu iki kened zonu, Kazak-Kırgız kıtasını ayıran kuzeydeki Türkistan Okyanusu'nun kapanması ve Alai kıtasının kuzey kenarının açılması sonucunda oluşan güneydeki daha küçük Gissar Okyanusu'nun kapanması sonucunda oluşmuşlardır. Her iki okyanus da Permiyen dönemine kadar kapanmıştır.*

Büyük "Anti-Tien Shan" fayları, Güney Tien Shan'ın batı kesimini bir çok segmente ayırmıştır ve bu iç zondaki fayların birleşiminden dolayı doğrusal blok yapısı meydana gelmiştir. Tamdytau ve Kuldjuktau'daki hiperbazitlerin mostraları bunlarla ilişkili olup, bu da fayların üst manto ile bağlantısını işaret etmektedir. Merkezi Kyzylkum cevher bölgesi içinde, submeridional fay bölgesinin bir parçası ayrıntılı olarak incelenmiştir. Manyetik ve yerçekimi alanlarında, büyük altın ve gümüş yataklarını sınırlandıran ve buna paralel geçen bir fay ayırt edilmiştir. Jeofizik verilere göre, bu fay transform fay olarak yorumlanmaktadır. Bölgede cevher taşıyan siyah şeyller büyük derin faylar boyunca hendeklerde ve bölgesel makaslama zonlarında gelişmiş olup, derin bazit-hiperbazit oluşumları ve bölgenin altında bulunan granitoid plutonları ile görünür veya görünmez bağlantılıdır. Büyük altın-gümüş yatakları, Batı Özbekistan'daki metalojenik kuşakların uzanımına paralel gelişmiş küçük ve orta ölçekli yatakların aksine, uzun ömürlü verev olarak gelişmiş faylarla açıkça kontrol edilirler.

Anahtar Kelimeler: *Tien Shan, Uzbekistan, metalojenik zonlar, hiperbazit, makaslama zonları*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Çekirdek Kompleksler ve Makaslama Zonlarında Oluşmuş Sb-Hg±As±W ve Au Cevherleşmelerine Türkiye'den Bazı Örnekler: Eski Köye Yeni Adet

Case Studies for Core Complexes and Shear Zone-Hosted Sb-Hg±As±W and Au Mineralization from Turkey: Teachning New Tricks to Old Dog

İlkay Kuşcu

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Muğla, Türkiye (ikuscu@mu.edu.tr)

Öz: Türkiye'de çok sayıdaki antimuan (Sb) ve cıva (Hg) cevherleşmesi epitermal-damar tipi cevherleşmeler olarak sınıflanmakta ve bunların çoğu stibnit açısından işletilmektedir. Çok azında altın (Au) varlığından bahsedilmekte; çoğunda ise Au varlığından bihaber bir şekilde işletilmeye devam edilmektedir. Bu tür cevherleşmelerin bazılarında antimuan ve cıvaya arsenik de eşlik etmekte hatta bazılarının derin kesimlerinde galenit damarcıklarına da rastlanmaktadır. Bu cevherleşmeler ya metamorfik çekirdek komplekslerindeki şist-mermer makaslama zonları boyunca veya mermerlere yakın ya da sıyrılma fayı üstü havzalarda (supra-detachment basins) magmatizmanın da eşlik ettiği fay kayaçları içinde gözlenmektedir. Bunların en belirgin alterasyonu daha bölgesel veya geniş ölçekli epidot-klorit+karbonat alterasyonu içine yerleşmiş fay kontrollü silisleşmelerdir. Bu tür cevherleşmelerdeki silisleşmeler ya düşük açılı normal faylar ya da metamorfik çekirdek komplekslerini oluşturan sıyrılma fayları boyunca veya bu faylara paralel sintetik yüksek açılı normal faylar boyunca görülmektedir. Silisleşmeler ya mermerler içinde masif jasperoyidal kuvars ya da kataklastik veya mikrokataklastik breşleri çimentolayan kuvars halinde bulunur. Kataklastik breşlerin taban bloğunu oluşturan mermerlerdeki mikrokataklasitler düzensiz ancak ana sıyrılma fayına paralel karst ceplerin ve karstik boşlukların oluşumunu ve bunların cevherli silisleşmiş breş parçaları ile doldurulmasını da tetiklemektedir.

Bu cevherleşmelerin çoğunda doğrudan magmatik bir faaliyet görülmezken bazılarında düşük açılı normal faylar veya metamorfik çekirdek komplekslerini kontrol eden sıyrılma fayları boyunca yerleşmiş sin-tektonik pegmatitik veya aplitik dayk sokulumları veya sin-tektonik plütonik sokulumlar görülmektedir.

Türkiye'de özellikle, biri Kampaniyen-Paleosen sonrası, diğeri orta Eosen sonrası ve biri geç Oligosen-erken Miyosen sonrası olmak üzere en az 3 ana evrede metamorfik çekirdek kompleks gelişmiştir. Bu komplekslerdeki makaslama ve ana sıyrılma fay düzlemleri bugüne kadar Sb-Hg-As cevherleşmeleri olarak bilinen ancak güncel çalışmalarda altın cevherleşmeleri açısından oldukça önemli olduğu ortaya konan önemli yapısal unsurlardır.

Benzer Sb-Hg cevherleşmelerinin görüldüğü Gümüşler, Çamardı, Celaller (Niğde), Kaman (Kırşehir) yöresi ve Cebrail-Göynük Sb-Hg (Kütahya,Çavdarhisar) yataklarında hem silisleşmiş kataklastik breşler hem de karstik boşluklardaki kil matriksi ve klastlar yüksek Au içermektedir. Bazı Sb-Hg ve Au cevherleşmelerini barındıran düşük açılı normal faylar, ya ofi-

yolitlerle alttaki metamorfik kayaçların ya da metamorfiklerle alttaki Eosen sedimanter kayaçların sınırını tanımlayan bindirme faylarının daha sonra normal fay olarak tekrar çalışmasıyla oluşmuştur. Çavdarhisar (Kütahya) bölgesindeki bazı Sb-Hg cevherleşmeleri bunlara örnektir. Sıyrılma fay üstü havzalar açısından Orta Anadolu Kristalen Karmaşığının yükselmesiyle oluşan Sivas, Sorgun-Çiçekdağ, Orta Kızılırmak, Tuzgölü, Ulukışla ve İvriz havzaları önemli havzalardır. Bu havzaları kontrol eden sıyrılma fayları boyunca veya tavan blok içine sin-tektonik sokulumlar yerleşmiştir. Bu sokulumlar-magmatik faaliyetler veya çekirdek kompleks oluşumlarına bağlı ısı akısı değişimleri ile tetiklenen hidrotermal olaylar hem taban bloktaki metamorfiklerde hem de makaslama düzlemleri boyunca Au ve Sb-Hg cevherleşmelerini oluşturmuştur. Sıyrılma fayları ve makaslama zonları boyunca oluşan Sb-Hg-Au cevherleşmeleri orojenik altın cevherleşmelerine benzer alterasyon desenleri oluşturmalarına rağmen kendilerine has alterasyon ve cevherleşme özellikleri taşıdıkları için sadece çekirdek kompleksi olayları ile ilişkilendirilmelidir. Bu anlamda hem orta hem de batı Anadolu'da çok sayıda örneği görülen bu tür tektonik ortamlarda bulunan Sb-Hg cevherleşmeleri üzerinde yürütülecek jeokimyasal, jeolojik-yapısal çalışmalar çok sayıda ekonomik altın cevherleşmesinin keşfi ile sonuçlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sb-Hg, Au cevherleşmeleri, metamorfik çekirdek kompleksler, makaslama zonu, sıyrılma fayı, sıyrılma-fayı üstü havzalar, Orta Anadolu, Batı Anadolu

Abstract: *A number of antimony (Sb) and mercury (Hg) mineralization in Turkey is classified as epithermal-vein type mineralization, and great majority of these are mined for stibnite. Gold is reported only at few of them while most are operated unaware of the presence of Au. In some of these mineralization, antimony and mercury are also accompanied by arsenic and in some, galena veinlets are also recognized at deeper levels. These are developed either along the shear zones defining the schist-marble contacts and/or close to marbles in metamorphic core-complexes or hosted by deformed sedimentary rocks with coeval magmatism within the supra-detachment zones. The most prominent alteration is fault-controlled silicifications, hosted within regional or large-scale epidote-chlorite + carbonate alteration. The silicification in these mineralization occur either along the low-angle normal faults or along detachment faults at the metamorphic core-complexes or along syntetic high-angle normal faults. The silicification occurs either as massive jasperoidal quartz in marbles or as quartz cementing the cataclastic breccias or microcataclasites. The microcataclasites in the footwall marbles of the cataclastic breccia help to form irregular karstic cavities filled by mineralized silicified breccia fragments*

Most of these mineralization have no direct connection with magmatic activity, while some have syn-tectonic pegmatitic or aplitic dyke or syn-tectonic plutonic intrusions along low-angle normal faults or detachment faults at the metamorphic core complexes.

At least three main phases of metamorphic core-complexing, after Campanian-Paleocene, after middle Eocene and one after late Oligocene-early Miocene, have been developed in Turkey. The shear zones and main detachment fault planes in such tectonic environments are important loci not only for Sb-Hg-As mineralization but also for gold mineralization discovered by recent works at present.

The deposits with similar Sb-Hg mineralization at Gümüsler, Çamardı*, Celaller (Niğde), Kaman (Kırşehir) region, Cebrail-Göynük (Kütahya,* Çavdarhisar*) mineralization, both silicified cataclastic breccia and clay to silt-sized matrix contain high-grade gold. Some of the Sb-Hg and Au deposits are hosted by cataclastic breccias and low angle normal faults formed by the reactivation of thrust faults forming the tectonic boundaries between ophiolitic and metamorphic, and metamorphic-middle Eocene sedimentary rocks.* Çavdarhisar *(Kütahya) Sb-Hg deposits are examples of such deposits. Sivas, Sorgun-Çiçekdağ, Central Kızılırmak, Tuzgölü and Ulukuşla-İvriz (Niğde-Ulukışla) basins are important supra-detachment basins formed by the exhumation of the Central Anatolian Crystalline Complex. Syn-tectonic magmatism emplaced along the detachment faults that control these basins or at the footwall. The hydrothermal events due to temperature gradients by core-complexing and magmatism resulted in Sb-Hg and Au mineralization both at the footwall metamorphic rocks and along the shear zones. Although these Sb-Hg-Au show alteration patterns similar to those in the orogenic gold deposits, they have their own alteration and mineralization characteristics and consequently are associated with metamorphic core-complexing only. In this sense, geochemical, geological-structural studies on Sb-Hg mineralization in such tectonic environments, many examples of which are known in both central and western Anatolia, may result in the discovery of numerous economic gold mineralization.*

Keywords: *Sg-Hg, Au mineralization, metamorphic core-complexes, shear-zone, detachment fault, supra-detachment basins, Central Anatolia, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yeşilyurt (Malatya) Floritli-Altın Yatağının Jeolojisi: Doğu Toros Orojenik Kuşağında Düşük-Açılı Normal Fay ile İlişkili Mineralizasyon Örneği

Geology of the Yeşilyurt (Malatya) Fluorite-Gold Deposit: An Example of Low-Angle Normal Fault Related Mineralization in the Eastern Taurus Orogenic Belt

Nail Yıldırım[1], Cahit Dönmez[1], Esra Yıldırım[2], Mahmut Eroğlu[1], Kurtuluş Günay[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye (nailyildirim@gmail.com)

Öz: Yeşilyurt (Malatya) fluoritli-altın mineralizasyonu, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Malatya (Yeşilyurt) ve Adıyaman (Çelikhan) il sınırları içerisinde yer alır. Bu mineralizasyon, Doğu Toroslarda yaygın olarak izlenen Bodrum napına ait Orta-Geç Triyas-Geç Kretase Kayaköy formasyonu ile Geç Kretase Karaböğürtlen formasyonu arasındaki düşük-açılı normal / sıyrılma fay ile ilişkilendirilen ve yeni keşfedilen altın yatağı grubundan biridir. Düşük-açılı normal fay, yaklaşık KB-GD gidişli, 10° KD dalımlı ve kilometlerce (11 km) uzunluktadır. İnceleme alanındaki litolojik-yapısal unsurlar önceki çalışmalarda genellikle uyumsuzluk ve ters fay (bindirme) şeklinde yorumlanmış ve haritalanmıştır. Bu çalışmada, yapısal unsurlara düşük-açılı normal fay da eklenmiştir. Düşük-açılı normal fay, Tersiyer döneminde olası genişlemeli bir tektonik ortam ile ilişkilendirilmiştir. Bu dönemde küçük hacimli felsik magmalar (trakit-trakilatit) sığ kabuk seviyelerine düşük-açılı normal fay boyunca yerleşmiştir.

Orta Triyas-Geç Kratase mermer/rekristralize kireçtaşı düşük-açılı normal fay zonunun alt plakasındaki baskın kaya (taban kayası) türüdür. Fay zonunun üst plakasında ise Geç Kratase kalkşistleri (tavan kayası) bulunur. Fay zonu; fay kili, kataklazit ve breşle karakterize edilir. Kataklazit ve breş cevherin asıl ev sahibiyken, fay kilinde mineralleşme çok zayıftır. Yeşilyurt fluoritli-altın cevherleşmesinde tanımlanan alterasyon topluluğu (1) kuvars-karbonat-pirit replesesi, (2) silika replese ve damarcıklarıdır. Fay kilinin hemen altında, organik maddece zengin, fluorit, pirit matriks içerisinde çoğunlukla şist–kuvars parçacıkları içeren kataklazitler az silisleşmiştir. Bazı seviyelerde limonitleşme (piritten dönüşüm) yaygındır. En yaygın alterasyon sıklıkla yüksek-dereceli altın mineralizasyonu ile ilişkili olan silika replasmanıdır. Silisleşme daha çok breşler içerisindedir ve limonit damar/damarcıkları ile kesilmektedir. Silisleşmeyi düzensiz kesen kılcal kuvars damarcıkları da izlenir. Silika replasmanı/damarcıkları, breş içerisinde matriks replasmanı olarak ortaya çıkar ve breş parçaları kısmi emilim gösterir. Silika koyu gri ile açık gri renklidir. Koyu gri renkli silika <%1-2 ince taneli saçınımlı pirit içerir. Çok yüksek altın dereceleri koyu-gri silisleşme ve eşlik eden demir-oksit boyamalarının olduğu kısımlardır. Genel hidrotermal alterasyon mineral dağılımı hem yanal hem de düşeyde görünmektedir. En yoğun silisifikasyon breşlerde izlenirken kataklazitlerde daha az, fay kili ise silisleşmemiştir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde ilk kez belirlenen trakit-trakilatitler mineralleşmeyle ilgili kaya türünü oluşturur. Sıyrılma fayı boyunca yerleşmiş bu sin-tektonik plütonik kayaçlar cevher zonlarında ortaya çıkmaktadır. Kataklazit ve breş zonunda yaygın olup senkronizedir, yoğun silisleşme ve mineralleşmeden ayırt edilebilmesi genellikle güçtür. İntrüzif kontakları genellikle şist breşlerinde laminalı akmalar şeklindedir.

Metal içeren akışkanlar, Yeşilyurt yatağındaki düşük-açılı fay zonunu (kataklazit ve breş) kesip nispeten düşük sıcaklık-düşük basınç ortamında sülfürleri çökeltmiştir. Düşük açılı fay zonunun erozyona uğramasıyla tavan kayacı aşınıp, yatağın açığa çıkmasını sağlamıştır. Yeşilyurt fluoritli-altın yatağından sorumlu mineralleştirici sıvıların kökeni şu anda iyi anlaşılmamıştır. Yoğun serizit ve karbonat alterasyonuna maruz kalmış trakitler doğrudan cevherle ilişkilendirilmiş olup yaş verisi bulunmamaktadır. Trakitlerin cevherle olan mekânsal ilişkisi ve altın, fluorit, realgar, orpiment-sülfit birlikteliği Tersiyer (?) magmatizmasıyla genetik bir ilişkiye sahip olduğunu düşündürmekte ve sin-mineralizasyonu önermektedir.

Yeşilyurt fluoritli-altın yatağının bulunduğu yer, sıra dışı bölgesel bir sıyrılma fayı / düşük-açılı normal fay boyuncadır. Bu yatak, Doğu Toroslar'da benzer altın oluşumlarının bulunmasına öncülük edecektir.

Anahtar Kelimeler: Breş, fay kili, kataklazit, sıyrılma fayı / düşük açılı normal fay, Yeşilyurt (Malatya) fluoritli-altın mineralizasyonu

Abstract: *Yeşilyurt (Malatya) fluorite-gold mineralization is located within the provincial borders of Malatya (Yeşilyurt) and Adıyaman (Çelikhan) in the East Anatolian Region. This mineralization is one of the gold deposits which newly discovered and correlated with low-angle normal/detachment fault between the Late Cretaceous Karaböğürtlen Formation and Mid-to Late Triassic- Late Cretaceous Kayaköy Formation belonging to the Bodrum nappe which was monitored commonly in Eastern Taurus.*

Low-angle normal fault strikes approximately NW-SE, dips 10o to the NE and has 11 km length. The lithological- structural factors in the studied area are interpreted and mapped as discordance and thrust fault generally in the previous studies. In this study low-angle normal fault was added to the structural factors. Low-angle normal fault associated with a tectonic setting which is potential extensional in Tertiary term. In this term small volume felsic magmas (trachyte-trachylatit) were settled into the shallow crust levels along the low-angle normal fault.

Mid Triassic- Late Cretaceous marble-recrystallize limestone are the dominant rock (footwall) type in the bottom plate of the low-angle normal fault zone. There are Late Cretaceous calcschists (hanging wall) in the upper plate of the fault zone. The fault zone is characterized by fault clay, cataclasite and breccia. While the cataclasite, and breccia are the principal ore host, there is more weakly mineralization in fault clay. Alteration assemblages are identified at Yeşilyurt fluorite-gold mineralization : (1) quartz-carbonate-pyrite replacements, (2) silica replacements and veinlets. Cataclasites which generally contains schist- quartz particles within the organic matter-rich, fluorite, pyrite matrix down the fault clay are little silicificated.

Limonitization is common on some levels. Most common alteration is usually silica replacement which associated with high-level gold mineralization. Silicification is mainly in breccias and cut by limonite vein/veinlets. There are also capillary quartz veinlets cuts silicification irregularly. Silica replacement/veinlets occur as pervasive matrix replacement and breccia particles show partial absorption. Silica ranges in color from dark to light gray. Dark gray silica contains <%1-2 fine-grained disseminated pyrite. Very high gold grades that are associated with dark gray silicification are the parts having iron oxide. The overall hydrothermal alteration mineral distribution appears to be both lateral and downsection. The most intense silicification appears within the breccias, and lesser in cataclasites. Fault clay has not been silicified.

Trachyte-trachylatits which are identified for the first time in the study area and its environment are formed the rock type associated with mineralization. These syn-tectonic plutonic rocks which settled along the detachment fault zone crops out in the ore zones. They are common at cataclasite and breccia zone and are synchronized. It is difficult to distinguish from intense silicification and mineralization. Intrusive contacts are commonly flowing laminated in schist breccias.

Metalliferous fluids intersected the low-angle fault zone (cataclasite and breccia) at Yeşilyurt deposit and precipitated sulfides in the relatively low-pressure, low-temperature environment. Owing to the erosion of the low-angle fault zone, the hangingwall eroded. This caused to the outcropping of the deposit.

The origin of the mineralizing fluids responsible for the Yeşilyurt fluorite-gold deposit is not well understood at present. There is no age data on sericite and carbonate-altered trachytes. These trachytes are associated directly with ore. Trachytes spatial relations to the ore, and the association of gold, fluorite, realgar, orpiment, and sulfide, lead us to conclude that mineralization has genetic relation to Tertiary(?) magmatism and suggest syn-mineralization.

The location of the Yeşilyurt fluorite-gold deposit is along an unusual regional detachment fault/low-angle normal fault. This deposit will lead to finding similar gold deposits in Eastern Taurus.

Keywords:, *Breccia, cataclasite, detachment fault/low-angle normal fault, fault clay, Yeşilyurt (Malatya), Fluorite-gold mineralization*

Şahinli (Sırakayalar ve Karatepe) Düşük-Sülfidasyonlu Epitermal Yatağının (Lapseki, KB Türkiye) Jeolojisi ve Au-Ag Cevherleşmesi

Geology and Au-Ag Mineralization at the Şahinli (Sırakayalar and Karatepe) Low-Sulfidation Epithermal Deposit (Lapseki, NW Turkey)

Gülnur Dilekler[1,2], Ali İmer[2], İbrahim Uçar[1]

[1]Esan Eczacıbaşı Endüstriyel Hammaddeler San. Tic. A.Ş., 34852 Maltepe, İstanbul, Türkiye

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(gulnur.dilekler@esan.com.tr)

Öz: Şahinli damar tipi Au-Ag yatağı, cevherleşme açısından büyük potansiyele sahip Biga Yarımadası'nın KB kesiminde, Lapseki civarında (Çanakkale) yer almaktadır. Cevherli damarlar konumsal olarak tabanda Permo-Triyas yaşlı Çamlıca metamorfikleriyle ve bölgesel olarak çarpışma sonrası gelişmiş Beyçayır volkaniklerinin eşleniği olan Senozoyik andezit-dasit porfirilerle ilişkilidir. Cevherleşme sahası Orta Miyosen yaşlı riyolit ve ignimbritler ve ayrıca Geç Miyosen–Pliyosen kıtasal çökelleri tarafından örtülmüştür.

Şahinli altın-gümüş cevherleşmesi birbirinden farklı iki bölge içerisinde gerçekleşmiştir. Bunlar KB-yönelimli ve derince kazılmış bir vadinin sırasıyla doğu ve batı yamaçlarında yüzlek vermiş Sırakayalar ve Karatepe cevherleşmeleridir. Karatepe cevherleşmesi dasit porfiri ve mika şist içerisine yerleşmiş, yapısal kontrollü, KD–GB ve D–B-yönlü ve dik açıyla dalımlı (G'den GD'ya) bir dizi kuvars damarını içerir. Sırakayalar'daki cevherli damarlar ise birkaç silisli iri blok haricinde büyük ölçüde parçalanmış ve yer değiştirmiştir. Sırakayalar damar sisteminin büyük kısmı, taban kayacı parçalarını da içeren ve yoğun derecede oksitlenmiş, kil çimentolu yamaç molozu içerisinde büyüklükleri birkaç santimetreden birkaç metreye değişen bloklar halinde korunmaktadır. Cevherli moloz malzemesinin altında kalınlığı birkaç metreye varan bir hasar zonu ve onun da altında yerel taban kayacı olan muskovit-biyotit-grafit şistler bulunmaktadır. Altın ve gümüş cevherleşmesi taşıyan oksitlenmemiş damarlar şistlerin üst seviyelerinde de gözlenmektedir.

Karatepe ve Sırakayalar cevherleşmeleri cevher ve gang mineralojisi, alterasyon tipleri, damar parajenezi ve dokusal açıdan pek çok benzerliğe sahiptir ve bundan ötürü eş zamanlı geliştikleri düşünülmektedir. Her iki bölgede aralıklarla gerçekleşen hidrotermal aktivite sonucunda erken evrede masif silika, daha sonra bıçaksı, kolloform ve kokart dokuları, en geç evrede ise ametist kuvars oluşumu gözlemlenmiştir. Her ne kadar çoğu parajenetik evrede altın-gümüş cevherleşmesi gözlense de, yüksek altın ve gümüş tenörleri Fe-sülfit mineralleri ve nabit altın içeren masif, koyu gri kuvars damarları ile ilişkilidir. Her iki bölgedeki silisli damarların çevresinde gelişmiş yan kayaç alterasyonu, kuvars–serizit/illit– kaolinit ± smektit ± Fe-Mg klorit mineralleri ile temsil edilmektedir. Ayrıca Karatepe'deki altere yan kayaçlarda az miktarda adularya tespit edilmiştir.

Şahinli Au-Ag yatağı, genel itibariyle Biga Yarımadası'nda yakın civarda bulunan Lapseki

altın yatağı, Madendağ ve Küçükdere ile birlikte dünyadaki diğer düşük-sülfidasyonlu epitermal yataklarla benzer özellikler sergilemektedir. Ek olarak Sırakayalar'daki cevherli damarlar, parçalanıp, örtülmüş yapıda olmaları itibariyle Biga Yarımadası'nda bu tip cevherleşmeler açısından ilk örnek olma özelliğini teşkil eder. Dolayısıyla bölge genç örtü birimleri altında kalmış benzer epitermal Au-Ag cevherleşmelerine ev sahipliği yapma potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Düşük-sülfidasyonlu epitermal, altın-gümüş, Lapseki, Biga Yarımadası, Senozoyik

Abstract: *The Şahinli vein-type Au-Ag deposit is located in Lapseki area (Çanakkale) and lies within the NW part of the highly prospective Biga Peninsula. Mineralized veins are spatially associated with Permo-Triassic basement units of Çamlıca metamorphics, and andesite to dacite porphyries of Cenozoic age, which regionally correlate with post-collisional Beyçayır volcanics. Middle Miocene rhyolites and ignimbrites as well as Late Miocene–Pliocene continental sediments comprise post-mineralization cover units in the deposit area.*

Gold-silver mineralization at Şahinli occurs in two distinct zones, identified as Sırakayalar and Karatepe mineralized systems, which occupy eastern and western flanks of a NW-trending steeply incised valley, respectively. Karatepe comprises a series of structurally-controlled NE–SW- and E–W-trending, steeply-dipping (S to SE) quartz veins hosted within dacite porphyry and mica schist. Mineralized veins in Sırakayalar, however, have been largely disrupted and displaced except for a few large silicified blocks. Most of the Sırakayalar vein system is now preserved as centimeter- to meter-sized blocks within an intensely oxidized clay-cemented talus zone, which also contains basement-derived rock clasts. This mineralized talus material is underlain at depth by a few meters-thick damage zone following which it passes into the muscovite-biotite-graphite schists of the local basement. Unoxidized gold- and silver-bearing veins were also observed within upper levels of the schist unit.

Mineralization at Karatepe and Sırakayalar show many similarities in terms of ore and gangue mineralogy, alteration styles, vein paragenesis, and textural characteristics suggesting contemporaneous formation. Episodic hydrothermal activity in both areas resulted in development of a variety of vein textures from early massive silica to later bladed, colloform, and cockade textures, and finally to amethystic quartz. Although gold-silver mineralization was encountered in most paragenetic stages, high Au and Ag grades are associated with massive dark gray quartz veins containing Fe-sulfides and native gold. Wall-rock alteration surrounding silicified veins in both areas is characterized by an assemblage of quartz–sericite/illite–kaolinite ± smectite ± Fe-Mg chlorite. Minor adularia was also identified in altered rocks in Karatepe.

The Şahinli Au-Ag deposit exhibits broad characteristics of many low-sulfidation epithermal deposits worldwide and resemble other such systems in Biga Peninsula, including the adjacent Lapseki gold deposit and several nearby low-sulfidation systems such as Madendağ and Küçükdere. Further, the concealed nature of disrupted veins at Sırakayalar may represent the first example of a buried epithermal system in Biga Peninsula and suggests potential for similar epithermal Au-Ag mineralization in the region under younger cover.

Keywords: *Low-sulfidation epithermal, gold-silver, Lapseki, Biga Peninsula, Cenozoic*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn Cevherleşmesinde Kükürt İzotopu İncelemesi (Batı Azerbaycan)

Sulfur Isotope Investigation of Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn Mineralization (Western Azerbaijan)

Coşqun İsmayil, Fetullah Arık, Yeşim Özen

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42250 Selçuklu, Konya, Türkiye
(cosqun.ismayi1993@gmail.com)

Öz: Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağı, Yoğundağın doğusunda, Azerbaycan Cumhuriyeti'nin Küçük Kafkasya bölgesindeki Gedebey Au-Cu yatağının yaklaşık 400 m kuzeybatısında yer almaktadır. Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn cevherleşmesi andezit tüf ve kuvars porfir dokanağı ile kuvars porfir içerisinde gözlenmektedir. Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağı içerisindeki ana cevher mineralleri kalkopirit, sfalerit, galenit, altın, gümüş ve pirit olarak belirlenmiştir. Sülfitlerin $\delta^{34}S$ değerleri (-2.5 to 5.1‰) cevher oluşturucu akışkanlar için mağmatik kökeni işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağı, kükürt izotopu, mineraloji, Gedebey, Azerbaycan, Küçük Kafkasya

Abstract: *The Gadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn deposit is located at the east of the Yoğundağ Mountain, about 400 m northwest of the Gedabek Au-Cu deposit in Lesser Caucasus region of the Republic of Azerbaijan. The Gadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn mineralization is observed in the contact of the andesitic tuff and quartz porphyry, and in the quartz porphyry. The main ore minerals are chalcopyrite, sphalerite, galena, gold, silver, and pyrite in the Gadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn deposit. The $\delta^{34}S$ values (-2.5 to 5.1‰) of sulfides (chalcopyrite, pyrite and sphalerite) suggest a magmatic origin for the ore-forming fluids.*

Keywords: *Gadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn deposit, sulfur isotope, mineralogy, Gedabek, Azerbaijan, Lesser Caucasus*

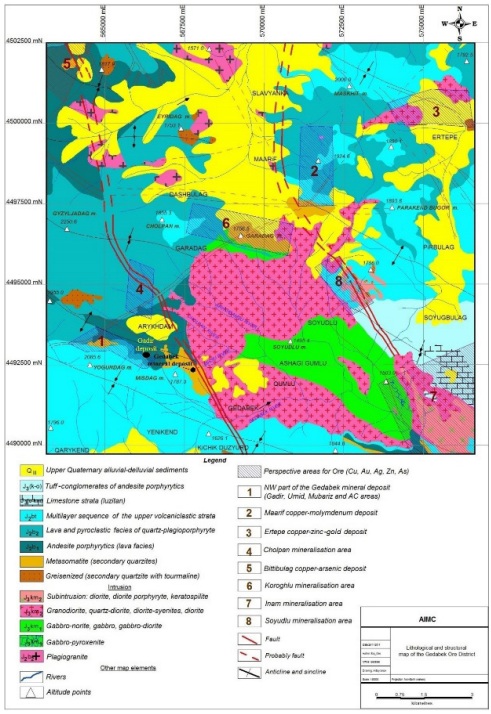
GİRİŞ

Azerbaycan'ın Küçük Kafkasya bölgesinde çok sayıda maden yatakları yer almaktadır. Gedebey maden bölgesi Tetis Metalojenik Kuşağı'nda yer alan dünyanın en büyük altın ve bakır provenslerinden biridir (Şek. 1; Rezeau ve diğ., 2017). Gedebey maden bölgesi birbirinden farklı mesafelerde bulunan Gedebey Au-Cu, Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn , Uğur Au, Bittibulak Cu-As ve diğer metalik maden yatakları içermektedir (Şekil 2; Bayramov, 2015; İsmayıl ve diğ., 2018; İsmayıl ve diğ., 2019; İsmayıl, 2019; Arık ve İsmayıl, 2019). Bu maden yataklarından biride 2012'de keşfedilen Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn cevherleşmesidir (Şek. 3; Veliyev ve diğ., 2018).



Şekil 1. Gedebey ili'nin yer bulduru haritası (https://tr.wikipedia.org/wiki/Gedebey_Rayonu).

Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağı 19. yüzyıldan beri bilinen Gedebey Au-Cu yatağının kuzeybatısında yer almaktadır (Novruzov ve diğ., 2018).



Şekil 2. Gedebey maden bölgesinin jeolojik haritası (Bayramov, 2015).

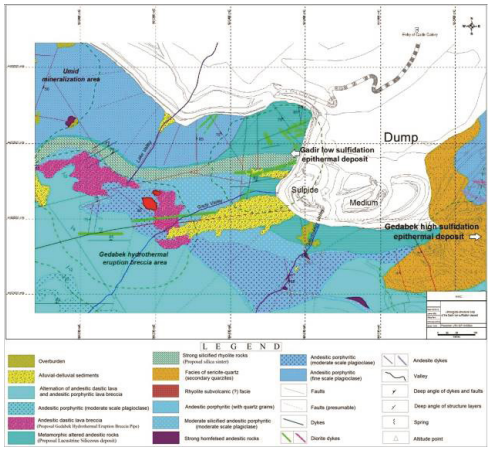
MATERYAL VE METOT

Bu araştırmanın sonuçları Arizona Üniversitesi Çevresel İzotop Laboratuvarı'nda (Arizona-ABD) kütle spektrometresine bağlı bir temel analiz metodu kullanılarak kalkopirit, sfalerit ve pirit üzerinde toplamda 10 kükürt izotopu analizinden elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır.

TARTIŞMA

Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn Cevherleşmesi

Gedebey maden bölgesinde genellikle Orta Jura yaşlı volkanik kayaçlar yer almaktadır. Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağı Üst Bajosiyen yaşlı volkanik kayaçlar içerisinde oluşmuştur. Kadir cevherleşmesinin oluştuğu volkanik kayaçların yer aldığı bölgede Alt Kretase yaşlı plütonik sokulum kayaçları ve yaygın kuvarsporfirler gözlemlenmektedir (Şek. 2 ve Şek. 3). Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağında yapılan cevheri petrografisi çalışmalarında belirlenen ana cevher mineralleri sfalerit, galenit, arsenopirit, fahlerz, pirit, altın ve gümüş'tür (Şek. 4).

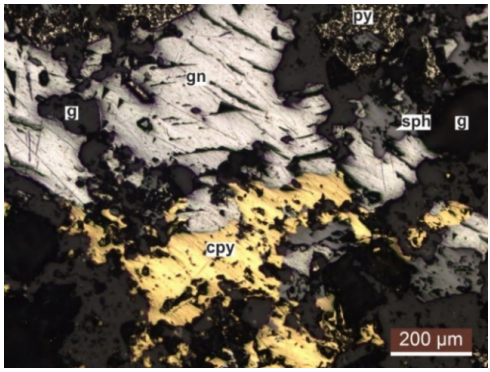


Şekil 3. Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağının jeolojik haritası (Veliyev ve diğ., 2018).

Kükürt İzotopu Analizi

The Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağından yapılan kükürt izotopu analizi sonuçlarına göre

sülfitlerin $\delta^{34}S$ değerleri kalkopirit, sfalerit ve pirit mineralleri için -2.5‰ ve +5.1‰ arasında değişmektedir. Cevherleşmeye ait kalkopirit, sfalerit ve piritlerin δ34S H2S değerleri -2.4‰ to +4.9‰ arasında hesaplanmıştır.



Şekil 4. Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn yatağından yapılan cevher mikroskobu çalışmalarında belirlenen cevher mineralleri: kalkopirit (cpy), sfalerit (sph), galenit (gn), pirit (py) ve gang (g).

SONUÇLAR

Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn cevherleşmesi andezitik tüf ile kuvarsporfirlerin dokanak bölgesinde ve bu kuvarsporfirlerin içerisinde oluşmuştur. Cevherleşmede yapılan mineralojik çalışmalar sonucu kalkopirit, sfalerit, galenit, pirit, arsenopirit, fahlerz ve dijenit mineralleri belirlenmiştir. Bu cevherleşme için kalkopirit, sfalerit ve piritlerin $\delta^{34}S$ değerleri -2.5 ve 5.1‰ arasında değişmektedir. Kadir cevherleşmesi için belirlenen mineral parajenez ve δ34S değerlerinin dağılımının darlığı (binde ±5) ve binde sıfıra yakınlıkları mağmatik yatakların özelliklerini yansıtmaktadır. Kadir Au-Ag-Cu-Pb-Zn cevherleşmesinin tipinin, kökeninin, oluşum sıcaklığının daha detaylı araştırılması için tarafımızdan yapılan sıvı kapanım analizleri devam etmekdir.

KATKI BELİRTME

Bu araştırmanın yapılması için finansal desteyi sağlayan Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz (BAP Projesi No: 18201084).

REFERANSLAR

Arık, F ve İsmayıl, C., 2019, Gedebey (Batı Azerbaycan) Au-Cu yatağının jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), Proje No: 18201084, 92s.

Bayramov, A. A., 2015, Gedebey intrüzifinin petrolojisi ve potensiyel cevherleşmesi , Yüksek Lisans Tezi, Bakü Devlet Üniversitesi, 75 s.

İsmayıl, C., Arık, F, ve Özen, Y., 2018, Preliminary geological and mineralogical features of Gedabek (Western Azerbaijan) Au-Cu deposit, Engineering Science Journal of Niğde Ömer Halisdemir University, 7 (3), 1153-1158.

İsmayıl, C, 2019, , Gedebey (Batı Azerbaycan) Au-Cu yatağının jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü yüksek lisans tezi, 92s.

İsmayıl, C, Arık, F, ve Özen, Y., 2019, Sulfur Isotope Investigation of Gedabek Au-Cu deposit (Western Azerbaijan), International Science and Academic Congress'19, 244-247p.

Novruzov, N., Valiyev, V., Bayramov, A., Mammadov, S., Ibrahimov, J., Ebdulrehimli, A., 2018, Mineral composition and paragenesis of altered and mineralized zones in the Gadir low sulfidation epithermal deposit (Lesser Caucasus, Azerbaijan), Iranian Journal of Earth Sciences Vol. 11, No. 1, 2019, 14-29p.

Rezeau, H., Moritz, R., Leuthold, J., Hovakimyan, S., Tayan, R. and Chiaradia, M., 2017, 30 Myr of Cenozoic magmatism along the Tethyan margin during Arabia–Eurasia accretionary orogenesis (Meghri–Ordubad pluton, southernmost Lesser Caucasus), Lithos, 288, 108-124.

Veliyev, A., Bayramov, A., Ibrahimov, J., Mammadov, S. ve Alizhadeh, G., 2018, Geological Setting and Ore Perspective of the New Discovered Gadir Low Sulfidation Epithermal Deposit, Gedabek NW Flank, Lesser Caucasus, Azerbaijan, Universal Journal of Geoscience 6(3): 78-101.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Gedebey_Rayonu, 25/12/2019

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kaman Fe-Skarn Yatağı ile İlişkili Çelebi Plütonu'nun Jeokimyası, Mineral Kimyası ve Kristallenme Koşulları (Kırşehir, Orta Anadolu)

Geochemistry, Mineral Chemistry and Crystallization Conditions of the Çelebi Granitoid Associated with the Kaman Fe-Skarn Deposit, (Kırşehir, Central Anatolia)

Ayşe Orhan[1], Kıymet Deniz[2]

[1]Nevşehir HBV Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300 Nevşehir, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(Ayse.orhan@nevsehir.edu.tr)

Öz: Orta Anadolu'da, Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunun kuzeydoğuya dalması ve Anatolid – Torid çarpışmasını takiben farklı jeokimyasal özelliklere sahip intrüzyonlar gelişmiştir. Bu plütonlardan biri olan Çelebi Plütonu, Kesikköprü – Çelebi – Kaman civarında yayılım sunmakta ve Orta Anadolu'da önemli birçok Fe-skarn yatağına kaynaklık yapmaktadır. Çelebi Plütonu, granodiyorit bileşiminde, kalk-alkalen, I-tipi ve metalüminyum magma karakterine sahiptir. İz element içerikleri plütonun volkanik-yay ve çarpışma sonrası bir ortamda oluştuğuna işaret etmektedir.

Plütonik kayacın mineral kimyası sonuçlarına göre plajiyoklazlar oligoklaz–andezin, amfiboller magnezyumlu-hornblend–çermakit ve biyotitler Mg-biyotit bileşimindedir. Granodiyoritik kayacın amfibol ve biyotit kompozisyonları, kalk-alkalen ve I-tipi magma kompozisyonu ile magmanın yitim ortamında geliştiğini desteklemektedir. Biyotitte termobarometre sonuçlarına göre plütonun kristalizasyon sıcaklığı 700–750°C ve basıncı 0.76–2.01 kbar'dır. Biyotitlerin kristalizasyon basıncı Cu-Fe skarn plütonları ile oldukça uyumludur. Amfibollerin kimyasal verilerine dayanarak magma kristalizasyonu için kıtasal kabukta orta-sığ derinlikte (<7 km) iki farklı faz öngörülmüştür. İlk faz, yüksek sıcaklık (817–894°C), kısmen yüksek basınç (1.18–1.85 kbar), orta-sığ derinlik (4.5–6.9 km), yüksek $\log fO_2$ (-13.1 ila -11.5) koşullarında ve düşük-yüksek H_2O (%2.24–5.14) içeriği ile gelişmiştir. Fe cevherleşmesi ile ilişkili ikinci faz ise kısmen düşük sıcaklık (740–873°C), basınç (0.69–1.30 kbar), derinlik (2.6–4.9 km) ve yüksek $\log fO_2$ (-14.0 ila -11.8) koşulları ve yüksek H_2O (% 4.0–5.37) içeriği ile karakteristiktir.

Anahtar Kelimeler Çelebi Plütonu, mineral kimyası, jeotermobarometre, kristalizasyon koşulları

Abstract: *Following the northward dipping of the northern branch of the Neo-Tethyan ocean and collision between Anatolia – Tauride Block, several plutonic bodies with different composition were formed in Central Anatolia. Çelebi Pluton which is one of these plutons crop out Kesikköprü – Çelebi – Kaman regions, and host numerous important Fe-skarn deposit in Central Anatolia. Çelebi Pluton is granodiorite in composition, has calc-alkaline, I-type and*

metaluminous magma character. Trace element contents indicate that the pluton is formed in a volcanic-arc and post-collisional environment.

Results of mineral chemistry of the pluton reveal that plagioclases are oligoclase–andezine, amphiboles are magnesio-hornblende–tchermakite and biotites are Mg-biotite in compositions. Amphibole and biotite compositions of the granodioritic rock support that calc-alkaline and I-type magma composition developed in a subduction environment. According to the thermobarametric results of biotites, crystallization temperature of the pluton is 700–750°C and the pressure is 0.76–2.01 kbar. Crystallization pressure of the biotites is quite compatible with the Cu-Fe skarn plutons. Based on the chemical data of amphiboles, two different phases are proposed for magma crystallization in medium-shallow depths (<7 km) at continental crust. The first phase was developed at high temperature, under relatively high pressure (1.18–1.85 kbar), in medium-shallow environment (4.5–6.9 km) and high logfO_2 (-13.1 to -11.5 bar) conditions with low-high H_2O contents (2.24–5.14 wt.%). The second phase associated with Fe mineralization is characterized by relatively low temperature (740–873°C), pressure (0.69–1.30 kbar) and depths (2.6–4.9 km) and high logfO_2 (-14.0 to -11.8) conditions with high H_2O contents (4.0–5.37 wt.%).

Keywords: *Çelebi Pluton, mineral chemistry, geothermobarometry, crystallization conditions*

GİRİŞ

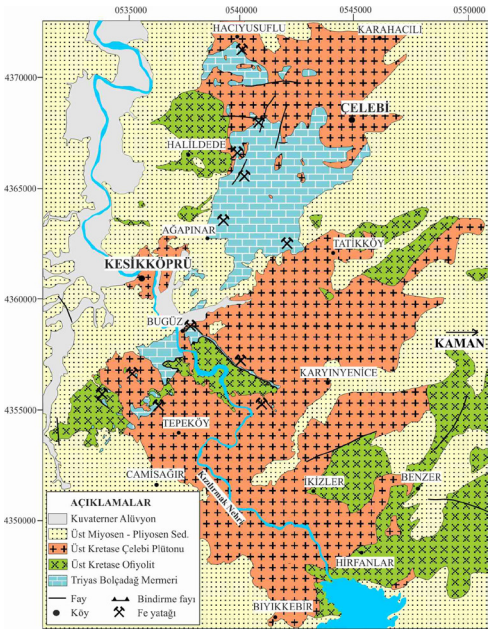
Dünyadaki çoğu skarn yatakları dalma-batma zonlarında kıtasal kuşak boyunca yay magmatizması ile ilişkili gelişir (Einaudi vd., 1981; Meinert vd., 2005). Skarn yataklarının metal içeriği ile magmanın bileşimi ve kökeni arasındaki ilişki bazı çalışmalara konu olmuştur (Shimizaki, 1980; Newberry ve Swanson, 1986; Kuşcu vd., 2002; Zhang vd., 2015; Orhan vd., 2017; vs.). Bu çalışmaların çoğunda magmanın ayrımlaşma derecesi ve kristalizasyon koşullarının da (P-T-fO_2-$H_2O_{içeriği}$) önemli parametreler olduğu vurgulanmıştır. Örneğin Cu ve W skarn plütonlarının benzer kökene sahip olmasına karşın ekonomik W skarn plütonlarının daha derin ortamlara yerleştiği ve kristalizasyon tarihçesinin geniş olduğu tespit edilmiştir (Newberry ve Swanson, 1986; Orhan vd., 2017). Pb-Zn, Mo ve Sn plütonları felsik karaktere sahip olmasına karşın kristalizasyon derinliklerinin farklı olduğu belirtilmiştir. Biyotitte Al-barometrik hesaplamalara göre plütonik kayaçların kristalizasyon basınçları; Pb-Zn ve Mo- skarnlar için <1 kbar, Cu-Fe ve Sn-skarnlar için 1-2 kbar ve W-skarnlar için 2-3 kbar olarak tahmin edilmiştir (Uchida vd., 2007).

Orta Anadolu'da, Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunun kuzeydoğuya dalması ve Anatolid-Torid Bloklarının çarpışması sonucu 80.0±02 ve 65.7±02 My zaman aralığında kalk-alkalen ve alkalen karakterli magmatik kayaçlar gelişmiştir (Aydın vd., 2001; Kadıoğlu vd., 2006; Boztuğ vd., 2009, vs.). Orta Anadolu'da yapılan metalojenik çalışmalar ise kalk-alkalen karakterli, peralüminus-metaluminus bileşimli kayaçların Pb-Zn, Fe-W ve Fe skarn yataklarını ürettiği ve bu yatakları oluşturan magmatik-hidrotermal süreçlerin ise 74.2–70.4 My zaman aralığında geliştiğini ortaya koymuştur (Kuşcu ve Erler, 1998; Kuşcu vd., 2019). Bu plütonlardan biri olan Çelebi Plütonu, Kesikköprü (Ankara) – Çelebi (Kırıkkale) – Kaman (Kırşehir) civarında yayılım sunmakta ve Orta Anadolu'da önemli birçok Fe-skarn yatağına kaynaklık yapmaktadır (Şekil 1). Çelebi Plütonu, granodiyorit bileşimine, kalk-alkalen, metaluminus ve I-tipi magma karakterine sahiptir (Kuşcu vd., 2002; İlbeyli vd., 2004; Orhan ve

Orhan, 2018). Plütonun yaşı ise 73.69±0.41–70.37±0.45 My'dır (Kuşcu vd., 2019). Bu çalışmalar plütonun petrojenetik gelişimi ve ana oksit ve iz element içerikleriyle Cu-skarn plütonlarıyla uyumluluk sunduğu ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise plütona ait mineral kimyası sonuçlarına yer verilmiştir. Biyotit ve amfibollerde jeotermobarometrik yaklaşımlar ile plütonun kristalizasyon koşulları tahmin edilmiş ve cevher üretme potansiyeli değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve ANALİTİK YÖNTEM

Kaman civarında demir cevherleşmesine kaynaklık yapan Çelebi Plütonuna ait ana oksit ve iz elementleri ACME (Kanada) analitik laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Plütona ait üç adet örnekte minerallerin noktasal elektron mikroprob (EPMA) analizleri Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) laboratuvarlarında yürütülmüştür. JEOL marka JXA–8230 model cihazda 20 kV hızlanma voltajı ve 10 nÅ elektron demeti koşullarında çalışılmıştır. Kalibrasyon ve ölçümler için doğal oksit ve mineral referans materyalleri kullanılmıştır. Stokiyometrik hesaplamalar, feldispatlar için 8, amfiboller için 23 ve biyotitler için 22 oksijene göre yapılmıştır.



Şekil 1. Bölgenin jeoloji haritası ve Çelebi Plütonu ile ilişkili Fe-skarn yatakları (jeoloji haritası MTA, 2001'den değiştirilerek, Fe-skarn yatakları Öztürk, 1981'den alınmıştır).

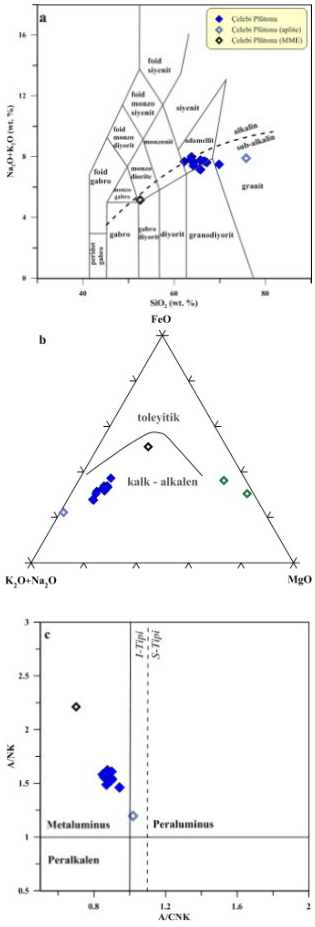
ÇALIŞMA ALANININ JEOLOJİSİ

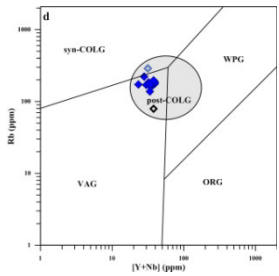
Çalışma alanı ve çevresinde yaşlıdan gence doğru Triyas Bolçadağ Mermeri, Üst Kretase ofiyolit kayaçlara ait gabro, Üst Kretase Çelebi Plütonu ve Üst Miyosen-Pliyosen sedimanter kayaçları yüzeyler (Şekil 1). Çelebi Plütonu Üst Kretase gabro kayaçlarını ve Triyas Bolçadağ Mermerini keserek bölgeye yerleşmiştir. Plüton, kaba taneli holokristalin ve yer yer porfirik dokular sunar. İçerisinde sık sık mafik magmatik anklavları (MME) içerir ve kenar zonları aplitik dayklar tarafından kesilmiştir. Plüton ile Bolçadağ Mermeri arasındaki dokanakta Na-Ca alterasyonlar geniş alanlar kaplar. Demir cevherleşmesi alterasyon zonları ve mermer içerisinde gelişmiştir.

BULGULAR

Çelebi Plütonunun Mineralojisi ve Tüm Kayaç Jeokimyası

Çelebi Plütonu holokristalin hipidiyomorfik dokuda gözlenir. Ana bileşen olarak kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, amfibol ve biyotit mineralleri içerir. Çelebi Plütonu, granodiyorit bileşiminde olup sub-alkalen, kalk-alkalen, I-tipi ve metalüminyum magma karakterine sahiptir (Şekil 2). İz element içerikleri plütonun volkanik-yay ve çarpışma sonrası bir ortamda oluştuğuna işaret eder.





Şekil 2. Çelebi Plütonunun (a) Na_2O+K_2O–SiO_2 (Middlemost, 1994), (b) AFM (Irvine ve Baragar, 1971), (c) A/NK–A/CNK (Maniar ve Piccoli, 1989) ve (d) Rb– (Y+Nb) (Pearce vd., 1984) diyagramlarında sınıflaması.

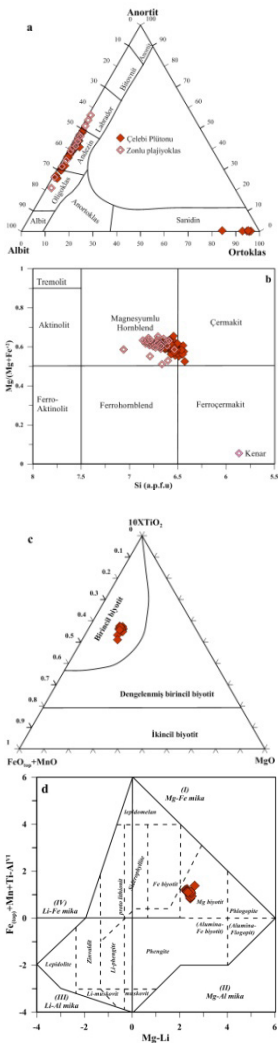
Mineral Kimyası

Granodiyoritik kayaca ait plajiyoklazlar oligoklaz–andezin, amfiboller magnezyum-lu-hornblend–çermakit ve birincil biyotitler Mg-biyotit bileşimindedir (Şekil 3).

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çelebi Plütonunun Kristalizasyon Koşulları

Çelebi Plütonunun kristalizasyon sıcaklık ve basınç koşulları biyotit ve hornblend minerallerinde hesaplanmıştır. Biyotitlerde sıcaklık değerleri, Henry vd. (2005) önerdiği Ti karşın Mg/(Mg+Fe) diyagramında tespit edilmiştir. Basınç değerleri ise Uchida vd. (2007) önerdiği Al-barometresi denklemine [P(kbar) = $3.03x^{T}$Al-6.53 (±0.33)] göre hesaplanmıştır. Biyotitlerde 700–750°C sıcaklık ve 0.81–2.07 (ort. 1.10) kbar basınç değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerler, Cu-Fe skarn plütonları (1–2 kbar) için öngörülen veriler ile oldukça uyumludur (Uchida vd., 2007).



Şekil 3. Sınıflama diyagramlarında Çelebi Plütonuna ait (a) plajiyoklazların (Deer vd., 1966), (b) amfibollerin (Leake vd., 1997) ve (c-d) biyotitlerin (Nachit vd., 1985; Tischendorf vd., 1997) bileşimleri.

Hornblendlerde kristalizasyon P, T, fO_2 ve H_2Oiçeriği, Ridolfi vd. (2010)'un kalk-alkalen magmatizması için önermiş oldukları termobarometrik denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Aynı araştırmacılar tarafından sağlıklı termobarometrik yaklaşımlar için, magnezyumlu hornblendlerde Al#(Al^{VI}/Al_{top}) ≤ 0.21 ve Mg# (Mg/(Mg+Fe^{2+})) >0.5 olması gerektiği vurgulanmıştır. Hornblendlerde termobarometrik hesaplamalar için bu sınırlamalara uyulmuştur.

Amfibollerin kimyasal verilerine göre magma kristalizasyonu için orta-sığ derinlikte (<7 km) iki faz öngörülmüştür. Çoğu hornblend kristalleri yüksek sıcaklık (817–894°C) ve kısmen yüksek basınç (1.18–1.85 kbar) koşullarında oluşmasına karşın hornblend kenarları kısmen düşük sıcaklık (740–873°C) ve basınç (0.69–1.30 kbar) koşullarına işaret eder (Çizelge 1). Hornblend kenarlarından hesaplanmış basınç değerleri ile biyotitlerde Al-barometresine göre belirlenmiş veriler oldukça uyumludur. Kıtasal kabuk yoğunluğu 2700 kg/cm^3 kabul edilerek, hornblend ve kenarları için 4.5–6.9 km ve 2.6–4.9 km kristalizasyon derinlikleri hesaplanmıştır. Hornblendler için hesaplanan düşük P (0.69–1.30 kbar) ve derinlik (2.6–4.9 km) değerleri, Han-Xing Feskarn plütonu için önerilen yerleşme P (<1 kbar) ve derinliği (1.3–3.3 km) ile uyumluluk içerisindedir (Zhang vd., 2015).

Çizelge 1. Çelebi Plütonuna ait hornblendlerin jeotermobarometrik sonuçları.

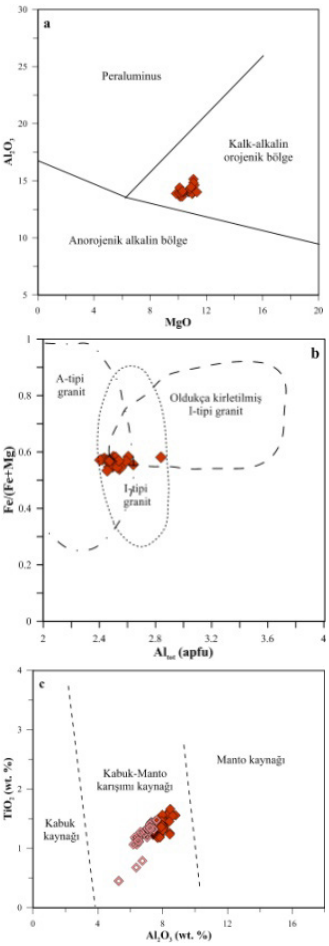
Örnek No	CG-8	*CG-8	CG-11	*CG-11	CG-12	*CG-12
T (°C)	833-884	850-862	824-894	740-871	817-858	794-873
P (kbar)	1.26-1.85	0.99-1.09	1.25-1.63	0.69-1.30	1.18-1.37	0.88-1.17
D (km)	4.7-6.9	3.8-4.2	4.7-5.8	2.6-4.9	4.5-5.2	3.3-4.5
logfO_2 (bar)	-13.0 ila -11.9	-12.6 ila -12.3	-12.8 ila -11.5	-14.0 ila -11.8	-13.1 ila -11.7	-13.1 ila -11.8
ΔNNO	-0.01 ila 0.58	0.24 ila 0.31	0.36 ila 0.86	0.56 ila 0.95	0.42 ila 0.97	0.61 ila 1.15
H_2O (%)	3.24-4.74	5.11 -5.37	2.24-5.14	4.0-5.09	4.44-4.96	4.24-4.83

T:Sıcaklık; P: Basınç; D: Kıtasal derinlik; *Kenar

Hornblend ve kenarları için logfO_2 değerleri -13.1 ila -11.5 bar ve -14.1 ila -11.8 bar arasında değişir ve NNO (nikel-nikel-oksit) tamponu üzerindedir (Çizelge 1). Hornblendlerde oksijen fugasitesi genel olarak P-T artışı ile düşmekte (NNO-0.01) kenarlarında ise artmaktadır (NNO+1.15). Demir cevherleşmesinin sığ derinliklerde ve logfO_2 yüksek akışkanlarla geliştiği söylenebilir. Hornblend ve kenarlarında $H_2O_{içeriği}$ %2.24–5.14 (çoğunlukla %4.0–5.0) ve %4.0–5.37 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Çelebi Plütonunda amfibollerin P-T-fO_2 koşulları ve $H_2O_{içeriği}$ birlikte değerlen-dirildiğinde magma yerleşme sürecinin hızlı geliştiği sonucuna ulaşılabilir. Cevherleşme ile ilişkili son fazda ise sığ derinliklere yerleşen suca zengin magmanın kristalizasyonu yüksek sıcaklıklarda devam etmiştir.

Çelebi Plütonunun Magma Kaynağı

Amfibol ve biyotit bileşimleri kullanılarak magma kaynağı karakteristikleri belirlenebilir. Plütona ait biyotitlerin tamamı kalk-alkalen ve I-tipi granit alanına düşer (Şekil 4a-b) ve tüm kayaç jeokimya verilerini destekler niteliktedir. Amfibol bileşimleri ise kabuk-manto karışımı alanına düşer (Şekil 4c). Plütonik kayacın, magma-karışım süreçlerini takiben üst kıta kabuğuna yerleşen hibrit magmanın kabuk tarafından kirletilmesi ve fraksiyonel kristallenme süreçleri sonucu geliştiği söylenebilir.



Şekil 4. Biyotitlerin (a) Al_2O_3–MgO (Abdel Rahman, 1994) ve (b) Fe/(Fe+Mg)–Al_{tot} (Shabani vd., 2003), (c) amfibollerin TiO_2–Al_2O_3 (Jiang ve An, 1984) diyagramlarında gösterimi.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Nevşehir HBV Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (NEÜBAP-15/F7). Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)'ne laboratuvar imkânları ve analizler için teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Abdel-Rahman, M.A., 1994. Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline, and peraluminous magmas, Journal of Petrology, 35, 525–541.

Aydın, N.S., Malpas, J., Göncüoğlu, M.C., Erler, A., 2001. A Review of the Nature of Magmatism in Central Anatolia during the Mesozoic Post Collisional Period, International Geology Review, 43, 695–710.

Boztuğ, D., Jonckheere, J.R., Heizler, M., Ratschbacher, L., Harlavan, Y., Tichomirova, M., 2009. Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey, Tectonophysics, 473, 223–233.

Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1966. An introduction to rock forming minerals. New York, Jonh Wiley, 528 p.

Henry, D.J., Guidotti, C.V., Thomson, J.A., 2005. The Ti-saturation surface for low-to-medium pressure metapelitic biotites: implications for geothermometry and Ti-substitution mechanisms, American Mineralogist, 90, 316–328.

Irvine, T.N., Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 523–548.

İlbeyli, N., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F., Mitchell, J.G., 2004. Petrogenesis of collision-related plutonic in Central Anatolia, Turkey, Lithos, 72, 163–182.

Jiang, C.Y., An, S.Y., 1984. On chemical characteristics of calcic amphiboles from igneous rocks and their petrogenesis significance, Journal of Mineralogy and Petrology, 3, 1–9.

Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y. and Foland, K.A. 2006. Slab break-off and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the central Anatolian crystalline complex, Geological Society of America special paper, 409, 381–415.

Kuşcu, İ., Erler, A., 1998, Mineralization events in a collision related setting: The Central Anatolian Crystalline Complex. International Geology Review, 40(6), 552–565.

Kuşcu, İ., Gençalioğlu Kuşcu, G., Meinert, L.D., Floyd, P.A., 2002. Tectonic setting and petrogenesis of the Çelebi granitoid, (Kırıkkale-Turkey) and comparison with world skarn granitoids, Journal of Geochemical Exploration, 76, 175–194.

Kuşçu, İ., Tosdal, R.M., Gençalioğlu Kuşcu, 2019. Episodic porphyry Cu (-Mo-Au) formation and associated magmatic evolution in Turkish Tethyan collage, Ore Geology Reviews, 107, 119–154.

Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W., Youshi, G., 1997. Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on new minerals and mineral names, The Canadian Mineralogist, 35, 219–246.

Maniar, P.D., Piccoli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids, Geological Society of America Bulletin, 101, 635–643.

Middlemost, E.A.K., 1994. Naming minerals in the magma/igneous rock system, Earth Sci. Rev., 37, 215–224.

MTA, 2001. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kayseri-K34 paftası.

Nachit, H., Razafimahefa, N., Stussi, J.M., Carron, J.P., 1985. Chemical composition of biotites: Typologie magmatic granitoids, C. R. Acad. Sci. Paris, 301, 813–818.

Newberry, R.J., Swanson, S.E., 1986. Scheelite skarn granitoids: an evaluation of the roles of magmatic source and process, Ore Geology Reviews, 1, 57–81.

Orhan, A., Demirbilek, M., Mutlu H., 2017. Geochemistry of the Topuk Pluton associated with the Kozbudaklar W-skarn deposit (Western Anatolia, Turkey): Implication for crystallization conditions, Journal of African Earth Science, 130, 141–160.

Orhan, A., Orhan, A., 2018. Kaman Bölgesi (Kırşehir, Orta Anadolu) Plütonik Kayaçlarla İlişkili Skarn Cevherleşmelerinin Mineralojik, Kimyasal ve Kökensel İncelenmesi. Nevşehir HBV Üniver-

sitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Rapor No: 15/2F7, 85, Nevşehir.

Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, Journal of Petrology, 25, 956–983.

Shabani, A.T., Lalonde, A.E., Whalen, J.B., 2003. Composition of biotite from granite rocks of the Canadian Appalachian orogen: a potential tectono-magmatic indicator?, The Canadian Mineralogist, 41, 1381–1396.

Öztürk, M., 1981. Keskin-Çelebi-Kırşehir Kaman-Nevşehir-Hacıbektaş yöreleri Demir Zuhuru Jeoloji. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 7158, 63, Ankara.

Ridolfi, F., Renzulli, A., Puerini, M., 2010. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes, Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 45–66.

Shimazaki, H.,1980. Characteristics of Skarn Deposits and Related Acid Magmatism in Japan, Economic Geology, 75, 173–183.

Tischendorf, G., Gottesmann, B., Forster, H.J., Trumbull, R.B., 1997. On Li-bearing micas: estimating Li from electron microprobe analysis and an improved diagram for graphical representation, Mineralogical Magazine, 61, 809–834.

Uchida, E., Endo, S., Makino, M., 2007. Relationship between solidification depth of granitic rocks and formation of hydrothermal ore deposit, Resouce Geology, 57 (1), 47–56.

Zhang, J.Q., Li, S.R., Santosh, M., Wang, J.Z., Li, Q., 2015. Mineral chemistry of high-Mg diorites and skarn in the Han-Xing iron deposit of south Taihang Mountains, China: Constraints on mineralization process, Ore Geology Reviews, 64, 200–214.

METALİK MADEN YATAKLARI

METALLIC ORE DEPOSITS

İLKAY KUŞCU – ALİ RIZA ÇOLAKOĞLU – CAHİT DÖNMEZ
İSMAİL CİHAN – NAİL YILDIRIM

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Eskişehir Güneydoğusunda Olası Epitermal Maden Yataklarının CBS Tabanlı Uygulamalarla Araştırılması

Investigation of Possible Epithermal Mine Deposits with GIS Based Applications in Southeastern Eskişehir

Coşkun Güneş, Hakan Uyguçgil

Eskişehir Teknik Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555 Eskişehir, Türkiye
(coskungunes@eskisehir.edu.tr)

Öz: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) uygulamaları, teknolojik gelişmelerle birlikte yer bilimleri çalışmalarında çok kapsamlı bir yer edinmiştir. Bu çalışmada CBS ve UA uygulamalarıyla, maden aramaları için alan daraltmak hedeflenmiştir. Eskişehir ilinin, doğu-güneydoğuda Günyüzü, batıda Çifteler ve kuzey-kuzeybatıda Beylikova ilçeleriyle sınırlanan bölgesi çalışma alanını oluşturmaktadır. Epitermal alterasyona bağlı yataklanma sunan Kaymaz altın madeni ve çevresi referans bölge olarak tanımlanmıştır. Paleosen granitik sokulum ve Mesozoyik metamorfik kayaçların kontağında gelişen cevherleşmeye benzer alanları aramak hedeflenmiştir. Mesozoyik metamorfik birimler, Paleosen granitik kayaçlar, akarsu drenaj ağları CBS tabanlı parametreleri oluştururken hidrotermal alterasyona bağlı gelişen kil anomalileri UA tabanlı parametreleri oluşturmaktadır. Bütün parametreler CBS ortamında, ağırlıklı çakıştırma analiziyle değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda Sivrihisar güneydoğusunda, Kaymaz cevherleşmesine benzer bölge tespit edilmiştir. Belirlenen bölgenin büyük bir kısmı Kuvaterner Alüvyon ile örtülü olmasına rağmen, arazide gözlenen blok boyutunda granodiyoritik kayaçlar ve hidrotermal alterasyon izleri gösteren silisifiye çakıllar, olası bir gömülü cevher zonuna işaret etmektedir. Ancak çalışmada kullanılan yöntemdeki jeolojik veri eksikliğinden dolayı tespit edilen hedef alan tam olarak aranılan jeolojik özellikleri göstermemektedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, hidrotermal alterasyon, kil anomalileri, uzaktan algılama

Abstract: *Thanks to technological developments, Geographical Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) applications have taken a wide place on earth sciences studies. To narrow area for mine researches was the aim of this study. The study area where is in Eskişehir region is bordered by Günyüzü district on east-southeast, Çifteler district on west and Beylikova district on north-northwest. Kaymaz gold mine which presents epithermal alteration bedding and it's nearby was defined as reference region. Researching the mineralization which occurs on the contact zones of Paleocene granitic rocks and Mesozoic metamorphic rocks was the main purpose. Mesozoic metamorphic rocks, Paleocene granitic rocks and stream drainage networks generate GIS based parameters while hydrothermal clay anomalies generate RS based parameters. All parameters are evaluated on GIS platform. Evaluated results show that a region on the southeast of Sivrihisar district where has similar features with Kaymaz mineralization. Although the detected region is surrounded by Quaternary Alluvium field observations which include block sized granodioritic rocks and silicified gravels which show hydrothermal alteration traces are sign a possible buried mineralization zone. But due to lack of geological data in the study method the detected target area doesn't show geological features exactly which were researched.*

Keywords: *Clay anomalies, geographical information systems,hydrothermal alteration, remote sensing*

İvrindi Yüksek Sülfidasyon Epitermal Altın Cevherleşmesinin 3B Jeolojik Modeli (Balıkesir-İvrindi)

3D Geological Model of İvrindi High Sulfidation Epitermal Gold Mineralization (Balıkesir-İvrindi)

Kadir Düz, İsmet Cengiz, Halil Aydıncak, Serdar Onur Avcı, İsmail Batuhan Kesim

Demir Export A.Ş., İzmir Caddesi Koç Han 25/3 Kızılay, 06440 Çankaya, Ankara, Türkiye (kadird@demirexport.com)

Öz: İnceleme alanı Balıkesir ili, İvrindi ilçesinin 17 km doğusunda, Sarıalan ile Dallımandıra köyleri arasında yer alır.

Çalışma alanında Oligo-Miyosen yaşlı Hallaçlar Formasyonu, dasitik volkanik breş, andezitik volkanik breş, kaynaklanmış tüf ve porfiri andezit ile temsil edilir. Hallaçlar Formasyonu, Triyas yaşlı hafif metamorfizma geçirmiş karbonatlı ve kırıntılı birimleri uyumsuzlukla üzerler.

Jeoloji-jeokimya çalışmaları sonucunda, Hallaçlar Formasyonu'na ait volkanik kayaçlar içerisinde, tektonik hatlara bağlı silisleşmeler gözlenmiştir. Küçüktaş, Kocataş ve Kocagedik sektörlerinde, fay zonlarına bağlı olarak gelişmiş, K60˚D uzanımlı silisli zonlarda Au cevherleşmesi belirlenmiştir. Ayrıca, cevher içeren silisleşmiş zonların dokanaklarındaki volkanik kayaçlarda gelişmiş bir kil alterasyon kuşağı da gözlenmiştir.

Cevherleşmenin litoloji, yan kayaç/cevher ilişkisi, cevher tipi/şekli, alterasyon, yapısal özellikleri, toprak ve kayaç örneklerinde saptanan Au-Cu değerleri, mineroloji-petrografi numunelerinde görülen mineraller ve sünger dokulu silislerin varlıkları ile birlikte değerlendirildiğinde, andezitik ve dasitik kayaçlar içinde fay kontrollü olarak gelişmiş yüksek sülfidasyonlu epitermal bir altın cevherleşmesi olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Çalışma alanının detay jeolojisine ait veriler, jeolojik haritalama ve karotlu sondaj çalışmaları ile elde edilmiştir. Jeolojik birimlerin dokanakları belirlenmiş ve birbirleri ile olan ilişkileri saptanmıştır. Jeolojik korelasyon, karotlu sondaj verilerine ait jeokimyasal analiz sonuçları ile de desteklenmiştir.

Ruhsat sahasının bulunan Au cevherleşmesine yönelik yapılan çalışma jeokimya/jeolojik harita alımı ve sondaj çalışmaların sonrasında yaklaşık doğrultu boyunca 1350 m, eğim boyunca 60 m uzanım sunan, 30 m kalınlığında cevherli zon belirlenmiştir. Cevherleşmenin ortalama yoğunluğu, 2,50 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Ortalamasız Krigleme (Ordinary Krigging) yöntemi kullanırak yapılan kaynak tahmini sonucunda ortalama tenörü 0,85 g/t Au olan 4.940.000 ton jeolojik kaynak belirlenmiştir.

Sonuç olarak cevher kütlesi geometrisi, jeolojik yorum ile birlikte değerlendirilmiş ve kaynak modelinin güvenilirliği arttırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek sülfidasyon, epitermal, altın, Balıkesir, 3B model

Abstract: *The study area is located in the Balıkesir province, 17 km east of Ivrindi district, in between Sarıalan and Dallımandıra villages.*

Oligocene-Miocene aged Hallaçlar Formation is represented by dacidic volcanic breccia, andesitic volcanic breccia, welded tuff and porphyry andesite in the study area. Hallaçlar Formation unconformably overlies Triassic aged slightly metamorphosed carbonate and clastic sedimentary units.

As a result of geological-geochemical studies carried out in the study area, silicification due to tectonic lines is observed in volcanic rocks of Hallaçlar Formation. Au mineralization has been determined in the N60°E trending silica zones in the Küçüktaş, Kocataş and Kocagedik sectors due to fault zones. In addition, there is a clay alteration belt is developed in volcanic rocks at the contacts of ore bearing siliceous zones.

In the light of the information about the Au-Cu values determined in soil and rock samples, minerals in minerology-petrographic samples and the presence of vuggy silica, it is proposed that Sarıalan gold mineralization is fault-controlled, high sulphidation epithermal gold mineralization within the andesitic and dasitic rocks.

The data related to the detailed geology of the study area was obtained by geological mapping and core drilling. The contacts of the geological units and their relations were determined with each other. Geological correlation was also supported by geochemical analysis results of core drilling data.

After the geochemical / geological mapping and drilling studies carried out for Au mineralization in the license area, a 30 m thick ore zone was found, extending approximately 1350 m along the direction and 60 m along the slope. The average density of the mineralization was determined to be 2.50 g/cm³. As a result of the resource estimation study by using Ordinary Krigging method, 4,940,000 tons of geological resources with average grade of 0.85 g / t Au were determined.

As a result of the study is to increase the reliability of the resource model by consideration the ore body geometry together with the geological interpretation.

Keywords*: High sulphidation, epithermal, gold, Balıkesir, 3D model*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Efemçukuru (Menderes-İzmir) Epitermal Altın Yatağı'nı Oluşturan Hidrotermal Sıvıların Kökeni ve Evrimi

Genesis and Source of Ore-Forming Hydrothermal Fluids in Efemçukuru (Menderes-İzmir) Epithermal Gold Deposit

Ömer Ilgın[1], Tolga Oyman[2]

[1] TÜPRAG, Efemçukuru Altın Madeni, 35470 Menderes, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Turkey

(omeri@efemcukuru.com)

Öz: Batı Tetis Metalojenik Kuşağı içerisinde yer alan Efemçukuru Altın Madeni bu kuşağın Batı Anadolu Genişleme Zonu'nda yer almaktadır. Seferihisar ve Orhanlı doğrultu atımlı fay zonları ile sınırlı Geç Kretase yaşlı Bornova Filiş Zonu'ndan oluşan Seferihisar yükseltisinde bulunan Efemçukuru Altın Madeni, başlıca Kestanebeleni ve Kokarpınar adı verilen çok fazlı ortaç sulfidasyon epitermal damar sistemlerinden oluşmaktadır.

İşletilen Kestanebeleni, ileri seviye araştırma aşamasında olan Kokarpınar ve araştırması devam eden diğer epitermal damarlar, Bornova Filişi içinde yer alan şist, fillit ve hornfels türü kayaçlara yerleşmiştir. Cevherleşme, KKD eğimli (30-45) BKB doğrultulu ve DKD eğimli (45-65) KKB doğrultulu, listrik yapılara yerleşmiştir. Cevherleşmenin yerleştiği BKB yönlü yapıların KKB yönlü aktarım rampalarına odaklanan hidrotermal sıvılar, zengin cevher gövdeleri oluştururlar.

Cevherleşmenin merkezinde yer alan hornfelsin ilksel kayası Bornova Filişine ait pelitik-psammatik kayalardır. Hornfels oluşumunun ve sonrasındaki hidrotermal aktivitenin kaynağı, gömülü sokulum kayası olarak düşünülmektedir. KKD eğimli (25-55) BKB doğrultulu üç set halindeki Miyosen Cumaovası volkanikleri ile eş yaşlı riyolit daykları, cevherleşmenin yapısal kontrolüne etki eder. Hornfelsde ve çevresinde bulunan, kalk-silika (kuvars-klorit-epidot-amfibol-feldispat) alterasyonu ile ilişkili pirit-pirotin-galen-sfalerit-kalkopirit-manyetit-hematit içerikli saçınım ve damar tipi epitermal öncesi ekonomik olmayan mineralizasyon, hidrotermal aktivitenin son ürünü olan epitermal damarlar tarafından kesilmektedir.

Rodonit-rodokrozit-kuvars-kalsit-sülfit (pirit-galen-sfalerit-kalkopirit) mineralleri damar tipi cevherleşmenin başlıca gang mineralleridir. Ayrıca geç evre hidrotermal çözeltilere bağlı kil minerallerinin baskın olduğu alterasyon birliktelikleri saptanmıştır. Altın sülfit minerallerinin içerisinde ve/veya serbest halde bulunur. Kokarpınar damarındaki sıvı kapanım çalışmalarında cevherleşmenin homejenleşme sıcaklığı 199-309 derece ve yüzde tuzluluk oranı 0.8-4.8 arasında gözlemlenmesi, Kestanebeleni damarındaki cevherleşme ile benzerlik gösterir.

Anahtar Kelimeler: Epitermal, hidrotermal, kalk-silika

Abstract: *The Efemçukuru Gold Mine, located in the Western Tethys Metallogenic Belt, is in the Western Anatolia Extension Zone. The Mine, which is located in Seferihisar Uplift that consists of Late Cretaceous Bornova Flysch Zone bounded two side by Seferihisar and Orhanlı strike-slip fault zones, comprise mainly of Kestanebeleni and Kokarpınar multi-phase intermediate sulfidation epithermal vein systems.*

Kestanebeleni which is being operated, Kokarpinar which is in advanced exploration stage and the other epithermal veins which are in exploration stage are hosted by schist, phyllite and hornfels of the Bornova Flysch. Mineralization was formed in listric structures strikes WNW, dip mostly 30-45^0 toward the NNE, and strikes NNW and dip mostly 45-65^0 towards the ENE. NNW-oriented relay ramps related to WNW-oriented structures were filled by ore-bearing hydrothermal fluids and formed rich ore bodies.

Protholith of the hornfels in the center of the Mineralization is the pelitic-psammatic rocks of the Bornova Flysch. The hornfels formation and the following hydrothermal activity is considered a result of buried intrusive. Three sets of rhyolite dikes with NNW dipping (25-55) and WNW-striking, which is coeval with Miocene Cumaovası Volcanics, shows important influences on the structural control of the mineralization. Non-economic disseminated and vein type mineralization are comprised of pyrite-pyrrhotite-galena-sphalerite-chalcopyrite-magnetite-hematite, which is related to calc-silicate (quartz-chlorite-epidote-amphibole-feldspar) alteration in and around hornfels and cut by epithermal veins of the late hydrothermal phase.

Rhodonite-rhodochrosite-quartz-calcite-sulfide (pyrite-galena-sphalerite-chalcopyrite) minerals are the main gangue minerals of the vein type mineralization. In addition, clay mineral predominated alteration assemblages, are in association with the late phase hydrothermal fluid. Gold is observed in the sulfide minerals and / or in free form. Fluid inclusion studies from quartz yields homogenization temperatures in a range between 99 and 309°C with salinities between 0.8 and 4.8 wt.% NaCl equivalent which is similar to those of Kestanebeleni vein.

Keywords: *Epithermal, hydrothermal, calc-silacate*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Eskişehir-Karaçam Lateritik Nikel–Demir Yatağına Ait Bazı Mineralojik-Petrografik Ön Bulgular

Some Mineralogical-Petrographical Indications on Eskişehir- Karaçam Lateritic Nickel-Iron Ore Deposit

Sema Kılıç[1], İ. Sönmez Sayılı[2], Sinan Akıska[1]

[1]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[2]Fe-Ni Madencilik Şirketi, Mustafa Kemal Mahallesi 2129. Sok. No: 1 / 4 , 06510 Çankaya, Ankara, Türkiye

(akiska@eng.ankara.edu.tr)

Öz: Dünyada özellikle ekvatoral kuşakta yaygın olarak görülen ve atmosferik kimyasal bozunma sonucu oluşan Mesozoyik- Tersiyer arası yaşlara sahip lateritik Ni - Fe ± (Co) yatak tipine ait pek çok cevherleşme bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de ülkemizde Eskişehir ili Mihalıççık ilçesine bağlı Karaçam köyü civarında yer almakta olup Fe-Ni Madencilik Ltd. Şti. ruhsatları altında lateritik nikel üretimi yapmaktadır.

Bu cevherleşme, lokasyonu verilen alanda yüzeyleyen ve Eskişehir' in doğusunda bulunan Kretase sonrası bir yaş konağı verilen Dağküplü melanjının serpantinit ve serpantinleşmiş peridotitlerine ait birimlerin atmosferik bozunmaya uğraması ile mineralojik ve kimyasal değişimlere lateritleşmeye uğraması sonucu oluşmuştur.

Bu çalışma sırasında mineralojik ve petrografik incelemeler yapılarak serpantinit ve serpantinleşmiş peridotit ana kayaçların lateritleşmelerinin başlangıç evrelerinden itibaren son evrelere kadar mineralojik anlamda ne tür değişimler geçirdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Adı geçen ana kayaçlarda, Neotetis okyanusunun kapanması sırasındaki çarpışma öncesinde ve sırasında oluşan ağsal serpantinleşmeler (birincil) ve içinde relikt halde izlenen olivin, klinopiroksen ve ortopiroksen mineralleri belirlenmiştir. Yeni Kaledonya' daki lateritleşmelerde gözlendiği gibi bu ana kayaçlar lateritleşmelerin ilk evrelerinde elek dokusu gösteren olivin reliktlerinden başlayarak limonitler ± silika jeller (amorf) ve Mg-Fe smektit topluluklarına dönüşürken varolan ilksel serpantin mineralleri de demir ve nikelce zenginleşmiş ve smektitlere, silika jellere ve limonit minerallerine dönüşmeye başlamışlardır. Öte yandan, mikroskobik gözlemler ile ağsal biçimli birincil serpantin damar ve damarcıklarını kesen ikincil serpantin minerallerinden oluşan damarcıklar ve onlarla birlikte talk damarcıkları da tespit edilmiştir. Bu yeni mineral oluşumları dünyada nikel lateritlerin oluşumlar hakkında sunulan veri ve bilgilerde de sıklıkla yer almakta ve yaşanan lateritik süreçleri bu sayede açıklanmaya çalışılmaktadır.

Daha sonraki evrelerde amorf demirden demiroksitlere dönen (olasılıkla limonit) damar ve damarcıkları ana kayaçları sarmaya başlamış ve giderek tamamen demirce zengin nikel de içeren limonit ve/veya hematit birlikteliklerine dönüşmüşlerdir. Bu sırada içlerinde serpantinit kayacına ait parçalarda reliktler halinde kalmışlardır. Limonitik/hematitik lateritlerde yer yer silis (kalsedon) boşluk dolguları ve damarcıkları izlenmiştir. Sahada bazı kesimlerde yoğun kar-

bonatlaşmalar ve yer yer de manyezit damar-damarcık ve boşluk dolguları da görülmektedir. Belirlenen bu özellikler gerek mikroskobik gerekse XRD çalışmaları ile ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, Karaçam, lateritleşme, mineralojik bulgular, nikel

Abstract: *A number of lateritic Ni-Fe ± (Co) ore deposits aged between Mesozoic and Tertiary formed under chemical weathering processes are mainly scattered around the equatorial belt of the world. One of these type deposits is located at around Karaçam village of Mihalıççık county-Eskişehir Lateritic nickel ore production is still continuing under the licenses of Fe-Ni Mining Co. Ltd.*

This mineralization is formed at above mentioned locations as a result of weathering processes causing mineralogical and chemical changes and alterations of serpentinites and serpentinized peridotites belonging to Dağküplü Melange of Cretaceous age at the east of Eskişehir.

During these investigations, from the beginning of lateritization to its end stages, the mineralogical changes at serpentinite and serpentinized peridotite host rocks have been tried to determine by carrying out mineralogical and petrographical investigations.

Serpentine (primary) minerals are observed as stockworks (veinlets) together with and olivine, clinopyroxene and orthopyroxene relicts as scatterings between them in above mentioned host rocks, which were formed before and during the collision of Neo-Tethys Ocean closure. These host rocks, as observed in lateritizations in New Caledonian, commencing from the first stages of lateritization, mesh textured olivine relicts were altered to limonites ± silica gels (amorphous) and Mg-Fe smectite associations while primary serpentine minerals to iron and nickel enriched smectites, silica gels and limonite minerals. On the other hand, secondary serpentine veinlets together with talc veinlets which cut primary serpentine stockworks have been observed by microscopical investigations. These new mineral formations are frequently mentioned as data and observations in the literature of nickel laterite formations. By this way, lateritization processes have been tried to explain.

At further stages of lateritization, the veins and veinlets of iron oxides (most probably limonites) by changing its structure from amorphous iron spread over the entire host rock. Ultimately the host rocks turn to sometimes nickel bearing limonite and/or hematite associations. In these rocks, some relicts of serpentine rocks are also met. Occasionally, silica (chalcedony) vug/cavity fillings and veinlets are monitored in limonitic to hematitic laterites. Intense carbonatizations and in some places magnesite vein and veinlets and fillings have been observed at some localities. All these features are exhibited by both microscopic and XRD studies.

Keywords: *Eskişehir, Karaçam, lateritization, mineralogical indications, nickel*

Guleman Ofiyolit'inde Krom Cevherherleşmelerinin Jeodinamik Evrimi

Geodynamic Evolution of Chromite Deposits in Guleman Ophiolite

Özgür Sapancı[1], Hünkar Demirbağ[2], Gürkan Tokat[1], A. Onur Karakaya[1], İlker Şengüler[1], Alp Malazgirt[1]

[1]Yıldırım Şirketler Grubu, Yılmaden Holding, Yıldırım Tower, Maslak 1453, İstanbul, Türkiye

[2]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(ozgur.sapanci@yildirimgroup.com)

Öz: Guleman Ofiyoliti, Geç Kretase döneminde Neotetis okyanusunun güney kolununun kapanması sırasında oluşmuş, okyanus içi yitim zonu üstü ofiyoliti olarak tanımlanmış, Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı ofiyolitlerinin bir parçasıdır. Bölge güncel konumunu ve morfolojisini Geç Mesozoyik'den günümüze kadar gelişmiş tektonik süreçler sonucu kazanmıştır.

Arazi çalışmalarında, ofiyolitin yerleşimi sırasında gelişmiş Güney'e bindirmeli yapılar ve kuzeye eğimli ters faylar ile temsil edilen sıkışmalı yapılar ve sonrasında Geç Miyosen'den günümüze kadar aktivitesini sürdüren doğrultu atımlı, sol yönlü, Doğu Anadolu Fay sisteminin etkisi ile oluşmuş yaklaşık D-B doğrultulu normal faylar ve Arap Levhasının kuzeye 20mm/yıl hareketi nedeni ile oluşan K-G sıkışmasına dik yönde gelişen D-B açılması sonucu bu fayları kesen K-G doğrultulu, normal faylar belirlenmiştir.

Kef bölgesindeki ofiyolitler, Guleman Ofiyoliti içerisinde yer almakta olup, yaklaşık D-B doğrultulu, 60° güneye eğimli, ekonomik podiform tip kromit yatakları içermektedir. Kef yatağı, öncelikle D-B doğrultulu, oblik ters faylar ve sonrasında sırasıyla D-B ve K-G doğrultulu normal faylar ile ötelenmektedir. Dereboyu bölgesinde izlenen podiform tip kromit yatakları ise birbirine paralel beş hattan oluşmaktadır ve yaklaşık K-G doğrultulu olup 35° batıya eğimlidir. Dereboyu'nda izlenen, kromit yataklanmaları K-G yönlü normal faylar ile ötelenmektedirler.

Yürütülen çalışmanın ilksel bulguları kapsamında, kromit cevherleşmesinde izlenen ötelenmelerin Guleman Ofiyoliti'nde görülen süreksizlik sistemleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda Guleman Ofiyoliti'nin bugünkü morfolojisini, ofiyolitin yerleşimi süresince oluşan bindirmeli, ters faylı yapıları keserek Doğu Anadolu Fay sistemine ulaşan, D-B doğrultulu kuzeye eğimli normal faylar, antitetik faylar ve bu fayları kesen K-G doğrultulu normal fayların kazandırdığını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Guleman Ofiyoliti, kromit

Abstract: *The Guleman ophiolite which formed during the closure of the southern branch of the Neotethys ocean during the Late Cretaceous is a part of the Southeast Anatolian Orogenic Belt ophiolites and is defined as Supra-subduction ophiolite. The region gained its current position and morphology as a result of tectonic processes developed from Late Mesozoic to the present.*

In the field studies, during the settlement of the ophiolite, developed compressive structures represented by north-dipping reverse faults and structures thrusted to south. Further, E-W directed normal faults formed by the effect of the left-lateral strike-slip Eastern Anatolian Fault system that has been carrying on the activities since Late Miocene. N-S direction normal faults intersecting the pre-formed reverse and E-W striking faults as a result of the E-W stressing in the direction perpendicular to the N-S compression caused by the movement of the Arabian Plate to the north 20 mm / year have been identified.

The Kef ophiolites are located within the Guleman Ophiolite and contain E-W oriented, 60° south-dipping, economical podiform type chromite deposit. Kef, offset by reverse E-W trending oblique faults, then E-W and N-S oriented normal faults, respectively. Dereboyu region characterized by N-S oriented and 35° west-dipping five parallel chromite horizons. Dereboyu chromite deposits offset by N-S striking normal faults.

In context, preliminary results indicate observed offsets in chromite mineralization related with discontinuity systems of the Guleman Ophiolite. Present morphology of the Guleman Ophiolite is caused by normal faults, antitetic faults crossing the East Anatolian Fault system, antitetic faults and normal faults crossing these faults.

Keywords: *Turkey, Guleman Ophiolite, chromite*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Analysis of Geological and Structural Features of Gold Mineralizations of the Central Kızılkum

Orta Kızılkum Bölgesindeki Altın Cevherleşmelerinin Jeolojik ve Yapısal Çalışmalarının Analizi

N. Yu. Dulabova[1], J. J. Movlanov[2], Z. K. Akhmedova[3],

Nafisa Yusupovna Dulabova[1], Jakhongir Jurabekovich Movlanov[2], Ziyoda Kamunalovna Axmedova[3]

[1]Department of Regional Subsoil Studies and Geological Mapping, Goscomgeology of the Republic of Uzbekistan

[2]Investment, Innovation and Start-up Projects Department, Institute of Mineral Resources, Goscomgeology of the Republic of Uzbekistan

[3]Public Relations and Media, Goscomgeology of the Republic of Uzbekistan

(jahongir79@mail.ru)

Abstract: Kyzylkum region has quite important structurally-controlled gold deposits in Uzbekistan but structural controls on the gold deposits were not known in detail. In the regional scale, Pre-Mesozoic rocks are formed within the fold-thrust collisional zone during Late Paleozoic. As a result of the collision event, NE striking, steeply dipping, ore-bearing faults were formed during the Late Paleozoic tectonic activity. In the smaller scale, it is possible to observe that ore deposits are formed within fault discharge zone, cross-cutting faults, deeper faults, interfacing faults with collision zone, the zone of intersection of deeper faults, vertical fault zones, the zone of closer faults and collapse zone. A statistical analysis of data shows that gold deposits are mostly formed within cross-cutting faults, fault interface with the collision zone and intersection of faults.

Keywords: Fault, gold, mineralization, ore-bearing faults

Öz: *Özbekistan'daki Kyzylkum bölgesi oldukça önemli yapısal kontrollü altın yataklarına sahiptir, ancak altın yatakları üzerindeki yapısal kontroller ayrıntılı olarak bilinmemektedir. Bölgesel ölçekte, Geç Paleozoyik yaşlı kıvrım-ters fay çarpışma bölgesi içinde Mezozoyik öncesi kayaçlar oluşmuştur. Çarpışmanın bir sonucu olarak, Geç Paleozoyik yaşlı tektonik aktivite sırasında KD doğrultulu, dik, cevher taşıyan faylar oluşmuştur. Daha küçük ölçekte, fay boşalım zonu, kesen faylar, derin faylar, çarpışma zonundaki ara faylar, derin fayların kesişme zonları, dikey fay zonları, birbirine yakın fayların oluşturduğu zonlar ve çökme zonları içerisinde cevher yataklarının oluştuğunu gözlemlemek mümkündür. Verilerin istatistiksel analizi, altın yataklarının çoğunlukla kesişen faylarda, çarpışma zonundaki ara faylarda ve fayların kesişiminde oluştuğunu göstermektedir.*

Anahtar kelimeler: *Altın, cevher taşıyan faylar, cevherleşme, fay*

INTRODUCTION

All researchers note the importance of regional structures such as folding and faulting in the formation of gold mineralization. Discontinuously acting stress of various directions and their combinations - conjugation, intersection, control the formation of ore fields and deposits in the region. It should be noted that structural control on gold deposits of Central Kyzylkum is not mentioned in the literature clearly. Despite the control of large-scale structures is almost obvious, there is no single approach about the role of ore-controlling structres in the study area.

The structures of the Pre-Mesozoic formation of the Central Kyzyl Kum are formed as result of lateral extension in the center and in the east, and WNW directed extension in the west (Turapov et al., 2015). In regional scale, these structures are formed within complex folded-thrust collision during Late Paleozoic, consisting of tectonic plates (covers) separated by thrust faults which have different stratigraphic sections in different plates.

RESULTS AND DISCUSSION

All gold deposits in the Bukantau mountains are located within extended intra-block collision zones, usually sub-parallel to the stratum. Thus, in these zones, structures controlling the ore formation emphasized as ore-bearing faults. In addition to the collisional event, the zones are intruded by various compositional small stocks and dikes which often formed belts and it is noted that amount of quartz veins are increased (Dulabova et al., 2007, 2009).

The analysis of ore-controlling factors in the Tamdytau mountains is compatible with the example of the Muruntau deposit (Turapov et al., 2007). According to the preliminary results, Muruntau is a large stockwork with a combination of shallow-lying sub-parallel and steeply dipping cross-cutting ore zones, which are irregularly distorted in the total volume and causing deformation of structural and morphological features of various deposits and bodies. Currently, a number of researchers, think that regardless of their genetic orientation, Muruntau deposit is formed within the intersection of the flexural bend of various tectonized Besapan rocks with NE striking, steeply dipping faults where mineralization formed during the Upper Paleozoic tectonic activity.

The main ore-controlling structure of the Aristantau mountains is the intersection of Aristan-Kurukkuduksky structure in the south and the subparallel Aristankuduksky structure with the sub-lateralEdum-Beshashchinsky fold-thrust zone. According to geophysical data, the Aristantau gold deposit is mapped by the positive magnetic anomaly of the same name and is confined to the periphery of the Aristantau metamorphic dome.

Potentially promising submeridional tectonic structures of Aristankudukskaya, Akkazatskaya, Yambyskakskaya terminates where lateral intersection zones of Shariktinskoy and EDUM-Beshaschinskoy gold deposit. Aristanatau and other occurrences (Beshaschi, EDUM, stockwork, Yambyskak, Akkazat, Ayrak), clarified their position, and also the meridional Aristan-Kurukkuduksky structure where the Aristantau gold deposit is located and gold formation of Kurukkuduk terminated.

Gold deposits in the Aristantau area are gold-sulfide-quartz or gold-polysulfide-quartz types. The Amantaytau group of deposits is closest to them in terms of mineralogical and geochemical characteristics.

CONCLUSION

The main ore indicating (and possibly ore supplying) structures of Auminzatau, Beltau, Daugiztau, Dzhitymtau area are the Karatau-Dzhitymtau thrust zone, fault distributions and contacts of competent layers.

Deposits are formed within fault discharge zone; cross-cutting faults; deep faults; interfacing faults with collision zone; zone of intersection of deep faults; vertical fault zones and the zone of close (layered) faults, collapse zone. A statistical analysis of these data shows that Tamdytau gold deposits are characterized by three structural positions: in cross-cutting faults; at the fault interface with the collapse zone and intersection of faults.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank M.K.Turapov, Head of the Tectonophysical research laboratory of the Institute of Mineral Resources, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academic Sciences for his contribution to the development of this article and valuable comments.

REFERENCES

Dulabova N.Yu, 2009. Geological and structural conditions for the location of the gold mineralization of the Bukantau mountains // Geology and Mineral Resources, Tashkent, № 4, pp. 24-27.

Turapov M.K., Maripova S.T., Mukhtarov A., Dulabova N.Yu., Parpibaev Yu.K., 2007. The geodynamic situation of the Tamdytau mountains in the process of endogenous ore formation // Actual problems of geology and geophysics: Materials of a scientific conference. - Tashkent- P.74-76.

Turapov, M.K., Dulabova, N.Yu. ve Zhanibekov, B.O. 2015. On the problem of assessing the prospects of closed areas of ore regions of Western Uzbekistan // Actual problems of geology, geophysics and metallogeny: Materials of a scientific conference. - Tashkent.

Dulabova N.Yu., Mukhtarov A., Parpibaev Yu.K., 2007. The systematics of the gold ore manifestations of Bukantau // Modern problems of geology and the development of the mineral resource base of the Republic of Uzbekistan: Proceedings of the scientific and practical conference. - Tashkent - P. 209-210.

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Processing of Remote Sensing Data to Determine the Location of Rare-earth and Other Mineralizations-A Case Study: Kuldzhuktau Mountains

Nadir Toprak ve Diğer Cevherleşme Lokasyonlarını Belirlemek İçin Uzaktan Algılama Verilerinin Kullanılması: Kuldzhuktau Dağları Örneği

Akram Bayramovich Goipov, Shoir Islamovich Akhmadov

Remote sensing and GIS technology center, Institute of Mineral Resources of the State Committee for Geology of the Republic of Uzbekistan

(goipov9700@mail.ru)

Abstract: With the development of remote sensing methods, it is possible to determine the target area for exploration projects. Visual interpretation of satellite images provides to see all the structural units such as faults and fracture zones and boundaries of them presented on the different scaled geological maps. Based on spectral brightness anomalies and the anomaly of radio brightness temperatures, structures are classified and display linear and ring structures. Ring structures reflect probable "hot spots", undiscovered intrusive bodies in Kuldzhuktau mountains. Economically important minerals are often precipitated in the areas where the dynamic interaction of hydrothermal fluid flows concentrated by intersection points of permeable tectonic zones of various scales. That is why ring structures can be important for rare-earth element mineralization. In the study area, potentially promising areas for endogenous mineralization, determined by the blog-like conditions for the intersection of linear and ring structures, are identified that determine the nodal nature of mineralization in the region. As a result, 6 promising locations are determined for gold and rare-metal-rare-earth mineralization and are recommended for exploration projects.

Keywords: Faults, hot spots, lineament, rare earth mineralization, remote sensing, ring structures, zonation of mineralization

Öz: *Uzaktan algılama yöntemlerinin geliştirilmesi ile keşif projeleri için hedef alanın belirlenmesi mümkün hale gelmiştir. Uydu görüntülerinin görsel olarak yorumlanması fay ve kırık zonları gibi tüm yapısal birimlerin ve bunların jeolojik harita üzerinde sınırlarının farklı ölçeklerde gösterilmesini sağlar. Spektral parlaklık anormallikleri ve radyo parlaklık sıcaklıklarının anomalisine dayanarak, yapılar sınıflandırılmış ve doğrusal ve halka yapıları açığa çıkmıştır. Halka yapıları, Kuldzhuktau dağlarındaki keşfedilmemiş bir sokulum olan muhtemel "sıcak noktalar"ı yansıtır. Ekonomik olarak önemli mineraller, çeşitli ölçeklerdeki permeable tektonik zonların kesişme noktaları ile konsantre olan hidrotermal sıvı akışlarının dinamik etkileşiminin olduğu alanlarda sıklıkla çökelir. Bu nedenle halka yapıları nadir toprak elementi cevherleşmesi için önemli olabilir. Çalışma alanında, bölgedeki cevherleşmenin yumrulu doğasını belirleyen doğrusal ve halka yapıların kesişimi için blog-benzeri koşullar tarafından belirlenen endojen cevherleşme için potansiyel alanlar belirlenmiştir. Sonuç olarak, altın ve nadir-metal-nadir-toprak cevherlşemleri için 6 ümit verici yer belirlenir ve arama*

projeleri için önerilir.

Kuldzhuktau Dağları boyunca uzanan endojen sülfür mineralleşme zonunun tespit sonuçları ile ilgili bilgiler radyo-kontrast anomalilerinin yanı sıra kayaçların ve minerallerin spektral imzasına dayanarak sağlanmıştır. Sonuç olarak, nadir toprak cevherleşmesi için potansiyel vadeden sahalar saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Cevher zonlanması, çizgisellik, halka yapılar, faylar, nadir toprak cevherleşmesi, sıcak noktalar, uzaktan algılama*

INTRODUCTION

Recent data processing programs, as a rule, have a large number of mapping algorithms. A justified choice of an algorithm that takes into account the features of the created map can significantly increase the accuracy of forecast maps for a given set of source data.

The mountains of Kuldzhuktau in active tectonic structure represent an alpine uplift, composed by Paleozoic aged folded basement core rocks and Meso-Cenozoic sedimentary rocks as cover. Lineaments, as open and half-open, are concentrated in the Paleozoic basement and their discharges are noticeable in the flat areas. As move farther away from the mountains, clarity decreases and the number of detected structural units sharply decreases (Glukh ve Avezov, 2005).

The results of the processing of remote sensing data make it possible to map all structural units: those presented in the geological map of the region, as well as new and probable discontinuous faults, meridional striking regional fracture zones, ring structures, wedge-shaped blocks and other tectonic features, as well as geological and structural complexes.

It was established that all mineralizations within the study area are located in fault zones or at their intersections, which is associated with structural and tectonic factors.

In 1982, R.Kh. Fayzulin noted that a significant number of mineralizations were identified within the study area, most of which are genetically endogenous of various genetic types. Hydrothermal gold mineralization are formed in the volcanic-terrigenous deposits of the Taushan and Kazasauisk formations. Rare-metal and rare-earth mineralization (lithium, cesium, thorium, etc.) is associated with pegmatite, greisy, and albitized rocks, limited in Lower Permian aged granitoid and nepheline-syenite rocks.

V.S. Antionov scientifically and practically substantiated the existence of a range of spectral brightness anomalies (according to specialized processing of Landsat ETM + satellite images) over the Elkon gold-uranium ore deposit and anomalies of radio brightness temperatures over the Darasun gold deposit, according to NOAA AVHRR satellite imagery data (Antipov, 2003). To expand the scientific and practical direction of this industry, satellite images of well-known deposits and ore occurrences of Mount Kuldzhuktau are analyzed. Characteristic features of endogenous mineralization are known, in contrast to the environment.

An analysis of the obtained map for processing the infrared-satellite image reveals linear changes in thermal anomalies within faults. An increase in the intensity of thermal anomalies is associated with some strip-like zones of a sub-horizontal direction, especially within the limits of known mineralizations. To distinguish thermal lineaments, linear

changes in thermal anomalies are associated with the boundaries of geological exposures. Different rocks are distinguished by thermophysical properties. Temperature changes are observed from 35 to 40 °C on the surface. The main mineralization are located within the temperature range from 37 to 38.5 °C.

R. Kh. Fayzulin et al. (1982), according to the data of Ya. B. Asanov et al. (1973), compiled a tectonic diagram of the central and western parts of the Kuldzhuktau and Kyngyrtau mountains on a scale of 1: 200.000. Thermal lineaments, which reflect thermal anomalies on the map, with previously known tectonic elements are compared. Several large thermal lineaments correspond to the Taushan, North Sultanbibinsky faults and the Taushan, Sultanbibinsky anticlines, and the South Sultanbibinsky syncline. The Central Kuldzhuktau and Shaydaraz faults are clearly formed on thermal fields with difference in the linear temperature changes.

The results of processing by these methods made it possible to see all the structural units presented on the geological map of the study area, as well as record new and probable discontinuous faults and fracture zones. Also, these methods made it possible to clarify the boundaries of structural complexes.

Visual interpretation of satellite images of various ranges was carried out on the territory of the central and southeastern parts of the Kuldzhuktau mountains, a cosmostructure scheme was created at a scale of 1:25.000 with the identification of potentially promising target areas. It should be noted that within the Kuldzhuktau mountain, faults are associated with the Upper Carboniferous folding phase. The faults are reactivated of alod ones or branch from them. Hercynian intrusion is spatially and genetically associated with most of the gold mineralizations.

The structural schematic map shows linear and ring structures. Thermo-lineaments are highlighted by the changes in surface temperatures and infrared range. First-order lineaments are distinguished by automated decryption of the digital terrain model, second-order lineaments are distinguished by KIRSCH automated decrypted methods, ring structures and proposed linear structures.

Important structural elements of the study area are ring structures. They are geomorphological expression of two-dimensional volumetric cosmotectonic structures arising under the influence of endogenous tectonic processes. Ring structures reflect “hot spots”, undiscovered intrusive bodies, explain the uniformity of the structural plan of deposits located within them, and the combination of different sources in the mineralization, contribute to the study of mineralization zoning. It has been determined that ring faults are mineralogically important. Rare-earth mineralization (in the zone of the Uchkuduk thrust) developed in Lower Silurian aged, brecciated, silicified and ironized dolomitic limestone.

Magmatic formations comprise about 15% of the area of the Kuldzhuktau mountains. In quantitative terms, intrusive rocks of the granitoid and gabbroid series sharply prevail among them. Kuldzhuktau gabbroid massif with platinum-sulfide mineralization. Promising areas are the Beltau, Shaidaraz, Taushan and Kiyiktau gabbro, gabbro-syenite massifs with sulfide-copper-nickel mineralization of the “Sedbury and Norilsk type”. Sulfide copper-nickel-cobalt mineralization of the Kuldzhuktau mountains is determined by the magmatic fluid concentration of the gabbroids of the Beltau, Shaidaraz and Taushan massifs. Ultramafics are developed in Western Uzbekistan, especially nickel-bearing peridotite-norite-gabbro in the Kuldzhuktau mountains (Ahmedov, 2001).

Thus, the mapping of ring structures is neces-

sary for exploration and determining target areas for rare-earth and other mineralization. Zones of probable mineralization and spatial distribution of minerals and elements were determined and studied bysatellite images ASTER and LANDSAT-8 were processed in Erdas Imagine programs.

When determining promising areas, 4 gold mineralization deposits were selected as a reference: Aktosty, Taushan, Adylsay and Kamisti, and the Ayakguzhumda mineralization for rare-metal mineralization. The main characteristics of the reference objects are radio brightness anomalies and combination of channels in multispectral satellite imagery, as well as geophysical and geochemical fields, faults and many other factors in the form of additional informative features. In many cases, within the studied area, discontinuous faults clearly coincide with increased halos of the spectral signature of satellite images (Fig. 1).

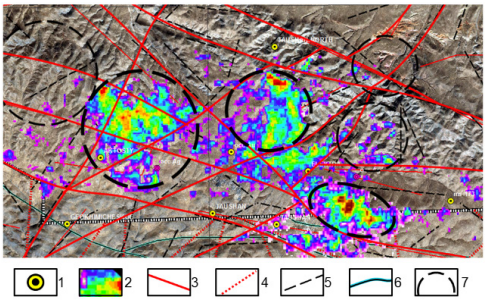


Figure 1. Highly abnormal zones of spectral brightness within the Taushan deposit and a number of ore occurrences, according to the spectral signature of satellite imagery (legend:1-deposit and ore occurrence; 2- halos anomalous zones of spectral brightness; 3-lineaments found according to data processing of remote sensing data; 4 – termo-lineaments; 5 lineaments highlighted by visual interpretation; 6-faults according to geological data; 7 - ring structures.

The deposits in the area are located along the linear tectonic and geological features, observed on the surface and satellite images of the extended linear formations (lineaments), fracture zones. Figure 1 shows the range of spectral brightness anomalies and the anomaly of radio brightness temperatures within the Taushan deposit and other ore deposits.Ore deposits of endogenous sulfide copper-nickel-cobalt mineralization have been identified in the Kuldzhuktau mountains. To highlight the potentially promising positions of probable endogenous mineralization based on the spectral signature of rocks and minerals, specialized processing of satellite images in the multispectral range was carried out. It has been determined that ring structures and faults have economic mineral potential, which (in the Uchkuduk thrust zone) formed within Lower Silurian aged, brecciated, siliceous, and ironized dolomitic limestones more often located ring structures.

As a result of the work performed using cosmogeological studies, 6 promising locations were identified, four of them are new forecast positions, they can be favorable for endogenous mineralization, they are anomalies of spectral brightness and anomaly of radio brightness temperatures above the promising areas.

CONCLUSION

In the study area, potentially promising areas for endogenous mineralization, determined by the blog-like conditions for the intersection of linear and ring structures, are identified that determine the nodal nature of mineralization in the region. Because economically important minerals are often confined to the focal points of the dynamic interaction of hydrothermal fluid flows concentrated by intersection points of permeable tectonic zones of various scales.

Highlighted promising areas for gold minera-

lization are also promising for rare-metal-rare-earth mineralization and are recommended for exploration projects.

REFERENCES

Glukh A.K., Avezov A.R., 2005. Maps of the density field of tectonic disturbance and providing a wide range of geology problems // Geology and Mineral Resources.No. 4. - S. 3-5.

Antipov V.S., 2003. Scientific and methodological foundations of revealing ore-promising areas by areas of subsurface activation based on specialized geophysical, geochemical and space surveys: Dis. ... Dr. geol.-mineral. sciences. - SP.- 213 p.

Ahmedov, N.A., 2001. Ore deposits of Uzbekistan (Editor). Tashkent, 661, HYDROINGEO.

Asanov Ya.B., Egorov A.I., Eskin L.L., Rusanovsky V.S., Ivanov, G.A., 1973. Geological structure and minerals of the Kuldzhuktau mountains (explanatory note to the consolidated geological map of scale 1: 50,000 within sheets K-41-115-A, B, G; K-41-116-A, B, V, G; K-41 -117-B and K-41-128-B) for the works of the Kuldzhuktau GSP for 1969-1972. - T.: Gosgeolfond.

Fayzulin, R. Kh., 1982. Report on a general search for gold, tungsten and other minerals in the central and western parts of the Kuldzhuktau, Kyngyrtau mountains and detailed searches within the Aktostinsky prospective area. - Samarkand.

Target Area Determination with Remote Sensing Method in the Western Territory of Southern Nurata Mountains

Güney Nurata Dağları Batı Bölgesinde Uzaktan Algılama Yöntemiyle Hedef Alan Belirleme Çalışmaları

Jakhongir Jurabekovich Movlanov[1], OmonovXayitbay Axmadaliyevich[2]

[1]Investments, innovations and Start-up projects, Institute of Mineral Resources of the State Committee for Geology of the Republic of Uzbekistan

[2]Uzbekistan Railways, the Republic of Uzbekistan

(jahongir79@mail.ru)

Abstract: Gold mineralization in Southern Nurata mountains has been known since ancient times. The area is still the centre of attraction for exploration studies. By using aerial photos and other remote sensing methods, it is possible to determine new target areas for exploration projects. Structural features of the study area are determined by using remote sensing methods and plot on different scaled geological maps. Concentric structures are abundant and spatially, mineralizations are closely related within these concentric structures which are formed by various striking linear faults. It is also possible to see contact zones of hidden intrusive bodies and main and marginal parts of large duplicate structures complicated by steeply dipping faults. These structures are potential environments for precipitation of ore. So, a comprehensive interpretation of these geological features at the western end of the Southern Nurata mountains made it possible to determine 9 promising areas (ore fields) for gold-rare metal mineralization.

Keywords: Fault, gold, South Nurata Mountains, rare metals, remote sensing

Öz: *Güney Nurata dağlarındaki altın cevherleşmeleri eski zamanlardan beri bilinmektedir. Bölge hala maden arama projeleri için cazibe merkezidir. Hava fotoğrafları ve diğer uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak, arama projeleri için yeni hedef alanlar belirlemek mümkündür. Çalışma alanının yapısal özellikleri uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak belirlenmiş ve farklı ölçekli jeolojik haritalar üzerine eklenmiştir. Konsantrik yapılar bol miktarda bulunur ve farklı doğrultulu doğrusal fayların oluşturduğu bu eşmerkezli yapılarla, cevherleşmeler mekânsal olarak ilişkilidir. Yüzlek vermemiş sokulumların dokanaklarını ve dik faylar ile çevrelenen büyük dublike yapıların ana zonunu ve kenarlarının görmek de mümkündür. Bu yapılar cevherin oluşumu için potansiyel ortamlardır. Bu nedenle, Güney Nurata dağlarının batı ucundaki bu jeolojik özelliklerin kapsamlı bir yorumu, altın-nadir metal cevherleşmesi için umut vadeden 9 alanın (cevher alanları) belirlenmesini mümkün kılmıştır.*

Anahtar Kelimeler: *Altın, fay, Güney Nurata Dağları, nadir metal, uzaktan algılama*

INTRODUCTION

The study area is Karatau mountains where is located eastern side of Aktau and Bakhiltua mountains. Gold mineralization in the region has been known since ancient times as evidenced by ancient mining ruins such as traces of numerous mine workings, clusters of washed eiffels, and also the toponymy of objects (Altyn-Kazgan, Altynsay, etc.).

The systematic study of the geological background and exploration projects in the area started in the 30's of the 20. century after the exploration of Lyangar molybdenum deposit in 1927 by S.V. Kultiyasov and molybdenum-scheelite deposit by V.S. Myasnikov. Exploration projects were concentrated mainly in the central part of the Southern Nurata Mountains.

Between 1935-1937, Under the direction of Babayev, the lithological-petrographic properties of the metamorphic complexes, the Aktau granitoid massif petrology and the ore-bearing skarn of the Langar ore area were investigated in the western part of the Southern Nurata ridge. In 1938, M.D. Troyanov discovered Altyn-Kazgansky gold deposit. Between 1946-1950, K. B. Shulyatnikov and I. M. Shamshurin examined the geochemical haloes of the Karatau Pluton and explored placer-type tin (Sulukyz) mineralization. In 1948, B. C. Vasilevsky discovered about a hundred small skarn bodies and studied pegmatite and quartz veins.

An important contribution to geology, magmatism and mineralization studies in Nurata region was given by H.M. Abdullaev, I.Kh. Khamrabaev, T.N. Dalimov et al. B.F. Popov, H.Kh. Urmanov, M.L. Ryskin, G.S. Chikryzov, G.V. Ryskin, V.G. Bormotov, R.P. Medium-sized exploration project under the direction of Gostev, N Kumanikina, Yu.A. Chernyavsky, Yu.G. Spirin and others ended up with the exploration of gold, tin, tungsten, beryllium and other minerals deposits.

Since 1960, large-scale geological surveys have been conducted in the region under the leadership of Yu.I. Loshkin, D.M. Ogarev, Yu.B. Shumakov and others. As a result of the work, a number of ore occurrences were identified in the Sarmich-Altynkazgan ore field.

In 1978, V.I. Mezentsev et al. discovered new gold occurences as a result of exploration work at the Bitab and Bashtut ore deposits. Gold reserve calculations show that these deposits are small-scale deposits. in the late 90s of the XX century, E.N. Shubin conducted a detailed exploration project in the Biran deposit, which was suspended due to harmful impurities in the ores. Detailed exploration project of V.A. Shevchenko et al in the 90s of gold-quartz and gold-silver ores from the Arab and Sarmich deposits made it possible to obtain economically significant gold and silver reserves.

It is noteworthy that geological exploration in the region was carried out in conjunction with experimental, methodological and thematic work. In the beginning, they came down to a review of the gold content of the Nurata mountains, and since the 70s they have acquired the status of metallogenic analysis (I.V. Mushkin, V.G. Kharkivets, P.F. Ivankin). Subsequently, regional metallogenic divisions were detailed, their prospects were assessed with the allocation of ore-bearing areas. The spatial distribution of promising areas were mainly identified within the outputs of the Paleozoic basement and only in some cases - under the cover of the Mesozoic-Cenozoic formations (D.G. Azhgirey, N.I. Nazarova). Subsequently, within the Southern Nuratau mountains, a number of thematic works were carried out with predictive orientation (E.B. Bertman, S.Yu. Petrov, M.U. Umarkhodzhaev, Z.M. Abduazimova) (Pirnazarov et al., 2003).

Around the South-Nuratau, is one of the most promising gold mineralization regions of Uzbekistan, with developed (Marjanbulak) and prepared for development (Sarmich, Biran, Altynkazgan, Maulyan and others) deposits and high specific gold productivity exceeding 30 kg / km^2 (Pirnazarov, 2007).

I.A. Pyanovskaya, F.A. Mazhenshtein, Yu.I. Loshkin, Sh.E. Ergashev, A.K. Glukh and others were engaged in the cosmogeological study of the South Nurata mountains. The prior areas of the research were identified by using lineaments, bended and concentric structures on the Earth's surface, which are often a reflection of the deep structure of the lithosphere which control the location of many endogenous deposits all around the world. Given this fact, this study aims to concentrate on the cosmogeological structures of Southern Nuratau based on the interpretation of new-generation satellite images.

In accordance with this purpose, methodological and practical approaches have been developed that take into account the diversity of the incoming information (remote, geological, technogenic, natural, etc.) and allow us to develop unified strategy for processing aerial photographs.

Recent morphology of the western part of the Southern Nurata mountains and territory is controlled by the processes of pre-alpine, alpine and active tectonic movements (Ergashev and Avezov, 2002). Folded structures are clearly formed in specific tectonic positions. Plots of the earth's surface are marked by the boundaries of various landscape zones, where natural factors are expressed in a peculiar way and quite significantly differ from each other.

Within the study area, landscape zones of lowlands, foothill plains, small-hilly plains and semi-deserts are formed. In this regard, methodological aspects of the structural interpretation of remote photo images, in contrast to high-altitude conditions, were based on an analysis of the forms of mineralization and spatial orientation of individual hills and depressions, terraces and sharp ledges in the relief, gorges and ravines, bands of permanent and seasonal plants, groups wells and other landscape elements.

The results of interpretation of satellite images were compared with geological and geophysical interpretation and previously compiled cosmophoto structural schemes (Schultz et al., 1991). The most reliable cosmogeological interpretation representing important search value was selected. Among them, a special place is occupied by the West Nurata concentric structure of the central type, which is presented in the form of separate segments with a multizonal structure. Its contours are well traced by a strip of vegetation and are confidently fixed in spring and early summer space photographs. In the mountainous part of the territory, the contours of the West Nurata concentric structure are clearly distinguished by geological and geomorphological materials.

The outer zone of the West Nurata concentric structure is metallogenically promising, especially southern sectors framed by the folded structures of the Paleozoic basement and Karatau branch of the Southern Nurata ridge. Altyngazkansky, Sarmichsky and Biransky ore fields are located in Karatau branch, as well as a number of other gold mineralizations. In their locations, linear structures play an important role, especially the zone of their intersection of concentric structures. Spatial analysis of lineaments shows that they are divided into two groups: 1) NW striking sub-horizontal; 2) NE striking lineaments. Their sizes reach 100-200m in width and from several hundred meters to 60-100 km in length. They correspond to them in the mo-

dern relief: 1) faults with clearly defined plane of deformation; 2) zones of microcracks; 3) buried linear structures and fracture zones; 4) the linear boundaries of landscape features; 5) the boundaries of two geological units; 6) straightened sections of the boundary of structural-facies subzones.

Remote-sensing studies began with increasing the geological information content of the matrices of modern digital satellite images. Special methods of their processing were applied. In order to "sift" non-directly related to forecast elements, secondary types of information (vegetation, humidity, etc.) contained in space images and obtain a single standard color composition, the ASR method (analysis of the main component) was used. The images obtained with its help made it possible to trace rocks of different types and ages, including Quaternary and modern formations. To exclude the influence of landscape and climatic conditions of the territory, the ITS method (intensity, tone and saturation) was used to identify rocks of different ages and heterogeneous types. In this case, changing color characteristic during linear processing of digital matrices was used, taking into account the presence for each color system of an individual axis directed along a certain coordinate. By adjusting the axes of the entire system and, as a result, by changing the visual perception, color compositions of images characteristic of individual rock types have been created (Asadov, 1998). Structural heterogeneities of the territory lying under the cover of sedimentary-terrigenous rocks were detected by the methods of "Index-IV", "Kirsha" and "Sobel". The concrete blocks contoured with their help mark various rock formations or their facies varieties, which are classified as independent material-structural elements of tectonics that have deep roots and are called "geoblocks of structural heterogeneities" (Ergashev ve Pirnazarov, 2006). To assess the predictive significance of the photo lens, the objects of identification were compared with the corresponding maps of ground-based geological studies, initially bringing them to a single scale. At the same time, images and maps of the reference territory of the regional and local levels of generalization were analyzed. The use of a complex of field search and specialized metallogenic, ore-formation, geological-structural and geochemical methods, with the priority of data process, made it possible to compose a cosmostructural model of the western end of the Southern Nurata mountains at a scale of 1: 50,000.

CONCLUSION

External zones of multizone concentric structures of the central part; intersection locations of differently oriented linear structures; areas where NE-striking linear structures distribution density thickened within large (thickness of several tens of meters, length of kilometers) NW-striking faults; external parts of similar or smaller "daughter" concentric structures; contact zones of hidden intrusive bodies; main and marginal parts of large duplicate structures complicated by steeply dipping faults. A comprehensive interpretation of these geological features at the western end of the Southern Nurata mountains made it possible to reasonably outline 9 promising area (ore fields) for gold-rare metal mineralization.

ACKNOWLEDGEMENT

I thank V.D. Tsoi, V.Ya. Zimalina, Z.M. Abduazimova, Faculty of Geological and Mineralogical Sciences, and others for their contribution to the development of this article and valuable comments.

REFERENCES

Pirnazarov M.M., Koloskova S.M., Zavyalov G.E., 2003. The use of the method of structuring geochemical fields in predicting prospective areas of gold for the South Nuratau ridge // Transactions of the International Scientific and Practical Conference / Problems of ore deposits and increasing the efficiency of geological exploration. - Tashkent, IMR. - P. 374-377.

Pirnazarov, M.M., 2007. The state, location and prerequisites for the development of the mineral resource base of gold of the Republic of Uzbekistan // Geology and mineral resources. № 5. - P. 81-89.

Ergashev Sh.E., Avezov A.R., 2002. Improving the technique of remote sensing and ways to increase the information content of aerospace materials in the conditions of Uzbekistan // Geologiya va mineral resurslar- № 2. P. - 10-17.

Asadov A.R., 1998. Color representation system: ITS system (intensity, tone, saturation) // Actual issues in the field of technical and fundamental sciences. - Tashkent: TSTU. - Vol. 4. - P. 12-16.

Ergashev, Sh.E. ve Pirnazarov, M.M., 2006. Integration of remote and geophysical methods to clarify the age sequence of formation of deep structures (for example, the Nuratau mountains) // Ores and metals. - Moscow. - № 1. - P. 43-46.

Umarhodzhaev, M.U., Akbarov H.A. ve diğerleri, 2003. Geological and structural forecasting of gold mineralization in Western Uzbekistan // Information collection № 1, “Geological exploration and use of mineral resources” LLC “Geoinformtsentr” M. P.15-30.

Features of Bituminous Dolomites, Black (Combustible) Shales, Their Metal Potential and Biotechnological Researches in the Republic of Uzbekistan

Özbekistan'daki Bitümlü Dolomitlerin, Siyah (Yanıcı) Şeyllerin Özellikleri, Metal Potansiyelleri ve Biyoteknolojik Araştırmalar

Mavlyuda Akbarovna Munduzova, Yury Borisovich Ezhkov, Sergei Ivanovich Borminsky

Institute of Mineral Resources, State Enterprise State Committee on Geology and Mineral Resources of the Republic of Uzbekistan (State Committee of Geology of Uzbekistan)

(mavlyuda.munduzova1956@gmail.com)

Abstract: *Different from shales, limestones, dolomites of siliceous rocks and bentonites, black shales are characterized by thin and extended layers in the study area. Black, organic shale was deposited under very warm climate, on tectonically stable continental blocks. Some of the richest and largest deposits probably formed around these blocks, obviously in an environment of Pre-Orogenic stability. Uranium, apparently, accumulated syngenetically within sediment.*

It should be noted that the presence of organic material, ore and non-metallic minerals in shales contributes to the distribution of metals over all these components. In the inorganic part of the shale, silicates and alluminosilicates, sulfides, oxides and other minerals are present. In addition, a significant part of metals is also part of the organometallic complexes.

Such a multicomponent distribution of metals leads to the fact that during the pyrolysis of the initial shale, a significant part of them sublimate and turn to liquid and gas phases. This significantly complicates the use and leads to significant environmental problems. In order to solve the problems of shale processing, we propose to enter the stage of bacterial action on the initial shale material crushed to 3 mm size completely before the pyrolysis operation.

The forecast resources of the oil shale in Uzbekistan allow the development of deposits with the associated extraction of uranium-rare metal substances from the crystalline Lower Paleozoic black shale strata with the U-REE-Y-Sc deposits known around the Kyzyl Kum are Rudnoye, Koschecka, Jantuaar. The most representative one among them are genetic features the Koschek deposit.

Keywords: Black shale formations, black oil shales, dispersed impregnation, limestone, processing technology, uranium-rare metal substances.

Öz: *Şeyl, kireçtaşı, silisli kayaçlardaki dolomitler ve bentonitlerden farklı olarak siyah şeyller, çalışma alanında ince ve uzun tabakalarla karakterize edilir. Siyah, organik şeyl, tektonik açıdan duraylı kıtasal bloklar üzerinde, oldukça sıcak iklim koşulları altında çökelmektedir. En zengin ve geniş yatakların bazıları muhtemelen bu blokların etrafında, ön-orojenik duraylı ortamda oluşmuştur. Arazi gözlemlerine göre uranyumlu sedimanlarla eş zamanlı olarak depolanmıştır.*

Şeyllerde organik maddenin varlığı, cevher ve metalik olmayan minerallerin dağılımını etkilediği bilinmelidir. Şeylin inorganik kısmında silikatlar, aluminosilikatlar, sülfürler, oksitler ve diğer mineraller bulunmaktadır. Buna ek olarak, metallerin önemli bir kısmı organometalik komplekslerin bir parçasıdır.

Metallerin çokbileşenli dağılımı, öncel şeylin pirolizi esnasında bunların önemli bir kısmının süblimleşmesine ve sıvı ile gaz haline gelmelerine neden olmaktadır. Bu durum, kullanılmalarını önemli ölçüde zorlaştırır ve ciddi çevresel sorunlara neden olur. Şeylin proses sorunlarını çözmek için, piroliz operasyonundan önce tamamen 3 mm. boyutunda ezilen şeylin bakteriyel faaliyet aşamasına girmesi tarafımızdan önerilmektedir.

Özbekistan'daki petrol şeylinin tahmini kaynakları, Kızıl Kum civarında bilinen U-NTE-Y-Sc yataklarıyla kristalen Alt Palezoyik siyah şeyl tabakadan uranyum-nadir metal maddelerinin ilişkili çıkarımıyla yatakların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yataklar Rudnoye, Koschecka, Jantuaar'dır. Bunların en iyi örneği ise Koschek yatağının jenetik özellikleridir.

Anahtar Kelimeler: *Dağınık impregnasyon, kireçtaşı, proses teknolojisi, siyah şeyl oluşumları, siyah petrol şeyli, uranyum-nadir metal maddeler.*

INTRODUCTION

The history of exploration and development of shale deposits is quite complicated. Despite the fact that at the end of the 19th century significant development of shale deposits was carried out in many countries, then in the 1960s, the extraction of shales, except for the USSR and the China People's Republic, was almost completely stopped. In 1970's, a new stage of studying of oil shales were practically began on all continents; Experimental and pilot-industrial plants for the processing of oil shale are being built, and many new deposits have been discovered.

Combustible shales are importantsources of hdyrocarbons. In the future, they will be a certain part of humanity's needs for energy, motor fuel and raw materials for the chemical industry. If we take into account the fact that it is possible to produce products from shales that cannot be obtained from coal, oil and gas, their significance will increase even more. There are many problems in the shale business, and not all of them, of course, will be resolved in a short time (Ezhkov et al., 2016).

However, for many decades scientists of all countries have scrupulously studied this species truly, an amazing mineral. "They are guided partly by curiosity, partly by stubbornness and partly by selflessness," the well-known Australian scientist R.F. Kane writes. The problem of oil-bearing shale is one of the most complex units and does not arise in the case of other minerals. Probably, the time when oil shale will become a reliable source of energy is not far off. In any case, today's interest in this mineral is quite natural and justified.

Features of the Occurrences of Ore-forming Systems in the Black Shale Formation

Metallic black (combustible) shales is originated from marine which is characteristic by their unusual coloring. Due to the high content of sapropelic organic material; they are characterized by an abundance of pyrite or marcasite in the form of thin lenses, bonds or scattered dissemination and small amounts of calcium and magnesium carbonates. Shales are distinguished by high concentrations of a number of other metals: Mn, Ti, V, Cu,

Cr, Mo, P, U, Co, REE. Most of them are dispersed in the silicate mass of shales, but phosphorus can be concentrated in the form of concretions or phosphate-enriched interlayers (Ezhkov et al., 2013).

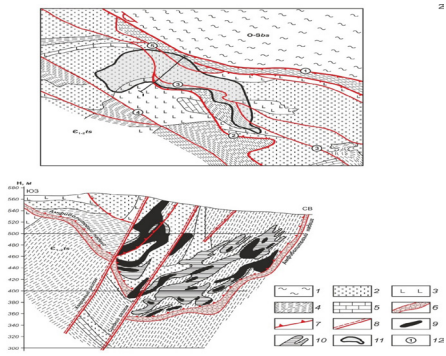


Fig 1. Schematic geological map and line along line I - I uranium-vanadium Koscheka deposit (Sim L.A.,2010)

Retinues; 1 - Bezpanskaya, O-S bs (phyllite slates): Taskazgan $Є_{1-2}$ ts, slates; 2 - carbonaceous siliceous; 3 - phyllite; 4 - metabasites (diabase phorphyrites); 5 - limestone and dolomites (tectonic disturbences); 6 - large - block crushing zone; 7 - thrusts; 8 - steeply dipping faults; 9 - uranium deposits (%) U - 0.075 V - 0.38, Mo - 0.015; 10 - mineralization zones; 11 - contour of deposit; 12 - faults on a map: 1- North - Koschekinskiy 2 - amphibolite thrust 3 - quartz 4 green 5 - middle

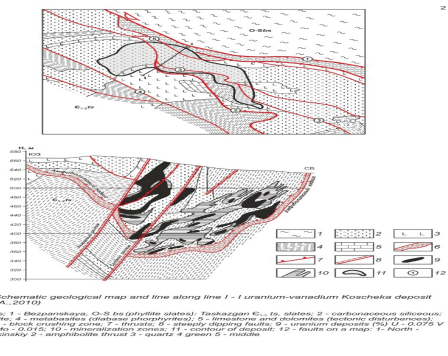


Fig 1. Schematic geological map and line along line I - I uranium-vanadium Koscheka deposit (Sim L.A.,2010)

Retinues; 1 - Bezpanskaya, O-S bs (phyllite slates): Taskazgan $Є_{1-2}$ ts, slates; 2 - carbonaceous siliceous; 3 - phyllite; 4 - metabasites (diabase phorphyrites); 5 - limestone and dolomites (tectonic disturbences); 6 - large - block crushing zone; 7 - thrusts; 8 - steeply dipping faults; 9 - uranium deposits (%) U - 0.075 V - 0.38, Mo - 0.015; 10 - mineralization zones; 11 - contour of deposit; 12 - faults on a map: 1- North - Koschekinskiy 2 - amphibolite thrust 3 - quartz 4 green 5 - middle

Figure 1. Schematic geological map and line along line I - I uranium-vanadium Koscheka deposit (Sim, 2010). Retinues; 1. Bezpanskaya, O-S bs (phyllite slates): Taskazgan $Є_{1-2}$ts, slates; 2. carbonaceous siliceous; 3. phyllite; 4. metabasites (diabase phorphyrites); 5. limestone and dolomites (tectonic disturbences); 6. large - block crushing zone; 7. thrusts; 8. steeply dipping faults; 9. uranium deposits (%) U - 0.075 V - 0.38, Mo - 0.015; 10. mineralization zones; 11. contour of deposit; 12. faults on a map: 1. North - Koschekinskiy 2. amphibolite thrust 3. quartz 4. green 5. middle.

Different from shales, limestones, dolomites of siliceous rocks and bentonites, black shales are characterized by thin and extended layers in the study area. Some black shales are members of cyclically deposition packages consisting of shales, sandstones and limestones, others are characterized by siliceous composition and may later become silicic volcanic rocks. Most of the black shales are uniformly layered and dense rocks with wrinkled fracture on freshly cleavage.

In recent years, more attention has been paid to shale as a reservoir of uranium deposits of the future.

All black shale formations are characterized by higher uranium contents than average for sedimentary rocks, but "uranium-bearing black shales" contain more than 0.005% U_3O_8. The contents of uranium vary from layer to layer, but in each specific layer they are very monotonous and can easily be predicted for very large areas. The highest uranium content are observed in the thin-layered strata with fine-grain, while the content of uranium increases with the increase of the amount of organic material (Protsenko, 2014). Phosphorite nodules are usually more enriched in uranium compared to host shales, but there are exceptions to this rule. In the shales, uranium minerals are not observed; probably, uranium is adsorbed in shales by organic or phosphate molecules, or clay.

It is believed that black, organic shale was deposited under very warm conditions, on tectonically stable continental blocks. Some of the richest and largest deposits probably formed on the margins of these blocks, obviously in an environment of Pre-Orogenic stability. Uranium, apparently, accumulated syngenetically within sediment. Sea waters could be largely enriched with dissolved uranium due to the occurrences of nearby volcanic activity or as a result of intensive weathe-

ring in oxidizing conditions of granites that served as a source of uranium. Uranium could also be extracted (under reducing conditions) from sea water by organic material, phosphate minerals, pyrite or colloidal clays.

All of the largest and most high-grade deposits of uranium-bearing black shales are in Paleozoic age, some smaller deposits, for example in Canada, are Precambrian, but the most of the world's deposits are Mesozoic and Cenozoic aged. The most well-known black shales are Cambrian aged in Sweden, Devonian aged in the coal shales of Chattanooga (USA). Paleozoic shales are also known in Brazil, Canada, France, Norway, Portugal, Russia, Germany, Uzbekistan (Ezhkov et al., 2016).

TECHNOLOGICAL RESEARCHES

The most important requirement for today's advanced technologies for the processing of mineral raw materials is the complexity of its use-the extraction with the greatest completeness of the maximum quantity of all valuable components present in minerals already mined. On the territory of Uzbekistan, many of their deposits contain a wide range of metals forming part of various mineral compounds. This applies not only to deposits of sulphide ores (Kalmakar, Khandiza), but also to many types of so-called non-metallic raw materials. Sands, dolomites, brucites, talc - magnesites, serpentinites, phosphorites, contain many rare, ore, radioactive and rare-earth elements. Particularly, from the point of view of metalliferousness, it is necessary to distinguish black oil shales widely distributed in Uzbekistan, the beds of which were formed during the Eocene time. Shales are mixture of organic matter, pulverized sulphides and hydromica-montmorillonite clay mass. Thus, the relatively low yield of tar in pyrolysis (8-12% of the initial), associated with low content of organic matter in the starting material (up to 35%), against the backdrop of high metallicity of shales in Uzbekistan, makes it necessary to take into account in processing technologies the need for extraction from raw materials, along with hydrocarbons and as many metals as possible. It should be borne in mind that the presence of organic matter, ore and non-metallic minerals in shales contributes to the distribution of metals over all these components. In the inorganic part of the shale, silicates and alluminosilicates, sulfides, oxides and hydroxides, carbonates, sulfates, phosphates, tungstates and other minerals are present. In addition, a significant part of metals is also part of the organometallic complexes.

Such a multicomponent distribution of metals leads to the fact that during pyrolysis (firing) of the initial shale, a significant part of them sublimate and turn to liquid and gas phases, which significantly complicates the use of the latter and leads to significant environmental problems. In order to solve the problems of shale processing, we propose to enter the stage of bacterial action on the initial shale material crushed 3 mm size completely before the pyrolysis operation.

The effect is proposed to be carried out with the help of natural associations of acidophilic autotrophic microorganisms, the main species of which is Asiditigdacilus ferrooxidans in the mode of heap or reservoir (basin) cultivation. The effect of the introduction of the bacterial stage is associated with the active oxidation of sulfides present in shales, which transfers metals from sulfides to solution, and in bacterial cakes the content of reduced sulfur forms decreases. The obtained additional effect of the introduction of bacterial action in the technology of shale processing is determined with partial splitting of shale kerogen under the influence of an aggressive

leaching medium (pH 1.5-1.8, the presence of a strong oxidant in the form of Fe_3 + ions, high concentrations of other metals - uranium, molybdenum, vanadium. There is a kind of biological cracking of the organic constituent of shales, which in turn leads to an increase in the yield of shale resin by 40-60% with the subsequent pyrolysis of the bacterial cake and sharply reduces the removal of metals into volatile fractions (Tsoi et al., 2011). Closed water circulation at the biological stage allows one-time inoculation of the association of microorganisms at the start of the process and does not require additional seeding in the future. Sulphides in shales serve as an energy source for the processes of life of bacterial cells, and the elements of mineral nutrition require only the introduction of ammonium nitrogen at a level of 50-100 mg/l (ammonium).

CONCLUSIONS

The results obtained make it possible to take several steps in the industrial development of black oil shale as complex organometallic raw material, the strategic demand of which is steadily increasing not only in Uzbekistan but all around the world.

One such step is the beginning of the industrial development of black shale raw materials with a high hydrocarbon potential in the young Paleogene sediments of the Kyzyl Kum region.

The resource prediction of oil-bearing shale in Uzbekistan allow mining operations to be carried out, extending to two fuel-oil basins - the Syrdarya and Amudarya basins, where the shale deposits of Sangrutau, Aktau, Jam, Boysun are known. At the first stage of the development of facilities, it is planned to establish enterprises for annual processing of rock mass with production of shale resin and solid waste. To assess the possibility of extraction from U, Sr, REE, Ti, Sc, Ge, Re, Ni shale-ash wastes, a series of studies is conducted to establish the geochemical mechanism of element-concentrating, mainly forms of mineralization: minerals-concentrators, carrier minerals, ion-sorption structures (Borminskii et al., 2014).

In industrial development of deposits, uranium-rare metal substances can be extracted from the crystalline Lower Paleozoic black shale strata with deposits known in the Kizil Kum U-REE-Y-Sc: Rudnoye, Koscheka (Fig.1), Jantuaar. Despite their high uranium-rare metal potential, these deposits are still remained economically unclaimed. A serious breakthrough in technological research on the processing of similar uranium-rare metal ores in other regions of the world makes it possible to think that in the near future, economic potential of the Kyzyl Kum region will be increased by new uranium-rare metal cluster with full cycle of processing of combustible and crystalline black shale ores (Tashkanbaev et al., 2015).

“Method of destructive processing of oil-bearing shale” was patented in 2006 numbered IAP 03019 by the Republic of Uzbekistan. Patentee is the “Scientific Research Institute of Mineral Resources” State Enterprise.

REFERENCES

Borminskii, S.I., Khozhiev, A., Somova, U.A., 2014. Technological studies on the development of rational schemes for the integrated processing of oil shale manifestations Sangruntau. Tashkent.

Tashkanbaev, O.N., Khozhiev, A., Somova, U.A., 2015. Enlarged laboratory tests for the development of complex technologies for the extraction of gold, uranium, vana-

dium, rare and rare earth elements from the char char char ashes of the Sangruntau deposit. Tashkent.

Mahmadullaev, A.G., 2017. Conducting enlarged laboratory and technological studies of three samples of oil shale from the Aktau field. Tashkent.

Yezhkov, Yu.B., Rakhimov, R.R., Novikova, I.V., Rustamzhonov, R.R., 2016. Geology, geochemistry, mineralogy and reference deposits of Uranus. 94-108, Tashkent.

Young, R.J., 1988. Uranium deposits of the world (excluding Europe). Geology, geochemistry, mineralogy and methods for assessing uranium deposits. 202-243, Moscow.

Ezhkov, B.B., Rakhimov, R.R., Panasyuchenko, V.K., Novikova, I.V., 2013. Rare elements of Uzbekistan. 36-41.

Protsenko, V.F., 2014. Minerageny of black shale strata. 119-126, Tashkent.

Sim, L.A., 2010. Central Kyzylkum uranium ore province. Geology, prospecting and exploration of uranium deposits. 198-251, Tashkent.

Tsoi, V.D., Koroleva, I.V., Munduzova, M.A., Zakhidov, A.R., 2011. Non-traditional apocarbonate type of gold mineralization of Uzbekistan. 128-136, Tashkent.

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ

RARE EARTH ELEMENTS

OSMAN PARLAK - MUSTAFA AKYILDIZ

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Nadir Toprak Elementleri ve TENMAK NATEN

Rare Earth Elements and TENMAK NATEN

Belma Soydaş Sözer

Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu, Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsü,

Saray Mahallesi Atom Caddesi 06980, Kahramankazan, Ankara

(belma.soydassozer@tenmak.gov.tr)

Öz: Toplamda 17 adet olan ve Japonların "teknolojinin tohumları" Amerikalıların da "teknolojik metaller" olarak adlandırdığı nadir toprak elementleri (NTE); periyodik tabloda atom numaraları 57-71 aralığında yer alan on beş adet lantanit grubu kimyasal elemente ilave olarak bu elementlerle aynı özelliklere sahip ve doğada da genellikle bu elementlerle birlikte bulunduğu için bu gruba dahil edilen skandiyum (21) ve itriyum (39)'dan oluşmaktadır. Dünya NTE rezervlerinin büyük bir kısmı Çin'de bulunmakla beraber, Ülkemizde de Eskişehir, Malatya, Sivas ve Burdur'da NTE yatakları tespit edilmiştir. Eskişehir-Beylikova'daki barit-fluorit ve bastnasit içeren yaklaşık 52 milyon ton NTE rezervinin ortalama NTE tenörü %3,14'tür. Ayrıca Isparta, Sofular ve Kayseri İncesu bölgelerinde de potansiyel NTE rezervleri tespit edilmiştir. NTE'lerin cevherden elde edilmesinin yanısıra kömür küllerinden, cevher hazırlama tesislerinden çıkan atıklar ile elektronik atıklar gibi ikincil kaynaklardan elde edilmesi de mümkündür.

İleri teknolojiye sahip ürünlerin çoğunda kullanılan nadir toprak elementleri, başta Avrupa Birliği olmak üzere birçok ülkenin kritik elementler listesinde yer almakta olup, gelişen teknoloji ile birlikte önemi her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde gelişen enerji sektörünün ve sanayimizin hammaddede dışa bağımlılığının azaltılması için ihtiyaç duyulan nadir toprak elementleri ve diğer kritik elementlerin yerli kaynaklarımızdan elde edilmesi, savunma sanayi açısından tedarik zinciri sürekliliğinin sağlanması ve son yıllarda NTE'nin uluslararası arenada ticari savaşlarda enstrüman olarak kullanılması ülkemizde konunun üst düzeyde stratejik olarak ele alınması gerekliliğini göstermiştir.

Bu nedenle 15.07.2018 tarihli ve 30479 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 4 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Nadir Toprak Elementleri Araştırma Enstitüsü (NATEN) kurulmuş ve Enstitü Başkanının atanmasıyla 2019 yılı başında çalışmalarına başlamıştır. 28 Mart 2020 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan 57 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesine göre NATEN yeni kurulan Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) bünyesinde TENMAK NATEN olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

TENMAK NATEN; nadir toprak elementleri ve diğer elementler konusunda Ülkemizin kısa, orta ve uzun dönem politika ve stratejileri için gerekli bilgileri oluşturan, NTE ve diğer kritik elementler ve ürünlerinin elde edilmesi, bu elementlere ilişkin ürün, teknolojilerin geliştirilmesi ve gelişmiş teknolojik ürünlerde geniş bir şekilde kullanımının sağlanması amacıyla

araştırmalar yürüten bir araştırma enstitüsüdür. Enstitü bünyesinde yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda Ar-Ge çalışmaları yürütülecek, bu alanda çalışmalar yapılan Kamu kurumlarımız, üniversitelerimiz ve özel sektör ile koordinasyon sağlanacaktır. Hâlihazırda mevcut NTE rezervlerimizden, kömür küllerinden, maden ocaklarımızın cevher zenginleştirme tesislerinin atıklarından ve ayrıca elektronik atıklardan NTE'lerin elde edilmesi ve ayrıca NTE'lerle ilgili bazı uç ürün elde edilmesine yönelik proje çalışmalarına başlanmıştır. Enstitünün sağlayacağı katkılar ile birlikte Ülkemizde gelişen enerji sektörünün ve sanayimizin hammaddede dışa bağımlılığının azaltılması için ihtiyaç duyulan nadir toprak elementleri ve diğer elementlerin yerli kaynaklarımızdan elde edilmesi, uç ürünlerinin üretilmesi ve bunun için teknolojiler geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nadir toprak elementleri (NTE), TENMAK NATEN

Abstract: *Rare earth elements (REE) are called as "seeds of technology" by Japanese, and "technology metals" by Americans. REEs consist of total 17 elements. 15 of them are lanthanides whose atomic numbers range from 57 to 71. Other two are scandium (21) and yttrium (39) which have similar properties and generally found together with lanthanides in nature. While most of the world's REE reserves are in China, REE deposits have been found in Eskişehir, Malatya, Sivas and Burdur in Turkey. The deposit in Eskişehir contains mostly barite-fluorite and bastnasite and the estimated reserve is approximately 52 million tons with 3.14 % REE grade. Moreover, potential REE reserves have been identified in Isparta, Sofular and Kayseri İncesu regions. In addition to obtaining REEs from ore, it is also possible to obtain them from secondary sources such as coal ashes, waste/residual of mineral processing plants and electronic wastes.*

REEs are used in most of the high-tech products and are on the list of critical elements of many countries, especially the European Union. In addition, their importance is increasing day by day with the developing technology. The domestic-production of rare earth elements and other critical elements from domestic resources are required in order to decrease the foreign-source dependency for developing energy and defense sectors in our country. The sustainability of the supply chain should be provided for the defense industry. In recent years, the use of rare earth elements as an instrument in commercial wars in the international arena has shown the necessity of addressing the issue strategically at a high level in our country.

In this respect, Rare Earth Elements Research Institute (NATEN) was established in 2018 with the Presidential Decree No. 4 published in the Official Gazette dated 15.07.2018 and numbered 30479 and started activities in early 2019 with the appointment of the Director. According to the Presidential Decree No. 57 published in the Official Gazette dated March 28, 2020, TENMAK NATEN continuous on its activities within the body of Turkish Energy, Nuclear and Mining Research Authority (TENMAK).

TENMAK NATEN is a research institute providing necessary information for the short, medium and long term policy and strategies about rare earths and other elements. It also carries out research activities to increase utilization of these elements and supports related technology development activities. In the Institute, R&D studies will be carried out in line with the mentioned purposes. Public institutions, universities and the private sector whose studies are carried out in this field, will be coordinated by the Institute. Studies have been started to obtain REEs from existing REE reserves, coal ashes, wastes/residuals of the mineral processing plants of our mines and from electronic wastes. Moreover, there will also be projects about producing end products related to REEs and other elements. With the help of the Institute, it is aimed to reduce the import dependency of raw materials of the developing energy sector and industry in Turkey by obtaining the rare earth elements and other needed elements from local resources.

Keywords: *Rare earth elements (REE), TENMAK NATEN*

Kızılcaören (Beylikova-Eskişehir) Nadir Toprak Elementleri (NTE)-Toryum-Barit-Florit Yatağının Jeolojik Özellikleri ve Türkiye Açısından Önemi

Geological Properties of Kızılcaören (Beylikova-Eskişehir) Carbonatite-Hosted Rare Earth Elements (REE)-Thorium-Barite-Fluorite Deposit and Its Importance for Turkey

Yurdal Genç

Hacettepe Üniversitesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye
(ygenc@hacettepe.edu.tr)

Öz: Kızılcaören yatağı Beylikova (Eskişehir) ilçesinin 20km Güneydoğusunda bulunmakta olup ülkemizde karbonatitlerle ilişkili bilinen en büyük NTE yatağıdır. NTE içeriğinin yanı sıra yüksek Barit, Florit ve Toryum içeriği ekonomik ve stratejik açıdan yatağın önemini daha da artırmaktadır.

Cevherler başlıca karbonatit ve breşler içinde bulunmaktadır. Cevher/karbonatit yan kayaçları ise meta kumtaşları, meta-kiltaşı/şeyller ve serpantinitlerdir. Yüzey ve sondaj verilerine göre, renk, doku ve mineral içerikleri açısından Kızılcaören yatağında beş farklı cevher/karbonatit tipi belirlenmiştir.

Karbonatitler karbonat minerali olarak başlıca kalsit, dolomit, ankerit ve siderit ve az miktarda da stronsiyanit, witherit ve manyezit içermektedir. Karbonat mineralleri dışında karbonatitlerin en yaygın bileşenleri flogopit, kuvars/kalsedon/opal, adularya ve apatittir. Tali bileşenler ise zirkon, monticellit ve moissanittir.

En yaygın cevher mineralleri barit ve florittir. NTE mineralleri ise EDS verilerine göre bastnazit, hidroksilbastnazit, torbastnazit, monazit, pyroklor, parisit, synchsite, aeschnite, rhabdofane, cerianite, rutil ve thorittir. Cevherleşme Hafif Nadir Toprak elementleri(HNTE) açısından zengin olup HNTE oksit içerikleri %10,2ye kadar ulaşmaktdır. Cevherde yaygın olarak bulunan NT Elementleri bolluk sırasına göre Ce, La, Nd, Pr, Sm, Dy, Nb, Y dur. Toryum içeriği %1'e kadar çıkmaktadır.

Cevherde saçınım olarak bulunan opak minerallerin oranı %1'in altındadır. Saptanan opak mineraller başlıca pirit, galenit, sfalerit, kalkopirit, millerit ve altındır. Oksidasyon zonlarında hematit, götit-lepidokrokit, piroluzit, psilomelan ve braunit gözlenmektedir.

Cevherleşme ve cevherlerin içinde bulunduğu karbonatitler kökensel olarak yöredeki Miyosen yaşlı alkali subvolkanik fonolitik ve trakitik bileşimli kayaçlarla ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: Nadir toprak elementleri, florit, barit, toryum, karbonatit, Kızılcaören, Eskişehir

Abstract: *Kızılcaören deposit is located 20km SE of the Beylikova (Eskişehir). It is the biggest known carbonatite-hosted REE deposit in Turkey. In addition to REE, high barite, fluorite and thorium content of the deposit increases its importance from the economic and strategic point of view.*

Ores are located mainly within carbonatite and breccias. The other host rocks are metasandstone, metaclaystone/shale and serpantinites. According to their color, texture and mineral content, Karacaören deposit contains five different carbonatite/ore types. Carbonatites and ores contain calcite, dolomite, ankerite, siderite, strontianite and magnesite. The other common minerals are phlogopite, adularia, apatite and quartz/chalcedony/opal. Carbonatite samples contain also zircon, monticellite and moissanite in minor amount.

The most common ore minerals are barite, fluorite and REE minerals. REE minerals detected with the help of EDS data, are bastnasite, hydroxylbastnasite, thorbastnasite, monazite, pyrochlore, parisite, synchysite, aeschynite, rhabdophane, cerianite, rutile and thorite.

Ores are rich in LREE. LREE oxide content of the ores can reach % 10,2 and contain mainly in decreasing order Ce, La, Nd, Pr, Sm, Dy and Y. Thorium content of the deposit reaches %1. Carbonatites and ores contain also opaque minerals as impregnations. Their opaque mineral content is lower than %1. Opaque minerals detected in the samples are pyrite, galena, sphalerite, chalcopyrite, millerite and rarely native gold.

In the oxidation zones of ores hematite, goethite-lepidocrocite, pyrolusite, psilomelane and braunite are common minerals.

Mineralization and its host rocks, the carbonatites, are genetically related to subvolcanic Miocene phonolitic and trachytic magmatic rocks in the region.

Keywords: *Rare earth elements, fluorite, barite, thorium, carbonatite, Kızılcaören, Eskişehir*

Nadir Toprak Elementlerinin Jeoloji, Mineraloji, Jeokimyasal Özellikleri ve Analiz Yöntemleri

Geology, Mineralogy, Geochemical Properties and Analyses Methods of Rare Earth Elements

Yusuf Kağan Kadıoğlu

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

Ankara Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) , 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(kadi@ankara.edu.tr)

Öz: Nadir Yer (Toprak) Elementleri (NYE), aslında yerkabuğunda pek çok elemente göre daha fazla oranda bulunmasına rağmen nadir olarak tanımlanmaktadır. NYE nin maden işletilmesinde bulundukları ortamda fazla oranda bulunmamasından nadir olarak tanımlanmaktadırlar. Lantanid grubunu oluşturan bu elementler lantan (La), seryum (Ce), praseodimyum (Pr), neodimyum (Nd), prometyum (Pm), samaryum (Sm), öropiyum (Eu), gadolinyum (Gd), terbiyum (Tb), disprosyum (Dy), holmiyum (Ho), erbium (Er), tülyum (Tm), itterbiyum (Yb) ve lutetium (Lu) olmak üzere 15 elementi temsil ederler.

Hafif ve Ağır olmak üzere iki ana gruba ayrılır ve bu grup içerisinde Talium ve Lütetyum diğer elementlere nazaran daha az oranda bulunurlar. Buna karşılık seryum, yitriyum, lantan ve neodimyum fazla oranda bulunurlar. Genel olarak radyoaktif elementlere benzer davranış sergilerler ve mineralojik olarak monazit, bastazit, loparit, Çerlit, yudalayt, zinotaym, apatit, granat ve lateritik iyon adsorpsion türü killerde bulunurlar. Jeolojik olarak sıkışma tektoniğina bağlı olarak granitik ve kabuk incelmesine bağlı olarak alkalen felsik intrüzif kayalarda ve bunlara bağlı kontakt metasomatik ve ilintili sedimanter kaya ve plaserlerde varlık göstermektedirler. Türkiye, jeolojik ve tektonik konumu itibari ile NYE açısından zengin bir konuma sahip olduğu görülmektedir. NYE, potansiyel olarak; Doğu, Güneydoğu (Van, Malatya, Elazığı, Tunceli) İç Anadolu (Aksaray, Nigde, Kayseri, Sivas, Kırşehir, Nevşehir ve Eskişehir) Batı Anadolu (Uşak, Aydın, Afyon, Denizli, Muğla ve Balıkesir), Kuzey Batı ve Marmara (Bursa, Çanakkale, Kırklareli ve Edirne), Karadeniz bölgesinde (Rize, Trabzon, Gümüşhane ve Samsun) bölgelerinde bulunmaktadır. NYE'in varlıkları toplu halde başka minerallerde bulunulması kimyasal analizleri diğer elementlere göre daha zordur. Bunlar bulundukları minerallerden çözerek iyonize etme suretiyle analiz edilmesi daha sağlıklı sonuç vermektedir. Bunun için yaş analiz yöntemi (ICP, AAS) veya Lazer ablasyon yöntemi ile sağlıklı analiz edilmeleri mümkündür. Anılan minerallerde fazla oranda NYE bulunmasından Elektron Prob Mikro Analiz (EPMA) yöntemi ile kimyasal analizleri yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: NYE, alkali kayalar, monazit, bastazit, loparit

Abstract: *Rare Earth Elements (REE) are described as rare elements although they are not as "rare" as their name implies. They are quite difficult to mine them because of the they have low concentrations to extract them from the source host mineral during the mining operations. These elements that make up the lanthanide group are lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodymium (Nd), promethium (Pm), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), They represent 15 elements: dysprosium (Dy)), holmium (Ho), erbium (Er), thallium (Tm), ytterbium (Yb) and lutetium (Lu).*

REE are divided into two main groups, Light and Heavy, and the Talium with the Lutetium are less common than other elements. In contrast, cerium, yttrium, lanthanum and neodymium are more abundant in the crust. They are generally exhibit behavior similar to radioactive elements and are mineralogically consantrated in monazite, bastansite, loparite, cherlite, eudialyte, xenotime, apatite, garnet and lateritic ion adsorption clay minerals. Continental collision granite, crustal thinning alkaline intrusive felsic rocks and related contact metasomatic with the related sedimentary rocks and placers are represented a good source for the REE. Turkey, is owned by a rich geological and tectonic setting of nominal reason for REE. East, Southeast (Van, Malatya, Elazığ, Tunceli) Central Anatolia (Aksaray, Niğde, Kayseri, Sivas, Kirşehir, Nevşehir and Eskişehir) West Anatolia (Uşak, Aydın, Afyon, Denizli, Muğla and Balıkesir), North West and Marmara (Bursa, Çanakkale, Kırklareli and Edirne), in the Black Sea region (Rize, Trabzon, Gümüşhane and Samsun) regions have a great potential for the REE reservoirs. The chemical analysis of REE are more difficult to other elements because of their assets as a bulk component within the minerals. REE are analyzed under ionization by dissolving from the main host minerals. For this, it is possible to analyze them by dissolution method in acids using

ICP, AAS or laser ablation spectrometry. Furthermore, the above mentioned minerals with high concentrations of the REE the chemical analysis can also be done by using Electron Probe Micro Analysis (EPMA) method.

Keywords: *REE, alkaline rocks, monazite, bastansite, loparite*

NEOTEKTONİK VE DEPREMSELLİK

NEOTECTONICS AND SEISMICITY

HASAN SÖZBİLİR – GÜROL SEYİTOĞLU – ORHAN TATAR
LAURA GREGORY

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

INVITED SPEECH / *DAVETLİ BİLDİRİ*

Constraining Sedimentary Dates and Rates of the Anthropocene Using OSL Geochronology

OSL Jeokronolojisi ile Antroposen'in Tortul Kayıtlardaki Tarihlerinin ve Çökelim Hızlarının Sınırlanması

Joel Q.G. Spencer

Department of Geology, Kansas State University, Manhattan, Kansas 66506, USA
(joelspen@ksu.edu)

Abstract: A variety of start dates for the proposed Anthropocene epoch have been suggested, ranging from the transition during the Neolithic from hunter-gatherers to domestication of plants and animals beginning about 12,500 years ago, to the highest global concentration of radionuclides recorded in 1965 resulting from tests of thermonuclear devices. Although there is perhaps growing support for a more recent Anthropocene start date in the mid-20th century, rather than one broadly synonymous with the Holocene, constraining dates and rates of human impact on Earth's geology and ecosystems is of critical importance. Much of the record of significant anthropogenic influence on the Earth system is hosted in terrestrial and marine sedimentary archives, and in instances where depositional chronology is unknown, luminescence dating techniques provide a direct method of measuring the time of sedimentary deposition. This presentation will give an overview of optically stimulated luminescence (OSL) dating and how it can be applied to sediments of the Anthropocene, with a particular emphasis on most recent developments to measure ages in very young decadal timescales.

Keywords: OSL, anthropocene, radionuclides, anthropogenic effect, absolute dating

Öz: *Şu ana kadar Antroposen döneminin başlangıcı için, Neolitik dönem boyunca tarih öncesi yaşamış ilk insanlardan bitki ve hayvanların evcilleştirilmesine geçişten yaklaşık 12.500 yıl önce başlayan ve termonükleer cihazları testlerinden kaynaklanan ve 1965'te kaydedilen en yüksek küresel radyonüklid konsantrasyonuna kadar çeşitli başlangıç tarihleri önerilmiştir. Yapılan çalışmalar, Antroposen çağının Holosen ile aynı anlamı taşımasından ziyade 20. yüzyılın ortalarında daha yeni bir zaman dilimi olduğunu desteklediği için, dünyanın jeolojisi ve ekosistemleri üzerindeki insan etkilerinin tarihinin ve oranlarının sınırlanmasının kritik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Dünyada önemli antropojenik etki kayıtlarının çoğunluğu karasal ve denizel tortul arşivlerde bulunmaktadır ve bu tortulların çökelme zamanının bilinmediği durumlarda, lüminesans tarihleme teknikleri tortul birikme süresininin doğrudan ve mutlak olarak ölçülebilmesine olanak sağlar. Bu çalışma, Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) tarihlendirmesine ve bu tekniğin Antroposen'in kayıtlarına nasıl uygulanabileceğine genel bir bakış sunacak ve özellikle çok genç zaman aralıklarındaki yaşları ölçmek için en son gelişmelere vurgu yapacaktır.*

Anahtar Kelimeler: *OSL, Antroposen, radyonüklid, antropojenik etki, mutlak tarihlendirme*

Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi: 2012-2019 Döneminin Değerlendirmesi

Palaeoseismological Research Project in Turkey: Evaluation on the 2012 – 2019 Period

Hasan Elmacı[1], Tamer Y. Duman[2], Selim Özalp[1], Akın Kürçer[1], Şeyda Olgun[1], Ersin Özdemir[1], Meryem Kara[3], Volkan Özaksoy[4], Ayhan Yavuzoğlu[5], Şule Gürboğa[5], Ferdane Karakaya[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Fugro Sial Yerbilimleri Müşavirlik ve Mühendislik Ltd. Şti, 06680 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]MTA Genel Müdürlüğü, Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, 01170 Çukurova, Adana, Türkiye

[4]Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye

[5]MTA Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(hasan.elmaci@mta.gov.tr)

Öz: Ülkemizin de içinde yer aldığı Anadolu coğrafyası, hem tarihsel hem de aletsel dönemde çok sayıda yıkıcı depreme ev sahipliği yapmıştır. Meydana gelen bu depremler, can kayıplarının yaşanmasına ve Anadolu coğrafyasında kurulmuş olan çok sayıda medeniyetin ise ekonomik olarak etkilenmesine, kimi medeniyetlerin ise bu doğa olayları sonucunda tarih sahnesinden silinmesine sebep olmuştur. Depremlerin afet etkisinin azaltılması olası depremlerin tehlike ve risklerinin bilinmesiyle mümkün olmaktadır. Tehlike ve risklerin bilinmesi ise oluşacak olan afete ilişkin önlemlerin alınmasını kolaylaştırmaktadır. Deprem tehlikesi değerlendirmelerinin başarısı, hedef alanda meydana gelebilecek depremin yeri büyüklüğü ve zamanının doğru ve güvenilir olarak belirlenebilmesine bağlıdır. Depremin beklendiği yer ve büyüklük değeri öngörülerinde Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2013 yılında yayımlanan Türkiye Diri Fay Haritası önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Ancak, kaynak faylar üzerinde beklenen depremlerin ne zaman olabilecekleri sorusuna yanıt henüz günümüz bilgi birikimiyle dar zaman aralıklarında verilememektedir. Ancak yeterli sayıda yapılmış ve yapılacak olan paleosismolojik hendek çalışmalarından elde edilen bilgilere dayalı olarak çok değerli yaklaşımlar da yapılabilmektedir.

Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı tarafından 2011 yılında hazırlanan Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP-2023) kapsamında, Türkiye genelindeki paleosismoloji araştırmalarının MTA Genel Müdürlüğü sorumluluğunda yürütülmesi istenilmiştir. Bu nedenle, 2012 yılında MTA Genel Müdürlüğü bünyesinde Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi (TÜRKPAP) oluşturulmuş ve çalışmalarına başlanmıştır. Proje kapsamında, 2019 yılı sonuna kadar, Türkiye Diri Fay Haritası'nda yer alan 104 adet diri fay veya fay segmenti üzerinde 555 adet hendekli paleosismolojik çalışma gerçekleştirilmiştir. Paleosismolojik çalışmaları tamamlanan her fay veya fay segmenti için rapor hazırlanmakta, deprem tehlikesi değerlendirmelerinde kullanılacak bilgiler veri tabanına aktarılmakta ve elde edilen sonuçların

bir bölümü ulusal ve uluslararası bilimsel ortamlarda tartışmaya açılarak bilim dünyası ile paylaşılmaktadır. Türkiye Diri Fay Haritası'nda yer alan her bir diri fay veya fay segmenti üzerinde bu çalışmalar tamamlandığında proje hedefi gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu çalışmalardan sağlanan bilgilerle ulusal paleosismoloji veri tabanı hazırlanmış olacak ve ülkemiz için deprem tehlike değerlendirmelerinde önemli bir bilgi birikimi sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimler: Paleosismoloji, aktif tektonik, diri fay, deprem tehlikesi, TÜRKPAP

Abstract*: The geography of Anatolia, which also includes our country, has hosted many devastating earthquakes in both historical and instrumental periods. These earthquakes caused loss of lives and economically affected many civilizations that were established in the geography of Anatolia and some civilizations were eliminated from the historical scene as a result of these natural phenomenon. Disaster impact of earthquakes can be mitigated by knowing hazards and risks of possible earthquakes. Providing information on the possible hazards and risks of earthquakes makes it easier to take disaster-related measures. In order to achieve desired results for earthquake hazard assessments, it is necessary to determine correct and reliable measurement of the location, magnitude and time in which the earthquake may be happened in the target area. Active Faults Map of Turkey, which was published in 2013 by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), makes significant contributions for predictions of the expected location and magnitude in which earthquake may be happened. However, the response for the question when the expected earthquakes on the source faults may took place has not been obtained in the narrow time intervals with the current scientific information. Nevertheless, many valuable approaches may be achieved according to the information obtained from the sufficient and future paleoseismological trench studies.*

To carry out paleoseismological research throughout all Turkey within the scope of National Earthquake Strategy and Action Plan (UDSEP-2023), which was prepared in 2011, Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD) has assigned General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA). Therefore, "Paleoseismological Research Project of Turkey (TÜRKPAP)" was established in 2012 within the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) and since has been continuing to work in that framework so far. In the context of the project, 555 paleoseismological trench studies were conducted on 104 active faults or fault segments located on the Active Faults Map of Turkey until the end of 2019. A report is prepared for each fault or fault segment whose paleoseismological studies are completed, the information to be used in earthquake hazard assessments is transferred to the database and some of the results obtained are shared with the scientific world by being discussed for national and international scientific institutions. When these studies on each active fault or fault segment located on the Active Faults Map of Turkey have been completed, goal of the project will be achieved. By means of the information provided from these studies, a national paleoseismological database will be prepared and a crucial information source will be obtained for earthquake hazard assessments in Turkey.

Keywords: *Paleoseismology, active tectonics, active fault, earthquake hazard, TÜRKPAP*

1 Ekim 1995 Dinar Depremi (Mw=6,2) Işığında Dinar Fayı'nın Aktif Tektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, Güneybatı Anadolu, Türkiye.

Active Tectonic and Paleoseismologic Features of the Dinar Fault, In the light of October 1, 1995 Dinar Earthquake (Mw=6,2), Southwestern Anatolia, Turkey.

Akın Kürçer[1], Ersin Özdemir[1], Şeyda Olgun[1], Tolga Çan[2], Hasan Elmacı[1], Selim Özalp[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

(akin.kurcer@mta.gov.tr)

Öz: Ege-Kıbrıs Yay Sistemi boyunca Afrika okyanusal litosferinin kuzeye doğru dalması sonucunda, GB Anadolu'nun üst kabuğunda, KB-GD doğrultulu ve GB'ya eğimli normal faylar gelişmiştir. Hendeğin çekim kuvveti etkisiyle, bu fayların GB blokları KD bloklarına oranla GB'ya doğru daha hızlı hareket etmektedir. Bloklar arasındaki bu göreceli hız farkı, GB Anadolu bölgesinde ana ayrılma faylarının gelişmesine neden olmuştur. Pek çok araştırıcı Dinar Fayı'nı GB Anadolu'nun neotektonik gelişiminde önemli rol oynayan bir ayrılma fayı olarak kabul etmektedir.

Dinar Fayı, aletsel dönem deprem etkinliği nedeniyle, GB Anadolu'da en iyi bilinen normal faylardan biridir. K35°B genel doğrultusunda ve 45-65° GB'ya eğimli Dinar Fayı, çok küçük sol yanal doğrultu atım bileşenine sahiptir ve toplam 60 km uzunluğundadır. Dinar Fayı'nın deprem etkinliği 1 Ekim 1995 Dinar depremi (Mw= 6,2) ile belgelenmiştir. Dinar ve çevresinde ağır hasara neden olan depremde 92 kişi ölmüş, 25.000 kişi evsiz kalmış ve Dinar dolayındaki binaların %30'u yıkılmıştır. Dinar depremi, öncü deprem etkinliği nedeniyle de Türkiye için sismoloji bilimi açısından eşsiz bir örnektir. Dinar deprem etkinliği ana şoktan 1 hafta önce, 25 Eylül 1995'te başlamış ve 24 Ekim 1995'te son bulmuştur.

Dinar Fayı, KB'dan GD'ya doğru sırasıyla Gümüşsu, Kızıllı ve Dikici segmentleri olarak adlandırılan üç geometrik fay segmentinden oluşur. 1 Ekim 1995 Dinar depremi, Dinar ilçesi ile Yapağılı köyleri arasında uzanan Kızıllı segmenti üzerinde meydana gelmiştir. 10 km uzunluğundaki yüzey kırığı üzerinde en fazla düşey yer değiştirme Yakaköy'ün 3,1 km doğusunda 25 cm olarak ölçülmüştür.

Bu çalışmada, Dinar Fayı'nın aktif tektonik özellikleri ve paleosismolojik tarihçesi hakkında veri sunulmaktadır. 1:35.000 ölçekli hava fotoğrafı analizi, 1:25.000 ölçekli yüzey kırığı haritalaması ve arazi gözlemleri sonucunda en uygun hendek alanları seçilmiştir. Bu çalışmada, 1995 deprem yüzey kırığı üzerinde, üç farklı yerde toplam beş hendek kazılmıştır. Hendeklerden toplam 13 adet odun kömürü, kemik, organik sediman ya da kavkı örneği derlenmiş ve TÜBİTAK-MAM'da ^{14}C yöntemi ile tarihlendirilmiştir. Ayrıca 3 örnek OSL yöntemi ile Ankara Üniversitesi'nde tarihlendirilmiştir.

Hendek çalışmaları ve tarihlendirme sonuçları temel alındığında, son 6000 yıl içerisinde, Dinar Fayı üzerinde, 1995 Dinar depremi dahil olmak üzere yüzey yırtılması ile sonuçlanmış en az 5 deprem tanımlanmış ve tarihlendirilmiştir. Bu depremlerden ikisinin eski Dinar (Kelainai / Apameia Kibotos) kentini yıktığı değerlendirilmiştir. Paleosismolojik sonuçlar, Dinar Fayı'nın karakteristik olmayan deprem davranış biçimi sergilediğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: ^{14}C ve OSL, Dinar depremi, Dinar fayı, Kelainai / Apameia Kibotos, Paleosismoloji

Abstract: *Due to the subduction of the African Oceanic lithosphere, which dived northward along the Aegean-Cyprus Arc, NW-SE trending and SW dipping normal faults were developed in upper crust of SW Anatolia. Because of the slab pull of trench, the southwestern blocks of these faults move faster than the northeastern blocks, towards to the southwest. This relative velocity difference in the fault blocks led to the development of the main breakaway faults in SW Anatolia. Most of researchers agree with the explanation of the Dinar fault as a breakaway fault in the neotectonic framework of SW Turkey.*

Due to the instrumental earthquake activity, Dinar fault is the most well known active normal fault in southwest Turkey. The Dinar fault has 60 km length, with N35°W general strike and dip 45°-65° SW and is a normal fault with minor sinistral component. The seismic activity of the Dinar fault was proven by the October 1, 1995 Dinar Earthquake (Mw: 6.2). The earthquake caused very severe damage. Nearly 30% of all structures in Dinar and its vicinity were destroyed with 92 people killed and 25 000 people left homeless. Due to the foreshock activity, Dinar earthquake is a unique example for Turkey. Dinar earthquake activity started on 25 September 1995, one week before the main shock and ended on 24 October 1995.

Dinar Fault consists of three geometric sub segments, namely Gümüşsu, Kızıllı and Dikici, from northwest to southeast. The October 1, 1995 Dinar Earthquake occurred in Kızıllı sub-segment, which is 10 km long. During the Dinar earthquake, approximately 10 km-length of surface rupture occurred between the town of Dinar and Yapağılı village. The maximum vertical displacement on the surface rupture was reported as 25 cm at 3.1 km east of Yakaköy.

This study presents about the active tectonic features and paleoseismic history of the Dinar fault. Based on the air photo interpretation in scale of 1:35 000, surface rupture mapping in scale of 1:25 000 and field observations, optimum trench sites were selected. In this study, five trenches were excavated along the 1995 earthquake surface rupture, at three-difference site. A total of 13 charcoals, organic sediments, bones or shell samples, collected from trenches, were analysed by radiocarbon dating method (^{14}C) in the Scientific and Technological Research Council of Turkey - Marmara Research Center (TUBİTAK-MAM). Additionally, 3 samples were dated by Optical Stimulated Luminescence (OSL) method in Ankara University, Institute of Nuclear Sciences Laboratory. Based on the trench studies and dating results, at least five earthquakes resulting in a surface rupture within the last 6000 years, including the 1995 earthquake have been identified and dated. Ancient city of Kelainai / Apameia Kibotos (ancient Dinar) destroyed by at least two severe earthquake. According to the paleoseismic results, earthquake recurrence period of Dinar fault is non-characteristic.

Keywords: *^{14}C and OSL, Dinar earthquake, Dinar fault, Kelainai / Apameia Kibotos, paleoseismology*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İzmir Fayında Depremle Tetiklenen Geç Pleyistosen Yaşlı Heyelana Ait Paleosismolojik Veriler

Paleoseismological Evidence for Late Pleistocene Landslide Triggered by an Earthquake on İzmir Fault, Western Anatolia

Çiğdem Tepe[1], Hasan Sözbilir[1,2], Mustafa Softa[1], Çağlar Özkaymak[3], Ökmen Sümer[1], Semih Eski[1], Joel Q.G. Spencer[4], Eren Şahiner[5], Niyazi Meriç[5]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[3]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

[4]Kansas State University, Department of Geology, 66502 Manhattan, Kansas, USA

[5]Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, 06100 Beşevler, Ankara, Türkiye

(hasan.sozbilir@deu.edu.tr)

Öz: Batı Anadolu'daki aktif normal fayların aletsel dönem deprem aktiviteleri iyi bilindiği halde, tarihsel ve tarih öncesi eski deprem aktiviteleriyle ilgili bilgiler çok kısıtlıdır. Bu faylardan birisi olan İzmir Fayı, İzmir Körfezini güneyden sınırlamaktadır ve İzmir yerleşim alanı içerisinden geçmektedir. Yaklaşık D-B uzanımlı iki fay segmentinden oluşan İzmir Fayı, doğuda 15 km uzunluğundaki Pınarbaşı segmenti ile başlar, Konak civarında sola sıçrayarak KD uzanımlı bir aktarım rampası ile 20 km uzunluğundaki Balçova segmentine bağlanır. Bu segmentler sırasıyla 6.4 ve 6.6 büyüklüğüne kadar deprem üretme potansiyeline sahiptirler. Bu çalışmada İzmir Fayı'nın tarihsel ve tarih öncesi dönemlerdeki davranışını ortaya çıkarmak amacıyla ilgili segmentler üzerinde hendek tabanlı paleosismoloji çalışmaları başlatılmıştır. Açılan hendeklerde eski deprem izlerine ait çökelleri yaşlandırmak üzere radyokarbon ve Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) yöntemi uygulanmıştır.

Hendeklerdeki mikrostratigrafi, yapısal jeoloji ve yaş verilerine göre; Pınarbaşı segmentinde Pleyistosen dönem depremlerine ait üç olay, Balçova segmentinde ise geç Pleyistosen ve erken Holosen dönem depremlerine ait dört olay tanımlanmıştır. Balçova segmentindeki ilk olay 21,800 2,60 yıl önce gerçekleşmiştir. Hendek duvarlarında, bu olayla birlikte gelişen bir paleo-heyelan tanımlanmıştır. Bu heyelan ile, geç Pleyistosen yaşlı yelpaze çökelleri üzerine geç Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı'na ait kumtaşı-çamurtaşı birimi taşınmıştır. Söz konusu heyelan, 11,600-8,100-5,900 yıl yaşlarındaki üç kolüvyal kama tarafından örtülmektedir. Hendeklerde son olayı üstten sınırlayacak olan radyokarbon örneğinin tarihlendirme analizi henüz sonuçlandırılmamıştır.

İzmir Fayı Balçova Segmenti üzerinde ilk kez saptanmış olan geç Pleyistosen yaşlı bu kütle hareketleri günümüzde de devam etmekte olup, fay şevi boyunca fosil heyelanlar şeklinde gözlenebilmektedir. Bu nedenle İzmir Fayı'nın Balçova Segmenti üzerinde gelecekte meydana gelebilecek yıkıcı bir depremde bu fosil heyelanların tekrar aktif hale geçebileceği ve bölge halkı için risk oluşturacağı öngörülmektedir. Bu çalışma, TÜBİTAK 117Y190'nolu proje ta-

rafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İzmir Fayı, fosil heyelan, deprem, OSL yaşlandırma, paleosismoloji, Batı Anadolu

Abstract: *Although the instrumental earthquakes produced by active normal faults well documented in Western Anatolia, historical and prehistorical earthquake data is very limited. To bridge the gap, trench-based paleoseismological studies on Izmir Fault was conducted. The East-West trending Izmir Fault (IF) defines the southern boundary of the Izmir bay, has formed two segments, namely 20 km long Balçova segment and 15 km long Pınarbaşı segment are connected to each other related with the relay-ramp mechanism at Konak region. These segments have the potential to generate an earthquake's magnitude of 6.4 and 6.6, respectively. Optically Stimulated Luminescence (OSL) studies were performed on colluvial and wedge deposits to constrain the timing of past earthquakes.*

Based on microstratigraphy and OSL data (i) three and four events identified during the Pleistocene and Late Pleistocene-Early Holocene earthquakes at Balçova segment and Pınarbaşı segment, respectively. The first earthquake events yielded 21.8ka and it has been defined that coseismic paleolandslide with generated by this earthquake at Balçova segment. Early Pleistocene fan deposits have overlaid by Bornova Flysch Zone that characterized by intercalations of sandstone-mudstone of Late Cretaceous-Paleocene. Three wedge deposit yielded between 11.6ka and 5.9 ka covered the landslide material. The radiocarbon result of the constrained top unit has not defined yet.

It is the first time to document coseismic landslide during Late Pleistocene earthquakes on the İzmir Fault. In addition to that, paleolandslides are also observable along the fault scarp in the Balçova region. This phenomenon may result in reactivated paleolandslides in the case of the Balcova segment generating an earthquake and suggesting that there is a potential risk to the public. This research is supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) with project Number of 117Y190.

Keywords: *İzmir Fault, paleolandslide, earthquake, OSL dating, recurrence interval, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İzmir Balıkesir Transfer Zonundaki Kuzeydoğu Uzanımlı Fay Segmentlerine Ait İlk Paleosismolojik Bulgular: Seferihisar Fayı Örneği

First Paleoseismological Findings From Northeast Trending Strike Slip Faults Segments of İzmir Balıkesir Transfer Zone: Seferihisar Fault as an Example

Hasan Sözbilir[1], Çağlar Özkaymak[2], Ökmen Sümer[1], Bora Uzel[1], Mustafa Softa[1], Semih Eski[1], Joel Q.G. Spencer[3], Eren Şahiner[4], Niyazi Meriç[4]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

[3]Kansas State University, Department of Geology, 66502 Manhattan, Kansas, USA

[4]Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, 06100 Beşevler, Ankara

(hasan.sozbilir@deu.edu.tr)

Öz: Son yıllarda Balıkesir ile İzmir arasında KD uzanımlı zon boyunca gelişen ve çok sayıda fay segmentinden oluşan İzmir-Balıkesir Transfer Zonunun Miyosen-Pliyosen dönemi ile günümüzdeki varlığı jeolojik, jeomorfolojik, paleomanyetik ve sismolojik verilerle kanıtlanmış, fakat bu zonun Pleyistosen ve Holosen aktivitesiyle ilgili bilgiler ortaya konmamıştır. Bu çalışmada zonun en güney segmentlerinden birini oluşturan Seferihisar fayı üzerinde hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalar yapılmış ve fayın Pleyistosen ve Holosen'de yüzey faylanmasıyla sonuçlanmış depremler ürettiği saptanmıştır. Haritalama çalışmalarımıza göre, karadaki uzunluğu 25 km'yi bulan Seferihisar fayı sıkışmalı ve genişlemeli büklümler sunan sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterindedir. Fay üzerinde üç farklı bölgede açılan hendeklerde eski deprem izlerine ait çökelleri yaşlandırmak için Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) yöntemi uygulanmıştır.

Hendekteki yaş verilerine göre, Pleyistosen-Holosen aralığında beş olay tanımlanmıştır. Olaylar günümüzden 75,200 yıl önce başlamış ve 4.000 yıl öncesine kadar devam etmiştir. Eldeki veriler fayın (i) Pleyistosendeki tekrarlanma aralığının yaklaşık 30 bin yıl olduğunu, (ii) günümüzden 9640-4004 yılları arası gerçekleşen Erken Holosen döneminde depremler ürettiğini, ancak 2730 yıldan günümüze kadar deprem üretmediğini göstermektedir. Bu çalışma, TÜBİTAK 117Y190'nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seferihisar Fayı, İzmir-Balıkesir Transfer Zonu, OSL yaşlandırma, Paleosismoloji, Batı Anadolu

Abstract: *In recent years, even though the Miocene-Pliocene and present existence of Izmir Balikesir Transfer Zone (IBTZ) developed on the Northeast trending zone between Izmir and Balikesir has been proved by geological, geomorphological, paleomagnetism, and seismological studies, there is limited information about Holocene and Pleistocene activity of IBTZ. In this study, trench-based paleoseismological analyses were performed on Seferihisar Fault (SF) that defined on southeast segments of IBTZ and It is determined that SF produced an earthquake, this resulted in surface faulting in Pleistocene and Holocene. According to field studies, the northeast trending of SF is a 25km long and mainly dextral strike-slip fault, but it exhibits restraining and releasing bend in some places. Optically Stimulated Luminescence (OSL) studies were performed on colluvial and wedge deposits to constrain the timing past earthquakes and to find earthquake recurrence interval.*

Based on OSL data shows five events identified during the Pleistocene Holocene. The first events yielded between 75.2 ka and 4.04 ka. The constrained top unit of events was found at 2.73 ka. Our results appear that (i) a recurrence average interval is as 30 ka during the Pleistocene, (ii) SF generated earlier Holocene earthquakes between 9.64ka and 4.04ka and the elapsed time since the last activation of SF is 2.73 ka. This has suggested that SF has active during Late Pleistocene-Early Holocene. This research is supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) with project Number of 117Y190.

Keywords: *Seferihisar Fault, İzmir Balıkesir Transfer Zone, OSL dating, Paleoseismology, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İzmir Balıkesir Transfer Zonundaki K-G Uzanımlı Fay Segmentlerine Ait İlk Paleosismolojik Bulgular: Gülbahçe Fayı Örneği

First Paleoseismological Findings From N-S Trending Strike Slip Faults Segments of İzmir Balıkesir Transfer Zone: Gülbahçe Fault as an Example

Berna Geçkin[1], Hasan Sözbilir[1,2], Çağlar Özkaymak[3], Mustafa Softa[1], Joel Q.G. Spencer[4], Eren Şahiner[5], Niyazi Meriç[5]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[3]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

[4]Kansas State University, Department of Geology, 66502 Manhattan, Kansas, USA

[5]Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, 06100 Beşevler, Ankara, Türkiye

(hasan.sozbilir@deu.edu.tr)

Öz: Son yıllarda Balıkesir ile İzmir arasında KD uzanımlı zon boyunca gelişen ve çok sayıda fay segmentinden oluşan İzmir-Balıkesir Transfer Zonu'nun Miyosen-Pliyosen dönemi ile günümüzdeki davranışı jeolojik, jeomorfolojik, paleomanyetik ve sismolojik verilerle kanıtlanmış, fakat bu zonun Pleyistosen ve Holosen aktivitesiyle ilgili bilgiler ortaya konmamıştır. Bu çalışmada zonun en güneybatı segmentlerinden birini oluşturan Gülbahçe Fayı üzerinde hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalar yapılmış ve fayın Pleyistosen ve Holosen'de yüzey faylanmasıyla sonuçlanmış depremler ürettiği saptanmıştır. Haritalama çalışmalarımıza göre, karadaki uzunluğu 30 km'yi bulan Gülbahçe Fayı kuzeye doğru üç kola ayrılarak çiçek yapısı geometrisi sunan sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterindedir. Fay üzerindeki her üç kolda açılan hendeklerde eski deprem izlerine ait çökelleri yaşlandırmak için Radyokarbon (^{14}C) ve Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) yöntemi uygulanmıştır.

Hendek duvarlarındaki yapısal jeoloji, stratigrafi analizleri ve toplanan örneklerin yaş verilerine göre, Gülbahçe Fayı üzerinde geç Pleyistosen-Holosen içerisinde beş olay tanımlanmıştır. OSL analizlerinin devam ettiği bu çalışmada, şu ana kadar elde edilen ^{14}C verilerine göre, Gülbahçe Fayı'nın bölgedeki tarihsel dönem depremlerine kaynaklık ettiği anlaşılmaktadır. Paleosismolojik veriler fay kollarının Holosen'de deprem ürettiğini göstermekte ve İzmir-Balıkesir Transfer Zonu'nun diri fay segmentleri içerdiğini ilk defa paleosismolojik açıdan ortaya koymaktadır. Bu çalışma, TÜBİTAK 117Y190'nolu proje tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gülbahçe Fayı, İzmir-Balıkesir Transfer Zonu, OSL ve ^{14}C yaşlandırma, paleosismoloji, Batı Anadolu

Abstract: *In recent years, even though the Miocene-Pliocene and Recent activity of Izmir Balikesir Transfer Zone (IBTZ) has been proved by geological, geomorphological, paleomagnetism, and seismological studies, there is limited information about Holocene and Pleistocene activity of IBTZ. In this study, trench-based paleoseismological analyses were performed on Gülbahçe Fault (GF) that defined on southeast segments of IBTZ and It is determined that GF produced an earthquake, this resulted in surface faulting in Pleistocene and Holocene. According to field studies, the GF is approximately 30 km long on land, and it exhibits a right lateral-strike-slip fault that formed flower structure by dividing it into three branches to the north. To constrain the timing past earthquakes Optically Stimulated Luminescence (OSL) and Radiocarbon (^{14}C) dating studies were performed on colluvial and wedge deposits at three branches of GF*

Based on OSL data five events were dentified during the Pleistocene Holocene. Paleoseismological data show that the fault branches of GF produced earthquakes at different times. OSL dating process has continued for collected OSL samples. Until now, our ^{14}C data signify that GF has responsible for historical earthquakes. This research is supported by TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) with project Number of 117Y190.

Keywords: *Gülbahçe Fault, İzmir Balıkesir Transfer Zone, OSL and ^{14}Cdating, paleoseismology, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Manisa Fayı Doğu Segmenti Üzerinde Gerçekleştirilen Paleosismolojik Çalışmalara Ait Ön Bulgular, Gediz Grabeni, Batı Anadolu

Preliminary Findings of Paleoseismological Studies on the Eastern Segment of the Manisa Fault, Gediz Graben, Western Anatolia

İsmail Duran[1], Hasan Sözbilir[2,3], Semih Eski[2], Mustafa Softa[2], Mustafa Akgün[4], Hüseyin Uytun[5]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[3]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[4]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[5]Manisa Valiliği, Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı, Manisa, Türkiye

(ismail.duran@ogr.deu.edu.tr)

Öz: Deprem kataloglarına göre, Manisa ili ve çevresinde tarihsel dönemde çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Fakat bu depremlerin sismik kaynakları ile ilgili çalışmalar çok kısıtlıdır. Bu depremlerin önemli bir kısmına kaynaklık ettiği düşünülen Manisa Fayının batı segmenti üzerinde gelişen eski depremler ortaya konduğu halde, doğudaki segmentin neden olduğu depremlerle ilgili bilgiler henüz elde edilememiştir. Bu çalışmada, Manisa Fayı'nın doğu segmentini oluşturan (Kayapınar doğusu ile Yukarıçobanisa arasında kalan) fay izleri, 1:25000 ve 1:5000 ölçeğinde haritalanmış ve uygun alanlar belirlenerek hendek-tabanlı paleosismoloji çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Haritalama çalışmalarına göre, Manisa Havzasının güneyini sınırlayan Manisa Fayı, güncel morfolojide belirgin kuzeye eğimli fay sarplıklarına sahip olan aktif bir yapıdır. Doğuda, Yukarıçobanisa ile Manisa il merkezi arasında KB-GD doğrultuda dış bükey geometriye sahiptir. Batıya doğru Manisa il merkezi ve Kayapınar arasında yaklaşık B-D, Kayapınar ile Akgedik arasında ise tekrar BKB-DGD doğrultu sunan Manisa Fayı 45 km'lik uzunluğa sahiptir.

Yapılan arazi gözlemleri ve uygulanan jeofizik yöntemler doğrultusunda, inceleme alanında 5 adet paleosismoloji amaçlı hendek kazı yeri belirlenmiştir. Açılan hendeklerin 4 tanesi Manisa Fayının batı ve orta kesimlerindeki B-D doğrultulu basamaklı fay parçalarında, 1 tanesi de doğuda dış bükey geometriye sahip fay üzerinde yer almaktadır. Elde edilen ilk bulgular, detaylı stratigrafik, sedimantolojik ve yapısal gözlemlere göre, hendek duvarlarındaki yapısal sınırların Holosen yaşlı olabilecek kolüvyal çökeller ile Miyosen yaşlı birimleri keserek ötelediği yönündedir. Bunun yanında, en batıda açılan hendeğin içsel stratigrafisi incelendiğinde bölgedeki temel kaya birimlerinin kendisinden daha genç birimleri üzerlediği gözlenmiş olup bu durum fosil bir heyelan olarak yorumlanmıştır. Paleotoprak seviyeleri ile kolüvyal kama çökellerine karşılık gelebilecek yaş tayinleri için Radyokarbon (^{14}C) ve Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) örnekleri alınmıştır. Elde edilecek yaş verilerine göre haritalanan fayların

tarihsel dönem depremlerinden hangilerine kaynaklık ettiği belirlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Aktif tektonik, Batı Anadolu, Gediz grabeni, Manisa Fayı, paleosismoloji, radyokarbon ve OSL yaş tayini

Abstract: *According to the earthquake catalogs, many destructive earthquakes have occurred in Manisa region in the historical period. However, studies on the seismic sources of these earthquakes are very limited. Although paleo-earthquakes developed on the western segment of the Manisa Fault, is thought to be these earthquakes the generated by Manisa Fault have been revealed, there is no information on earthquakes caused by the eastern segment. In this study, the eastern segment of the Manisa Fault (between the east of Kayapınar and Yukarıçobanisa) was mapped on a scale of 1:25000 and 1:5000, and trench-based paleoseismological studies were performed at suitable areas.*

According to the field mapping studies, the Manisa Fault delimits the southern of the Manisa Basin and it is an active structure with distinctly observable north dipping fault scarps. It has convex geometry in NW-SE direction between Yukarıçobanisa and Manisa at the east. Manisa Fault is 45 km long. While it shows E-W trending between Manisa and Kayapinar town, also it exhibits WNW-ESE trending between Kayapinar and Akgedik town.

Following the field observations and geophysical methods, five paleoseismological excavation sites were determined in the study area. While four trenches are excavated in the western and central parts of the Manisa Fault with steps like geometry and one trench has excavated on fault surfaces that exhibit convex fault geometry. According to the microstratigraphic, sedimentological and structural observations, the preliminary findings show that the structural boundaries in the trench walls cut off and thrown Miocene units and the colluvial deposits which may be Holocene. Besides, according to the microstratigraphy of the trench that excavated on the western part, it was observed that the younger units overlaid by bedrock units and this situation was interpreted as a paleolandslide. Optically Stimulated Luminescence (OSL) and Radiocarbon (^{14}C) samples were collected from colluvial and wedge deposits to constrain the timing past earthquakes. It will be determined that the earthquakes generated by the faults in the historical period after the dating processes are completed.

Keywords: *Active tectonics, Western Anatolia, Gediz Graben, Manisa Fault, paleoseismology, radiocarbon and OSL dating*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Antakya Fay Zonu Üzerinde Yapılan Paleosismolojik Çalışmalar

Paleosismological Studies on Antakya Fault Zone

Musa Eskiocak, Demet Över

Hatay Büyükşehir Belediyesi, 31000 Antakya, Hatay, Türkiye
(musaeskiocak79@gmail.com)

Öz: Batıda Akdeniz kıyısı ile doğuda Amik Havzası arasında KD-GB uzanımlı bir çöküntü alanı bulunur. Kuzeyi ve güneyi Paleozoik-Mesozoik yaşlı kayaçlardan oluşan yüksekliklerle sınırlı bu çöküntü alanı içinde Pliyosen yaşlı karstik sedimanter kayaçlar ve Kuvaterner yaşlı çökeller bulunmaktadır. Antakya merkez ilçesi bu çöküntü alanının kuzeydoğu kesiminde, Samandağ ilçesi ise bu çöküntü alanının güneybatısında bulunmaktadır. Asi Nehri KD-GB uzanımlı bu çöküntü alanının güneydoğu kenarı boyuncu menderesli bir şekilde akmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Antakya Fay Zonu ve Amik Gölü Fayı'nın Holosen aktivitesi olup olmadığını ve üzerlerinde yüzey deformasyonu gelişip gelişmediğini ortaya koymaktır. Bu amaçla arazide gözlemler yapılmış, bu gözlemlere dayalı çalışmalarda temel kayalarda ve Kuvaterner çökellerde faylanmaya ait jeolojik ve morfolojik veriler tespit edilmiştir. Kuvaterner çökellerde elde edilen verilerin faylanma ile ilişkili olup olmadıklarını ortaya koymak amacıyla arazi gözlemleri sonucu belirlenen lokasyonlarda Yeraltı Radarı ve hendek çalışmaları yapılmıştır. Antakya Fay Zonu üzerinde toplam 14 adet hendek açılmıştır. Arkeolojik kalıntıların bulunduğu alanlar sit alanı olduğu için bu lokasyonlarda hendek açılmasına müsaade edilmemiştir. Antakya'nın kuzeyindeki Güzelburç mevkiinde, yaklaşık 2,5 km uzunluğunda K-G uzanımlı güncel bir kırık görülmektedir. Yerel zemin koşullarına bağlı olarak gelişen bu kırık tektonik kökenli olmadığı için üzerinde hendek açılmamıştır. KB-GD uzanımlı Amik Gölü Fayı, normal faydır. Amik Gölü Fayı'nı temsil eden KB-GD uzanımlı morfolojik çizgisellik üzerinde bir adet hendek açılmıştır. Yaklaşık 15 m uzunluğunda ve 2.5 m derinliğindeki hendekte iyi boylanmış ince kum, silt türü birimler ve kanal çökelleri görülmektedir. Stratigrafik olarak altta bulunan birimler içinde karbonat dolgulu kuzeydoğuya eğimli kırıklar görülmektedir ve bu kırıklar yüzeye çıkmadan derinlerde sonlanırlar. Hendekte görülen birimleri kesen herhangi bir faya rastlanmamıştır.

Antakya Fay Zonu ve Amik Gölü Fayı boyunca faylanmaya bağlı olarak yüzeyde deformasyona neden olabilecek tektonik kökenli herhangi bir aktif yapıya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, çalışma alanının tektonik konumu dikkate alındığında, alan önemli fay zonlarının etki alanı içinde yer almaktadır. Bu nedenle çalışma alanının, yakın çevrede meydana gelebilecek büyük depremlerin etki alanı içinde olduğu göz ardı edilmemelidir.

Anahtar Kelimeler: Antakya fay zonu, Amik gölü fayı, paleosismoloji

Abstract**:** *There is a NE-SW basin between the Mediterranean coast in the west and the Amik Basin in the east. Pliocene aged karstic sedimentary rocks and Quaternary sediments are found in this depression area which is limited to the heights of Paleozoic-Mesozoic rocks in the north and south. Antakya is located in the northeastern part of this depression area, and Samandağ is in the southwest of this depression area. The Asi River flows in a meandering neck along the southeastern edge of this NE-SW trench.*

The aim of this study is to determine whether the Antakya Fault Zone and Amik lake Fault have Holocene activity and whether surface deformation develops on them. For this purpose, observations were made in the field and geological and morphological data related to faulting in the base rocks and Quaternary sediments were determined in the studies based on these observations. In order to determine whether the data obtained from the Quaternary sediments are related to faulting, Ground Penetreting Radar and trench studies were carried out at the locations determined as a result of field observations. A total of 14 trenches were opened on the Antakya Fault Zone. Since the areas with archaeological remains are protected areas, ditching was not allowed in these locations. In the Güzelburc area to the north of Antakya, there is a 2.5 km long K-G trending fracture. This fracture, which developed due to local soil conditions, is not tectonic in origin and has not been ditched. Amik Lake Fault is a NW-SE trending fault normal fault. A trench was opened on the NW-SE trending morphological linearity representing the Amik Lake Fault. The trench is approximately 15 m long and 2.5 m deep and contains well-sorted fine sand, silt type units and channel sediments. Stratigraphically, carbonate-filled northeastern inclined fractures are seen in the lower units and these fractures end up deeply before they come to the surface. No faults that cut the units seen in the trench were encountered.

Along the Antakya Fault Zone and the Amik Lake Fault, no active tectonic structures have been found that may cause deformation on the surface due to faulting. However, considering the tectonic position of the study area, the area is within the influence area of the major fault zones. For this reason, it should not be ignored that the study area is within the influence area of large earthquakes that may occur in the immediate environment.

Keywords: *Antakya fault zone, Amik Lake fault, paleoseismology*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Büyük Ağrı Volkanik Bölgesi Sismotektonik Ögeleri; Buzul-Volkanik Moloz Akıntıları Volkano-Tektonik Prosesler, Doğu Anadolu

Seismotectonic Features of Mt Great Ararat Volcanic Territory; Volcano-Tectonic Processes on Glacier-Debris Flows, Eastern Anatolia

Mehmet Salih Bayraktutan

Iğdır Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 76000 Iğdır, Türkiye

(mehmet.salih.bayraktutan@igdir.edu.tr)

Öz: Büyük Agrı Türkiye- Güney Kafkasya- KB Iran'ı içeren bölgedeki en yüksek zirve (5,167m) dir. Arap-Avrazya çarpışması Sutur Kuşağı önünde ve kuzeyinde yer almaktadır. Orta Miyosen'de etkinleşen basınç geodinamik mekanizması yaygın magmatizma eşliğinde kıtasal yükselme-kalınlaşmaya neden olmuştur. Günümüzde devam etmektedir. Aktif faylarca sınırlanmış Doğu Anadolu Pliyosen havzaları transpresyon dinamiği altında gelişmiştir. Ağrı Üçgeni bölgenin aktif tektonik şebekesinin merkezinde yer almaktadır. Kuzeydoğu kenarı sağ doğrultu atımlı Ağrı-Nahcivan Fay kuşağınca tanımlanmıştır. Ortalama doğrultu K50B dır.

Büyük Tebriz Fay kuşağının kuzeybatıya devam eden iki branşı olan, Nahcivan ve Doğubayazıt Fayları arasında Büyük Ağrı kompleksi ve daha güneyde Doğubayazıt ve Çaldıran-Balık Gölü Fayları arasında ise Tendürek Volkanik Kompleksi yer almaktadır.

Büyük Ağrı aktif tektonik unsurları iki farklı geometride kırık yüzeylerinden ibarettir. Birinci grup, volkanın oluşumu ile genetic ilişkili açılma tarzında radial kırık yüzeyleridir. Volkan faaliyetleri dışında önemli sismik risk kaynağı oluşturmaz. İkinci grup aktif faylar, bölgesel boyutlarda doğrultu atımlı, normal bileşenin egemen olduğu kırık yüzeyleridir. Önemli bir grup aktif fay, K40B doğrultulu sol yanal atımlı normal karakterinde Büyük Ağrı'yı boydan boya kat etmektedir. Zirvede buradaki buzul örtüsünü de kesen açılma niteliğinde faylar, kuzey yamaçlarda özellikle Chennem Vadisinde aşırı heyelanlar, moloz akıntıları, buzul ve çamur akıntıların katastrofik (1840 faaliyeti) biçimde oluşmasında asıl rolü oynamıştır. Bu fay yüzeyleri boyunca batı bloklar düşmüş, sola ötelenmiştir. Bu durum zirvede buzul örtü topoğrafyasında da izlenmektedir. Diğer bir kırık hattı Büyük Ağrı batı yamaçları boyunca K40B doğrultulu normal sağ yanal atımlı fay grubudur. Başlıca dört kırık yüzeyinden oluşmaktadır. Pamuk ve Zor Dağları doğu yamacı boyunca uzanmaktadır. Akyürek Tepe bölgesinde bu faylar üzerinde bir kaç krater oluşmuştur. Batı yönündeki iki krater (3250m kodunda) palaeo-sismik etkinlik sonucu kısmen tahrip olmuş, çöken volkanik moloz malzemesi iki heyelan halinde 1950 m koduna kadar akmıştır.

Büyük ve Küçük Ağrı arasında, zirve nin GD yamacında, K25B doğrultusunda açılma kırığı üzerinde bir dizi Andezitli lav domları bulunmaktadır. Bu dome dizisinin batısında ona paralel Mıh Tepe (3700m) üzerinden ikinci bir kırık hattı boyunca krater ve parazit koniler gelişmiştir. Yenidoğan Fayı radyal açılma kırık isteminin kuzeydoğu yamacında K45D uzanımlı bir elemanıdır. Tekrarlanan volkano-tektonik etkinlikler sonucu gelişmiştir. Zirveden tabana doğru buzul akıntısı, volkanik moloz-buz karışımı, moren ve yamaç molozu karışımı malzeme

katastrofik taşkın halinde bu fay güzergahında hem derin erozyona hemde kanyon çıkışında çökelime sahne olmuştur. Farklı doğrultuda K(65-70)D bir fay etkinliği kuzey yamaçları kat eden Faylar Arasa akan derelerde hatta vadi boyunca uzanan Kör Buzul'da birkaç yüz metreye erişen atımlara neden olmuştur. Abich Buzulu nun Cehennem vadisi boyunca yaklaşık 8 km kadar uzanan bir dalı önce moren çökelleri örtülüdür. Üzerinde yamaç molozu malzemesi ile birlikte hareket halindedir. Zirvede buzul kanyona doğru akmaya başladığında birçok fay yüzeyleri tarafından adeta dilimlenmiştir. İki farklı doğrultuda fay yüzeyleri K(65-70)D ve K40D nin vadiyi kesiştiği yerlerde kar şellaleleri, buzul akıntıları ve buzul çökmeleri gibi modlarda alt kotlara (2800m) kadar inmiştir. Kanyonun başlangıç noktasında moren sedimentlerine, her iki dik yamaçtan katılan moloz akıntıları, heyelan malzemeşi ve kaya düşmeşi gibi farklı mekanizmalar ile oluşan malzeme, 8 km kadar bir güzergahı zemin altında (örtülü-kör buzul) halinde sırtında sediment örtü ile birlikte aktif olarak hareketine devam etmektedir. Bu rapor Büyük Ağrı kuzey yamaçlarında Cehennem Kanyonunda, volkano-tektonik etkinlikler, buzul şapka'nın dilimlenmesi, buzul erimesi, volkanik moloz akıntıları, yamaç malzemesi ve taşkın gibi afetleri hazırlayan, kütle hareketlerinin izlenmesi ve küresel ısınma ile ilişkisi üzerinde yoğunlaşmıştır. Son büyük afet, Temmuz 1840 Ağrı Depremi sonuçları ışığı altında gelecekteki afet zararlarının azaltılması amaçlı verilerin toplanması ve izlenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Büyük Ağrı, aktif faylar, buzul, moren, taşkın

Abstract: *Great Ararat Volcano has one of the highest peak (5,167m) all over the Anatolia-South Caucasus-NW Iran Volcanic Plateau, which is located in front of Arabian- Eurasian Collision, north of Bitlis-Zagros Suture. Middle Miocene compressional geodynamic mechanism resulted in continental uplift associated with vast magmatism. Fault bounded East Anatolian Pliocene basins developed under currently active transpressional kinematics. Agri Triangle located at the centre of active tectonic framework. Northeastern Side defined by right lateral strike slip Ararat- Noahcevan Fault Zone, has average trend of N50W. Great Agri Complex located in between two branches of Tebriz Fault zone, Noahcevan Faults (NE) and Dogubayazit Faults (SW). Both are dextral SS faults defining NE side of Agri Triangle. Active tectonic features of Ararat Complex consist mainly of two different pathern of fractures. First group are genetically associated to evolution of the Volcano, tensional radial fractures, do not have significant seismic risks, except period of eruptions. Second Group, are regional scale dominantly SS Faults (with normal and reverse slip) changing along the fault strike. Besides, a set of N40E striking parallel sinistral Great Ararat Faults crossing the Mountain completely at crest, across Glacier Cap cover. Western block subsided down sliced the whole mountain, and cut Glacier Cap, leaving fault scarps at surface, visible even after very thick snow accumulation in every winter. One significant active fault extend in west slope of Mountain with N40W strike, along which several craters aligned. Four parallel strands of this set of faults, RL normal slip character continues northwest along the eastern slope of Pamuk and Zor Mounts. A serious of Craters formed on two parallel branch of this set, experienced significant dip slip which caused collapse of NW segment of crater wall, at two circular depressions. During coseismic volcanic eruptions two Landslides occurred, continued as debris flow down to valley bottom. Another tensional fault with N25W strike are loci of a serious andesitic domes. Yenidogan Fault (N45E) is a member of radial fracture system, which exposed to severe Flooding, Glacier Flow, volcanic debris flows, along the Cehennem Canyon . Another fault trending in N(65-70)E, crosses whole north slope, caused significant offset of creek courses and even blind glacier in Cehennem Valley, to about several hundred meters. A blind glacier, burried by moraine cover and later by volcanic debris flows. Glacier extensions across fault scarps are dissected into segments, each part subsided down at several places in the form of snow-fall, till valley bottom. Finally, at valley bottom a lobe of Abich Glacier continued about 8 km along the valley. Motion of blind Glacier are monitored, to covaluate Flood risk which occurred several times in the past. This research focused on monitoring active volcano-tectonic activities starting from fragmentation Glacier Cap, along the Ahora Gorge till end of valley. An examples of historical earthquake (July 1840), caused hazards by volcanic debris flow, glacier melt, flooding, and other mass movements.*

Keywwords: *Ararat, active faults, glacier, moraine, flooding*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Denizli ve Yöresinin Güncel Sismotektonik Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Current Seismotectonic Properties of Denizli and Its Region

Doğan Kalafat, Yavuz Güneş, Mehmet Kara, Kıvanç Kekovalı

Kandilli Rasathanesi ve DAE-BDTİM, Boğaziçi Üniversitesi, 34684 Çengelköy, İstanbul, Türkiye

(kalafato@boun.edu.tr)

Öz: Denizli ili ve çevresi Türkiye'nin sismik açıdan en aktif yörelerinden birisidir. Bölge Batı Anadolu'daki en önemli 2 büyük grabenin (Gediz ve Büyük Menderes) doğu ucunda yer almaktadır. Bu yüzden bölgede deprem üreten diri fay parçaları çok dağınık ve fazla olup farklı zonlar içermekte, bu ise bölgede yoğun sismik etkinliğe neden olmaktadır. Özellikle son yıllarda bölgede ard arda meydana gelen depremler genel anlamda Batı Anadolu'da görülen K-G yönlü genişlemeli tektonik rejimin hakim olduğu karmaşık bir tektonik deformasyonun bir sonucudur. Bununla birlikte güneybatı kıyılarımızda etkili olan Afrika Tektonik Levhasının Anadolu Levhası altına dalması, bölgedeki tanımlanan tekdüze deformasyonun çok kompleks hale getirmekte, bunun sonucu olarak da bölgede yoğun sismik aktiviteye sebep olmaktadır.

Bölge tarihsel ve aletsel dönemde önemli depremler üretmiştir. Son yıllarda meydana gelen orta büyüklükte depremler ve yoğun sismik aktivite bölgedeki genç havzaların tektonik evrimini sürdürdüğünü ortaya koymaktadır. Çalışmada hedeflenen, bölgedeki mikro-deprem aktivitesinin ve aktiviteye neden olan genç fayların özelliklerinin ortaya çıkartılmasıdır. Bu bağlamda bölgedeki mikro-deprem etkinliğinin çok düzenli ve hassas bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında kurulacak 4 adet deprem istasyonu bölgenin depremselliği çok hassas takip edilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısı ile Büyük Denizli Fay Zonu (BDFZ) boyunca meydana gelen mikro-depremleri izlemek, mevcut sismik ağı zenginleştirmek ve bölgedeki deprem algılama eşiğini arttırmak (M_c<2.9) çalışmanın en önemli hedefidir. Güncel verinin değerlendirilmesi ile bölgede meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğunun üst kabukta meydana gelmiş olduğu, deprem üreten sismojenik zonun 7-10 km. civarında olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında son yıllarda meydana gelen önemli depremlerin yapılan faylanma mekanizmaları çözümleri, genel olarak doğrultuları B-D, K-G, KB-GD yönlü normal faylanma ağırlıklı ve oblik (doğrultu atım bileşeni olan normal faylanma) faylanmaların bölgede hakim olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan gerilme analizi de bölgede hakim olan T_{Max} gerilme ekseninin hakim yönünün KKB-GGD yönünde olduğunu ortaya koymuştur. Bu ise bölgenin, bölgesel gerilme eksenleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. 2019 yılında meydana gelen Acipayam Deprem Serisinde maksimum ivme (PGA_{Max}) değerlerinin ağırlıklı olarak KB-GD gidişli dağıldığı görülmüştür. Bunun en büyük nedeni ise depreme neden olan fayların genel doğrultusu ve kırılmanın hakim yönünün bu doğrultuda olması olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanında çalışmanın temel hedeflerinden birisi de, bölgede yakın tarihte meydana gelen ve halen devam eden, aynı zamanda devam etmesi beklenen deprem etkinliğinin ve meydana gelebilecek büyük bir deprem sonrasındaki sürecin, artçı depremlerin dağılımının izlenmesidir. Çalışmada elde edilecek veri seti, aynı zamanda bölgede yoğun olarak kullanımına devam edilen jeotermal enerji ve yapılan

su enjeksiyonlarının, tetiklenmiş depremlere neden olup olmadığının araştırılmasıdır. Kısaca depremler ile jeotermal enerji maksatlı yapılan enjeksiyonlar arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığının araştırılmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Denizli, genişlemeli tektonik rejim, mikro-deprem aktivitesi, deprem istasyonu, deprem algılama eşiği, tetiklenmiş depremler

Abstract: *Denizli and its surroundings is one of the most seismically active regions in Turkey. The region is located at the eastern end of the two most important graben (Gediz and Büyük Menderes) in Western Anatolia. Therefore, active fault segments that produce earthquakes in the region are very diffused and large and contain different zones, causing intense seismic activity in the region. Particularly in recent years, the successive earthquakes in the region are the result of a complex tectonic deformation dominated by the N-S-directed extensional tectonic regime in Western Anatolia. However, the penetration of the African Tectonic Plate under the Anatolian Plate, which is effective on our southwest coasts, makes the defined uniform deformation in the region very complex and as a result of this, intense seismic activity occurs in the region.*

The region produced significant earthquakes in historical and instrumental periods. Moderate-sized earthquakes and intense seismic activity in recent years show that the young basins continue their tectonic evolution in the region. The aim of the study is to reveal the micro-earthquake activity in the region and the characteristics of the young faults causing the activity. In this context, micro-earthquake activity in the region needs to be monitored very regularly and precisely. The 4 seismic stations to be established within the scope of the study will be enable the seismicity of the region to be monitored very precisely. Therefore, monitoring the micro-earthquakes along the Great Denizli Fault Zone (GDFZ), enriching the existing seismic network and increasing the earthquake detection threshold in the region (M_c <2.9) is the most important objective of the study. With the evaluation of the current data, most of the earthquakes occurred in the region occurred in the upper crust, earthquake-producing seismogenic zone has been seen 7-10 km to be around. In the scope of the study, faulting mechanism solutions of important earthquakes occurred in recent years revealed that in general the direction of W-E, N-S, NW-SE oriented normal faulting and oblique (normal faulting with strike slip component) dominate the region. The stress analysis revealed that the dominant direction of the T_{Max} stress axis in the region is in the NNW-SSE direction. This shows that, the region is compatible with the regional stress axes. In the Acipayam Earthquake Series that occurred in 2019, it was observed that the maximum acceleration (PGA_{Max}) values were mainly distributed in NW-SE trend. The main reason for this was evaluated as the general direction of the faults causing the earthquake and the dominant direction of the rupture in this direction. In addition to this, one of the main objectives of the study is to monitor the recent and ongoing earthquake activity in the region and expected to continue at the same time and the distribution of aftershocks after a major earthquake. The data to be obtained in this study is to investigate whether geothermal energy and water injections commonly used in the region cause triggered earthquakes. In short, to investigate whether there is a linear relationship between earthquakes and geothermal energy injections.

Keywords: *Denizli, extensional tectonic regime, micro-earthquake activity, earthquake station, earthquake detection threshold, triggered earthquakes*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Ulubat Fayı Aktif Tektonik Özellikleri

Active Tectonic Characteristics of the Ulubat Fault

Yusuf Büyükdeniz[1], Taylan Sancar[1], Volkan Karabacak[2]

[1]Munzur Üniveristesi, Coğrafya Bölümü, 62000 Tunceli, Türkiye

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir, Türkiye

(yusufbykdeniz@gmail.com)

Öz: Uludağ Yükselimi Batı Anadolu açılma bölgesi ile Kuzey Anadolu Fay Zonu doğrultu atımlı hareket alanı arasında özel bir konuma sahiptir. Ulubat, Bursa ve İnegöl fayları batıdan doğuya bir yay geometrisi ile bu yükseliminin kuzeyini sınırlamaktadır. Ulubat Fayı batı ucunda (27 Şubat 1855, M=7.3) ve Bursa Fayı boyunca (11 Nisan 1855, M=6.3) meydana gelen 2 büyük depreminin varlığı, bu zondaki fay segmentlerinin aktif olduğunu göstermektedir. Bu iki depremin Ulubat ve/veya Bursa fayları üzerinde meydana geldiği öne sürülmekle birlikte; Uludağ Yükselimi kuzeyindeki fayların genel nitelikleri üzerine net bilgiler bulunmamaktadır.

Bu çalışmada Uludağ Yükselimi kuzeyini sınırlayan alanda morfometrik özelliklerin incelenmesi ve bu alanda Ulubat Fayı'nın aktif tektonik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışma alanında 79 drenaj alanı belirlenmiş ve her bir drenaj alanı için hipsometrik integral, integral analiz, konkavlık analizi, transvers topoğrafik asimetri faktörü ve havza asimetrisi gibi direk bilgi veren morfometrik indisler hesaplanmıştır. Buna göre alanda topoğrafya genç ve kararsız durumdadır. Bu durum fayların güncel aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir. Uludağ yükselimi kuzeyinde Bursa Fayı'nın en yüksek yükselim hızına sahip olduğunu göstermektedir. Morfometrik analiz sonuçları, ayrıca bu alandaki düşey hareketin Bursa baseni batısında Ulubat Fayı boyunca aniden sağ yanal deformasyona evrildiğini ortaya koymaktadır.

Ulubat Fayı fizyografik yerdeğiştirme özellikleri ve jeolojik delillerden yararlanılarak arazide haritalanmıştır. Genişlemeli çift büklüm geometrisine sahip DKD-BGB uzanımlı Ulubat Fayı geometrik karakteristiklerine göre 3 segmente ayrılmıştır. Ulubat Fayı boyunca ilk paleosismoljik hendek çalışmaları yürütülmüş, orta ve doğu segmentlerde son 16 bin yılda en az 6 eski deprem izi ayırt edilmiştir. Geometrik segmentasyon ile uyumlu olan paleosismik davranış her bir segmentte bağımsız kırık gelişimine işaret etmektedir. Tarihsel kayıtlarla ilişkilendirilen yaş sonuçları Ulubat Fayı doğu ve orta segmentleri boyunca en son yüzey kırıklarının sırasıyla 03 Mayıs 170 (I=IX) ve 26 Kasım 1143 (M=6) depremleri ile oluştuğunu göstermektedir. Paleosismik tekrarlanma aralığının değerlendirilebilmesi için daha fazla veriye ihtiyaç duyulmasına rağmen, bu çalışmada elde edilen sonuçlar Ulubat Fayı'nın Uludağ yükselimi kuzeyinde önemli bir aktivite üstlendiğini göstermektedir. Bu çalışma Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (UDAP G-18-01) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Morfometrik analiz, paleosismoloji**,** Uludağ yükselimi, Ulubat fayı

Abstract**:** *The Uludağ Range is a pivotal region marks the transition between the Western Anatolian extensional regime and North Anatolian Fault Zone strike-slip domain. Ulubat, Bursa and İnegöl faults bound the northern part of the range from west to east with an arc-shape geometry. The two major earthquakes that occurred along the Bursa Fault (11 April 1855, M=6.3) and the western end of the Ulubat Fault (27 February 1855, M=7.3) show the activity of the zone. Although it is suggested that the earthquakes ruptured the Bursa fault and/or the Ulubat fault, there is no exact information about the fault characteristics of the northern part of the Uludağ Range.*

Within this study, we aimed to focus on the morphotectonic properties of the northern boundary faults of the Uludağ Range and to present active tectonic features of the Ulubat Fault. In this context, 79 drainage basins were selected and direct-informative morphometric indices like topographic symmetry factor, asymmetry factor, hypsometric curve and integral, channel concavity, and integral analyses were calculated for each drainage basin. Accordingly, the topography of the region is relatively young and unstable. This case has been related to the recent activity of the faults. The results of the morphometric analyses suggested that the vertical motion in the north of the Uludağ Range changes abruptly to strike-slip dominated deformation along with Ulubat Fault towards the west of the Bursa basin.

Ulubat Fault was mapped in the field by using offset physiographic features and geological evidence. The ENE–WSW striking Ulubat Fault that presents the releasing double-bend geometry and it was divided into three segments with the geometrical characteristics. We conducted the first paleoseismological trench studies on the Ulubat Fault and identified at least 6 paleoearthquakes for the last 16 ka on eastern and middle segments. The paleoseismic behavioral results which are consistent with the geometric segmentation show individual ruptures on each segment. Dating results correlated with historical records show that the last events along the eastern and middle segments of the Ulubat Fault occurred on 03 May 170 (I=IX) and on 26 November 1143 (M=6) respectively. Although further studies are needed to evaluate the paleoseismic recurrence interval, our results show that the Ulubat Fault takes over a considerable activity in the north of Uludağ Range. This research was supported by the Disaster & Emergency Management Authority of Turkey (UDAP project; G-18-01).

Keywords: *Morphometric analysis, paleoseismology uludağ range, ulubat fault*

Marmaris ve Fethiye Körfezleri Arası Tektonik Yapıların Araştırılması

Investigation of Tectonic Structures in the Area Between Marmaris and Fethiye Bays

Ayhan Yavuzoğlu[1], Erdin Bozkurt[2], Bülent Kaypak[3,4], Aslı. Z. Yavuzoğlu[1], Kerim T. Sarıkavak[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2] Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[4]Ankara Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (ADAUM), Ankara, Türkiye

(ayhan.yavuzoglu@mta.gov.tr)

Öz: Fethiye-Burdur Fay Zonu ile Pliny Strabo Fay Zonu'nun ilişkisi ve devamlılığı hakkında farklı araştırmacılar tarafından farklı modeller önerilmiştir. Doğuda Finike, Batıda Datça Körfezi arasındaki alanda yapılan bu çalışma ile STEP Fay Zonu'nun kuzeybatı kesiminin yapısal özelliklerine ışık tutmayı ve STEP Fay Zonu ile Anadolu Plakası'nın tektonik evrimini aydınlatmayı amaçlamaktadır.

Bölgenin genel tektonik çatısının daha iyi anlaşılması için Sismik-1 MTA Araştırma Gemisi tarafından 352 km uzunluğunda 120 ya da 96 kanallı sismik veri toplanmıştır. 7 (yedi) sismik kesitin yorumlanmasıyla Messiniyen sonrası çökellerin tektonik gelişimi ve çalışma alanının aktif tektonik yapılarının açıklanması da amaçlanmıştır. Sismik yorumlar ile güncel tektonik rejime kadar olan zaman diliminde iki önemli deformasyon süreci ve KD-GB doğrultulu faylar ortaya konulmuştur.

Bölgenin aktif faylarını en iyi yansıtan 6 (altı) önemli depremin odak mekanizma çözümü yapılmıştır. Bölgede yapılan odak mekanizma sonuçları ile çoğunlukla sağ yanal atımlı fayların yanında ve sol yanal atımlı fayların varlığını ortaya konulmuştur.

Odak mekanizma çözümleri ile sismik yorumların deneştirilmesi sonucunda ortaya çıkan sağ-yanal atımlı faylar, FBFZ ve Pliny-Strabo STEP Fay Zonları'nın sol-yanal atımlı hareketlerinin alansal kısıtlamaları ile belirtilen yapıyla uyumlu değildir. Bu durum bölgede ki fayların doğası hakkında daha fazla karışıklık oluşturmaktadır. Bu nedenle, daha ileri tartışma için daha ayrıntılı çalışma yapılması gerektiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: 2B Sismik, Marmaris-Fethiye Körfezleri, aktif tektonik, odak mekanizma çözümü, Fethiye-Burdur Fay Zonu ve Pliny-Strabo STEP Fay Zonu

Abstract: *Different researchers propose different models on the relationship between, and continuum of, the Fethiye-Burdur Fault Zone (FBFZ) and Pliny-Strabo STEP Fault Zone. The study performed at area between Finike Bay in the east and Datça Bay in the West aims to shed light on the structural features in the northeastern part of the STEP fault zone and enlighten tectonic evolution of the STEP Fault Zone and the Anatolian Plate.*

352 km long, 120 or 96 channel seismic data is collected by Sismik-1 MTA Research Vessel for the aim of better understanding the region's overall structural framework in study area. 7 (seven) seismic sections are interpreted not only to explaining tectonic evolution of post Messinian succession but also for understanding the active tectonic structures in the present area. Seismic interpretation revealed two main deformation periods until recent tectonic regime and presence of NE-SW striking faults in the region.

Most representative 6 (six) major earthquake's focal mechanism that one indicate of active faults in study area is presented. Carried out focal mechanism solution in the study area indicate presence of mostly dextral also sinistral faulting as well in study area.

Correlation of focal mechanism solution and seismic interpretation indicate right-lateral strike-slip faulting is not compatible with the regional constraints that suggest left-lateral strike-slip faulting both in the FBFZ and the Pliny-Strabo STEP Fault Zone. This brings more confusion about the nature of faulting in the region. It is therefore suggest more detailed investigation is required for further discussion.

Keywords: *2D Seismic, Marmaris-Fethiye Bays, active tectonic, focal mechanism solution, Fethiye-Burdur Fault Zone and Pliny-Strabo STEP Fault Zone*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Normal Faylar Tarafından Kontrol Edilen Derine Kazma Hızı ve Akarsu Taraçası Oluşumu, Aydın Fay Segmenti, Batı Anadolu

River Terrace Formation and Incision Rate Controlled by the Response to Normal Faulting, Aydın Fault Segment, Western Anatolia

Emrah Özpolat[1], Cengiz Yıldırım[1], Tolga Görüm[1], Eren Şahiner[2]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü , 06100 Beşevler, Ankara, Türkiye

(ozpolat16@itu.edu.tr)

Öz: Fayların kayma hızı ve geometrisi, bölgesel deformasyon paterninin daha iyi anlaşılması için kritik öneme sahiptir. Ayrıca normal bir fayın düşey kayma hızının belirlenmesi, o fayın aktivitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerden biridir. Yüksek açılı normal faylar, Menderes Masifi'nin temel aktif tektonik yapılarındandır. Özellikle Aydın Bloğu'nun güney sınırı aktif olarak gelişen normal faylar ile karakterize edilir. Fakat, Aydın Bloğu'nu sınırlandıran normal faydaların kayma hızını tespit etmeye yönelik herhangi bir nümerik tarihlendirme çalışması yoktur. Bu çalışmanın amacı, Aydın Fay segmentinin Geç Pleyistosen deformasyonu sırasındaki tektonik aktivitesi hakkında hakkında çıkarım yapmak için aktif faylarla kontrol edilen akarsu taraçalarının haritalanması ve tarihlendirilmesidir. Bu nedenle Aydın Bloğu'nun güney yanacı boyunca Kuvaterner çökelleri hedef çalışma alanı olarak seçilmiştir. Akarsu taraçalarının haritalanmasında, İHA'lardan elde edilmiş 20 cm çözünürlüklü SYM ve 12.5 m lik çözünürlüğe sahip TANDEM-X verisi kullanılmıştır. Akarsu taraçaları, yüksek çözünürlüklü DEM verisi ve arazi gözlemleri ile haritalanmıştır. Aydın Fay segmenti tarafından kontrol edilen Tabakhane Nehri üzerinde en az 5 adet teras basamağı tespit edilmiştir. Büyük Menderes Grabeni'ne göre taban bloğu üzerinde yer alan Tabakhane Nehri taraçalarının güncel akarsuya göre yüksekliği temel alınarak akarsuyun derine kazma hızı tespit edilmiştir. Düşey kayma hızını belirlemek için akarsu taraçalarının depoları Optik Uyarımlı Lüminesans tarihlendirme yöntemiyle yaşlandırılmıştır. OSL yaşlar 52.134 ± 4.817 bin yıl ve 3.914 ± 0.513 bin yıl arasında değişmektedir. OSL yaş sonuçları ve akarsu taraça basamaklarının yüksekliği temel alınarak Aydın Fay segmentinin kayma hızı 1.72 mm/yıl olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No. 116Y077) ve İTÜ Bilim Araştırma Projeleri koordinatörlüğü (Proje No. TDK-2019-41838) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aydın Fayı, normal fay, kayma hızı, jeomorfoloji, OSL

Abstact: *The study of the geometry and slip rate of the faults holds crucial value for better understanding the regional deformation pattern. Additionally, to determine the vertical slip rate of a normal fault is one of the most important parameters for evaluating its level of activity. The high-angle normal faults are the principal active tectonic structures of the Menderes Massif. Especially, the southern margin of the Aydın Block is characterized by actively growing normal faults. However, quantitative dating studies on determine the slip rate of normal faults in Aydın Block has not yet been perform. The main purpose of this study is mapping and dating of faulted or uplifted fluvial terraces and strive to extract information about timing and rate during the late Pleistocene deformation. We focus on Quaternary fluvial deposits that surround southern flank of the Aydın Block. Here, we used high resolution UAV based DEM (20 cm) together with 12.5 m resolution TanDEMX data to extract the river terraces. River terraces and their offsets were mapped using high-resolution DEMs combined with field observations of terrace morphology and the characteristics of the soils developed in each terrace remnant. We determined at least five terraces staircase above the Tabakhane River controlling by the Aydın Fault Segment. We calculate the displacement of the fault by measuring the heights of river terraces on the footwall according to the Büyük Menderes Graben. Optically Stimulated Luminescence dating method was performed to date depositional ages of the fluvial terraces as a proxy of vertical slip rate. We then calculate the vertical slip rate of the fault based on the displacements and ages of the river terraces. OSL ages range between 52.134 ± 4.817 ka and 3.914 ± 0.513 ka. Based on Optically Stimulated Luminescence dating of offset-related river terraces, we obtain late Pleistocene slip rate of ~1.72 mm/a along the Aydın Fault Segment.*
This study is supported by TUBITAK (Project No. 116Y077) and Istanbul Technical University Research Fund (Project No. TDK-2019-41838).

Keywords: *Aydın Fault, normal fault, slip rate, geomorphology, OSL*

Orta Büyüklükteki (M5-6) Depremler ve InSAR: Batı Anadolu'dan Örnekler

Moderate-Size (M5-6) Earthquakes and InSAR: Examples from Western Anatolia

Ahmet M. Akoğlu

Cemal Gürsel Caddesi 111, Dikimevi, Ankara, Türkiye

(akoglua@outlook.com)

Öz: Sentetik açıklık radar interferometrisi (InSAR) tekniği, 1995 Mw 6.4 Dinar depreminden beri Anadolu'da meydana gelen tektonik kökenli yüzey yer değiştirmelerinin analizi için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Son 20 yılda InSAR, 1999 İzmit-Düzce, 2011 Van depremleri gibi büyük depremlerin analizi ve Kuzey ve Doğu Anadolu faylarındaki krip hareketlerinin tayini dışında birçok yeni (daha önceden varlığı bilinmeyen) aktif fayın tanımlanabilmesini de sağlamıştır. Ne var ki uyduların uzun ziyaret aralıkları ve hassas olmayan yörüngeleri gibi nedenler yüzünden teknik 2007 (Mw 5.7) Sivrice-Elazığ depremi dışında M<6 depremlerin çalışılması için kullanılamamıştır.

2016 yılında Sentinel radar uydularının ikincisinin fırlatılması ile Anadolu'nun da aralarında olduğu dünyanın pek çok tektonik olarak aktif bölgesi için 6 günde bir radar uydu geçişi mümkün hale gelmiştir. Bu kısa ziyaret aralığı ve daha hassas uydu yörüngeleri hem genel anlamda depremler hakkında daha erken bilgi edinilebilmesini sağlamış hem de daha yüksek görüntü koheransları sayesinde orta büyüklükteki depremlerin de çalışılabilme ihtimalini arttırmıştır. Bu konuşmada, bu zengin Sentinel-1 veri arşivinden istifade edilerek 27 Mayıs 2017 (Mw 5.2) Saruhanlı, 20 Mart 2019 (Mw 5.7) Acıpayam ve 08 Ağustos 2019 (Mw 6.0) Bozkurt depremlerinin InSAR ile yapılan analizleri sunulacak ve tekniğin Batı Anadolu'daki orta büyüklükteki depremlerin çalışılması için önemi vurgulanacaktır.

Anahtar Kelimeler: InSAR, kosismik model, Batı Anadolu, normal faylanma

Abstract: *Synthetic Aperture Radar Interferometry (InSAR) technique is being used extensively for the study and analysis of surface displacements with tectonic origins in Anatolia since the 1995 (Mw 6.4) Dinar earthquake. In the last two decades, in addition to the studies focusing on the major earthquakes of 1999 İzmit-Düzce, 2011 Van earthquakes and creep events along the North and East Anatolian faults, InSAR helped geoscientists study and document several previously-unknown active faults of Anatolia and their corresponding parameters. However, the technique could not have been applied to study M<6 events, with the exception of the 2007 (Mw 5.7) Sivrice-Elazığ earthquake, due to factors such as long revisit times and large baselines of the available radar satellites.*

With the launch of the Sentinel constellation's second radar satellite in 2016, nowadays a revisit time of six days is possible for most of the active tectonic regions of the world, Anatolia being one of them. Shortened revisit times and accurate orbits that are now possible with these new generation of satellites not only makes it possible to respond to earthquakes much faster than before but also increases the chance of studying moderate-sized events in detail due to the overall increase in interferometric coherence. In this talk, making use of this rich Sentinel-1 archive, an InSAR-based analysis of the 27 May 2017 (Mw 5.2) Saruhanlı, 20 March 2019 (Mw 5.7) Acıpayam and (08 August 2019) Mw 6.0 Bozkurt earthquakes will be presented to highlight the importance of the technique for studying moderate-sized events in western Anatolia.

Keywords: InSAR, coseismic model, Western Anatolia, Manisa, normal faulting

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Beypazarı Kör Bindirme Zonu'nun İç Yapısına Ait Çayırhan Civarındaki Gözlemler

Observations on the Internal Structure of Beypazarı Blind Thrust Zone Around Çayırhan

Anıl Ardahanlıoğlu, Gürol Seyitoğlu, Korhan Esat

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(a.ardahanli@gmail.com)

Öz: Kuzey Anadolu Fay Zonu, Eskişehir Fay Zonu ve Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu arasında kalan, Kuzeybatı Orta Anadolu Daralma Bölgesi olarak isimlendirilen neotektonik alan içinde Eldivan-Elmadağ Tektonik Kaması ve Abdüsselam Tektonik Kaması ile birlikte yer alan Beypazarı Kör Bindirme Zonu'nun iç yapısı Çayırhan kuzeyinde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Bu alanda yapılan jeolojik haritalama ve yapısal verilerin elde edilmesi ile Beypazarı Kör Bindirme Zonu'nun kuzeyden güneye doğru Karaköy, Sekli, Nalçabayırı, Uzunbayır kör bindirmeleri ile Davutoğlan Geri Bindirmesi ve Beypazarı Kör Bindirmesi-I, II yapılarından meydana geldiği belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki kör bindirmeler fayların tavan bloklarında gelişen asimetrik antiklinallerin varlığından yararlanarak saptanmış olup, derin kazılan vadiler ve aşınmalar yardımıyla kör bindirmeler ile ilişkili fay düzlemleri üzerinde yapısal verilerin toplanması mümkün olmuştur. Bazı alanlarda fay ilerleme kıvrımları ile kör bindirmelerin ilişkilerini Kocakızılbayır Tepe'de olduğu gibi net olarak gözlemek mümkündür.

Önceki araştırmaların üzerinde fikir birliği oluşturamadığı Davutoğlan civarındaki faylanma, çalışma alanındaki diğer bütün faylardan farklı olarak tavan blokta oluşturduğu asimetrik antiklinalin verjansının kuzeye olması sebebiyle, Davutoğlan Geri Bindirmesi olarak değerlendirilmiştir.

Daha geniş bir alanda yapılan ve daha fazla yapısal veri elde edilen bu çalışma ile KB Orta Anadolu'da deprem üreten neotektonik yapılardan biri olan, linyit ve trona içeren çökelleri deforme eden Beypazarı Kör Bindirme Zonu'nun iç yapısı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Neotektonik, İç Anadolu, fay ilerleme kıvrımı, kör bindirme, Beypazarı

Abstract: *The neotectonic area between the North Anatolian Fault Zone, the Eskişehir Fault Zone, and the Kırıkkale-Erbaa Fault Zone defined as the Northwestern Central Anatolian Contractional Area includes the Eldivan-Elmadağ Tectonic Wedge and the Abdüsselam Tectonic Wedge together with the Beypazarı Blind Thrust Zone. In this study, the internal structure of the Beypazarı Blind Thrust Zone has been examined in detail in the north of Çayırhan.*

With the help of geological mapping and structural data obtained from the study area, the Beypazarı Blind Thrust Zone was determined that it is composed of the Karaköy, Sekli, Nalçabayırı, Uzunbayır blind thrusts, the Davutoğlan Back Thrust and the Beypazarı Blind Thrust-I, II from north to south, respectively.

Blind thrusts in the study area were determined by the presence of asymmetric anticlines in the hanging wall of the faults, and it was possible to collect structural data on the fault planes associated with these blind thrusts with the help of deep incised valleys and erosions. In some areas, the relationship between the fault propagation folds and blind thrusts is clearly observed as in Kocakızılbayır Tepe.

Faulting in the vicinity of Davutoğlan, where previous studies did not reach a consensus, is considered as the Davutoğlan Back Thrust due to the north vergent asymmetric anticline in its hanging wall which is different from all other faults in the study area.

In this study covered wider area and obtained more structural data, the internal structure of Beypazarı Blind Thrust Zone, one of the neotectonic structures producing earthquakes in the NW central Anatolia and deforming the lignite and trona-bearing sediments, has been revealed.

Keywords: *Neotectonics, Central Anatolia, fault propagation fold, blind fault, Beypazarı*

Küçük Menderes Grabeninin Güney Kenarının Tektonik Jeomorfolojisi, Batı Anadolu

Tectonic Geomorphology of Southern Margin of Küçük Menderes Graben, Western Anatolia

Mustafa Softa

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(mustafa.softa@deu.edu.tr)

Öz: Küçük Menderes Grabeni'nin oluşum mekanizması ile ilgili çalışmalar 1800 yılların ortalarından bu yana yoğun çalışılmasına rağmen grabeni denetleyen faylarla ilgili çalışmalar az sayıdadır. Bu boşluğu kapatmak için Küçük Menderes Grabeni'nin güney bölümü boyunca morfometrik analizler yapılmıştır. Küçük Menderes Grabeni'nin güney bölümü Tire çizgiselliği ve Halıköy-Beydağ fayları tarafından denetlenmektedir. Akçaşehir ve Kürdüllü köyleri arasında izlenebilen D-B uzanımlı Tire çzigiselliği yaklaşık 20 km uzunluğunda ve 1-3 km genişliğine sahipken, KB-GD uzanımlı Halıköy-Beydağ fayları Bozcayaka köyü ve Demirhankarlığı Tepe arasında yaklaşık 17 km uzunluğunda eğim ve oblik atımlı normal fay niteliğindedir. Söz konusu iki yapısal sınır KD-GB uzanımlı aktarım rampası ile birbirlerine bağlıdır. 57 akaçlama havzası üzerinde gerçekleştirilen morfometrik analiz sonuçları Asimetri Faktörünün (AF) 17 ile 84 arasında, Hipsometrik İntegral (HI) verilerinin 0,34 ile 0,89 arasında, Vadi tabanı-yüksekliği oranının (Vf) 0,31 ile 0,99 arasında, dağ önü sinüslülüğünün (Smf) 1,2 ile 1,95 arasında, üçgen yüzey yüzdesinin 0,88 ile 1,06 arasında ve dere uzunluğu ve eğimi indeksinin (Hack) 48 ile 776 arasında dağıldığını göstermektedir. Elde edilen veriler, Küçük Menderes Grabeni'nin güney kenarı üzerindeki doğu bölümün batı bölüme göre yüksek aktivite sınıfında kaldığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tire çizgiselliği, Halıköy-Beydağ fayları, morfometrik indisler, Küçük Menderes Grabeni, Batı Anadolu

Abstract: *Even though the formation of Küçük Menderes Graben (KMG) has been studied since mid-1800, the studies regarding the basin bounded faults are limited. For the potential to bridge the gap, a relative tectonic assessment using morphometric analyses was performed along the southern margin of KMG. The southern margin of KMG is bounded by Tire Lineament and Halıköy-Beydağ Faults. Tire Linemanent is approximately 1-3 km wide and 20 km long between Akçaşehir and Kürdüllü town, NW-SE trending Halıköy-Beydağ Faults are observable between Bozcayaka town and Demirhankarlığı Hill, with approximately 17 km long dip-slip and oblique-slip normal faults. These structures are connected to each other with the NE-SW trending relay-ramp structure. The results of morphometric analyses of 57 drainage basin, such as Asymmetry Factor (17-AF-84), Hypsometric Curve (HC) and Hypsometric Integral (0.34-HI-0.89), Mountain Front Sinuosity (1.2-SMF-1.95), Valley Floor Width-to-Height Ratio (0.31-Vf-0.99), Percentage Facets (0.88-1.06), and Stream Length Gradient Index (48-Hack-776), signify that relative tectonic activity of the eastern part of the southern margin of KMG may be higher activity class than the western part.*

Keywords: *Tire Lineament, Halıköy-Beydağ Fault, morphometric indices, Küçük Menderes Graben, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Bursa Civarında Jeolojik ve Jeofizik Yöntemler ile Saptanan Diri Faylar: Çek-Ayır Havzaları Biçen Doğrultu Atımlı Faylar Hakkında Yeni Veriler

Active Faults Determined by the Geological and Geophysical Methods Around Bursa: New Findings About the Strike-Slip Faults Cross-Cutting Pull-Apart Basins

Gürol Seyitoğlu[1], Korhan Esat[1], Muammer Tün[2], Bülent Oruç[3], Ertan Pekşen[3], Sunay Mutlu[2], Emir Balkan[2], Emrah Pekkan[2], Delal Çetinkaya[1], Temel Karaarslan[1], Bülent Kaypak[4], Begüm Çıvgın[4], Bahadır Aktuğ[4], A. Mahir Kaya[5], Berkan Ecevitoğlu[2]

[1]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[2]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, 26555 Eskişehir, Türkiye

[3]Kocaeli Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41001 Kocaeli, Türkiye

[4]Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

[5]HSB Enerji, Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(seyitoglu@ankara.edu.tr)

Öz: Güney Marmara'da Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kol sayısı, bunların güzergahları ve Bursa çevresindeki diri fayların Kuzey Anadolu Fay Zonu veya Eskişehir Fay Zonu kapsamında değerlendirilip değerlendirilmeyeceği konularında tartışmalar bulunmaktadır. Türkiye'nin dördüncü büyük kenti olan Bursa hızla büyümekte olup, en son 1850 ve 1855 yıllarında yıkıcı depremler yaşamıştır. Elimizde bu depremlere kaynaklık eden faylar hakkında bazı kestirimler bulunmasına rağmen eldeki bilgiler sınırlıdır.

Bursa çevresindeki diri faylar Bursa-batı, Bursa-doğu ve Yenişehir çek-ayır havzalarını oluşturmaktadır. Bunlara ait yapısal veriler derlenerek fay konumları ve karakterleri netleştirilmiştir. Yeni Türkiye diri fay haritasında gösterilenlerin aksine, (1) Bursa-batı havzası güneyinde Yaylacık – Çalı arasında normal fay segmentlerinin bulunduğu; (2) Uludağ Çekirdek Kompleksi güneyinde Soğukpınar Fayı'nın ihmal edilebilir düzeyde sol yanal bileşeni olan normal fay olduğu ve Eskişehir Fay Zonu içinde değerlendirilemeyeceği; (3) İnegöl Fay Zonu ve Oylat Faylarına ait segmentlerin sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterinde olduğu ve Eskişehir Fay Zonu'nun Uludağ Çekirdek Kompleksinin kuzeyine uzandığı saptanmıştır

Bursa-batı, Bursa-doğu ve Yenişehir çek-ayır havzalarını ortadan biçen ve Kuvaterner havza dolgusu nedeniyle fark edilmeyen KD-GB doğrultu atımlı fayların bulunma olasılığı önceki çalışmalarda/raporlarda dile getirilmiş olup, varlıklarının jeofizik veriler ile doğrulanmasına çalışılmıştır. Morfolojik veriler dikkate alınarak belirlenen hatlar boyunca sismik yansıma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Tüm bulgular çalışma alanından elde edilen elektrik özdirenç ve gravite verileri ile bir arada değerlendirilmektedir. İlk sismik yansıma verileri yukarıda bahsedilen çek-ayır havzaları biçen fayların var olduğunu ve bunların Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun güney kolu olarak çalıştığını göstermektedir. Bu fay kolunun aletsel dönem depremselliği ve üzerindeki kayma miktarının belirlenmesine yönelik blok modelleme çalışmaları devam

etmektedir. AFAD tarafından desteklenen UDAP-G-18-05 nolu proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bursa, neotektonik, Kuzey Anadolu Fayı, Eskişehir Fayı, depremsellik

Abstract: *There are discussions on the number of branches of the North Anatolian Fault Zone in South Marmara, their routes and whether the active faults around Bursa can be evaluated within the scope of the North Anatolian Fault Zone or Eskişehir Fault Zone. Turkey's fourth largest city, Bursa is growing rapidly, has experienced latest devastating earthquakes in 1850 and 1855. Although we have some predictions about the faults causing these earthquakes, the available information is limited.*

The active faults around Bursa constitute Bursa-west, Bursa-east and Yenişehir pull-apart basins. The structural data of these are collected and the fault locations and its characters are clarified. Unlike the new active fault map of Turkey; (1) the normal fault segments have been observed in the south of Bursa-west basin between Yaylacık and Çalı*; (2) In the south of the Uludağ Core Complex, Soğukpınar Fault is a normal fault with negligible left lateral component and cannot be evaluated within the Eskişehir Fault Zone; (3)* İnegöl *Fault Zone and Oylat Fault segments are right-lateral strike-slip faults and they constitutes northwestern tip of Eskişehir Fault Zone extending to the north of Uludağ Core Complex.*

The possibility of NE-SW strike-slip faults, which cut the Bursa-west, Bursa-east and Yenişehir pull-apart basins and were not noticed due to the Quaternary basin fill, was stated in the previous studies / reports and their existence was tried to be confirmed by geophysical data. Seismic reflection studies were carried out along the lines determined by considering morphological data. All findings are evaluated together with the electrical resistivity and gravity data obtained from the study area. The first seismic reflection data indicate existence of the faults that cut the above-mentioned pull-apart basins and they operate as the southern branch of the North Anatolian Fault Zone. Block modelling studies are continuing to determine the seismicity of the fault branch and the amount of slip on it. This study has been carried out in the project UDAP-G-18-05 supported by AFAD.

Keywords: *Bursa, neotectonics, North Anatolian Fault, Eskişehir Fault, seismicity*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Orta Anadolu Fay Zonuna Bağlı Yeşilhisar Fayı (Kayseri) Üzerinde Gelişen Asismik Deformasyonların Paleosismoloji ve InSAR Yöntemiyle İncelenmesi

Investigation of Aseismic Deformations on Yeşilhisar Fault (Kayseri) Linked with Central Anatolian Fault Zone Using Paleoseismology and InSAR Techniques

Hasan Sözbilir[1,2], Mustafa Softa[1], Semih Eski[1], Gürkan Özden[3], Okan Önal[3], Ali Hakan Ören[3], Yeliz Yükselen Aksoy[3]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[3]Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

(hasan.sozbilir@deu.edu.tr)

Öz: Yeşilhisar Fayı (YF), Orta Anadolu Fay Zonu üzerinde yer alan Erciyes çek ayır havzasını batıdan sınırlar. YF havza kenarını denetleyen aktif bir olarak tanımlanmasına rağmen, aletsel dönemde yıkıcı bir deprem olmadan asismik krip şeklinde bir davranış sergilemektedir. Bu çalışmada, YF'nin Holosen'deki sismotektonik özelliklerini saptamak amacıyla bu zon üzerinde hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalar ve InSAR çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler YF'nin Holosen'de yüzey faylanmasıyla sonuçlanan MS 499 ve MS 525 depremlerini ürettiğini göstermektedir. Faya ait deprem tekrarlanma aralığı 1000 yıl ile 2500 yıl arasında değiştiği, fayın son hareketinden itibaren geçen sürenin yaklaşık 1500 yıl olduğu, ve fayın asismik kayma hızlarının ise yılda 2,19 ile 23,5mm arasında değiştiği saptanmıştır. InSAR çalışmaları ise çalışma alanındaki çökmenin ortalama yılda 6,5 mm olduğunu belirtmektedir.

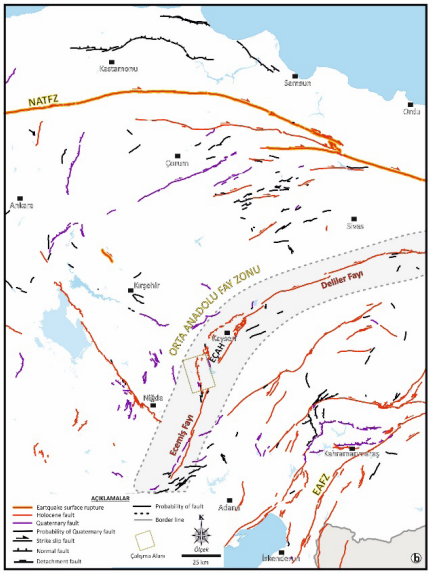
Anahtar Kelimeler: Asismik krip, paleosismoloji, çökme hızı, kayma hızı, InSAR, Orta Anadolu

Abstract: *The Yeşilhisar Fault (YF) defines the western boundary of the Erciyes pull-apart basin in Central Anatolian Fault Zone. Even though YF has a basin-bounding active normal fault, it exhibits aseismic character without a large earthquake in the instrumental period. To decipher the Holocene seismotectonic behavior of the YF, we conducted trench-based paleoseismological studies and InSAR analyses. These studies indicate that (i) YF produced an 499 AD and 525 AD earthquakes, that resulted in surface faulting in Holocene,(ii) a recurrence interval was obtained between 1 ka and 2.5 ka which means elapse time since the last activation of the fault zone is 1.5 ka, (iii) slip rate of creeping fault is between 2.19 mm/year and 23.5 mm/year. InSAR analyses* suggest that *average subsidence rates are of 6.5 mm/year.*

Keywords: *Aseismic creep, paleoseismology, subsidence rate, slip rate, InSAR, Central Anatolia*

GİRİŞ

Aktif faylar sadece aniden büyük depremler meydana gelen yüzey faylanması oluşturmaz aynı zamanda asismik krip nedeniyle çok sayıda küçük depremlere kaynaklık eder. Asismik krip, büyük bir deprem olmadan yapılara hasar verebilecek yavaş hareket olarak tanımlanabilir. Yapılan çalışmalar krip davranışının, fay tipi, geometrisi, kaya türü, su seviyesi, kimyasal-fiziksel reaksiyonlar veya bu faktörlerin kombinasyonları ile çok yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Asismik krip'in çoğunlukla Kuzey Anadolu Fay Zonu ve San Andreas Fay Zonu gibi doğrultu atımlı faylarda sık gözlenmesine rağmen (örn. Schulz ve diğ., 1982), bu durum eğim-oblik atımlı normal faylar için de söz konusudur (Özkaymak ve diğ, 2019). Yeşilhisar Fayı (YF) bu tür asismik krip hareketinin eğim atımlı normal faylar üzerinde gözlendiği Kayseri yakınlarında Orta Anadolu Fay Zonu üzerinde yer alan bölgelerden biridir (Şekil 1).

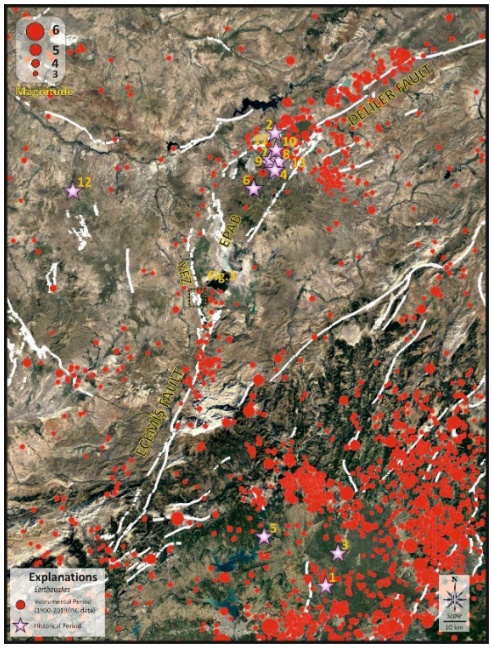


Şekil 1. Çalışma alanının diri fay haritasındaki konumu (Emre ve diğ, 2018'den değiştirilerek)

Son yıllarda sıkça gözlenen krip hareketiyle ilişkili yüzey deformasyonları, bu hareketin deformasyon özelinde hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalarla ve InSAR çalışmalarıyla detaylı incelenmesini gereli kılmaktadır. Bu çalışmada söz konusu yüzey deformasyonlarının üzerinde geliştiği YF'nin Holosen dönemindeki aktivitesini ortaya çıkarmak için hendek tabanlı paleosismoloji çalışmaları ve InSAR çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

SİSMOTEKTONİK ÖZELLİKLER

Erciyes Çek-ayır Havzası sınırları içinde bulunan çalışma alanında tarihsel ve aletsel dönemde çok sayıda yıkıcı deprem olmuştur. Bu depremlerin sismik kaynakları Erciyes çek-ayır havzasını oluşturan Ecemiş Fayı ve Deliler Fayına bağlı fay segmentleridir. Tüm bu fay sistemleri sol yanal doğrultu atımlı olup, üretebileceği maksimum depremler 6,7 ile 7,5 arasında değişebilmektedir (Emre ve diğ., 2018). Yeşilhisar Fayı ise, Erciyes çek ayır havzanın doğu kenarını oluşturan yaklaşık 40 km uzunluğunda hem normal bileşenli hem de doğrultu atımlı fay karakterindedir. Fay yaklaşık 3 km genişliğinde ve 15 km uzunluğunda basamaklı fay geometrisi sergilemektedir. Çalışma alanı ve çevresinde 13 adet tarihsel dönem depremi kaydına ulaşılmıştır(Şekil 2).



Şekil 2. Orta Anadolu Fay Zonunun sismotektonik haritası. Beyaz renkle gösterilen aktif faylar Emre ve diğ. (2018)'den alınmıştır

MS 499 depremi ile başlayan tarihsel kayıt, Ambraseys (2009)'a göre, Kuzey Anadolu ve Orta Anadolu fay Zonları ve yakın çevresinde yoğun hissedilmiştir. MS 525 depremi Orta Anadolu Fay zonu üzerinde yer alan Anazarbus antik kentinde hasar meydana getirmiştir (Ambraseys, 2009). MS 1205 Kayseri depremi; Pınar ve Lahn'a göre Kayseri›deki Ulu Cami'de deprem hasarı oluşmuştur. MS 1335 yılında Kayseri'de bir deprem olduğuna dair bazı bulgular vardır. Bu bilgi 21 Ağustos 1335-9 Ağustos 1336 tarihleri arasında, depremden dolayı hasar gören Ktiluk camisinin tamir edilmesine ya da yeniden inşa edilmesini dayanmaktadır. MS 1717-05-09 Kayseri depremi; Kayseri ve çevresindeki alanda meydana gelip, büyük hasara ve 8000'den fazla insanın ölümüne neden olmuştur. Aletsel dönem deprem aktivitesine bakıldığında, bölgede son yüzyılda büyüklüğü 4-6 arasında çok sayıda deprem gözlenmektedir. Bu depremlerin derinlikleri 2 km- 86 km arasında değişmektedir.

YÖNTEM

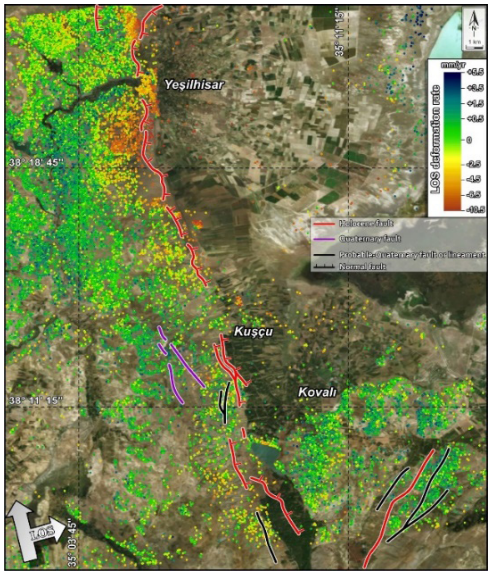
Bu çalışmada 1/5000 ölçeğinde yüzey deformasyonları haritalanmış, YF üzerinde saptanan lokasyonlarda hendek tabanlı paleosismoloji ve InSAR (Interferometric synthetic-aperture radar) çalışmaları gerçekleştirilmiştir. InSAR çalışmalarında, 2015/01/27-2019/05/18 tarihleri arasında, Avrupa Uzay Ajansı'na bağlı Sentinel-1A uydusuna ait toplam 47 görüntüden 2017/07/03 master görüntü seçilerek SNAP 6.0 programı ile incelenmiştir. Yıllık çökme ve/veya yükselme hızında, Ubuntu işletim sistemi altında, SNAP,StaMPS V4.1, TRAIN programlar sırasıyla kullanılmıştır. Hendeklerde saptanan olayların zamanlarını tespit edebilmek için Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) çalışmaları yapılmıştır. Alınan örnekler, Dokuz Eylül Üniversitesi lüminesans tarihleme için örnek hazırlama laboratuvarında hassas ışık altında açılmış ve yaş tayini için gerekli mineral ayrıştırma aşamaları Aitken (1998)'e göre tamamlanmıştır.

InSAR ÇALIŞMALARI

PSI yöntemi ile yapılan çalışma sonucu, bölgede fay ile ilişkili ve fayın tavan bloğunda bulunan alanda ciddi çökmelerin meydana geldiği açıkça gözlenmektedir. Radar yansımalarının düşük kalite veren yerler genelde sulak ve radar dalgalarını absorbe eden alanlardır.

Bölgede bulunan aşırı sulama yapılan tarla ve gölet alanları çok yoğun olduğundan, çalışma alanının Erciyes Dağı eteklerine

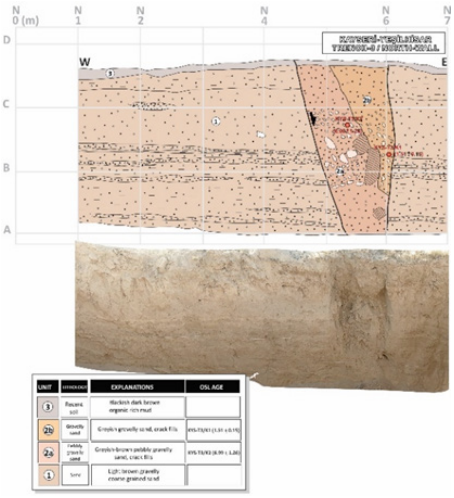
kadar olan kısımlarında PSI sonuçları yoğun miktarda alınamamıştır. Bu sorunu ortadan kaldırmak adına ArcGIS ortamında datalar IDW (Inverse Distance Weighting) interpolasyonu yöntemiyle tekrar yorumlanmıştır. Sonuç olarak, bölgede en yüksek -10 mm/yıl çökme alanlarının oluştuğu çalışma alanda maksimum çökme vektörü yıllık-6,5 mm olarak hesaplanmıştır. (Şekil 3).



Şekil 3. PSI sonuçlarını gösteren görüntü (yeşil noktalar yer değiştirmeyen, kırmızı noktalar çöken, mavi noktalar yükselen alanları temsil etmektedir.

PALEOSİSMOLOJİ

Arazide gözlenen K14B gidişli yüzey deformasyonlarına dik olacak şekilde, ortalama olarak 10m. uzunluğunda, 1,5-2 m genişliğinde ve 3-4 metre derinliğinde dört adet hendek kazıları açılmıştır. Açılan hendek içerisinde sırası ile (1) hendek duvarı temizleme, (2) hendek duvarı karelajlama/gridleme, (3) hendek duvarı loglama, (4) Hendek fotomozağiyi yapılmış ve (5) yaş analizi için duvarı örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Hendek içi stratigrafisine bakıldığında, tüm hendeklerde üç birim tanımlanmıştır (Şekil 4)**.** Bu birimler yaşlıdan gence doğru kahverengi ince çakıl ara bantlı kum, kumlu kil, siltli kumdan oluşan birim 1, kahverengi ince-orta -kaba çakıl bantlı kum içeren kırık dolgusu içeren birim 2 ve siyahımsı kahverengi, çakıllı bloklu çamurdan yapılı güncel toprak ise birim 3 olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4. Yeşilhisar Hendeği-3'e ait güney duvarın logu ve fotomozaiği

Hendeklerdeki stratigrafik seviyelerde 1,9 cm'den 19 cm'e kadar düşey atım gözlenmiştir. OSL yaşlandırma çalışmaları birim 1'den ve birim 2'den toplanan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yaş sonuçları 1,51 ± 0,16 ile 9,28 ± 0,53 arasında dağılım göstermektedir. (Çizelge 1)

Çizelge 1. Örneklerin OSL yaş analiz sonuçları.

Örnek **No**	Yıllık Doz			Eşdeğer Doz	Yaş (by)
	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	D_e (Gr)	
KYS/1-T1	0.6	3.1	0.85	8.9±2.6	6.59±2
KYS/K1-T1	0.7	5.0	1.27	5.15±0.45	2.75±0.3
KYS/1-T2	0.7	2.8	0.79	8.23±0.69	6.20±0.6
KYS/K1-T2	0.7	1.3	0.58	5.33±0.34	5.25±0.4
KYS/K1-T3	0.8	2.3	0.76	1.91±0.2	1.51±0.2
KYS/K2-T3	0.9	2.3	0.71	8.7±1.5	6.99±1.3
KYS/1-T4	0.9	1.5	0.61	10.46±0.16	9.28±0.5
KYS/K2-T4	0.9	1.9	0.71	5.27±0.21	4.3±0.3
KYS/3-T4	0.6	2.5	0.71	10.5± 2.2	8.88±1.9

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan arazi gözlemleri, paleosismoloji tabanlı hendek çalışmaları ve InSAR görüntüleri çalışma alanı ve çevresinde belirli alanlarda çökme ve yükselmelerin meydana geldiğini ve bu hareketin yüzeyde deformasyonlar yaratacak büyüklükte olduğunu göstermektedir. Paleoseismoloji çalışmalarında yüzey deformasyonlarına dik olacak şekilde açılan 4 hendekte deformasyon zonunun devam ettiği ve bu zon içinin daha genç malzemeyle dolu olduğu gözlenmiştir. Saptanan OSL yaş verilerine göre, söz konusu kırılmanın 6000 yıl önce başladığı ve Yeşilhisar Fayı üzerindeki son depremin MS 525 depremine karşılık geldiğini göstermektedir. OSL yaşları Yeşilhisar Fayının ortalama 1000-2,400 yıl deprem tekrarlama periyoduna sahip olduğunu göstermektedir. Fay üzerinde meydana gelen son depremin MS 525 olduğu kabul edildiğinde, son depremden sonra 1500 yıllık bir sürenin geride kaldığı anlaşılmaktadır. InSAR çalışmalarında çalışma alanı ve çevresinde en yüksek -10 mm/yıl çökme alanlarının oluştuğu ve çalışma alanına dâhil olan santral alanında maksimum çökme vektörünün yıllık-6,5 mm olduğu hesaplanmıştır. Bu sonuçlar alandaki asismik yüzey deformasyonlarının devam edeceğini göstermektedir. Bu deformasyon miktarlarını en aza indirebilmek için özellikle Yeşilhisar Fayı önündeki tarım arazilerinde uygulanan aşırı su çekimlerinin kontrol altına alınması önerilmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aitken MJ (1998). An Introduction to Optical Dating. London, Oxford University Press.

Ambraseys N (2009). Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900. New York, USA: Cambridge Univ. Press.

Emre Ö, Duman TY, Özalp S, Şaroğlu F, Olgun Ş et al. (2018). Active fault database of Turkey. Bulletin of Earth. Engineering 16 (8): 3229-3275.

Özkaymak Ç, Sözbilir H, Geçievi OM, Tiryakioğlu İ (2019). Late Holocene coseismic rupture and aseismic creep on the Bolvadin Fault, Afyon Akşehir Graben. Western Anatolia. Turkish J.of Earth Sci. 28: 787-80

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Tarihsel Dönem Deprem Verileri Kullanılarak İzmir Fayı'ndaki Deprem Tekrarlanma Periyodunun Tahmin Edilmesi, İzmir, Batı Anadolu

Estimating of the Recurrence Interval of Earthquakes on the İzmir Fault by Using Historical Earthquake Catalogue Data, City of İzmir, Western Anatolia

Çiğdem Tepe[1], Hasan Sözbilir[1], Semih Eski[1], Ökmen Sümer[1], Çağlar Özkaymak[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca, 35390 İzmir, Türkiye

[2]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 03200 Afyonkarahisar, Türkiye

(cigdem.tepe@deu.edu.tr)

Öz: Aktif bir fayın deprem üretme potansiyelinin ortaya çıkarılması, o fayın tarihsel ve aletsel dönemde üretmiş olabileceği depremlerin analiz edilmesini gerekmektedir. Bu çalışmada İzmir Fayı'nın tarihsel dönem aktivitesi ve günümüz deprem üretme potansiyelini belirlemek amacıyla, İzmir bölgesindeki tarihsel dönem depremleri yeniden değerlendirilmiştir. Kayıtlar, İzmir bölgesindeki aktif fayların yıkıcı deprem üretme potansiyellerinin olduğunu göstermektedir. İzmir ili yerleşim alanından geçen İzmir Fayı da bu sismik kaynaklardan biridir. Aletsel dönemde yıkıcı bir deprem üretmemiş olsa da, tarihsel kayıtlardan elde edilen jeolojik veriler M.S. 178, 688, 1040, 1688 ve 1778 depremlerinin İzmir Fayı tarafından üretildiğini göstermektedir. Kayıtlar, İzmir Fayı etki alanında kalan bu depremlerin yüzey deformasyonları ile sonuçlanan etkilerinin olduğuna işaret etmektedir. Elde edilen verilerle, M.S. 178 ve 1778 depremlerinin İzmir Fayı'nın Pınarbaşı segmenti, M.S. 688, 1040 ve 1688 depremlerinin İzmir Fayı Balçova segmenti ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Buradan hareketle, İzmir Fayı Pınarbaşı segmenti için 1600, Balçova segmenti için 650 yıllık bir tekrar aralığı öngörülmüştür. Veriler İzmir Fayı'nın tarihsel dönemde birden çok kez hareket ettiğine işaret etse de, tarihsel kayıtlardan yola çıkılarak tahmin edilen bu verilerin İzmir Fayı'nda yaş verileriyle desteklenen paleosismolojik çalışmalarla doğrulanması gerekir.

Anahtar Kelimeler: İzmir Fayı, tarihsel dönem depremleri, deprem tekrarlanma periyodu

Abstract: *To discover the long-term seismic behavior of an active fault, the earthquakes that the fault might have produced in historical and instrumental periods need to be examined and evaluated. In this study, historical activity and the present-day earthquake potential of the İzmir Fault are interpreted by analyzing in detail the historical records in İzmir and its surrounding. Historical and instrumental earthquake records reveal that the active faults in İzmir region have the potential to produce destructive earthquakes. The İzmir Fault which passes through in the Izmir city settlement is one of these seismic sources. With the geological and seismological data obtained from the historical records, it was concluded that the Izmir fault was the source of the earthquakes that happened in 178, 688, 1040, 1688, and 1778 A.D. These earthquakes, some of which resulted in surface faulting, seem to be related to the İzmir Fault in terms of the impact area and damage distribution. According to results of the historical*

records obtained, the estimated recurrence interval of the Balçova segment and the Pınarbaşı segment is determined as 650 and 1600 years, respectively. Even if the data indicated that the fault caused destructive earthquakes in İzmir by moving more than once, these data should be verified by performing detailed palaeoseismological studies.

Keywords: İzmir *Fault, historical earthquakes, recurrence interval*

GİRİŞ

Bir bölgenin depremselliği değerlendirilirken, o bölgedeki tarihsel ve aletsel dönem deprem kayıtları kullanılmaktadır. Aletsel veriler günümüz depremselliğinin anlaşılmasında sıklıkla yararlı olsa da, uzun dönemli deprem aktivitesinin ortaya çıkarılması için tarihsel dönem deprem verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle depremsellik araştırmalarında, mümkün olan en uzun deprem kayıtları ile kapsamlı bir veri setinin hazırlanması gerekir. Bu, deprem üreten fayın uzun dönemli davranışının ortaya çıkarılmasının yanı sıra depremin gelecekteki tekrarının belirlenmesine de önemli ölçüde katkı sağlar.

İzmir ve yakın çevresi, aktif fay sistemlerinin varlığı nedeniyle depremsellik açısından önemli bir sismik alandır. Aletsel dönemde İzmir'de meydana gelen depremlerin dış merkez lokasyonlarının dağılımı aktif faylar ile korole edilebilmektedir. Ancak aletsel dönem verilerinin aksine, mevcut katalog verileri ile İzmir'de meydana gelen tarihsel dönem depremlerine kaynaklık eden faylar henüz kesin olarak belirlenememiştir. Bu çalışmada, çok sayıda deprem kataloğu ve orijinal kaynaktan elde edilen jeolojik ve sismolojik veriler kullanılarak İzmir ve yakın çevresinin tarihsel dönem sismisitesi değerlendirilmiş, İzmir ili içinden geçen aktif İzmir Fayı'nın hangi deprem ya da depremlere kaynaklık edebileceği yorumlanmıştır. Elde edilen veriler, aletsel dönemde 5'in üzerinde deprem üretmediği bilinen İzmir Fayı'nın, tarihsel dönemde İzmir kent merkezini yıkıma uğratmış bazı büyük depremlerden sorumlu olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, tarihsel dönem İzmir depremlerindeki ayrıntı artırılarak İzmir Fayı için yaklaşımsal bir tekrarlanma periyodu önerilmiştir.

İZMİR VE YAKIN ÇEVRESİNİN SİSMOTEKTONİĞİ

Batı Anadolu'daki K-G yönlü açılmalı tektonik rejimin bir parçası olan İzmir ve çevresi, Gediz Grabeni'nin batı ucunda kalan sismotektonik alana karşılık gelmektedir. Bölgedeki güncel deformasyon ve buna bağlı sismisite, İzmir-Balıkesir Transefer Zonu (İBTZ) olarak adlandırılan KD-GB uzanımlı bu zon içindeki aktif normal ve doğrultu atımlı faylar tarafından kontrol edilmektedir (Şekil 1). Yapılan çalışmalar, İzmir ve çevresinde normal fay mekanizmasıyla oluşan deprem aktivitesinin, bölgedeki gerilim farkını gidermek adına İBTZ içindeki doğrultu atımlı fayları tetiklediği öne sürülmektedir (Sözbilir vd., 2011; Uzel vd., 2012). Birlikte çalışan bu aktif fay sistemlerinin varlığı ve dağılımına bağlı olarak İzmir ve çevresinde yoğun bir deprem aktivitesi görülmektedir.

İzmir ve çevresinde, uzunlukları 12 ile 70 km arasında değişen ve 7 büyüklüğüne kadar deprem üretebilecek K-G, KD-GB, KB-GD ve D-B uzanımlı aktif normal, doğrultu atımlı veya doğrultu atım baskın oblik faylar bulunmaktadır. Bu faylardan D-B uzanımlı İzmir Fayı, Gediz Grabeni batısındaki K-G yönlü açılmayı karşılamaktadır (Barka vd., 1996). Yaklaşık 40 km uzunluğundaki bu fay, Balçova ve Pınarbaşı olarak isimlendirilen birbirine paralel iki geometrik segmentten oluşmuştur. Morfolojik veriler İzmir Fayı'nın Holosen'de

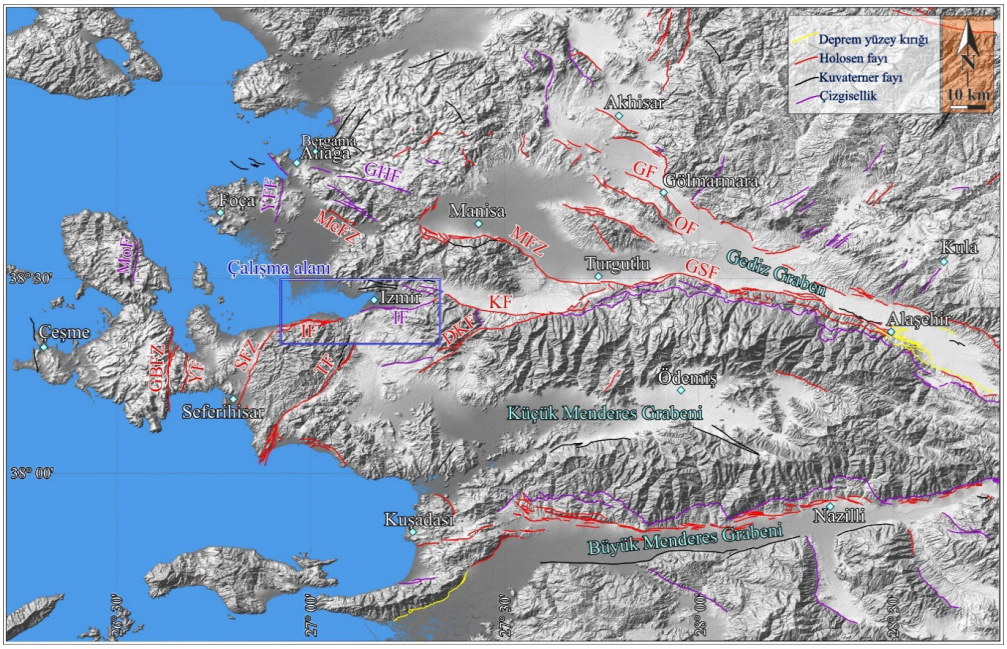
aktif olduğuna işaret etmektedir (Sözbilir vd., 2004; Emre vd., 2005).

İZMİR VE YAKIN ÇEVRESİNİN TARİHSEL DÖNEM SİSMİSİTESİ

Tarihsel kayıtlardan elde edilen veriler İzmir ve çevresinin çok eski zamanlardan beri yoğun olarak değişik şiddetteki depremlerden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Aletsel dönemde yıkıcı bir deprem yaşanmamasına karşın, tarihsel kayıtlarda İzmir kentinin neredeyse tamamını yok eden büyük depremlerin varlığından bahsedilmektedir (Calvi, 1941; Pınar ve Lahn, 1952; Ergin vd., 1967; Soysal vd., 1981; Ambraseys ve Finkel, 1995; Papazachos ve Papazachou, 1997). Veriler, M.Ö.496-M.S.1899 aralığında İzmir ve yakın çevresinde kaydedilen deprem sayısının 450'nin üzerinde olduğunu göstermektedir. Bunlardan 333 tanesi doğrudan İzmir bölgesini etkileyen depremlerdir. Kayıtlar, şiddeti VIII ve üzeri olan yaklaşık 15 depremin doğrudan İzmir kent yerleşimini etkilediğine işaret etmektedir. Tarihsel dönemde İzmir ve yakın çevresinde meydana gelen depremlerin maksimum şiddetinin IX-X olduğu saptanmıştır. Elde edilen veriler, İzmir'i etkileyen sismik kaynakların tarihsel dönemde büyüklüğü 6.6- 7.2 değerlerine ulaşan depremler ürettiğini göstermektedir.

İzmir Fayı'nın Kaynaklık Ettiği Tarihsel Dönem Depremleri

Tarihsel kayıtlardan elde edilen veriler M.S.



Şekil 1. İzmir ve yakın çevresindeki aktif tektonik yapıları gösteren harita (aktif faylar Emre vd., 2011; Emre ve Özalp, 2011'den; Kısaltmalar: IF, İzmir Fayı; SFZ, Seferihisar Fay Zonu; GBFZ, Güzelbahçe Fay Zonu; YF, Yağcılar Fayı; TF, Tuzla Fayı; DKF, Dağkızılca Fayı; KF, Kemalpaşa Fayı; MFZ, Manisa Fay Zonu; GSF, Gediz Sıyrılma Fayı; OF, Ozanca Fayı; GF, Gölmarmara Fayı)

178, 688, 1040, 1688 ve 1778 depremlerinin İzmir Fayı ile ilişkili olduğuna işaret etmektedir. Kayıtlar, hasar dağılımı İzmir kent merkezinde yoğunlaşan bu depremlerden M.S. 178, 1688 ve 1778 depremlerinin yüzey deformasyonlarıyla sonuçlanan etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. İzmir kentinin neredeyse tamamında yıkıma yol açan bu depremlerin hasar dağılımları, İzmir Fayı tavan bloğunda kalan düzlük alanlarda yoğunlaşmaktadır. M.S. 688 ve 1040 depremleri ise sıvılaşma, çökme, çatlak ve toprak kaymaları gibi etkilerinin yanı sıra özellikle kent merkezinde meydana getirdiği can ve mal kayıpları nedeniyle İzmir Fayı ile ilişkili görünmektedir. Kayıtlardan elde edilen jeolojik veriler, etki alanları itibariyle M.S. 688, 1040 ve 1688 depremlerinin Balçova segmentindeki, M.S. 178 ve 1778 depremlerinin ise Pınarbaşı segmentindeki harekete karşılık geldiğini göstermektedir. Tarihsel dönemdeki büyüklükleri M_w=6.0-7.2 arasında değişen bu depremler, segment uzunluğu ile hesaplanan büyüklük değerleri ile de uyumludur.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Tarihsel dönem deprem verilerindeki ayrıntı, depreme kaynaklık eden fayın saptanması için gerekli parametreleri sağlayabileceği gibi depremin gelecekteki tekrarının belirlenmesini de sağlayabilmektedir. Bu çalışmada bu türden verilere ulaşabilmek amacıyla İzmir ve yakın çevresi için kapsamlı bir tarihsel dönem deprem araştırması yapılmış ve aktif İzmir Fayı'nın bu depremlerden hangilerine kaynaklık edeceği yorumlanarak İzmir Fayı için tekrarlanma periyodu önerilmiştir.

İzmir Fayı, konumu ve niteliği bakımından İzmir kent yerleşiminde yıkıcı deprem üretebilecek aktif yapılardan biridir. Tarihsel kayıtlar, İzmir kent yerleşimini İzmir Körfezi güney sınırı boyunca kat eden bu fayın, İzmir kent yerleşimi güney kesimini etkileyen yıkıcı depremlere kaynaklık ettiğini göstermektedir. Verilere göre İzmir Fayı'nın tarihsel dönemde birden çok kez hareket ederek yıkıcı depremler ürettiği sonucuna varılmıştır. Katalog verilerinin tarihsel kayıtlardaki jeolojik verilerle korelasyonu, M.S. 178 ve 1778 depremlerinin İzmir Fayı Pınarbaşı segmenti, M.S. 688, 1040 ve 1688 depremlerinin ise İzmir Fayı Balçova segmenti ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Buna göre İzmir Fayı Balçova segmenti için 500±150 ve Pınarbaşı segmenti için 1600 yıllık bir tekrarlanma periyodu öngörülmektedir. Deprem yinelenme periyodunun belirlenmesinde öncelikli yaklaşım tarihsel kaynaklardan elde edilen deprem sayısıdır. Ancak bu görüşün, ana fay veya fay segmentleri üzerinde yapılacak paleosismolojik çalışmalarla tamamlanması gerekir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında belirlenen depremlerin, bahsedildiği gibi İzmir Fayı tarafından üretilip üretilmediğini netleştirmek için İzmir Fay segmentleri üzerinde yaş verileriyle desteklenen paleosismolojik çalışmaların yapılması önerilmektedir. Bu çalışmadaki veriler, daha önce İzmir Fayı üzerinde hiç uygulanmamış paleosismoloji çalışmaları için bir referans olmuş olacaktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Çiğdem TEPE tarafından Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde hazırlanan Doktora Tezi'nin bir parçası olarak sunulmaktadır. Çalışma TÜBİTAK (ÇAYDAG) kapsamında gerçekleştirilen 117Y190 no'lu proje ile desteklenmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Ambraseys NN, Finkel CF (1995). The seismicity of Turkey and adjacent areas: A historical review, 1500-1800. Eren publishing and booktrade.

Barka AA, Akyüz S, Rockwell T, Tatar O, Gürsoy H, Temiz H, Emre Ö (1996). Kuzey Anadolu Fayı'nın Gaziköy-Saroz segmenti, Gediz Graben'i Salihli-Alaşehir ve İzmir çevresi aktif fayları üzerinde paleosismolojik çalışmalar. TÜBİTAK Proje No: YDABÇAG 434-4.

Calvi WS (1941). Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benachbarter Gebiete. MTA, Raport: 276, Ankara, 257 p.

Emre Ö, Özalp S (2011). 1:250.000 scale new active fault map of Turkey, Urla (NJ 35-6) Quadrangle. General Directorate of Mineral Research and Exploration, Serial n.5, Ankara, Turkey.

Emre Ö, Özalp S, Doğan A, Özaksoy V, Yıldırım C, Göktaş F (2005). İzmir ve yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri (The active faults and earthquake potentials of İzmir and surrounding area). Report No: 10754, Ankara: General Directorate of Mineral Research and Exploration.

Emre Ö, Özalp S, Duman TY (2011). 1:250.000 scale active fault map series of Turkey, İzmir (NJ 35-7) Quadrangle. Serial number: 6, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey.

Ergin K, Güçlü U, Uz Z (1967). Türkiye ve Civarı'nın Deprem Kataloğu (Milattan Sonra 11 Yılından 1964 Sonuna Kadar). İTÜ Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları, No:24, İstanbul, 169 sayfa.

Papazachos B, Papazachou K (1997). The Earthquakes of Greece. Thessaloniki, Ziti Publication, 304 p (English).

Pınar N, Lahn E (1952). Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Yayınları, Seri: 6, Sayı: 36, Ankara, 153 sayfa.

Soysal H, Sipahioğlu S, Kolçak D, Altınok Y (1981). Türkiye Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (M.Ö. 2100- M.S. 1900). TÜBİTAK, Proje No: TBGA-341, Ankara, 87 sayfa.

Sözbilir H, Sarı B, Uzel B, Sümer Ö, Akkiraz S (2011). Tectonic implications of transtensional supradetachment basin development in an extension-parallel transfer zone: The Kocaçay Basin, Western Anatolia, Turkey. Basin Research, 23, 423-448.

Uzel B, Sözbilir H, Özkaymak Ç (2012). Neotectonic evolution of an actively growing superimposed basin in Western Anatolia: The inner bay of İzmir, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 22 (4), 439-471.

PALEONTOLOJİ, PALEOCOĞRAFYA, PALEOİKLİM

PALEONTOLOGY, PALEOGEOGRAPHY, PALEOCLIMATE

ATİKE NAZİK – MEHMET SERKAN AKKİRAZ – UĞUR KAĞAN TEKİN – ERCAN ÖZCAN – DARIA K. IVANOVA

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Türkiye'deki Permiyen-Triyas Sınırı ve Alt-Orta Triyas Stratigrafisinin Güney Çin'in Yeni Foraminifer Paleontolojisi ve Stratigrafisi Verileri Işığında İrdelenmesi

Studying the Permian-Triassic Boundary and Lower-Middle Triassic Stratigraphy in Turkey, Based Upon New Observations on the Foraminiferal Paleontology and Stratigraphy of South China

Demir Altıner

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(demir@metu.edu.tr)

Öz: Türkiye'de Permiyen-Triyas sınırı, Çangsingiyen (Permiyen) foraminifer topluluklarının çok büyük bir kesiminin aniden yok oluşu ve en alt Triyas'da (Griesbakiyen) bazı ilkel foraminiferlerin (Postcladella ve özel Earlandia türleri) ortaya çıkışı ile tanınabilmektedir. Toroslar'daki Çangsingiyen katının en üst düzeyindeki oolitik kireçtaşlarını örten mikrobiyal kireçtaşlarının tabanındaki bu biyotik kriz, Çin'deki P-T sınırının stratotipi ve referans noktasını (GSSP) içeren Meishan istifi ve benzerlerinde sınırının hemen üstünde tanımlanan ikinci yok oluş düzeyine karşılık gelmektedir. Yok oluşun ilk sadmesinin ise oolitik kireçtaşlarının tabanında Çangsingiyen foraminiferlerinde gözlenen önemli çeşitlilik azalmasına karşılık geldiği düşünülmektedir. Bu gözlemler, P-T sınırının, kalınlığı 1 m'den az olan oolitik düzeyin içinde olabileceğini göstermektedir.

Güney Çin'deki Yangtze Platformu'nun Nanpanjiang Havzası'nda yaptığımız çalışmalar, P-T sınırı üzerindeki Induan, Olenekiyen ve Aniziyen katlarının 12 biyozona bölünmesini sağlamıştır. Konodontlar ve çeşitli stratigrafik disiplinler ile kalibre edilen çalışmada, Postcladella, Pseudoammodiscus, Hoyenella, Glomospirella, Meandrospira, Pilammina, Aulotortus, Turriglomina gibi Türkiye'de de bulunabilen önemli foraminiferler kullanılmıştır. Çin'deki bu biyostratigrafik çatı, Alt-Orta Triayas'da benzer biyotik ve stratigrafik gelişime sahip Konya-Taşkent kesitinin önemli bir kısmında doğrudan uygulanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alt-Orta Triyas, biyostratigrafi, foraminifera, Güney Çin, Permiyen-Triyas sınırı, Türkiye

Abstract: *In Turkey, the Permian-Triassic boundary is traditionally recognized by the sudden extinction of major Changhsingian (Permian) foraminiferal taxa and the appearance of primitive forms (Postcladella and some Earlandia species) at the base of the lowermost Triassic (Griesbachian). In Taurides, this biotic crisis is located at the lower boundary of the microbial limestones resting on the oolitic limestones of the uppermost Changhsingian and corresponds to the second extinction pulse above the GSSP of the P-T boundary in the Meishan sequence and similar successions in South China. The first pulse of extinction, however, coincides with the base of the oolitic level displaying a marked diversity drop in the foraminiferal populations. These observations suggest that the Permian-Triassic boundary lies within the oolitic limestone package, not exceeding 1m in thickness.*

In our studies on the Nanpanjiang Basin of the Yangtze Platform in South China, 12 foraminiferal biozones were introduced in the Induan, Olenekian and, Anisian stages of the Triassic. This biostratigraphy, entirely calibrated by conodonts and several stratigraphic disciplines, utilized all significant foraminifers including Postcladella, Pseudoammodiscus, Hoyenella, Glomospirella, Meandrospira, Pilammina, Aulotortus, Turriglomina, also known in Turkey. The Chinese biostratigraphical frame is applicable to an important part of the Konya-Taşkent section which displays a similar biotic and stratigraphic evolution in the Lower-Middle Triassic.

Keywords: *Lower-Middle Triassic, biostratigraphy, foraminifera, South China, Permian-Triassic boundary, Turkey*

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Doğa Tarihi Müzelerinin Toplumun Gelişmesindeki Rolü

The Role of Natural History Museums in the Development of Societies

Ercan Özcan

İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye
(ozcanerc@itu.edu.tr)

Öz: Doğa Tarihi Müzeleri çok değerli doğa kolleksiyonların muhafaza edilmesi ve sergilenmesi, doğa üzerine bilimsel araştırmaların yapılması, ve kültürel ve eğitimsel aktivitelerin icra edilmesiyle sosyal ve kültürel bilincin oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar. Doğa Tarihi Müzeleri, doğamızın hem bölgesel hem de evrensel ölçülerde korunması konularında toplumların, bilgilendirilmesi ve bilinçlenmesi kapsamında çok önemli misyona sahiptirler. Ancak son 30 yıl içinde, doğal kaynakları kötü kullanmamızın iklim değişimlerine ve çölleşmeye neden olduğunun farkına varmış durumdayız. Bu evrensel boyutdaki tehlike sinyalleri bir eğitim sorunununa dikkat çekmekte olup yeni düşünce sistemlerinin geliştirilmesini ve bilinçli bireylerin ve toplumsal farkındalılığın oluşturulmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda Doğa Tarihi Müzelerinin bölgesel ve global ölçekteki doğa sorunların ortaya konması ve toplumla paylaşılması konularındada önemli bir rol alması beklenmektedir. Doğa Tarihi Müzelerinin fonksiyonu sadece doğa kolleksiyonlarının muhafaza edilmesi ve bunların sergilenmesi ile sınırlı değildir. En önemli fonksiyonlarından biriside müzelerin bir araştırma merkezi olma sıfatıdır. Örneğin Londra Doğa Tarihi Müzesinde halen yaklaşık 300 kişi araştırıcı olarak çalışmakta olup, 2019 yılında 400 den fazla yeni türü dünyanın farklı bölgelerindeki 700 bilimsel makale ile tanımlamışlardır. Dolayısıyla bilinmiyen doğa varlıklarını keşfetmek en büyük amaçlardan birisidir. Buradaki felsefe çok önemlidir: "Bilmediğiniz şeyi koruyamazsınız".

Anahtar Kelimeler: Doğa Tarihi Müzeleri, sosyal ve kültürel bilinçlilik, doğanın korunması

Değinilen Belgeler

Markaki, V., Soririou, S., 2012. The role of Natural History Museums in the development of fundamental skills and knowledge for addressing regional and global needs. NAMES 2102 3rd General Assembly Meeting and Conference on sustainable development in Science centers Strategic planning and management.

https://www.nhm.ac.uk

https://www.amnh.org

https://www.si.edu/museums/natural-history-museum

Abstract: *Natural History Museums have important missions in acting as safeguards of valuable natural collections, carrying out scientific research and organizing cultural and educational activities. The role of Natural History Museums' mission is extended as a mediator for local and global protection of environment by the education of general public. It is only in the last 30 years that we recognize that misuse of natural sources has resulted in changes of climate and desertification. This signals an educational crisis and calls for a new ways of thinking and active citizenship and social cohesion. In this context, Natural History Museums are expected to play a role in addressing local and global environmental issues as well and forming a link with society in transferring the knowledge and sharing it with community. One of the main functions of Natural History Museum should be the scientific research. For Instance, Natural History Museum in London employ about 300 researchers who established more than 400 new species only in 2019, by publishing 700 research articles. Thus, research and discovering past life should be one of its major aims. The philosophy here is crucial: "You can't protect what you don't know".*

Keywords: *Natural History Museums, social and cultural consciousness, environmental protection*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'nde (KB Türkiye) Üst Kellwasser Olayının Kanıtı: Yeni Erken Fameniyen Konodont Verileri

Evidence for the Upper Kellwasser Event in the İstanbul-Zonguldak Terrane, NW Turkey: New Early Famennian Conodont Data

Ayşe Atakul Özdemir[1], Asuman Günal Türkmenoğlu[2], M. Cemal Göncüoğlu[2], Ömer Bozkaya[3], Cengiz Okuyucu[4]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye
[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye
[3]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye
[4]Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42250 Selçuklu, Konya, Türkiye
(aozdemir@yyu.edu.tr)

Öz: Bartın (kuzeybatı Türkiye) çevresinde İstanbul-Zonguldak tektonik birliğine ait Orta Devoniyen-Alt Karbonifer Yılanlı formasyonunun kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı istifleri içerisinde volkanik külün diyajenezi ile oluşan ince K-bentonit tabakaları yüzeylenmektedir. Söz konusu K-bentonit oluşumlarının kil mineralojisi, kimyası ve diyajenezi incelenmiş, başlıca kil mineralinin illit olduğu, kil dışı minerallerin ise kalsit, dolomit, kuvars, jips, feldispat, pirit ve zirkondan oluştuğu saptanmıştır. Bartın-Gavurpınarı kireçtaşı ocağından alınan K-bentonitlerin kökenini alkali-bazaltik bileşimli volkanizmadır.

Yılanlı formasyonu Bartın-Gavurpınarı ocağında 40 m kalınlıkta bir kesit sunmaktadır. Örneklenen istifin alt ve üst sınırı faylarla kesilmiş olup tabakalar neredeyse dikey konumludur. İstif kuzeyden güneye; gri, koyu gri, siyah, orta-kalın tabakalı kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları ve ince tabakalı siyah kalkerli şeyl ara katkılı dolomit ardalanmasından oluşmaktadır. İstif içerisinde kalınlığı 20-60 cm arasında değişen mavi-yeşil ve sarımsı kahve renkli yedi K-bentonit seviyesi tespit edilmiştir.

Önceki biyostratigrafik verilere göre, tefra arakatkılı tabakaların geniş bir yaş aralığında (Geç Devoniyen) çökeldiği belirlenmiştir. Ancak, bu çalışmada, konodontlar yardımıyla Gavurpınarı ocağında çalışılan K-bentonit istifinin ayrıntılı yaşı ortaya konulmuştur. Çalışma alanında yayılım gösteren Yılanlı formasyonu içerisindeki çoğu tabaka konodont içermezken, yalnızca iki seviyeden (09Y03 ve 09Y17 numaralı örnekler) az miktarda konodont elementi elde edilebilmiştir. İncelenen birimlerdeki konodont elemenlerinin azlığının, küresel deniz seviyesi değişimleri ve Frasniyen/Fameniyen sınırındaki Kitlesel Yok Oluş (Üst Kellwasser Olayı-UKO) ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu düşük çeşitliliğe ve bolluğa rağmen, örnekler *Icriodus* ex. gr. *subterminus* ve *Icriodus cornutus* türleri olmak üzere alt Fameniyen için önemli konodont elementlerini içermektedir. Formasyon içerisinde, erken Fameniyen yaşını belirleyen bu konodont topluluğu icriodid (sığ denizel) biyofasiyesini karakterize etmektedir. Tanımlanan konodont türlerine göre, birim orta *triangularis* zonuna karşılık gelmekte ve Yılanlı formasyonuna ait tefra arakatkılı istifin çökelme yaşı erken Fameniyen olarak önerilmektedir.

Bu yeni K-bentonit yaş verileri, Türkiye'nin kuzeyinde UKO'nın varlığına dair ilk bulgu olması yanında, İstanbul-Zonguldak tektonik birliğinin Lavrasya ve peri-Gondvana kökenli diğer tektonik birliklerle daha sağlıklı bir paleocoğrafik karşılaştırma yapılabilmeye olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: KB Türkiye, K-bentonit, Fameniyen, Üst Kellwasser Olayı (UKO), konodont

Abstract: *A set of thin K-bentonites beds formed by the diagenesis of volcanic ash is exposed within the limestone-dolomitic limestone successions of the Middle Devonian-Lower Carboniferous* Yılanlı *formation belonging to the Istanbul-Zonguldak Terrane in Bartın (northwestern Turkey). Clay mineralogy, chemistry, and diagenesis of these K-bentonite occurrences indicate that illite is the major clay mineral whereas the non-clay minerals consist of calcite, dolomite, quartz, gypsum, feldspar, pyrite, and zircon. Parental ash composition of K-bentonites collected from the Bartın -Gavurpınarı limestone quarry is alkali-basaltic.*

In the Gavurpınarı quarry, a 40 m-thick package of the Yılanlı *formation is exposed. The sampled succession is bounded by faults and the layering is almost vertical. The succession comprises from N to S an alternation of grey, dark grey, black-colored, medium to thick-bedded limestones, dolomitic limestones and dolomites intercalating with thin-bedded, black-colored calcareous shales. A set of seven blue-green to yellowish brown K- bentonite beds having thicknesses ranging between 20- 60 cm were identified.*

Previous biostratigraphic data suggested a wide age-range (Late Devonian) for the deposition of the tephra-bearing layers. This study, however, reveals evidence from conodonts for detailed age assessment of the studied K-bentonite succession at the Gavurpınarı quarry. Most of the beds within the Yılanlı *formation in the study area are barren of conodonts, while two of them (samples 09Y03 and 09Y17) contain relatively few conodont elements. The reason of the lower abundance in the studied unit should be due to the changes in the global sea levels and the Mass Extinction Event (Upper Kellwasser Event-UKE) around the Frasnian/Famennian boundary. Despite this low diversity and abundance, the samples yielded important lower Famennian conodont elements including the species of Icriodus ex. gr. subterminus and Icriodus cornutus. This conodont association of the lower part of the Famennian of the formation can be assigned to the icriodid (shallow water) biofacies. Based on the defined conodont species, the unit corresponds to the middle triangularis zone and the depositional age of the studied tephra-bearing sequence of the* Yılanlı *formation is proposed as early Famennian.*

This new K-bentonite age data is the first evidence for the presence of UKE in the northern Turkey and will help for a better palaeogeographic correletion of the Istanbul–Zonguldak Terrane with further terranes in the Laurasia and the Peri-Gondwana.

Keywords: *NW Turkey, K-bentonite, Famennian, Upper Kellwasser Event (UKE), conodont*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Doğu Toroslar'ın (Adana, Kayseri, Güney Türkiye) Devoniyen Ostrakodları ve Paleoekolojisi

Devonian Ostracods from the Eastern Taurides (Adana, Kayseri, southern Turkey) and Their Palaeoecology

Emine Şeker Zor, Atike Nazik

Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana, Türkiye
(eseker@cu.edu.tr)

Öz: Bu çalışma, Saimbeyli (Adana) ve Sarız (Kayseri) bölgesi'nde yer alan Devoniyen yaşlı istifin ostrakod topluluğunu belirlemek ve paleoekolojik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Doğu Toroslar'da Devoniyen yaşlı birimler Geyikdağı Birliği içerisinde yer almakta olup, Ayıtepesi, Şafaktepe ve Gümüşali formasyonları ile temsil edilmektedir. Ayıtepesi formasyonu kumtaşı, şeyl ve silttaşı ardalanmasından oluşmakta ve yer yer kireçtaşı bantlarıda içermektedir. Erken Devoniyen yaşlı bu formasyonda, ostrakod toplulukları genellikle karbonatlı seviyelerden elde edilmiş olup Palaeocopina ve Metacopina Alttakımlarına aittir. Şafaktepe formasyonu dolomitik kireçtaşları, kireçtaşlarından ve yer yer kırıntılı arakatkılarından oluşmaktadır. En az ostrakod çeşitliliği bu formasyonda olup, Palaeocopina ve Podocopina Alttakımlarına ait ostrakodlar elde edilmiştir. Gümüşali Formasyonu resif karakterli kireçtaşı ile başlamakta olup, bol brakiyopod ve mercan fosilli kireçtaşı bantlı, silttaşı ve şeyl ardalanmasından oluşmaktadır. Ostrakod topluluğu çeşitliliği en fazla bu formasyona ait birimlerden elde edilmiştir. Ostrakod topluluğunu Palaeocopina, Platycopina, Metacopina ve Podocopina Alttakımlarına ait taksonlar oluşturmaktadır.

Devoniyen ostrakod taksonlarının ortamsal dağılımları Eyfeliyen, Türingiyen ve Myodokopid–Mega-toplulukları olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada saptanan ostrakodların ortamsal özellikleri incelendiğinde, bu ostrakodların Erken Devoniyen yaşlı Ayıtepesi formasyonunda Eyfeliyen ve Türingiyen Mega-topluluklarına, Orta Devoniyen yaşlı Şafaktepe ve Geç Devoniyen yaşlı Gümüşali Formasyonlarında ise Eyfeliyen Mega topluluğuna karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Bu çalışma TÜBİTAK (104Y218 ve 111Y179) projeleri tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Devoniyen, Ostrakod, paleoortam, Doğu Toroslar, Türkiye

Abstract: *This study is conducted with the aim of determining ostracod contents and clarifying the their palaeoecological features from the Devonian sequence situated in the area between Saimbeyli (Adana) and Sarız (Kayseri). Devonian units in the eastern Taurides are part of the Geyikdağı Unit and represented by Ayıtepesi, Şafaktepe, and Gümüşali formations. The Ayıtepesi formation consists of sandstone, shale, and siltstone alternations and partially with limestone intercalations. Ostracod assemblages belonging to this formation of Early Devonian age were derived from the carbonate levels and they mainly belong to Palaeocopina and Metacopina subordos. The Şafaktepe formation consists of limestones and dolomitic limestones, and partly clastic units. This unit yielded the least ostracod diversity, and it is characterized by the taxa belonging to Palaeocopina and Podocopina subordos. The Gümüşali formation starts with reefal limestones at the bottom and passes into alternation of brachiopods and coral rich limestone bands, siltstone, and shale. Diverse ostracod assemblages were obtained from this unit. The obtained assemblages include ostracod taxa belonging to different subordos (e. g. Palaeocopina, Platycopina, Metacopina, and Podocopina).*

Environmental distributions of Devonian ostracod taxa are classified as Eifelian, Thuringian, and Myodocopid Mega-Assemblages. When environmental features of ostracods determined in this study are examined, it was identified that these ostracods correspond to Eifelian and Thurngian Mega-Assemblages in the early Devonian Ayıtepesi formation, and Eifelian Mega-Assemblages in both of the middle Devonian Şafaktepe and the late Devonian Gümüşali formations.

This study was supported by TÜBİTAK projects (104Y218 and 111Y179).

Keywords: *Devonian, Ostracoda, palaeoecology, Eastern Taurides*

Hadim Napı Orta Pensilvaniyen (Moskoviyen) Karbonatlarının Fusulin Faunası, GB Seydişehir, Orta Toroslar, Türkiye

Fusulinid Fauna of Middle Pennsylvanian (Moscovian) Carbonates from the Hadim Nappe, SW Seydişehir, Central Taurides, Turkey

Melikan Akbaş, Cengiz Okuyucu

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 42250 Selçuklu, Konya, Türkiye (makbas@ktun.edu.tr)

Öz: Toros kuşağının çeşitli kesimlerinde yüzeylemeleri bulunan Hadim Napı genel olarak Orta (?) - Geç Devoniyen-Geç Kretase zaman aralığında çökelmiş sığ platform karbonatları ve kırıntılılardan oluşmaktadır. Bu çalışma Hadim Napı'nın zengin fusulin topluluğu içeren orta Pensilvaniyen (Moskoviyen) yaşlı karbonatça baskın Bademli ÖSK'sı boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Bademli ÖSK'sı Moskoviyen istifinde biri yeni dokuz cins ve dördü yeni toplam otuz üç tür tanımlanmıştır. Bademli ÖSK'sında Moskoviyen katının tabanı (Vereiyen askatı) kesitin geç Serpuhoviyen ve Başkıriyen düzeylerini de içerisine alan yaygın dolomitleşme etkisine bağlı olarak tespit edilememiştir. Bu çalışmada alttan üste sırasıyla Moskoviyen katının tabanı (Kashiriyen askatı) Taitzehoella librovitchi, Aljutovella artificialis, Priscoidella priscoidea, Praefusulinella okuyucui n. sp., Fusulinella absoluta n. sp., F. praecolaniae, F. ex gr. schubertellinoides ve F. sp. A fusulin türleri ile, Podolskiyen askatı Ozawainella crassiformis, O. kurachovensis, O. leei, Fusulinella propriaforma n. sp., F. vozhgalensis devexa, Beedeina elegans, B. paradistenta, B. pseudoelegans pseudoelegans, B. pseudoelegans keltmensis, B. samarica, B. schellwieni, B. tauridiana n. sp. ve B. timanica fusulin türleri ile, Miyahoviyen askatı ise Ozawainella mosquensis, O. pseudorhomboidalis, Fusulinella bocki bocki, F. bocki paucisepta, F. paracolaniae, F. praebocki, F.? sp. B ve F.? sp. C fusulin türleri ile temsil edilir. Bademli ÖSK'sı orta Pensilvaniyen (Moskoviyen) fusulin topluluğu Moskova Havzası ve Donets Havzası ile oldukça uyumlu faunal özellikler gösterir.

Anahtar Kelimeler: Fusulin, Hadim Napı, karşılaştırma, Moskoviyen, Toroslar

Abstract: *The Hadim Nappe, which has outcrops in several localities within the Taurus belt, is mainly composed of shallow platform carbonates and clastics deposited during the Middle (?) - Late Devonian-Late Cretaceous time interval. This study was carried out in the middle Pennsylvanian (Moscovian) carbonates of the Bademli stratigraphic section including rich fusulinid assemblage of the Hadim Nappe. Thirty-three species belonging to nine genera were identified from the Moscovian succession of the Bademli stratigraphic section. One genus and four fusulinid species were described for the first time in this study. The base of the Moscovian stage (the Vereian substage) in the Bademli stratigraphic section could not be described due to the extensive dolomitization corresponding to late Serpukhovian and Bashkirian interval. The Kashirian substage of Moscovian in the Bademli stratigraphic section is characterized by Taitzehoella librovitchi, Aljutovella artificialis, Priscoidella priscoidea, Praefusulinella okuyucui n. sp., Fusulinella absoluta n. sp., F. praecolaniae, F. ex gr. Schubertellinoides and F. sp. A. The Podolskian substage includes the Ozawainella crassiformis, O. kurachovensis, O. leei, Fusulinella propriaforma n. sp., F. vozhgalensis devexa, Beedeina elegans, B. paradistenta, B. pseudoelegans pseudoelegans, B. pseudoelegans keltmensis, B. samarica, B. schellwieni, B. tauridiana n. sp. and B. timanica whereas the Myachkovian substage is represented by Ozawainella mosquensis, O. pseudorhomboidalis, Fusulinella bocki bocki, F. bocki paucisepta, F. paracolaniae, F. praebocki, F.? sp. B and F.? sp. C fusulinid taxon. The middle Pennsylvanian (Moscovian) fusulinid assemblage of the Bademli stratigraphic section is well-correlative to those of the coeval fauna obtained from the Moscow and the Donets basins.*

Keywords: *Fusulinid, the Hadim Nappe, correlation, Moscovian, Taurides*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Maden Kompleksine Ait Derin-denizel İstiflerin Planktonik Foraminifer Toplulukları (Doğu Türkiye)

Planktonic Foraminiferal Assemblages of Deep-marine Sequences of the Maden Complex (Eastern Turkey)

Ayşe Atakul Özdemir[1], Sevinç Özkan Altıner[2], Yavuz Özdemir[3], Çağrı Mercan[4], Vural Oyan[5], Nilgün Güleç[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

[4]Mardin Artuklu Üniversitesi, Savur MYO, Harita ve Kadasro Bölümü, Savur, Mardin, Türkiye

[5]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

(aozdemir@yyu.edu.tr)

Öz: Malatya'nın güneybatısından başlayıp Van'ın Çatak ilçesine kadar yayılım gösteren Maden Kompleksi başlıca sığ ve derin-denizel sedimanter kayaçlar ve volkanik kayaçlar'dan oluşmaktadır. Bu çalışma, Çatak (Van)-Kozluk (Batman) arasında yüzeylenen Maden Kompleksine ait, Melefan Formasyonu olarak tanımlanan derin denizel birimin sedimantolojik ve paleontolojik ön bulgularını konu almaktadır. Formasyon çoğunlukla pembe-kırmızı renkli mikritik kireçtaşlarından oluşmakta ve yer yer kumtaşı, şeyl arakatkıları da içermektedir. Birime ait karbonatlar planktonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı fasiyesinden oluşmakta ve bol miktarda planktonik foraminifer içermekte olup fasiyes özellikleri ve içerdiği planktonik foraminifer türlerine dayanılarak derin denizel bir ortamda çökeldiği yorumlanmıştır. Melefan Formasyonu içerisinde *Morozovella aragonensis, Acarinina collactea*, *Acarinina* cf. *esnehensis*, *Acarinina soldadoensis*, *Acarinina boudreauxi*, *Acarinina bullbrooki*, *Acarinina mckanni*, *Acarinina pentacamerata*, *Acarinina* cf. *pseudosubsphaerica, Acarinina topilensis, Acarinina esnehensis*, *Chiloguembelina* sp., *Globanomalina planoconica, Globanomalina australiformis, Globigerinatheka* sp., *Parasubbotina hagni*, *Pearsonites broedermanni, Pseudoglobigerinella bolivariana*, *Planoglobanomalina pseudoalgeriana*, *Pseudohastigerina wilcoxensis, Subbotina roesnaensis*, *Subbotina yeguaensis* türleri tayin edilmiştir. Belirlenen planktonik foraminifer türlerine dayanılarak, birimin E7 zonuna karşılık geldiği, ve yaşının Erken Eosen (İpreziyen)-Orta Eosen (Erken Lütesyen) olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eosen, Maden Karmaşığı, Melefan Formasyonu, planktonik foraminifer

Abstract: *Maden Complex, extending from the southwest of Malatya to the Çatak district of Van, is chiefly composed of shallow and deep-marine sedimentary and volcanic rocks. This study focuses on the preliminary sedimentological and paleontological results of deep-marine units of the Maden Complex defined as Melefan Formation exposed between Çatak (Van) and Kozluk (Batman) regions. The Melefan Formation mainly consists of pinkish to red colored micritic limestones including shale intercalations. The formation is represented by the pelloidal wackestone-packstone facies and comprises abundant planktonic foraminiferal assemblages. The facies aspects and abundance of planktonic foraminiferal species suggest that the depositional setting of the formation was a deep-marine environment. The following species are recorded within the Melefan Formation: Morozovella aragonensis, Acarinina collactea, Acarinina cf. esnehensis, Acarinina soldadoensis, Acarinina boudreauxi, Acarinina bullbrooki, Acarinina mckanni, Acarinina pentacamerata, Acarinina cf. pseudosubsphaerica, Acarinina topilensis, Acarinina esnehensis, Chiloguembelina sp., Globanomalina planoconica, Globanomalina australiformis, Globigerinatheka sp., Parasubbotina hagni, Pearsonites broedermanni, Pseudoglobigerinella bolivariana, Planoglobanomalina pseudoalgeriana, Pseudohastigerina wilcoxensis, Subbotina roesnaensis, Subbotina yeguaensis. Based on these taxa, the unit corresponds to the E7 zone and the age of the formation is proposed as Early Eocene (Ypresian) to Middle Eocene (Lutetian).*

Keywords: *Eocene, Maden Complex, Melefan Formation, planktonic foraminifera*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Orta ve Doğu Toroslar Üst Devoniyen-Missisipiyen Çökellerinin Palinostratigrafisi

Palynostratigraphy of Upper Devonian-Mississippian Deposits in the Central and Eastern Taurides

Tuba Aydın Özbek[1], Demir Altıner[2], Sevinç Altıner[2], Ayşe Atakul-Özdemir[3], Recep Özkan[1]

[1]TPAO ARGE Merkezi, 06530 Söğütözü, Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye

(tbaydn@gmail.com)

Öz: Bu çalışmanın amacı, Orta ve Doğu Toroslar'daki Devoniyen-Missisipiyen istifinin palinostratigrafisini ve çökelim ortamlarını ortaya koymaktır. Bu kapsamda, Orta ve Doğu Toroslar'da Devoniyen ve Misisipiyen karbonat ve kırıntılı istiflerinde, Hadim (Konya); Değirmentaş (Kayseri) ve Naltaş (Adana) olmak üzere üç kesit çalışılmıştır. Palinolojik çalışmalar sonucunda, biyostratigrafik öneme sahip, oldukça bol miktarda miyospor, kitinozoa ve akritarklardan oluşan palinomorf topluluğu gözlenmiştir. Gölboğazı Formasyonu'nun, üst bölümünün ölçüldüğü Hadim (Konya) kesitinde, *Teichertospora torquata, Auroraspora pseudocrista, Diducites mucronatus*'tan oluşan palinomorf topluluğu çökelimin en geç Frasniyen-Fameniyen döneminde gerçekleştiğine işaret etmektedir. Yarıcak Formasyonu'nun en alt bölümünde *Microreticulatisporites concavus*'un ilk kez görülmesi, çökelimin Karbonifer döneminde gerçekleştiğine işaret etmektedir. Doğu Toroslar'daki Halevikdere kesiti, Şafaktepe Formasyonu'nun en üst bölümü ile Gümüşali Formasyonu'nun en altını kapsamaktadır. Bu kesitte, ilk ortaya çıkışları biyostratigrafik öneme sahip olan *Geminospora lemurata*, *Samarisporites triangulatus*, *Teichertospora torquata*, *Rugospora bricei* ve *Grandispora echinata* türleri kaydedilmiştir. Ayrıca, *Ancyrospora* spp.'nin bu kesitte bol miktarda bulunması çökelimin tropikal koşullarda gerçekleştiğine işaret etmektedir. Naltaş kesiti'ne ait palinolojik çalışmalara devam edilmektedir. Bu kesitteki çalışmaların ilksel sonuçlarına göre, Gümüşali Formasyonu'nun üst bölümü ile Ziyarettepe Formasyonu'nun en alt bölümüne karşılık gelen seviyelerde, *Teichertospora torquata, Grandispora echinata, Grandispora cornuta* ve *Retispora lepidophyta* türleri tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Devoniyen, miyospor, palinoloji, Toroslar

Abstract: *The aim of this study is to reveal the palynostratigraphy and sedimentary environments of the Devonian-Mississippian succession from the Central and Eastern Taurides. Three sections were investigated in the Devonian to Mississippian carbonate and siliciclastic sequences, which expose in the Hadim (Konya); Değirmentaş (Kayseri) and Naltaş (Adana) localities of the Central and Eastern Taurides. As a result of palynological studies, a palynomorph assemblage consisting of a large amount of biostratigraphically important miospores, chitinozoa, acritarcs was observed from all studied sections. The association of Teichertospora torquata, Auroraspora pseudocrista, Diducites mucronatus indicates that the deposition of upper part of the Gölboğazı Formation in the Hadim (Konya) section took place during the latest Frasnian-Famennian. The first appearance of Microreticulatisporites concavus recorded from the basal layers of the Yarıcak Formation indicates a deposition during the Carboniferous. In the Halevikdere section of the Eastern Taurides corresponding to the uppermost part of the Şafaktepe Formation and the lower part of the Gümüşali Formation, the first appearances (FA) of several species are noted including Geminospora lemurata, Samarisporites triangulatus, Teichertospora torquata, Rugospora bricei and Grandispora echinata. Moreover, the abundance of Ancyrospora spp. recorded in the Halevikdere section indicates that the tropical environmental settings were prevailing during the deposition. Palynological results are preliminary in the Naltaş sections. According to primary results of the studies in this section, Teichertospora torquata, Grandispora echinata, Grandispora cornuta and Retispora lepidophyta have been identifed at levels corresponding to the upper part of the Gümüşali Formation and the lowest part of the Ziyarettepe Formation.*

Keywords: *Devonian, miospore, palynology, Taurides*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Soma Havzası'nın Erken Miyosen Paleoflora ve Paleoekolojisi, Batı Anadolu: Anadolu'daki Diğer Havzalarla Karşılaştırmalar

Early Miocene Palaeoflora and Palaeoecology of the Soma Basin, Western Anatolia: Comparisons with Other Basins from Anatolia

Mehmet Serkan Akkiraz[1], Torsten Utescher[2], Angela Bruch[3], Volker Wilde[3], Sariye Duygu Durak[1], Volker Mosbrugger[3]

[1]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270 Kütahya, Türkiye

[2] Institut für Geologie, Nussalle 8, 53115 Bonn, FRG, Germany

[3] Senckenberg Research Institute and Natural Museum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main, Germany

(sakkiraz73@gmail.com)

Öz: Erken Miyosen, Kuzey Yarımküre Buz Örtüsü öncesi gelişmiş olan, temelde Oligosen'in soğuk paleoiklimleri ve orta Miyosen iklimsel optimum arasında kalan bir dönemdir. Bu dönemdeki çok sayıda östatik hareket Avrupa'da deniz suyunun açılmasına ve kapanmasına sebep olmuştur. Bazı görüşlere göre, bu dönem göreceli olarak sıcak ve buzul etkisi olmayan koşullar olarak ele alınırken, aksine görüşler ise, bu sıcak dönemin çeşitli soğuma olayları tarafından durdurulduğunu belirtmektedir.

Bu çerçevede, bu çalışma, stratigrafik kapsam göz önünde bulundurularak, Soma Havzası'nın alt Miyosen çökellerinin kapsamlı paleofloristik verileri sergilemektedir. Elde edilen veriler, Türkiye'nin farklı bölgelerindeki aynı yaştaki çökellerden elde edilen kanıtlarla da ilişkilendirilmiştir. Yüzlek kesitlerinden elde edilen havza tortulları, karasal ortamda çökelmiştir. Havza, Soma Formasyon'unun alt ve orta linyit ve Deniş Formasyon'unun üst linyit istiflerini içeren üç farklı istiften oluşmaktadır. Biz burada, radyometrik verilere göre kesin yaşlandırılan Soma Havza'sının yaprak ve polen toplulukları vasıtasıyla erken Miyosen paleoekolojisini ele almaktayız. Soma Formasyon'un alt linyit istifinde, Cupressaceae'nin yüksek yüzdeleri ve Carya, Nyssa, Myrica, Ulmus ve Salix'in düşük miktarları yersel ırmak kenarı ve bataklık bitki örtüsünü yansıtmaktadır. Alt linyit istifini üzerleyen marnlar, çok çeşitli floraya sahip ve beslenme alanına yakın bir ortamı temsil etmektedir. Orta linyit istifinin çökelimi süresince, karışık bitki örtüsünün yanısıra, iç bölgelerdeki yüksek kotları yansıtan polenlerin taşındığını gösteren nemli koşularda bataklık ormanı önemli bir rol oynamıştır.

Deniş Formasyon'unun üst linyit istifinde, gölsel plankton Botryococcus yüzdesindeki çarpıcı artış ve Spirogyra'nın varlığı, herdem yeşil ve yaprak döken ormanlarla çevrili, daha az yağış alan sığ su ortamını belirtmektedir. Bu en sıcak ay yağış miktarındaki düşüşte görülebilir. Deniş Formasyon'u paleogölün son evresine karşılık gelebilir.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurulu (TÜBİTAK Kod: 106Y104) ve BMBF (Almanya) tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Miyosen, paleoekoloji Soma havzası

Abstract: *The early Miocene, which developed before the Northern Hemisphere Ice Sheet, is a period between Oligocene basically icehouse palaeoclimates and middle Miocene climatic optimum. Great numbers of eustatic movements on that period caused opening and closing of seawater in Europe. According to some views, that period was relatively warm and ice-free conditions. Other opinions say, on the contrary, this warm period was ceased by several cooling events.*

Within this framework, this study exhibits comprehensive palaeoflorastic data of the lower Miocene deposits from the Soma Basin considering the stratigraphical concept. The data obtained were also correlated with the evidences from the deposits of the same age in different locations of Turkey. The sediments of the basin, derived from outcrop sections, were deposited in the terrestrial environment. The basin includes three different successions, lower and middle lignite successions of the Soma Formation and upper lignite succession of the Deniş Formation. Here, we address the early Miocene palaeoecology via pollen and leaf assemblages from the Soma Basin, dated precisely according to radiometric data. High percentages of Cupressaceae in the lower lignite succession of the Soma Formation, and minor quantities of elements such Carya, Nyssa, Myrica, Ulmus and Salix reflect a local riparian and swamp vegetation. Marls overlying the lower lignite succession represent an environment close to the source area, with a variety of flora. During the deposition of middle lignite succession wet conditions played an essential role in the swamp forest fostering some distance transport of pollen which reflect the mesophytic forest vegetation as well as higher altitudes in the hinterland.

A striking increase in lacustrine plankton Botryococcus and presence of Spirogyra in the upper lignite succession of the Deniş Formation imply shallow water environment with less rainfall surrounded by an evergreen and deciduous mixed forest. This can be seen in drop in warmest month precipitation. The Deniş Formation may correspond to the final stage of the paleolake.

This study was supported by a research grant from the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK Grant Code 106Y104) and BMBF (Germany)

Keywords: *Western Anatolia, Miocene, palaeoecology, Soma basin*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Mağara Dikitleri Kullanılarak Batı Anadolu Bölgesi Holosen İklim Kurgulamaları (Speleotolia) Projesi Ön Bulguları

Preliminary Data from the Speleotolia Project: Holocene Climate Reconstructions from Western Anatolia Based on Speleothem Data

Ezgi Ünal İmer[1], İsmail Ömer Yılmaz[1], M. Oruç Baykara[2], Jian-Xin Zhao[3]

[1]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Pamukkale Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

[3]School of Earth and Environmental Sciences, The University of Queensland, Australia

(eunal@metu.edu.tr)

Öz: Kuzey ve güney iklim kuşaklarının arasındaki geçiş bölgesinde yer alan, Türkiye'nin de içinde bulunduğu ve tarih boyunca sayısız uygarlığa ev sahipliği yapmış Doğu Akdeniz, Holosen dönemi iklim koşulları hakkında bilgi edinmek için oldukça önemli bir konuma sahiptir. Dikit gibi mağara çökelleri tarihsel iklim degişikliklerine ışık tutmalarından ötürü önemli arşiv kayıtları niteliğindedirler. Çökelim yaşları U-serisi yaşlandırma metoduyla belirlenen dikitlerden elde edilen mineralojik ve jeokimyasal veri setleri ($\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ izotop ve iz element bileşimleri) mağara içi karbondioksit salınımları, mağara ana kayası-yağmur suyu etkileşimleri ve paleoiklim koşullarına ilişkin önemli bilgiler verebilmektedir.

Avrupa Birliği destekli SPELEOTOLIA projesi kapsamında Türkiye`nin batı ve güneybatısında yer alan 7 mağara ziyaret edilmiş ve bunlardan çok sayıda dikit örneği toplanmıştır. Özellikle projede hedef mağaralardan biri olarak geçen Sırtlanini (Karacasu, Aydın) mağarasından alınan dikit örnekleri (toplam 8 adet) üzerinde yapılan ayrıntılı mineralojik ve jeokimyasal analizlerden elde edilen veriler sentezlenerek bölgenin yakın jeolojik dönemdeki (Holosen) paleoiklim koşullarının yeniden kurgulanması ve yakın dönem medeniyetlerinin yaşam koşulları hakkında bilgi edinilmesi hedeflenmektedir.

Projenin ön bulguları genel olarak dikit örneklerinden alınan birincil yaş sonuçları, mağara suyu izotopik (H ve O) özellikleri, mağara karakterizasyonu ve üzerinde detaylı çalışma yürütülmesine karar verilen dikitin mineralojik çalışmasını kapsamaktadır. Sırtlanini Mağarası`ndan alınan dikitlerin U-serisi yaş sonuçları bu dikitlerin günümüzden 111 yıl ile 174 bin yılları arasında çökeldiklerini göstermektedir. Özellikle çökelim yaşıyla (0.111 – 1.825 binyıl) Roma ve Osmanlı İmparatorluğu dönemlerini kapsayan Sırtlanini Mağarası SRT-5 örneği proje için umut vericidir. Menderes Masifi'nin Mesozoyik yaşlı mermerleri içine yerleşmiş Sırtlanini Mağarası, en derin noktası 40 m olacak şekilde toplam 450 m uzunlukta ve deniz seviyesinden 1060 m yukarıda yer almaktadır. Bu mağaradan alınan su örneği izotop verisi ($\delta^{18}O_{VSMOW}$ = -7,8‰, δD_{VSMOW} = -41,6‰) damlayan suyun izotoplarının diğer mağara sularına göre daha fakirleşmiş olduğunu göstermektedir. Büyüme ekseni boyunca yapılan mineralojik çalışmalara göre SRT-5 örneği aralıksız bir büyüme göstermekte, genellikle ufak-orta boyutta ve uzun kolonsu kalsit kristallerinden oluşmakta ve sıkça mikritik ve dentritik bir doku sunmaktadır.

Bu çalışma Avrupa Birliği Ufuk 2020 Marie Skłodowska-Curie araştırma ve inovasyon prog-

ramı (proje no: 842403) tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mağara, dikit, Uranyum-serisi yaşlandırma, Holosen, iklim, Batı Anadolu

Abstract: *Turkey lies along the transition zone between northerly and southerly climate regimes. As a consequence, its location appears to be favorable for understanding of Holocene climate conditions, and its bearing on numerous ancient civilizations that historically prevailed throughout Eastern Mediterranean. Cave deposits such as stalagmites are considered as important archives of historical climatic changes due to their mineralogical and geochemical (e.g., stable isotopes) characteristics. When combined with U-series geochronogical methods, mineralogical and geochemical datasets (*$\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ *isotope and trace elements) obtained from stalagmites can provide important information on in-cave* CO_2 *degassing, cave host rock-rainwater interactions and overall paleoclimatic conditions.*

Within the scope of the European Union-funded SPELEOTOLIA project, 7 caves from western and southwestern Anatolia were visited and numerous stalagmite samples were collected from the caves with abundant speleothem formations. Detailed mineralogic and geochemical analyses performed on samples (a total of 8) collected from one of the target caves, the Sırtlanini Cave (Karacasu, Aydın) will help reconstruct the regional Holocene climate and will give insights on living conditions of the ancient civilisations.

Preliminary data includes first set of stalagmite age results, cave water isotopic (H and O) properties, cave characterisation, and petrographic work performed on the stalagmite selected for further detailed investigation. The U-series age results of the stalagmite samples from Sırtlanini Cave show that these stalagmites were deposited between 111 y and 174 kyr before present. Specifically, the stalagmite sample SRT-5 from Sırtlanini Cave seems to be the most promising sample, with its age range (0.111 – 1.825 kyr) spanning the Roman and Ottoman periods. The Sırtlanini Cave is situated within the Mesozoic marbles of the Menderes Massif and determined to be 450 m in length with its lowest and highest levels lying some 40 m and 1060 m above sea level, respectively. The isotope data gathered from drip waters of the Sırtlanini Cave ($\delta^{18}O_{VSMOW}$ *= -7.8‰,* δD_{VSMOW} *= -41.6‰) revealed that drip waters are depleted in O and H isotopes compared to other cave waters in the region. Mineralogical studies undertaken along the growth axis of stalagmite SRT-5 indicates that the sample displays continuous growth and composed generally of fine- to medium-grained columnar calcite, with frequent micritic and dendritic fabric.*

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No: 842403.

Keywords: *Cave, stalagmite, Uranium-series dating, Holocene, climate, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Geyik Dağı Birliği Üst Kretase Rudist Faunası, Orta Toroslar

Upper Cretaceous Rudist Fauna of the Geyik Dağı Unit, Central Taurides

Sacit Özer

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(sacit.ozer@deu.edu.tr)

Öz: Orta Toroslar'da Geyik Dağı, Hadim ve Bozkır çevresinde yüzeyleyen Geyik Dağı Birliği'ne (Anamas-Akseki Otoktonu) ait olan Geç Kretase yaşlı platform tipi kireçtaşlarında stratigrafi kesitleri ölçülmüştür. Bu kesitlerde saptanan rudistlerin tanımlanması, Geç Kretase yaşlı birimlerdeki dağılımlarının belirlenmesi ve önceki çalışmalarla karşılaştırılması çalışmanın amacını oluşturur.

Stratigrafi kesitlerindeki rudist faunası aşağıda verilmiştir:

1) Geyik Dağı kesiti: Erken-orta Senomaniyen yaşını işaret eden zengin kanallı rudist türleri tanımlanmıştır: *Ichthyosarcolites monocarinatus, I. triangularis, I. rotundus, I. bicarinatus, Caprinula sharpei, Neocaprina gigantae, Sphaerucaprina woodwardi, Caprina baylei ve Caprina cf. schiosensis.* Rudistli kireçtaşları nerineid gastropodlar, mercanlar ve bentik foraminiferler de içerir. Taban ilişkisi gözlenemeyen rudistli kireçtaşlarını Kampaniyen-Lütesiyen yaşlı planktik foraminiferli killi kireçtaşları keskin bir dokanakla uyumsuz olarak üstler.

2) Olucak kesiti (GB Hadim): Tanımlanan *Radiolites trigeri, Biradiolites angulosus* ve *Distefanella salmojraghii* türleri geç Turoniyen-Koniasiyen yaşını belirtir. Rudistli kireçtaşları tabanda Geç Jura yaşlı kireçtaşlarını uyumsuz olarak üstler, Mastrihtiyen yaşlı bentik foraminiferli kireçtaşları tarafından uyumsuz olarak üzerlenir.

3) Kuşça, Dutlu, Alan ve Akören (Bozkır) kesitleri: İri radiolitidler (*Sauvagesia tenuicostata, Sauvagesia sp., Durania sp.*) ve seyrek hippuritidler (*Hippurites nabresinensis, Hippurites sp.*) tanımlanmıştır. Rudist faunası kısıtlı türlerden oluşmasına karşın Santoniyen-Kampaniyen yaşını belirtir. Rudistli kireçtaşları tabanda Geç Jura yaşlı kireçtaşlarını uyumsuz olarak üstler, Kampaniyen-Mastrihtiyen yaşlı planktik foraminiferli kireçtaşlarına uyumlu olarak geçer.

4) Bolat, Küçükşaban Tepe, Çobanağacık ve Saytepe (Hadim) kesitleri: Geç Mastrihtiyen yaşını işaret eden türlerden oluşan zengin rudist faunası içerir: *Biradiolites triangularis, B. adriatica, B. rotundatus, B. quadripinnae, Bournonia dinarica, Radiolitella maestrichtiana, Praeradiolites radovinicii, Rajka spinosa, Joufia cappadociensis, Apricardia pachiniana, Hippurites cornucopiae, H. lapeirousei.* Rudistli kireçtaşları tabanda Senomaniyen veya Geç Jura yaşlı kireçtaşlarını uyumsuz olarak üstler ve yer yer Paleosen kireçtaşlarına geçişler gösterir.

Önceki çalışmalar Geyik Dağı kesiti için Santoniyen-Kampaniyen, Olucak kesiti için Geç Kretase, Bozkır kesitleri için Santoniyen-Kampaniyen veya Geç Kretase ve Hadim kesitleri için Mastrihtiyen veya Geç Kretase yaşını öngörür.

Orta Toroslar'da ilk kez tanımlanan rudist faunasının biyostratigrafik önemi olan ve Üst Kre-

tase'de yaygın bir dağılım gösteren türlerden oluştuğu saptanmıştır. Elde edilen veriler Geyik Dağı Birliği Üst Kretase stratigrafisinin daha sağlıklı kurulmasına olanak sağlamıştır. Senomaniyen-Kampaniyen rudist faunası Bey Dağları (Batı Toroslar) karbonat platformundakilerle karşılaştırılabilir. Türkiye'de rudistli geç Mastrihtiyen'in çok ender gözlenmesine karşın, çalışma alanında geniş bir dağılım sunduğu ve Kretase-Paleojen geçişine ilişkin veriler içerdiği belirlenmiştir. Geç Mastrihtiyen yaşını belgeleyen rudist faunasının Orta Torosların batısında yer alan Seydişehir dolaylarındakilerle yakın benzerlikler göstermektedir. Geyik Dağı Birliği'ndeki yeni bulgular Akdeniz Provensi'nin doğusunda rudistlere ilişkin eksik verilerin tamamlanması açısından paleobiyocoğrafik önem de taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Biyostratigrafi, Geyik Dağı Birliği, Orta Toroslar, paleobiyocoğrafya, rudist, Üst Kretase

Abstract: *The stratigraphic sections of the Late Cretaceous platform-type limestones belonging to the Geyik Dağı Unit (Anamas-Akseki Authochthon) outcropping around Hadim, Bozkır and Geyik Dağı in Central Taurides were measured. The aim of this study is to describe the rudists identfied in these sections, to determine their distribution in the Late Cretaceous units and to compare them with previous studies.*

The rudist fauna of the stratigraphic sections are given below:

1) Geyik Dağı section: Rich canaliculate rudist species indicating early-middle Cenomanian age have been described: Ichthyosarcolites monocarinatus, I. triangularis, I. rotundus, I. bicarinatus, Caprinula sharpei, Neocaprina gigantae, Sphaerucaprina woodwardi, Caprina baylei and Caprina cf. schiosensis. Rudist-bearing limestones consist also of nerineid gastropods, corals and benthic foraminifers. The basement relationship of the rudist-bearing limestone is not observed, it is unconformably overlain by a sharp contact the Campanian-Lutetian clayey limestones with planktic foraminifers.

2) Olucak section (SW Hadim): Radiolites trigeri, Biradiolites angulosus and Distefanella salmojraghii species suggest a late Turonian-Coniacian age. The rudist-bearing limestones unconformably overlie the Late Jurassic limestones and unconformably overlain by the Maastrichtian benthic foraminiferal limestones.

3) Kuşça, Dutlu, Alan and Akören sections (Bozkır): Large radiolitids (Sauvagesia tenuicostata, Sauvagesia sp., Durania sp.) and sparse hippuritids (Hippurites nabresinensis, Hippurites sp.) have been identified. The rudist fauna consist of limited species, but indicates a Santonian-Campanian age. The rudist-bearing limestones unconformably overly the Late Jurassic limestones and pass to the Campanian-Maastrichtian limestones with planktic foraminifers.

4) Bolat, Küçükşaban Tepe, Çobanağacık and Saytepe sections (Hadim): A rich rudist fauna indicating a late Maastrichtian age have been described:Biradiolites triangularis, B. adriatica, B. rotundatus, B. quadripinnae, Bournonia dinarica, Radiolitella maestrichtiana, Praeradiolites radovinicii, Rajka spinosa, Joufia cappadociensis, Apricardia pachiniana, Hippurites cornucopiae, H. lapeirousei. The rudist-bearing limestones unconformably overlie the Late Jurassic limestones and in places passes to Paleocene limestones.

Previous studies suggest a Santonian-Campanian age for the Geyik Dağı section, Late Cretaceous for the Olucak section, Santonian-Campanian or Late Cretaceous for the Bozkır sections and Maastrichtian or Late Cretaceous for the Hadim sections

The rudist fauna, defined for the first time in the Central Taurides, consists of the species of biostratigraphic importance and widespread in the Upper Cretaceous. The data obtained allowed to establishment of the Upper Cretaceous stratigraphy of the Geyik Dağı Unit more accurately. The Cenomanian-Campanian rudist fauna is comparable to those of the Bey Dağları (Western Taurides) carbonate platform. Despite the upper Maastrichtian rudist-bearing limestones show very rare distribution in Turkey, it offers a broad distribution in the study area. It is also determined new data related to the Cretaceous-Paleogene transition. The rudist fauna indicating the late Maastrichtian age shows close similarities with those of the Seydişehir area. New findings in the Geyik Dağı Unit are of paleobigeographic significance in terms of completing gap on rudists in the eastern part of the Mediteranean Province.

Keywords:*Biostratigraphy, Central Taurides, Geyik Dağı Unit, paleobiogeography, rudist, Upper Cretaceous*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Zekeriyaköy Formasyonu Geç Kampaniyen İri Bentik Foraminiferleri (Zekeriyaköy, İstanbul): Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Geç Kretase Volkanizmasının Sonlanmasına Dair Veriler

Late Campanian Larger Benthic Foraminifera from the Zekeriyaköy Formation (Zekeriyaköy, İstanbul): Insights for the Termination Age of the Late Cretaceous Volcanism in the Western Black Sea Region

Mert Eren Erdem[1], Ercan Özcan[2], Ali Osman Yücel[2], Aral İ. Okay[2,3], Sadıkcan Erbay[2], İsak Yılmaz[1]

[1]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpasa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34500 Büyükçekmece, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(ozcanerc@itu.edu.tr)

Öz: Karadeniz bölgesi boyunca uzanan Pontid Magmatik Kuşağı Geç Kretase'de yaygın bir volkanik hareketliliği temsil eder. Zekeriyaköy civarında (İstanbul kuzeyi) Üst Kretase volkanoklastik ve volkanik kayaları, kumtaşı ve kireçtaşı tabakalarından oluşan sığ-denizel bir istif (Zekeriyaköy Formasyonu) tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Küçük bir alanda yüzlek veren Zekeriyaköy Formasyonu'nun yaşı daha önceki çalışmalarda tanımlanan *Lepidorbitoides minor* (Schlumberger), *Orbitoides media* (d'Archiac) ve *Siderolites calcitrapoides* Lamarck gibi iri bentik foraminiferlerine bağlı olarak Maastrihtiyen olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada, Zekeriyaköy Formasyonu'nun tabanını oluşturan epiklastik kumtaşında sadece *Pseudosiderolites vidali* (Douvillé) ve nadir rudist kavkıları, daha üst kısımlarındaki kumtaşı ve kireçtaşı tabakalarında ise *Lepidorbitoides campaniensis* van Gorsel, *Orbitoides megaloformis* Papp ve Küpper, *Vanderbeekia catalana* Hottinger ve Caus, *Siderolites praecalcitrapoides* Neumann, *Sirtina* cf. *orbitoidiformis* Brönnimann ve Wirz, textularid foraminiferler, rotalidler, rudistler, bryozoalar ve kırmızı algler tanımlanmış olup birimin yaşı geç Kampaniyen olarak saptanmıştır. *Lepidorbitoides* ağırlıklı olarak biserial formlar (*L. campaniensis*) ve çok nadir olarak ta dörtlü nepiyonik spirale sahip bireyler (*L. bisambergensis*) ile temsil edilmektedir. Alçak konik yapısı olan, hem spiral locaları hem de ekvatoryal ve yanal locacıkları olan orbitoidimsi bireyler *Vanderbeekia* Brönnimann ve Wirz ve *Clypeorbis* Douvillé arasında bir geçiş formunu temsil etmekte olup şimdilik *Vanderbeekia* cinsi altında sınıflandırılmıştır ancak *Clypeorbis* cinsinin geç Kampaniyen'de ilkel gelişim aşaması olarakta yorumlanabilir. Bu çalışmada *Vanderbeekia catalana* ve *S. praecalcitrapoides* Türkiye' de ilk defa tanımlanmıştır. Elde edilen veriler Batı Karadeniz bölgesindeki yaygın Geç Kretase volkanizmasının geç Kampaniyen ya da daha erken bir dönemde sonlandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyometri, iri bentik foraminiferler, Kampaniyen, kuzeybatı Türkiye, sistematik

Abstract: *The Pontide Magmatic Belt in northern Turkey extending along the Black Sea region marks an extensive phase of volcanism in the Late Cretaceous. North of İstanbul, a thick volcanic and volcanoclastic sequence is unconformably overlain by a shallow-marine sedimentary succession (the Zekeriyaköy Formation) composed of sandstone and limestone beds at around Zekeriyaköy. The Zekeriyaköy Formation, which crops out over a small area, was previously dated as Maastrichtian based on the supposed occurrence of Lepidorbitoides minor (Schlumberger), Orbitoides media (d'Archiac) and Siderolites calcitrapoides Lamarck. The epiclastic sandstone beds of the Zekeriyaköy Formation just above the the Upper Cretaceous volcanoclastic rocks contain only Pseudosiderolites vidali (Douvillé) and rare rudist shells, while higher sandstone and limestone beds comprise an assemblage of Lepidorbitoides campaniensis van Gorsel, Orbitoides megaloformis Papp and Küpper, Vanderbeekia catalana Hottinger and Caus, Siderolites praecalcitrapoides Neumann, Sirtina cf. orbitoidiformis Brönnimann and Wirz, textularid foraminifera, rotaliids, rudists, bryozoans and red algae suggesting a stratigraphically higher position in the (late) Campanian. Lepidorbitoides consists of predominantly biserial forms, typical of L. campaniensis and very rare quadriserial forms with asymmetrical auxiliary chamberlets and without adauxiliary chamberlets, typical of L. bisambergensis (Jaeger). Associated orbitoidiform specimens with low conical shells consisting of almost flattened dorsal and strongly convex ventral side with a prominent umbo present intermediate features between Vanderbeekia Brönnimann and Wirz and Clypeorbis Douvillé. These forms were provisionally assigned to Vanderbeekia but could also be interpreted as representing the primitive developmental stage of Clypeorbis in the late Campanian. Two species; V. catalana and S. praecalcitrapoides are recorded for the first time from the Late Cretaceous of Turkey. We conclude that regionally widespread Late Cretaceous volcanism in western Black sea region terminated in the late Campanian or earlier.*

Keywords: *Biometry, Campanian, larger benthic foraminifera, northwesterm Turkey, systematics*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Derdere ve Karababa Formasyonları Üst Kretase Rudist Litosomları, Derik ve Sabunsuyu Kesitleri, GD Anadolu: Biyostratigrafi, Tafonomi ve Korelasyon

Upper Cretaceous Rudist Lithosomes of the Derdere and Karababa Formations, Derik and Sabunsuyu Sections, SE Anatolia: Biostratigraphy, Taphonomy and Correlation

Sacit Özer[1], İsmail Ömer Yılmaz[2], Oğuz Mülayim[3], Bilal Sarı[1], Kemal Taslı[4], İzzet Hoşgör[5]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 çankaya, Ankara, Türkiye

[3]Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman Bölge Müdürlüğü, Jeoloji Müdürlüğü, 02040 Adıyaman, Türkiye

[4]Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mersin, Türkiye

[5]Çalık Petrol Arama Üretim, Yaşam Cad. No.7, Ak Plaza, 06520 Söğütözü, Ankara, Türkiye

(sacit.ozer@deu.edu.tr)

Öz: Derdere ve Karababa formasyonlarının yüzeylediği Derik (Mardin) ve Sabunsuyu (Kilis) stratigrafi kesitlerinde Üst Kretase rudist litosomları ayırtlanmıştır. Litosomların biyostratigrafik, tafonomik özelliklerinin tanımlanması ve ölçülü kesitlerdeki korelasyonu çalışmanın amacını oluşturur.

Derdere Formasyonu alttan-üste doğru iki rudist litosomu içerir: 1) Durania litosomu: Durania arnaudi ve Durania acuticostata ile karakterize edilen 2-3 m kalınlığındaki gri-koyu gri renkli kireçtaşlarından oluşur. Caprinula cf. sharpei, Sauvagesia sharpei ve Biradiolites sp. gibi rudistler, Neithea fleuriausiana, ekinid, gastropod parçaları, bentonik foraminiferler ve sığ denizel nautilid kesitleri seyrek olarak bulunur. Rudistler yaşam konumundadır, çoğunlukla dikey gelişme gösteren konik ve silindiro-konik kavkılı yalıtılmış bireyler olarak gözlenirler, ancak seyrek küçük buket yapısı da oluştururlar. 2) Ichthyosarcolites litosomu: Ichthyosarcolites monocarinatus ve Ichthyosarcolites triangularis türleriyle simgelenen, 2-4m kalınlığındaki gri renkli kireçtaşlarından yapılıdır. Rudistlerden seyrek Apricardia sp. ile küçük boyutlu nerineid gastropodlar, tanımlanamayan bivalvia, ekinid parçaları ve seyrek bentonik foraminiferler içerir. Ichthyosarcolites türlerinin alt kavkıları yaşam konumunda gözlenmesine karşın, üst kavkıları çoğunlukla kırılmıştır. Litosom tümüyle Ichthyosarcolites kavkılarından yapılı kalın katmanlar şeklindedir. Derdere Formasyonu'ndaki rudist faunası geç Senomaniyen yaşını işaret eder.

Karababa Formasyonu'nun B üyesinde 2-3m kalınlığındaki gri renkli kireçtaşlarında monospesifik Bournonia excavata litosomu gözlenir. Litosom seyrek Apricardia sp. ile bivalvia, ekinid ve gastropod parçaları da içerir. B. excavata türü ufak boyutlu, yaşam konumunda dikey gelişme gösteren silindiro-konik kavkılı, yalıtılmış bireyler şeklinde gözlenir veya üç-dört

bireyden oluşan buket yapıları da oluşturur. B. excavata türü Karababa Formasyonu için Koniasiyen-Santoniyen yaşını verir.

Bu çalışma, günümüze değin GD Anadolu bölgesinde yapılan birçok çalışmada belirtildiği gibi Derdere ve Karababa formasyonlarındaki rudistlerin yalnızca kavkı parçalarından oluşmadığını, tanımlanabilir ve biyostratigrafik önemi olan türler içerdiğini göstermiştir. Bu formasyonlardaki rudist litosomları ise ilk kez ayırtlanmıştır. Rudist litosomlarının Derik ve Sabunsuyu kesitlerindeki korelasyonu faunal ve biyostratigrafik açıdan büyük benzerlikler gösterdiğini ortaya koyar. Bu veri, GD Anadolu'da rudist litosomlarının Derdere ve Karababa formasyonları için kılavuz düzeyler olabileceğini işaret eder.

Bu çalışma TUBITAK-118Y425 projesi tarafından desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: GD Anadolu, Koniasiyen-Santoniyen, korelasyon. litosom, rudist, Senomaniyen

Abstract: *Upper Cretaceous rudist lithosomes are distinguished in Derik (Mardin) and Sabunsuyu (Kilis) stratigraphic sections where the Derdere and Karababa formations are exposed. The aim of this study is to define biostratigraphic, taphonomic features of lithosomes and their correlation in the measured sections.*

The Derdere Formation contains two rudist lithosomes from bottom to top as follows: 1)Durania lithosome: It is composed of 2-3m thick gray-dark gray limestones characterized by Durania arnaudi and Durania acuticostata. Caprinula cf. sharpei, Sauvagesia sharpei and Biradiolites sp. such as rudists, Neithea fleuriausiana, echinid, gastropod fragments, benthic foraminifera and shallow-marine nautilid sections are rarely found. Rudists are in growth position, mostly observed as elevator conical and cylindro-conic isolated individuals, but they also form sparsely small bouquets. 2) Ichthyosarcolites lithosome: It consists of 2-4m thick gray limestones identified by Ichthyosarcolites monocarinatus and Ichthyosarcolites triangularis. It contains sparse Apricardia sp., small-sized nerineid gastropods, undeterminable bivalve, echinid fragments and benthic foraminifera. Although the lower valves of Ichthyosarcolites species are observed in life position, the upper valves are mostly broken. Lithosome is in the form of thick layers constructed entirely of recumbent Ichthyosarcolites valves. The rudist fauna indicates a late Cenomanian age for the Derdere Formation.

Monospecific Bournonia excavata lithosome is observed in the 2-3m thick gray limestones of the Karababa-B Member. It consists of sparse Apricardia sp., bivalve, coral, echinid and gastropod fragments. B. excavata has a small-sized, cylindro-conical, elevator isolated valves in growth position, but small bouquets consisting of 3 or 4 individuals are also present. B. excavata species suggests a Coniacian-Santonian age for the Karababa Formation.

This study has shown that the rudists in the Derdere and Karababa formations are not only composed of fragments as stated in many studies until today in the SE Anatolia region, but also include rudist species with identifiable and biostratigraphic significance. The rudist lithosomes in these formations were distinguished for the first time. The correlation of the rudist lithosomes in Derik and Sabunsuyu sections reveals that they show remarkable similarities in faunal and biostratigraphic terms. These data indicate that the rudist lithosomes may be key levels for the Derdere and Karababa formations in SE Anatolia.

This study is supported by the Turkish Scientific Research Project (TUBITAK-118Y425).

Keywords: *Cenomanian, Coniacian-Santonian, correlation. lithosome, rudist, SE Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Nümerik Paleobatimetri Denklemlerinin Uygulanabilirliğinin Test Edilmesi: Maastrihtiyen Dakhla Formasyonu, Mısır, örneği

Testing the Applicability of Numerical Paleobathymetric Equations: A Case Study from the Maastrichtian Dakhla Formation, Egypt

Fırat Göçmenoğlu

Türkiye Petrolleri AR-GE Merkezi (TP-ARGEM), 06530 Çankaya, Ankara, Türkiye

(firatgocmenoglu@gmail.com)

Öz: Maastrihtiyen Dakhla Formasyonu'ndan (Mısır) hazırlanan tam kantitatif veri seti iki numerik paleoderinlik denkleminin güvenilirliğinin test edilebilmesi için bir fırsat sağlamıştır. Çalışma alanı, Geç Kretase' de geniş ve stabil Kuzey Afrika şelfi üzerinde yer almakta olup, Maastrihtiyen' de bir yüzeylenme sisteminin (Upwelling system) etkisi altında kalmıştır. Paleobatimetri yaklaşımları ya faunal derinlik bağımlı bentik foraminifer topluluklarının incelenmesi (örneğin Midway-Tip yada Velasco-Tip fauna) yada tam kantitatif sayım temelli nümerik hesaplamalar yollarıyla irdelenebilir. Nümerik denklemlerin uygulanmasında yüzde planktonik foraminifer (PF%) yoğunlukla kullanılmaktadır. Ancak nümerik yaklaşımlar bu orandan daha fazlasını gerektirir ve PF%' yi denklemin bir parçası olarak içerirler. Paleobatimetri hesaplamalarında iki önemli nokta göz önünde bulundurulmalıdır. İlki, güvenilir bir PF% ve dolayısıyla güvenilir bir nümerik paleobatimetri hesabı için bir örnekteki tüm foraminiferlerin sayılmasının gerekliliğidir. Ancak foraminifer kavkıları yıkama analizleri sırasında kırılmaya maruz olduğundan güvenilir taksonomik tanımlamalarda güçlükler yaratmaktadır. Bu durum ise beraberinde, bir planktonik foraminiferin yokluğunda nümerik sonuçların nasıl değişeceği sorusunu ortaya çıkarır. İkincisi, denklemlerden biri standart olarak bilinen PF% hesabını kullanırken diğeri "Stress-işaretçisi" olarak tanımlanan türlerin sayısının hesaptan çıkarılması gerektiğini önermektedir. "Stress-işaretçisi" türler olarak ise oksijen ve besin girdilerinden etkilenmediği düşünülen derin infaunal foraminiferler kastedilmektedir. Bu noktalardan hareketle, bu çalışma iki paleoderinlik denklemini her iki perspektiften kıyaslı olarak tartışmaktadır. Sonuçlar, aynı seviyeden yapılan analizlerde paleoderinlik sonuçları arasındaki farkların 250 metreye kadar çıktığını göstermektedir. Yine, aynı örnekleme seviyesinde bir planktonik foraminiferin eksikliğinde ve fazlalığında paleoderinlik değerleri arasındaki sonuç farkı yaklaşık 3 metreye kadar değişebilmektedir. Sonuç olarak, karşılaştırmalı analizler nümerik değerlerin aşırı farklar yaratabileceğine işaret etmektedir. Bununla beraber, birçok parametrenin kullanımını içeren daha karmaşık yaklaşımlar hata paylarının artmasına açıktır. Tüm nümerik sonuçlar özellikle baskın faunal topluluklar ve, biliniyorsa eğer, bentik foraminiferlerin göç trendleriyle ilişkilendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Kıyaslı tahmin, Dakhla Formasyonu, Maastrihtiyen, numerik paleobatimetri, PF%

Abstract: *A quantitative dataset from the Maastrichtian part of the Dakhla Formation (Egypt) provide some insights about testing the reliability of two numerical paleobathymetric equations. The study area was located on the wide and stable shelf of the North Africa during the Late Cretaceous and was under the influence of an upwelling system during the Maastrichtian. Paleobathymetric approaches are commonly examined either by following depth ranges of benthic foraminiferal assemblages (such as Midway-Type or Velasco-Type fauna) or by applying fully quantitative countings based numerical calculations. In the applications of numeric equations percentage planktonic foraminifera (PF%) is a widely used base method. Yet, numerical estimates require more than this simple ratio approach and use PF% as part of the equations. In paleodepth calculations two major points should be considered. First, complete counting of all foraminiferal taxa in a sample is necessary to form a reliable PF% calculation and, therefore, a reliable paleodepth estimate. However, foraminiferal tests are prone to damages during washing procedures that hamper proper identifications. This raises the question of, how the absence of one planktonic foraminifera affects on the numerical results. Second, while one equation applies standard PF% calculation, another proposes to exclude some benthic foraminiferal taxa, named as stress marker taxa, for a more reliable numerical estimate. Stress marker taxa are mentioned as deep infaunal benthic foraminifera, which were not dependent to oxygen and nutrient influxes. This research comparatively discusses two paleodepth equations through displaying numerical differences in two perspectives. Results show that the paleodepth differences can reach up to approximately 250 meters for the same sampling level. Similarly, absence and presence of one planktonic foraminifera resulted in paleodepth differences up to approximately 3 meters. Consequently, comparative analyses indicate that numerical estimates can reveal extreme differences. Additionally, complex equations containing numerous parameters are open to increase error scales. All scores should especially be combined with major faunal assemblages and ,if known, with migration trends of benthic foraminifera.*

Keywords: *Comparative estimate, Dakhla Formation, Maastrichtian, numerical paleobathymetry, PF%*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Keçiborlu Kuzeyi (Isparta) Tanesiyen - Erken İpresiyen Alveolinidlerinin Biyoçeşitlilik İncelemesi ve Mikrofasiyeslere Dayalı Paleoortamsal Yaklaşımlar

Biodiversity of Thanetian – Early Ypresian Alveolinids of Northern Keçiborlu (Isparta) and Paleo-environmental Approaches Based on the Microfacies

Alper Bozkurt[1], Muhittin Görmüş[2], Banu Türkmen-Bozkurt[1]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye

(alper.bozkurt@mta.gov.tr)

Öz: Keçiborlu (Isparta) kuzeyinde yüzeyleyen Büyükkırtepe Formasyonu'na ait kireçtaşları oldukça zengin bir alveolinid topluluğu içermektedir. Bunun yanı sıra; *Assilina*, *Asterocyclina*, *Discocyclina*, *Nummulites*, *Operculina*, *Opertorbitolites*, *Orbitolites*, *Ornatorotalia*, *Ranikothalia*, *Rotalia*, *Sphaerogypsina* gibi diğer foraminifer cinslerine ait türler de bu topluluk ile birlikte gözlenmektedir. Çalışmanın amacı, alveolinid topluluğunu oluşturan türlerin neler olduğunu belirlemek ve biyoçeşitliliğe, baskınlığa ve topluluklara dayanan paleoekolojik yaklaşımlarda bulunmaktır. Bu amaçlar doğrultusunda Özbahçe ölçülü kesitinden derlenen örneklerden ince kesitler ve yönlü ince kesitler yapılmış, biyoçeşitlilik analizleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan incelemelerde Alveolina (Glomalveolina) karsica, A.(G.) aff. karsica, A.(G.) lepidula, A.(G.) sp., A.(G.) cf. subtilis, A.(Alveolina) aragonensis, A.(A.) avsari n.ssp1, A.(A.) cemali, A.(A.) corbarica, A.(A.) cf. coudurensis, A.(A.) baldaccii n.ssp1, A.(A.) decipiens, A.(A.) dedolia, A.(A.) ellipsoidalis, A.(A.) erki, A.(A.) guidonis, A.(A.) cf. ilerdensis, A.(A.) montanarii, A.(A.) montanarii n.ssp1, A.(A.) moussoulensis, A.(A.) muscatensis n.ssp1, A.(A.) nsp1, A.(A.) nsp2, A.(A.) pasticillata, A.(A.) pisella, A.(A.) rotundata kazancii, A.(A.) rugosa n.ssp1, A.(A.) trempina, A.(A.) varians, A.(A.) vredenburgi gibi 30 Alveolina türü içeren bir topluluk tanımlanmıştır.

Alveolina cinsinin türlerine ilişkin kantitatif veriler kullanılarak yapılan biyoçeşitlilik incelemelerinde Shannon indeksinin (*H*) 0 - 2,552 arasında; Simpson indeksinin (*1-D*) 0 - 0,914 arasında; Margalef indeksinin 0 - 4,415 arasında ve Pielou indeksinin ise 0,878 - 0,967 arasında değiştiği belirlenmiştir. Alfa çeşitlilik indeksleri *Alveolina* türlerindeki zenginlik, bolluk ve çeşitlilik değerlerinin Tanesiyen'den, orta İlerdiyen'in alt bölümlerine kadar artıp; sonrasında düşüşe geçtiğini gösterir. Pielou indeksinde belirgin farklılıkların olmaması türlerinin birbirine göre bariz baskınlıklar oluşturmadığını ifade etmektedir.

İnce kesitlerden foraminifer kavkı tiplerine göre cinsler bazında yapılan sayımlarda, Tanesiyen örneklerinde 195 porselen, 299 hyalin, 13 aglütine kavkılı birey; erken İlerdiyen'de 36 porselen, 82 hyalin, 2 aglütine kavkılı birey ve orta İlerdiyen'de 128 porselen, 442 hyalin, 26 aglütine kavkılı birey sayılmıştır. İstifte alttan üste doğru porselen kavkılı foraminiferlerin oranının %38,46'den - 21,48'e, hyalin kalker kavkılı foraminiferlerin %58,97'den - 74,16'ya, aglütine

kavkılı foraminiferlerin ise %2,56'dan - 4,36'ya değiştiği gözlenmiştir. Kesit boyunca, foraminifer kavkı tiplerinin birbirlerine göre oranları ve bu oranlardaki değişim, normal tuzluluktaki bir şelf denizindeki göreceli derinleşmeye işaret etmektedir. Wilson (1975) sınıflaması dikkate alınarak yapılan mikrofasiyes incelemelerine göre, istif boyunca FZ7 (açık platform) ve FZ8 (sınırlı platform) standart fasiyes zonlarına ait mikrofasiyeslerin yer aldığı belirlenmiştir.

Gerek foraminifer toplulukları, gerekse mikrofasiyes incelemelerinden elde edilen veriler; Tanesiyen-erken İpresiyen döneminde ortamın normal tuzluluk seviyesine sahip düşük enerjili bir şelf ortamı olduğuna işaret etmektedir. Biyostratigrafik incelemeler, istifin incelenen bölümünün Tanesiyen – orta İlerdiyen yaş aralığını temsil ettiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alveolina, biyoçeşitlilik, İpresiyen, Tanesiyen, paleoortam

Abstract: *Limestone beds of Büyükkırtepe Formation cropping out in the north of Keçiborlu (Isparta) contain an abundant alveolinid assemblage. In addition, species of genera such as Assilina, Asterocyclina, Discocyclina, Nummulites, Operculina, Opertorbitolites, Orbitolites, Ornatorotalia, Ranikothalia, Rotalia, Sphaerogypsina are associated with this assemblage. The goals of this study are to determine the species which constitute the alveolinid assemblage, and to make approaches based upon biodiversity, dominance and assemblages. In order to achieve these purposes, random and oriented thin sections were prepared from the samples collected from Özbahçe section, and biodiversity analyses were carried out.*

Alveolina assemblage contains 30 different species as follows: Alveolina (Glomalveolina) karsica, A.(G.) aff. karsica, A.(G.) lepidula, A.(G.) sp., A.(G.) cf. subtilis, A.(Alveolina) aragonensis, A.(A.) avsari n.ssp1, A.(A.) cemali, A.(A.) corbarica, A.(A.) cf. coudurensis, A.(A.) baldaccii n.ssp1, A.(A.) decipiens, A.(A.) dedolia, A.(A.) ellipsoidalis, A.(A.) erki, A.(A.) guidonis, A.(A.) cf. ilerdensis, A.(A.) montanarii, A.(A.) montanarii n.ssp1, A.(A.) moussoulensis, A.(A.) muscatensis n.ssp1, A.(A.) nsp1, A.(A.) nsp2, A.(A.) pasticillata, A.(A.) pisella, A.(A.) rotundata kazancii, A.(A.) rugosa n.ssp1, A.(A.) trempina, A.(A.) varians, A.(A.) vredenburgi.

Biodiversity analyses made using by quantitative data of the species of Alveolina show that Shannon Index (H) ranges between 0 – 2.552, Simpson Index (1-D) ranges between 0 – 0.914, Margalef Index ranges between 0 – 4.415, Pielou Index ranges between 0.878 – 0.967. Alpha diversity indices demonstrate that abundance, species richness and diversity values at first increase from Thanetian to lower levels of middle Ilerdian, and then decrease. Lacking of distinct changes in the values of Pielou Index indicates that the species show no obvious dominance to others.

Calculations based on different test type have been made on thin sections on the basis of genera. It reveals that the assemblages are composed of following number of individuals: 195 porcellaneous, 299 hyaline, 13 agglutinated in Thanetian; 36 porcellaneous, 82 hyaline, 2 agglutinated in lower Ilerdian; 128 porcellaneous, 442 hyaline, 26 agglutinated in middle Ilerdian samples. It has been observed, from bottom to top of the sequence, the proportion of foraminifera with porcellaneous test changes from 38.46 to 21.48%, foraminifera with hyalin test changes from 58.97 to 74.16%, and foraminifera with agglutinated test changes 2.56 to 4.36%. Proportions of the foraminiferal test types and the changes in them through the section, indicate relative deepening in a shelf marine with normal salinity. According to the surveys conducted by considering Wilson (1975) classification, microfacies belonging to FZ7 (open platform) and FZ8 (restricted platform) standard facies zones are present through the studied section.

Data obtained from foraminiferal assemblages and microfacies features indicate that the paleo-environment in Thanetian – early Ypresian period is a low energy shelf environment with normal salinity. Biostratigraphic studies show that the studied section of the sequence represents Thanetian-early Ypresian age.

Keywords: *Alveolina, biodiversity, Thanetian, Ypresian, paleo-environment*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Ammonite and Microfossils Bioevents, Zonation and Integrated Biochronology of the Callovian–Hauterivian Pelagic Carbonates in the Western Fore Balkan, Bulgaria

Batı Balkan Önündeki Kalloviyen-Hotriviyen Pelajik Karbonatlarının Ammonit ve Mikrofosil Biyoolayları, Zonasyonu ve Bütünleşik Biyokronolojisi, Bulgaristan

Daria K. Ivanova, Iskra Lakova, Kristalina Stoykova, Lubomir Metodiev, Silviya Petrova

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str., Bl. 24, BG-1113 Sofia, Bulgaria

(dariaiv@yahoo.com)

Abstract: Callovian to Early Hauterivian pelagic carbonates are widely exposed in the northernmost rim of the Fore Balkan, Bulgaria. Three main measured sections, namely Belotintsi, Ruzhintsi and Railway station Oreshets have been studied in terms of macro- and micropalaeontological taxonomy. Zonation schemes based on ammonites, calcareous dinoflagellate cysts, calcareous nannofossils and calpionellids have been used jointly or separately for integrated biostratigraphy and biochronology.

The study embraces a succession of pelagic record consisting of marl-limestone alternation (Bov Formation), grey micritic limestones with reddish nodular limestones (Javorets Formation), Ammonitico Rosso-type red nodular limestones (Gintsi Formation), Biancone-type grey micritic regularly bedded limestones (Glozhene Formation) and locally thickly-bedded to massive, biogenic limestones (Simeonovo Formation). The total thickness of this succession exceeds 400 m. Rich ammonite faunas recorded from the Bov, Javorets and Gintsi formations enabled ammonite zonation and age assignment: Macrocephalites spp., Hecticoceras spp. and Kosmoceras spp. zones (Callovian), P. athletoides, C. renggeri, P. (D.) episcopallis, P. (D.) antecedens and G. riazi zones (Oxfordian), H. beckeri zone (late Kimmeridgian) and H. hybonotum, S. schwertschlageri and V. rothpletzi zones (Tithonian).

The stratigraphic distribution and relative abundance of pelagic microplanktons (calcareous dinocysts, calcareous nannofossils, calpionellids, and planktonic/benthic foraminifers) have been used for integrated biostratigraphy and biochronology. Within the Callovian – early Hauterivian interval fourteen calcareous dinocyst zones based on the first occurrence (FO) of the index species are distinguished. The middle Tithonian to Valanginian interval is characterized by the successive calpionellid zones: Chitinoidella, Praetintinnopsella, Crassicollaria, Calpionella, Calpionellopsis, and Calpionellites. Five interval zones based on successive FOs of the index species of nannofossils within the pelagic carbonates are separated, spanning the late Kimmeridgian to Valanginian interval.

The main advantage of the joint study of ammonites and calcareous microfossils from the Callovian to the early Hauteriviain in the Western Fore Balkan is the ability to document in detail

the stratigraphic ranges and the selection of reliable diagnostic bioevents, within the parallel macro- and microfossil successions. The individual zonation on ammonites and microfossils are precised, refined and directly correlated to each other. This approach of direct correlation on several fossil groups enhances the augmentation and resolution of the zonation. It may represent a basis for reference biochronology of the Callovian to early Hauterivian, applicable to various lithologies in the Tethyan Realm.

Acknowledgements: This work has been carried out in the framework of the National Science Program "Environmental Protection and Reduction of Risks of Adverse Events and Natural Disasters", approved by the Resolution of the Council of Ministers № 577/17.08.2018 and supported by the Ministry of Education and Science of Bulgaria (Agreement № ДО-230/06-12-2018).

Keywords: Ammonoids, biochronology, biostratigraphy, Bulgaria, Callovian, Hauterivian, microfossils

Öz: *Kalloviyen-erken Hotriviyen pelajik karbonatları, Balkan Önünün (Bulgaristan) en kuzey kenarında yaygın olarak görülür. Belotintsi, Ruzhintsi ve Trenyolu istasyonu Oreshets'leri olarak adlandırılan üç temel ölçülü kesit, makro ve mikropaleontolojik taksonomi açısından incelenmiştir**.** Ammonitlere, kalkerli dinoflagellat kistlere, kalkerli nannofosillere ve kalpionellidlere göre zonasyon şemaları, bütünleşik biyostratigrafi ve biyokronoloji için birlikte veya ayrı ayrı kullanılmıştır. Çalışma, marn-kireçtaşı ardalanması (Bov Formasyonu), kırmızımsı nodüler kireçtaşlı gri mikritik kireçtaşları (Javorets Formasyonu), Ammonitiko Rosso-tip kırmızı nodüler kireçtaşları (Gintsi Formasyonu), Biankon-tip gri mikritik sürekli katmanlı kireçtaşları (Glozhene Formsyonu) ve yersel kalın katmanlı-masiv biyojenik kireçtaşlarından (Simeonovo Formasyonu) oluşan pelajik bir istifi kapsamaktadır. Bu istifin toplam kalınlığı 400 m'yi aşmaktadır. Bov, Javorets and Gintsi formasyonlarından kaydedilen zengin ammonit faunaları, ammonit zonasyonunu ve yaş tahsisini mümkün kılmıştır: Macrocephalites spp., Hecticoceras spp. ve Kosmoceras spp. zonları (Kalloviyen), P. athletoides, C. renggeri, P. (D.) episcopallis, P. (D.) antecedens ve G. riazi zonları (Oksfordiyen), H. beckeri zonu (geç Kimmericiyen) ve H. hybonotum, S. schwertschlageri ve V. rothpletzi zonları (Titoniyen).*

Bütünleşik biyostratigrafi ve biyokronoloji için, pelajik mikroplanktonların (kalkerli dinokistler, kalkerli nannofosiller, kalpionellidler ve planktonik/bentik foraminiferler) stratigrafik dağılımı ve göreceli bolluğu kullanılmıştır. Kalloviyen-erken Hotriviyen aralığında, karakteristik türlerin ilk görünüşlerine dayanarak, on dört dinokist zonu ayırt edilmiştir. Orta Titoniyen ile Valanjiniyen aralığı, ardışık kalpionellid zonlarıyla karakterize edilmektedir: Chitinoidella, Praetintinnopsella, Crassicollaria, Calpionella, Calpionellopsis, and Calpionellites. Pelajik karbonatlar içindeki nannofosillerin karakteristik türlerinin ardışık ilk görünüşlerine dayanarak, geç Kimmericiyen ile Valanjiniyen aralığında, beş arazon ayırt edilmiştir.

Batı Balkan Önünde, Kalloviyen'den erken Hotriviyen'e kadar olan ammonitlerin ve kalkerli mikrofosillerin birlikte çalışılmasının temel avantajı, makro ve mikrofosil istifleri içindeki koşutluk, stratigrafik menziller ve güvenilir diyagnostik biyoolayların seçimini ayrıntılı olarak belgeleme yeteneğidir. Ammonitler ve mikrofosiller üzerindeki bireysel zonasyon hassaslaştırılmış, düzeltilmiş ve birbirleriyle doğrudan karşılaştırılmıştır. Bir çok fosil grubu üzerindeki bu doğrudan korelasyon yaklaşımı, zonasyon artış ve çözümlemesini geliştirmektedir. Bu, Tetis Bölgesi'ndeki farklı litolojilere uygulanabilen, Kalloviyen'den erken Hotriviyen'e referans biyokronolojisi için bir temel oluşturabilir.

Teşekkür: *Bu çalışma, Bakanlar Kurulu Kararıyla (№ 577/17.08.2018) onaylanan ve Bulgaristan Bilim ve Eğitim Bakanlığı tarafından desteklenen "Olumsuz Olaylar ve Doğal Afetlerin Risklerinin Azaltılması ve Çevresel Korunması" Ulusal Bilim Programı çerçevesinde yürütülmüştür (Anlaşma № ДО-230/06-12-2018).*

Anahtar kalimeler: *Ammonoidler, biyokronoloji, biyostratigrafi, Bulgaristan, Kalloviyen, Hotriviyen, mikrofosiller*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Cambay Havzası (Batı Hindistan) Geç Orta Eosen İlkel *Spiroclypeus* Douvillé'lerin Tanımı: Batı Tetis'deki Priaboniyen Spiroclypeid'in Kökeni Olabilir mi?

Primitive Spiroclypeus Douvillé from the Late Middle Eocene of the Cambay Basin, West India: An Ancestry for Priabonian Spiroclypeids of the Western Tethys?

Ercan Özcan[1], Pratul Kumar Saraswati[2], Sonal Khanolkar[3], Senem Çetin[1], Betül Çıkrıkcı[1], Sadıkcan Erbay[1], Gyorgy Less[4], Sibel Kayğılı[5], Ali Osman Yücel[1]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Department of Earth Sciences, Indian Institute of Technology– Bombay, Powai, Mumbai 400076, India

[3]Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, Germany

[4]University of Miskolc, Institute of Mineralogy and Geology, H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Hungary

[5]Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

(ozcanerc@itu.edu.tr)

Öz: Eosen *Spiroclypeus* Douvillé cinsi, Batı Tetis neritik istiflerinde Priaboniyen dönemini temsil eden iri bentik foraminifer grubudur. Bu cins, sık granüller içeren planispiral involüt bir kavkı, sıkı sarılımlı bir spiral, zayıf gelişmiş yanal locacıklar ve spiral locaların locacıklara bölünmesiyle tanımlanır. Bu çalışmada, Cambay Havzası (Batı Hindistan) geç Orta Eosen yaşlı neritik istifinin sondajlarından ve arazi yüzleklerinden alınan örneklerde *Discocyclina nandori* Less, *D. sulaimanensis* Özcan, Ali, Hanif, *D. dispansa* (Sowerby), *Assilina schwageri* Silvestri-*alpina* Douvillé, *Pellatispira* sp., retikule *Nummulites*, *Calcarina* sp., ve *Nummulites* spp. ile birlikte bulunan zengin bir *Spiroclypeus* topluluğu tanımlanmıştır. Nadir planktonik foraminiferler, *Streptochilus martini*, *Jenkinsina columbiana*, *Globoturborotalia ouachitaensis*, *Acarinina rohri*, *Chiloguembelina trinitatensis*, *Psuedohastigerina micra*, *Pseudohastigerina* cf. *wilcoxensis*, *Globoturborotalia bassarivensis* ile temsil edilir. *Spiroclypeus* ve birlikte bulunan diğer iri bentik foraminifer grupların biyometrik bir çalışması yapılmıştır. *Spiroclypeus*, çapı 0.85-2.5 mm arasında değişen küçük bir kavkıya sahiptir. Kavkı kalınlığı 0.5 ile 0.7 mm arasındadır. Prolokülüs çapı 40-50 mikron arasında olup populasyon ortalamaları 35 ve 60 mikron arasında değişir. Bölünmemis loca sayısı (X parametresi) 10-20 arasında olup populasyon ortalamaları 13-14 arasında değişmektedir. Bu bireylerin ilkel morfolojik özellikleri göz önüne alınarak ve Batı Tetis Priaboniyen temsilcileriyle karşılaştırılması sonucu yeni bir tür, *S. cambayensis* n. sp. tanımlanmıştır. *Spiroclypeus*'un başlangıçta Orta Tetis'te ortaya çıktığı ve yeni türün Batı Tetis'deki Erken Priaboniyen yaşlı *S. sirottii* Less ve Özcan- *S. carpaticus* (Uhlig) grubunun atası olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyometri, Cambay Havzası, geç Orta Eosen, Hindistan, Spiroclypeus

Abstract: *The Eocene Spiroclypeus Douvillé is a larger benthic foraminiferal genus known from the Priabonian neritic deposits in the Western Tethys. The genus is characterized externally by a planispiral, involute test with densely spaced granules and internally, a densely coiled spire, weakly developed lateral chamberlets and subdivision of spiral chambers into chamberlets. We have identified a rich assemblage of Spiroclypeus in association with Discocyclina nandori Less, D. sulaimanensis Özcan, Ali, Hanif, D. dispansa (Sowerby), Assilina schwageri Silvestri-alpina Douvillé, Pellatispira sp., reticulate Nummulites, Calcarina sp., and Nummulites spp. from the boreholes and outcrops of late Middle Eocene neritic succession of the Cambay Basin (West India). The rare planktonic foraminifera are represented by Streptochilus martini, Jenkinsina columbiana, Globoturborotalia ouachitaensis, Acarinina rohri, Chiloguembelina trinitatensis, Psuedohastigerina micra, Pseudohastigerina cf. wilcoxensis, Globoturborotalia bassarivensis. A biometric study of the internal test features of Spiroclypeus and associated taxa were carried out. Spiroclypeus has a small test, diameter of which ranging between 0.85-2.5 mm. Test thickness ranges between 0.5 and 0.7 mm. Proloculus is very small (35-60 microns), with population averages of inner cross-diameter being between 40-50 microns. Number of the undivided spiral chambers (parameter X) varies between 10 and 20, with population averages between 13 and 14. We have erected a new species, S. cambayensis n. sp., based on the primitive morphologic features compared to typical Priabonian representatives of the genus. We think that early Spiroclypeus originated in the Central Tethys and new species represents an ancestry for the early Priabonian species S. sirottii Less and Özcan- S. carpaticus (Uhlig) from the Western Tethys.*

Keywords: *Biometry, Cambay Basin, India, late Middle Eocene, Spiroclypeus*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Geç Kretase Yaşlı İncirli Formasyonu'nun (Ankara, Orta Anadolu) Ostrakod Faunası, Kronostratigrafisi ve Ortamsal Yorumu

Ostracoda Fauna, Chronostratigraphy, and Environmental Interpretation of the Late Cretaceous İncirli Formation (Ankara, Central Anatolia)

Hulde Tuğba Gizli, Alaettin Tuncer, Cemal Tunoğlu

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye
(huldegizli@hacettepe.edu.tr)

Öz: Rodop-Pontid-Sakarya bloğunun altında, Neotetis Okyanusu'nun Kuzey Kolu olarak bilinen D-B uzanımlı İzmir-Ankara Okyanusunun (IAO) dalmasına ilişkin olarak yay önü havzası gelişimi, Geç Kretase döneminde eşzamanlı olarak başlamıştır. Bu yay önü dizileri, Ankara çevresindeki Haymana, Alcı ve Memlik-Orhaniye bölgelerinde iyi bir şekilde yüzlek vermektedir.

KD-GB yönelimli Alcı Havzasının Geç Kretase dizisi, Ankara şehir merkezinin yaklaşık 40 km güneybatısındaki Alcı ve Aşağı Yurtçu bölgelerinde Geç Kretase (Koniasiyen) yaşlı Alacaatlı olistostromlarını ve ofiyolitik melanjı uyumsuz olarak örtmektedir. Üzerinde bulunan otokton dizi, İncirli Formasyonu, altta bulunan Alacaatlı olistrostromlarının farklı kireçtaşı bloklarından türemiş kötü boylanmalı akarsu konglomeraları ve kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve marnları içeren kabadan inceye klastikler ile başlar. Bu transgresif dizi, üste doğru rudist içeren resifal kireçtaşlarından oluşan Kapıkaya Formasyonu'na geçmektedir. Dizinin en üst bölümü olan Alcı Formasyonu kumtaşları, silttaşları ve volkanoklastiklerle temsil edilmektedir ve altta bulunan karbonatlar ile arasındaki sınır hardground yüzeyinin varlığı ile subaerial bir uyumsuzluğu işaret etmektedir.

İncirli Formasyonu'nun ince kırıntılı hakim olan kısmı yumuşakçalar, tekil mercanlar (Cyclolites sp.) ve charophytler ile birlikte bol miktarda ve çeşitli ostrakod faunasına sahiptir. Bu kuzeybatı yönelimli dalma boyunca iki stratigrafik kesit ölçülmüş ve otuz yedi numune toplanmıştır. Sekiz aileye ait on üç ostrakod cinsi ve on sekiz ostrakod türü belirlenmiştir: *Cytherella lagenalis, Cytherella parallela, Cytherella sp., Cytherelloidea binkhorsti, Cytherelloidea sp., Bairdia sp., Krithe solomoni, Krithe sp., Paracypris caudata, Paracypris sokotoensis, Macrocypris sp., Schuleridea sp., Dordoniella strangulate, Acanthocythereis salehi, Cythereis sp., Mauritsina provencialis, Pterygocythereis diminuta, Xestoleberis pergensi.* Saptanan sığ denizel ostrakod türlerinin kronostratigrafik aralıkları İncirli Formasyonu'nun çökelme yaş aralığının Santoniyen-Kampaniyen olduğunu işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Alcı Havzası, İncirli Formasyonu, ostrakod, sığ denizel, Santoniyen-Kampaniyen

Abstract: *Related to subduction of the E-W trending İzmir-Ankara Ocean (IAO), widely known as Northern Branch of Neotethyan Ocean, beneath the Rhodope-Pontide-Sakarya block, fore-arc basin development commenced during Late Cretaceous concurrently. These fore-arc sequences are well exposed in Haymana, Alcı and Memlik-Orhaniye regions around Ankara city.*

Latest Cretaceous sequence of the NE-SW trending Alcı Basin unconformably overlies Late Cretaceous (Coniacian) Alacaatlı olistostromes and ophiolitic mélange around the Alcı and Aşağı Yurtçu areas located about 40 km southwest of the Ankara city center. The overlying autochthonous sequence, İncirli Formation, commences with poorly sorted, fluvial conglomerates derived from the different limestone blocks of the underlying Alacaatlı olistrostromes, and coarse clastics grades to the fine clastics including sandstones, siltstones, mudstones and marls. This transgressive sequence proceeds to Kapıkaya Formation consist of rudist-bearing reefal limestones to the upper part. The uppermost of part of the sequence is Alci Formation represented by sandstones, siltstones and volcaniclastics and the boundary between the underlying carbonates points out a sub-aerial unconformity by the presence of the hardground surface.

Fine clastics dominated part of the İncirli Formation contains an abundant and diverse ostracod fauna along with the molluscs, solitary corals (Cyclolites sp.) and charophytes. Two stratigraphic sections were measured along this northwest-dipping succession and thirty-seven samples were collected. Thirteen genera and eighteen species of ostracods belonging to eight families have been determined: Cytherella lagenalis, Cytherella parallela, Cytherella sp., Cytherelloidea binkhorsti, Cytherelloidea sp., Bairdia sp., Krithe solomoni, Krithe sp., Paracypris caudate, Paracypris sokotoensis, Macrocypris sp., Schuleridea sp., Dordoniella strangulate, Acanthocythereis salehi, Cythereis sp., Mauritsina provencialis, Pterygocythereis diminuta, Xestoleberis pergensi. Chronostratigraphic ranges of the determined shallow marine ostracod species points out Santonian-Campanian for the deposition interval of the İncirli Formation.

Keywords*: Alcı Basin, İncirli Formation, ostracoda, Santonian-Campanian, shallow marine*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Menderes ve Özdere Arasında (İzmir, Batı Anadolu) Bornova Filiş Zonu'nun Mesozoyik Bloklarından Liyas Karbonatları İçinde Yeni Üst Kretase Neptuniyen Daykları: Yakın Çevre Karbonat İstifleriyle Karşılaştırma

New Upper Cretaceous Neptunian Dykes within the Liassic Carbonates from the Mesozoic Blocks of Bornova Flysh Zone Between Menderes and Özdere (İzmir, Western Anatolia): Comparison with Nearby Carbonate Sequences

İsmail İşintek, Didem İnal, Bilal Sarı

Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye
(ismail.isintek@deu.edu.tr)

Öz: Bornova Filiş Zonu'nun Üst Triyas – Liyas karbonat blokları ve tektonik dilimleri Menderes ve Özdere arasında geniş olarak yüzeyler. Bu karbonat kütleleri neritik biyoklastik kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları dolotaşlar ve derin deniz kenarı mikritik kireçtaşlarıyla temsil edilirler.

Bazı bloklarda istifin her iki Geç Triyas ve Liyas bölümleri gözlenir. Bazılarında ise en alt bölümler gözlenmez sadece Liyas ve daha genç bölümler yüzeyler. Karbonat istiflerin neritik kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı katmanları, biyomikritik, biyosparitik kireçtaşları ve *Thaumatoporella* biyolititlerinden oluşur.

Bu istiflerin Üst Triyas bölümünden *Endotriada* sp., *Reophax* sp., *Trochammina* sp., *Textularia* sp., *Aulotortus* gr. *sinuosus, Aulotortus* sp. and *Ophthalmidium* sp.'den oluşan bir foraminifer topluluğu tanımlanır. Üst Triyas katmanları, *Endotriadella* sp., *Lituosepta* sp., *Duotaxis metula*, *Siphovalvulina* cf. *gibralterensis*, *Duotaxis* sp., *Trocholina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Orbitopsella praecursor*, *Agerina* cf. *martana, Meandrovoluta asiagoensis* and *Palaeodasycladus mediterraneous içeren neritik Liyas kireçtaşları tarafından uyumlu olarak üstlenir. Liyas istifinin neritik katmanları* üste doğru ani olarak Liyas'ın derin deniz kenarı kireçtaşı düzeyine geçer ve pelajik bivalvia parçaları, lagenid foraminifer, pelajik krinoid parçaları içeren, kahverengimsi kırmızı, planktonik foraminiferli pelajik kireçtaşından oluşan Neptuniyen dayklar içerir. Bu Neptuniyen dayklar Turoniyen-Santoniyen yaşlı *Marginotruncana* cf. *renzi* içerirler.

Menderes-Özdere alanının Üst Triyas ve Liyas neritik karbonat istifi, Karaburun Yarımadası, Urla, Kaynaklar (Buca), Eğridere (Bornova), Doğu Akhisar (Manisa) and Emet (Kütahya) istifleriyle fasiyes özellikleri, çökelme ortamı ve foraminifer topluluğu özellikleri açısından benzerdir. Bununla beraber Liyas katmanlarının pelajik olduğu Keçili (Manisa), Batı Akhisar (Manisa), Kırkağaç (Manisa) ve Soma (Manisa) karbonat istiflerinden farklıdır. Menderes-Özdere istifi gibi Urla ve Kaynaklar istifleri de, Liyas derin deniz kenarı kireçtaşı katmanlarıyla temsil edilen, Liyas sonlarına doğru gelişen oldukça ani bir platform çökmesini yansıtırlar. Bu nedenle Menderes-Özdere istifi, Urla ve Kaynaklar platformlarının, Liyas çökmesi boyunca yanal bir devamı olmalıdır.

Ayrıca Batı Akhisar ve Kırkağaç (Manisa) istiflerinde, Türoniyen Neptüniyen daykları en üst Resiyen karbonat katmanlarının içinde de bulunurlar. Bu, platformun Menderes-Özdere bölümünün, Türoniyen-Santoniyen zaman aralığında, Batı Akhisar ve Kırkağaç (Manisa) alanıyla birlikte ikinci bir çöküşe maruz kaldığı anlamına gelir.

Anahtar kelimeler: Batı Anadolu, Jura, Kretase Neptuniyen daykları, Liassic, Üst Triyas

Abstract: *Upper Triassic to Liassic carbonate blocks and tectonic slices of Bornova Flysch Zone crop widely out between Menderes and Özdere. These carbonate masses are represented by neritic bioclastic limestones, dolomitic limestones, dolostones and deep-sea margin micritic limestones.*

In some blocks both the Upper Triassic and Liassic parts of succession are observed. In some others, on the other hand, the lowermost part of succession is not observed and only Liassic and younger parts crop out. Neritic limestone and dolomitic limestone beds of carbonate sections consist of biomicritic, biosparitic limestones and Thaumatoporella biolitites.

From the Upper Triassic part of these successions a foraminiferal fauna consisting of Endotriada sp., Reophax sp., Trochammina sp., Textularia sp., Aulotortus gr. sinuosus, Aulotortus sp. and Ophthalmidium sp. is determined. The Late Triassic beds are comformably overlain by neritic Liassic limestones including Endotriadella sp., Lituosepta sp., Duotaxis metula, Siphovalvulina cf. gibralterensis, Duotaxis sp., Trocholina sp., Pseudocyclammina sp., Orbitopsella praecursor, Agerina cf. martana, Meandrovoluta asiagoensis and Palaeodasycladus mediterraneous. The neritic beds of Liassic succession pass abruptly upward into a Liassic deep sea margin limestone horizon and are cut by brownish red planktonic foraminifer-bearing Neptunian dikes of pelagic limestones that comprise pelagic bivalvia fragments, lagenid foraminifers and pelagic crinoid fragments with Turonian to Santonian Marginotruncana cf. renzi.

The Upper Triassic and Liassic neritic carbonate sequences of the Menderes-Özdere area are similar with those of Karaburun Peninsula, Urla, Kaynaklar (Buca), Eğridere (Bornova), East Akhisar (Manisa) and Emet (Kütahya) in facies characteristics, precipitation environment and characteristics of foraminiferal fauna. However, they differ from Keçili (Manisa), West Akhisar (Manisa), Kırkağaç (Manisa) and Soma (Manisa) carbonate successions in which the Liassic beds are made up of pelagic limestone beds. Likewise Menderes-Özdere sequences, Urla and Kaynaklar sequences also reflect a quite abrupt platform collapse towards to end of the Liassic that is represented by Liassic deep sea margin limestone layers. Thus, the Menderes-Özdere sequence must be the lateral continuation of the Urla and Kaynaklar Platforms during the Liassic collapse.

The Turonian Neptunian dykes are also found within the uppermost part of Rhaetian carbonate beds in West Akhisar and Kırkağaç (Manisa) sequences. That implies the Menderes-Özdere part of the platform was subjected a second collapse together with the West Akhisar and Kırkağaç (Manisa) area in Turonian-Santonian time span.

Keywords: *Cretaceous Neptunian dykes, Jurassic, Late Triassic, Liassic, Western Anatolia*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Haymana Havzası'ndan (İç Anadolu, Türkiye) Geç Paleosen-Erken Eosen Pteropodları (Gastropoda: Euthecosomata)

Late Paleocene-Early Eocene Pteropods (Gastropoda: Euthecosomata) from the Haymana Basin (Central Anatolia, Turkey)

Gamze Tanık, Sevinç Özkan-Altıner

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(gamzetanik@gmail.com)

Öz: Bütün hayat döngülerini planktonik olarak geçiren Gastropoda Sınıfında yer alan Pteropoda Takımı'ndan Alttakım Euthecosomata'nın stratigrafik dağılımı (Kretase-Güncel) tam olarak ortaya konulmamıştır. Bunun iki nedeni olabilir: birincisi, aragonitik kavkılı olmalarından ötürü fosilleşme problemleri vardır, yani fosil kayıtları seyrektir; ikincisi ise birlikte bulundukları planktonik foraminiferlere göre daha az bol olduklarından göz ardı edilmeleridir. Pteropodlardan Alttakım Euthecosomata üyeleri aragonitik kavkıya sahip oldukları için küresel ısınma olaylarından kolay etkilendikleri düşünülmektedir. Stratigrafik kayıttaki en önemli küresel ısınma dönemlerinden biri olan ve günümüz küresel ısınmasının benzeri olarak düşünülen Paleosen-Eosen Termal Maksimum (PETM) pteropod evrimi için önemli bir dönem olarak görülmektedir. Literatürde geç Paleosen tek bir tür pteropod (Heliconoides mercinensis) ile temsil edilmektedir; Eosen'de ise en erken Eosen'den itibaren çeşitlenme ve bollaşma görülmektedir. Haymana Havzası'nda Eskipolatlı Formasyonundan alınan ve daha önce en geç Paleosen ve en erken Eosen olarak (P4c-E2 biyozonları) planktonik foraminiferlerle yaşlandırılan stratigrafik kesitinin örneklerinden pteropodlar toplanmış, incelenmiş ve 11 takson tanımlanmıştır. Toplanan bu veriye göre çalışılan stratigrafik kesitin tamamı pteropod biyozonasyonun PT-6 zonunda (Heliconoides mercinensis'in ilk ortaya çıkışından Limacina taylori'nin ilk ortaya çıkışına kadar) yer almaktadır. En önemli bulgu ise, tanımlanan 11 adet pteropod taksonun 7'sinin en üst Paleosen örneklerinde bulunmasıdır. Halbuki literatürede, ptreopodlardaki çeşitlenme /türleşme hızının artmasında PETM'in ana faktör olduğu ileri sürülmektedir. Bu çalışma da elde edilen bulgular, bu hipoteze zıt olarak, türleşmenin en geç Paleosen'de de oldukça hızlı olduğunu göstermiştir. Hem fosil kaydının azlığı hem de sınırlı sayıda literatürün bulunduğu düşünüldüğünde, pteropodların biyostratigrafik ve paleoortamsal öneminin daha çok araştırmaya konu olması gerektiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Euthecosomata, Haymana Havzası, Paleosen-Eosen, Pteropoda

Abstract: *The stratigraphic distribution (Cretaceous-Recent) of the Suborder Euthecosomata (Order Pteropoda, Class Gastropoda), which remain planktonic throughout all their life cycle, have not been fully elucidated. There may be two reasons for this: first, there are fossilization problems due to their aragonitic shells, i.e. the fossil record is rare; the second is that they are less abundant than the planktonic foraminifers they are found with and so they are ignored. The members of the Suborder Euthecosomata of the Order Pteropoda have an aragonitic shell and are thought to be easily affected by global warming. The Paleocene-Eocene Thermal Maximum (PETM), which is one of the most important periods of global warming in the stratigraphic record and is thought to be the analogue of today's global warming, is seen as an important period for pteropod evolution. Only a single species of pteropod (Heliconoides mercinensis) emerging in the late Paleocene is reported from the Paleocene in the literature; while diversification and increased abundance is observed starting with the earliest Eocene. In a stratigraphic section taken from the Eskipolatlı Formation in the Haymana Basin and previously determined to span the latest Paleocene and the earliest Eocene by planktonic foraminifera (P4c-E2 biozones), 11 pteropod taxa were collected, examined and identified. According to this data, the entire stratigraphic section is in the PT-6 biozone of pteropoda zonation between the first occurrences of Heliconoides mercinensis and Limacina taylori. The most important finding is that 7 of the 11 identified pteropod taxa are found in the uppermost Paleocene samples. However, in the literature, it has been suggested that PETM is the main factor in increasing the rate of diversification / speciation in ptreopods. Contrary to this hypothesis, the findings obtained in this study show that speciation is very rapid in the latest Paleocene. Considering both the lack of fossil record and limited literature, it is clear that the biostratigraphic and paleoenvironmental importance of pteropods should be subject to further research.*

Keywords: *Euthecosomata, Haymana Basin, Paleocene-Eocene, Pteropoda*

Liman Gölü (Bafra Deltası - Türkiye) Gastropod (Mollusca) Faunası Üzerine Ön Çalışma

A Preliminary Study on Gastropod Fauna (Mollusca) of the Liman Lake (The Bafra Delta - Turkey)

Şaban Kabak[1], Burçin Aşkım Gümüş[1], Cemal Tunoğlu[2], Alaettin Tuncer[2], Cüneyt Bilen[3]

[1]Gazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 06500 Teknikokullar, Ankara, Türkiye

[2]Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

[3]Ulaştırma Bakanlığı, Kıyılar, Limanlar Genel Müdürlüğü, Şaşmaz, Ankara, Türkiye

(saban.kabak@gazi.edu.tr)

Öz: Bafra Deltası Türkiye'nin Karadeniz kıyısında yer alan en büyük sulak alandır. Deniz, ırmak, göl, sazlık, bataklık, çayır gibi alanlarından oluşan 56,000 hektar alana sahip deltanın 6,110 hektarlık alanı sulak alandır. Delta, 1997 yılında Ramsar Alanı ilan edilmiştir. Liman Gölü, deltanın kuzeyindedir. Holosen döneminde oluşmuş acı ve tatlı su özelliği gösteren lagün gölüdür. Gölün su seviyesi mevsimsel olarak değişmekle birlikte ortalama derinliği 2,3 m, yüzey alanı ise 200 hektardır. Tatlı su bağlantılarının olması, gölde ötrofikasyona neden olmaktadır.

Bu araştırmada Liman Gölü malakofaunasını değerlendirmek için gölün littoral alanında 23 farklı istasyondan grab örneği ve bazı istasyonlardan su örnekleri alınmıştır. Araştırma sonucunda gastropodların Prosobranchia alt sınıfına ait *Theodoxus fluviatilis*, *T. pallasi*, *Valvata macrostoma, V. piscinalis, Bithynia* sp., *Ecrobia maritima*, *E. ventrosa* türleri ile Pulmonata alt sınıfının Basommatophora takımına ait *Galba truncatula*, *Physa fontinalis*, *Gyraulus ehrenbergi*, *Gyraulus parvus* ve Stylommatophora takımına ait *Succinea putris* ve *Oxyloma elegans* türleri ile birlikte bazı istasyonlarda denizel bivalv (n<5) örneklerine rastlanılmıştır.

Theodoxus ve *Ecrobia* türlerinin bol bulunması, Liman Gölü'nün acı su özelliği gösterdiğini, *Valvata*, *Galba*, *Physa*, *Gyraulus* türlerinin varlığı göl suyunun tatlı su bağlantısının da olduğunu desteklemektedir. *Succinea* ve *Oxyloma* türleri tatlı su ekosistemlerini çevreleyen sazlık, bataklık ve çayırlarda yayılış gösteren kara salyangozlarıdır. Az sayıda denizel bivalv örneğinin bulunması, gölün deniz suyu ile bağlantısını da işaret etmektedir. Ayrıca *Theodoxus*, *Ecrobia* ve *Bithynia* türlerinin kaynak ve akarsular ile oligotrof veya mesotrof gölleri, *Valvata* türleri ile basommatoforların ise yavaş akan suları ya da ötrofik gölleri tercih ettiği bilinmektedir. Mollusklar ile birlikte ostrakod, karofit, bentik foraminifer ve balık dişleri bulunması liman gölünün zengin bir biyoçeşitliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Gastropoda, Mollusca, Liman Gölü, Bafra Deltası, Türkiye

Abstract: *The Bafra Delta is the largest wetland located on the Black Sea region of Turkey.*

6,110 ha of the 56,000 ha delta which consists of sea, river, lake, reeds, marshes and meadows are wetlands. Delta was declared Ramsar Area in 1997. The Liman Lake is located at the north of the delta. It is a lagoon lake formed during Holocene period and has brackish and fresh water characteristics. Although the water level of the lake changes seasonally, the average depth is 2,3 m and the surface area is 200 ha. Fresh water connections cause eutrophication in the lake.

In this study, grab samples from 23 different stations from the littoral side of the lake and water samples were taken from some stations to evaluate the Liman Lake malacofauna. As a result of the research, the lake consists of gastropod species belonging to subclass Prosobranchia as Theodoxus fluviatilis, T. pallasi, Valvata macrostoma, V. piscinalis, Bithynia sp., Ecrobia maritima and E. ventrosa; belonging to subclass Pulmonata as order Basommatophora: Galba truncatula, Physa fontinalis, Gyraulus ehrenbergi, Gyraulus parvus and order Stylommatophora: Succinea putris ve Oxyloma elegans. Also marine bivalve (n <5) samples were also found at some stations.

The abundance of Theodoxus, Ecrobia and Bithynia species supports the fact that Liman Lake has characteristics of brackish water, and the presence of Valvata, Galba, Physa and Gyraulus species supports the fresh water connection of the lake. Succinea and Oxyloma species are land snails that spread in reeds, swamps and meadows surrounding freshwater ecosystems. The presence of a few marine bivalve specimens indicates the connection of the lake with sea water. In addition, it is known that Theodoxus, Ecrobia and Bithynia species prefer springs and streams, oligotrophic or mesotrophic lakes. Besides Valvata species and basommatophorans prefer slow flowing waters or eutrophic lakes. The presence of ostracods, carophytes, benthic foraminifera and fish teeth along with mollusks indicate that the Liman Lake has a rich biodiversity.

Keywords: *Gastropoda, Mollusca, Liman Lake, Bafra Delta, Turkey*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Antarktika'nın Kuzeybatısı (68^0 Güney Enlemi Bölgesi), TAE-II Rotası Taban Çökeli Ostrakodları

Northwestern Antarctica (68^0 Southern Latitude), TAE-II Route Bottom Sediments Ostracods

Atike Nazik[1], Yeşim Büyükmeriç[2], Ali Murat Kılıç[3], Zeki Ünal Yümün[4]

[1]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Sarıçam, Adana, Türkiye

[2]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 İncivez, Zonguldak, Türkiye

[3]Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Balıkesir, Türkiye

[4]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 59030 Tekirdağ, Türkiye

(anazik@cu.edu.tr)

Öz: Bu çalışma, T.C. Cumhurbaşkanlığı himayesinde, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve İTÜ Kutup Araştırmaları Uyg-Ar Merkezi koordinasyonunca desteklenen araştırmanın ostrakod sonuçlarını içermektedir. Antarktika kıtasının KB'sında TAE-II rotası üzerinde King George ve Horseshoe adaları arasında, -20 ile -60 m derinliklerde beş ayrı lokasyondan sekiz adet grab numunesi alınmıştır. Derlenen örnekler, yeşilimsi gri renkli siltli kil ve ince kumlu silt, kahverengimsi gri renkli, ince çakıl taneleri içeren kumlu siltli kil birimlerinden oluşmaktadır.

Hovgaard ve Horseshoe adaları örneklerinde ostrakodlardan 5 cins ve 6 tür tanımlanmıştır [(*Copytus caligula* Skogsberg, *Austrotrachyleberis antarctica* (Neale), *Australicythere devexa* (Mueller), *Cativella bensoni* Neale, *Cytheropteron acuticaudatum* Hartmann ve *Cytheropteron (Loxoreticulatum) fallax* (Mueller)]. Bulunan türler kriyofilik endemik ostrakodlardır. Fosil ve güncel bulgular karşılaştırıldığında, Oligosen'den beri bilinmekte olan *Austrotrachyleberis antarctica* Antarktika'dan Güney Amerika'ya, *Cativella bensoni* ise Güney Amerika'dan Antartktika'ya göç eden türlerdir.

Anahtar Kelimeler: Ostrakod, zoocoğrafya, Antarktika, Güncel

Abstract: *This study contain ostracod results of the research in the NW part of the Antarctica on the route of Turkish Antarctic Expedition-II (TAE-II), under the auspices of Turkish Republic Presidency, supported by the Ministry of Science, Industry and Technology, and coordinated by İstanbul Technical University (ITU) Polar Research Centre (PolReC). During TAE-II, eight grab sediment samples were collected in depths of -20 to -60 m from five different locations between King George and Horseshoe Islands in NW Antarctica. The collected samples consist of greenish gray silty clay and fine sandy silt and brownish gray colored sandy silty clay units containing fine gravel grains.*

In the Hovgaard and Horseshoe islands, 5 genera and 6 species of ostracods were identified [Copytus caligula Skogsberg, Austrotrachyleberis antarctica (Neale), Australicythere devexa (Mueller), Cativella bensoni Neale, Cytheropteron acuticaudatum Hartmann and Cytheropteron (Loxoreticulatum) fallax (Mueller)]. These are cryophilic endemic ostracods. When determined fossil and current findings are compared, Austrotrachyleberis antarctica, which has been known since the Oligocene, migrated from Antarctica to South America and Cativella bensoni migrated from South America to Antarctica.

Keywords: *Ostracoda, zoogeography, Antarctica, Recent*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Fethiye-Göcek Körfezi'nin (Ege Denizi, Türkiye) Yüzey Çökel Örneklerinin Foraminifer Dağılımı

Distribution of Foraminifera Assemblages in the Surface Sediments of Fethiye-Göcek Gulf (Aegean Sea, Turkey)

Demet Biltekin[1,3], Özgür Avşar[2], Evren Tunca[3], Adil Sözer[3], Ulaş Avşar[4]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Muğla, Türkiye

[3]Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, 52400 Fatsa, Ordu, Türkiye

[4]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(demetbiltekin@gmail.com)

Öz: Çalışma alanı Muğla ili sınırları içerisinde yer alan Fethiye-Göcek Körfezi, Köyceğiz Gölü ve Dalyan Kanalı'dır. Bu çalışmada paleontolojik analizler Fethiye-Göcek Körfezi (99 adet), Köyceğiz Gölü (105 adet) ve Dalyan Kanalından (29 adet) alınan toplam 233 adet sondaj karotu yüzey çökel örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Toplam 86 örnekte foraminifer gözlenmiştir. Çalışma alanında foraminifer topluluğu olarak 27 cins ve 9 tür tanımlanmıştır. Foraminifer topluluğu içerisinde *Adelosina cliarensis*, *Adelosina mediterranensis*, *Adelosina intricata, Adelosina* sp., *Elphidium* sp., *Elphidium crispum*, *Ammonia parkinsonia, Ammonia compacta*, *Ammonia* sp., *Textularia bocki*, *Textularia elongata*, *Planorbulina mediterranensis*, *Miliolinella subrotunda*, *Haynesina* sp., *Quinqueloculina seminula*, *Spiroloculina excavata*, *Spiroloculina dilatata*, *Spiroloculina angulata*, *Spiroloculina* sp., *Pyrgo anomala*, *Pyrgo* sp., *Brizalina spathulata*, *Globigerina* sp., *Peneroplis pertusus*, *Amphistegina lobifera*, *Hyalina baltica*, *Sorites orbiculus*, *Lachlanella* sp., *Edentostomina cultrata*, *Amphisorus hemprichii*, *Coscinospira hemprichii*, *Vertebralina striata*, *Ammodiscus planorbis*, *Amphycoryna scalaris*, *Favulina hexagona* gibi cins ve türlere rastlanılmıştır. Bu bilgilerin ışığında değinilen alanda Ege Denizi ve Akdeniz faunasının topluluğu oluşturduğu anlaşılmaktadır. Örneklerden bazılarında renklenme gözlenmesi bu örneklerin alınmış olduğu alanlarda karbonat, sülfat ve eser elementçe zengin su çıkışlarının varlığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fethiye-Göcek Körfezi, Foraminifera, Paleo-ortam, Ege Denizi

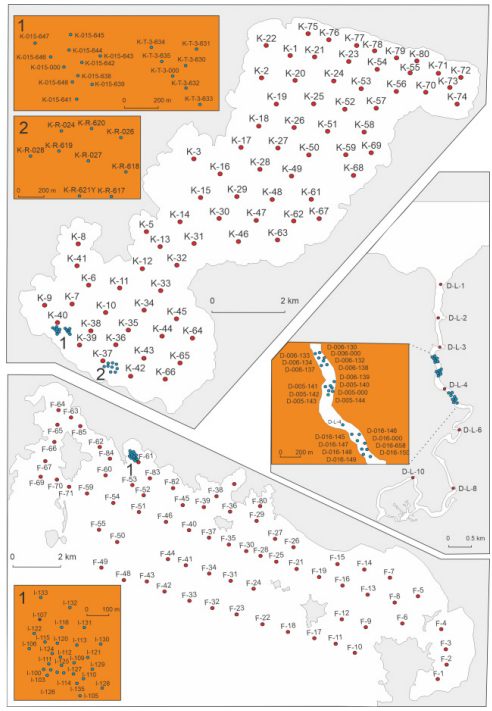
Abstract: *The study area is located in Fethiye-Göcek Bay, Köyceğiz Lake and Dalyan Canal in Muğla city. In this study, paleontological analysis was carried out from 233 surface sediment samples of sediment cores, which were taken from Fethiye-Göcek Bay (99 samples), Köyceğiz Lake (105 samples) and Dalyan Canal (29 samples). Foraminifers were recorded in the total of 86 samples. Among foraminifera assemblages, 27 genera and 9 species were defined in the study area. Foraminifera assemblages includes Adelosina cliarensis, Adelosina mediterranensis, Adelosina sp., Adelosina intricata, Ammonia sp., Ammonia parkinsonia, Ammonia compacta, Elphidium sp., Elphidium crispum, Textularia bocki, Textularia elongata, Planorbulina mediterranensis, Miliolinella subrotunda, Haynesina sp., Quinqueloculina seminula, Spiro-*

loculina sp., Spiroloculina excavata, Spiroloculina dilatata, Spiroloculina angulata, Pyrgo anomala, Pyrgo sp., Brizalina spathulata, Globigerina sp., Peneroplis pertusus, Amphistegina lobifera, Hyalina baltica, Sorites orbiculus, Lachlanella sp., Edentostomina cultrata, Amphisorus hemprichii, Coscinospira hemprichii, Vertebralina striata, Ammodiscus planorbis, Amphycoryna scalaris, Favulina hexagona. This indicates the influence of the Aegean Sea and Mediterranean fauna in the study area. Some coloured samples reveal the presence of carbonate, sulphate and trace element that exits in the area where the studied samples were obtained.

Keywords: *Fethiye-Göcek Bay, Foraminifera, Paleo-environment, Aegean Sea*

GİRİŞ

Denizlerde ve göllerde yapılan paleontolojik çalışmalar paleoçevresel değişimlerin tayininde yaygın olarak kullanılmaktadır. Foraminiferler bentik denizel ortamlarda en bol bulunan kabuklu mikroorganizmalardır. Genellikle çevresel değişimlerden etkilendikleri için çevre koşullarına duyarlı göstergeler sağlamaktadırlar (Koukousioura vd., 2011). Foraminifer kavkılarının jeolojik zaman boyunca iyi korunması nedeniyle biyostratigrafik, paleooşinografik ve paleo-iklimsel çalışmalar için indikatör olarak kullanılmaktadır (Pawlowski vd., 2003). Çalışma kapsamında çalışılan alan Muğla ili sınırları içerisinde yer alan Fethiye-Göcek Körfezi, Köyceğiz Gölü ve Dalyan Kanalı'dır. Kıyı lagünleri karasal sistemlerle denizel ortamlar arasında yer aldıklarından hem karadan hem de deniz tarafından etkilenen ortamlardır. Bu çalışmada paleontolojik analizler Fethiye-Göcek Körfezi (99 adet), Köyceğiz Gölü (105 adet) ve Dalyan Kanalından (29 adet) alınan toplam 233 adet sondaj karotunun yüzey çökel örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Deniz ve göl tabanından alınan çökel örneklerinde gerçekleştirilen foraminifer cins ve tür tayinleri ile bölgede detaylı taksonomik çeşitlilik ortaya çıkarılmıştır. Bu nitelikte detaylı bir çalışma bölgede ilk defa gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Dalyan Lagünü'nde yeralmakta olup Türkiye'nin güney batısında Muğla ili sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Köyceğiz, Muğla iline yaklaşık 75 km uzaklıktadır. Bölge, Köyceğiz çöküntü gölünün çevresinde bulunan farklı özelliklerdeki yeryüzü şekillerinden oluşmaktadır.



Şekil 1. Çalışma kapsamında incelenen yüzey çökel örneklerinin lokasyon haritası (Avşar vd., 2017'den sadeleştirilerek alınmıştır).

Köyceğiz Gölü ile deniz arasındaki kesim ise 4 adet küçük göl ve sayısız kanallar ile kaplanmıştır. Sahil kısmı yaklaşık 4.5 km uzunluğundaki bir kıyı okundan oluşmaktadır. Dalyan Lagünü içerisinde Köyceğiz Gölü, Dalyan Kanalı ve Deltası, delta içinde Sülüngür Gölü, Alagöl, İztuzu Gölü, İztuzu Kumsalı bulunmaktadır. Köyceğiz Gölü ve Dalyan

Deltası yaklaşık deniz seviyesinde bulunmaktadırlar. Köyceğiz Gölü yaklaşık 5400 hektar ve Dalyan Deltası yaklaşık 150 hektar alana sahiptir. Köyceğiz Gölü Türkiye›nin ilk 20 gölü arasındadır. Köyceğiz-Dalyan Türkiye'nin en değerli kıyı sulak alanlarından olup, zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Köyceğiz gölüne bir çok dere ve çay dökülmektedir. Köyceğiz Gölü'nün güneyinde kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda bir fay hattı bulunmaktadır. Fay hattına bağlı olarak Sultaniye, Çavuş gibi kaplıca kaynakları mevcuttur (Güner, 1977). Namnam Çayı Çiçekbabadağı'nın batısından doğar ve Köyceğiz Gölüne ulaşır (Güner, 1997). Bölgedeki diğer bir büyük akarsu olan Yuvarlakçay, 123,5 km^2'lik yüzey alanına sahiptir (Güner, 1997). Bu akarsuların dışındaki bütün dereler Köyceğiz Gölü çevresindeki dağların yamaçlarından göle akmaktadırlar. Köyceğiz Gölü bölgedeki en önemli göl olup, uzunluğu yaklaşık 14 km, yüzey alanı 55 km^2, göl yüzeyinin denizden yüksekliği ise yaklaşık 7 m dir (Güner, 1997). Gölün derinliği 0-30 m arasında değişmektedir (Tansuğ ve Öztunalı, 1977). Köyceğiz Gölü, Dalyan Kanalıyla Akdeniz'e doğru akış halindedir. Fosil foraminifetopluluklarının paleo-ekolojik olarak yorumlanması ekolojik süreçlerin iyi anlaşılmasına ve bölgesel hidrodinamik, fizyografik karakteristiklere ve sedimantasyon şekline bağlıdır. Bununla birlikte fosil foraminifer topluluklarının belirlenmesi ile fizikokimyasal ve jeolojik koşulların tayinine olanak sağlanmaktadır. Çalışılan bölgenin Ege Denizi ve Akdeniz arasında yeralması nedeniyle foraminifer içeriğini ve dağılımını etkilediği kesindir.

Bu çalışmanın amacı, Fethiye-Göcek Körfezi, Dalyan Boğazı'nda foraminifer faunasının taksonomisini belirlemek, Körfez içinde gelişen mineralli sıcak su veya soğuk su kaynakları çevresindeki bentik foraminifer topluluğunun yaşam varlığını araştırmaktır.

MATERYAL VE METOD

Örneklerin Hazırlanması

Çalışma kapsamında çalışılan örnekler, Tübitak 1001 projesi (Proje No: 112Y137) (bkz. Avşar vd., 2015) kapsamında 2013 yılında alınan sondaj karotlarının yüzey çökel örneklerini içermektedir. Çalışma Fethiye-Göcek Körfezi, Dalyan Kanalı ve Köyceğiz Gölünde sondaj karotlarından alınan 233 adet yüzel çökel örneğinde gerçekleştirilmiştir. Foraminifer tayini için analizler Fethiye-Göcek Körfezi, Köyceğiz Gölü ve Dalyan Kanalından alınan 233 adet sondaj karotu yüzey çökel örneklerinde yapılmıştır. Örneklerdeki organik madde içeriğini elimine etmek için hidrojen peroksit çözeltisinde bir gün bekletilmiştir. Daha sonra örnekler 63 mikronluk elekte elenmiştir. Eleme işlemi tazyikli suda örnekler tamamen çamurdan arındırılıncaya kadar devam ettirilmiştir. Elenen örnekler 60°C sıcaklıkta etüvde kurutulmuştur.

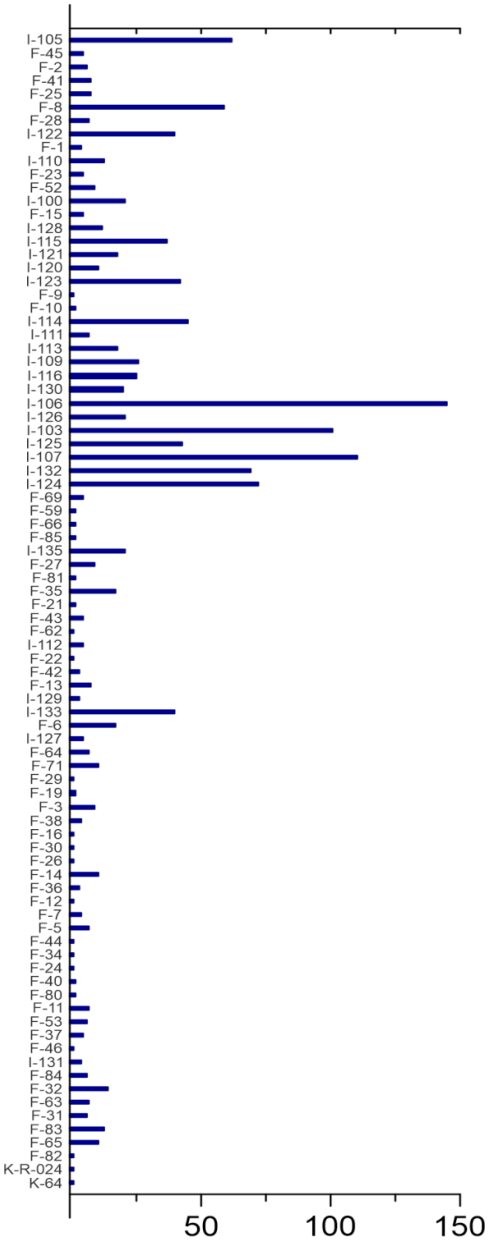
Foraminifer Tanımlaması

Kurutulan örnekler binoküler stereo mikroskop altında incelenerek organizma içeriğine göre tür tayini ve sayımı yapılarak sürekliliği ve bolluğu belirlenmiştir. Tanımlama işleminde atlaslardan ve çeşitli veri tabanındaki fotoğraflardan yararlanılmıştır (Cimerman ve Langer, 1991, Çakıroğlu, 2005, Loeblich ve Tappan, 1987). Bunların taksonomik tanımlarının yapılmasında Parker ve Jones, 1865; Cimerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Hottinger vd., 1993; Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993; Loeblich ve Tappan, 1994; Hayward vd., 1999; Avşar ve Meriç, 2001; Avşar ve Ergin, 2001; Meriç ve Avşar, 2001; Avşar, 2002; Kaminski vd., 2002; Aksu, 2005; gibi çalışmalardan yararlanılmıştır. Tanımlama işlemi esnasında tayin edilen türlerin fotoğrafları çekilerek Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi'nde Levha I, II, II, IV olarak arşivlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma alanında foraminifer topluluğu olarak 27 cins ve 9 tür tanımlanmıştır. Örneklerdeki toplam foraminifer dağılımı Şekil 2'de verilmektedir. Foraminifer topluluğu olarak Adelosina cliarensis (Heron-Allen ve Earland), Adelosina mediterranensis (Le Calvez, J. and Y., 1958), Ammonia sp., Elphidium sp., Elphidium crispum (Linne), Ammonia parkinsonia (D'Orbigny, 1839), Textularia bocki (Höglund), Ammonia compacta (Hofker), Textularia elongata (d'Orbigny, 1826), Planorbulina mediterranensis (d'Orbigny), Miliolinella subrotunda (Montagu, 1803), Haynesina sp., Adelosina intricata (Terquem, 1878), Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758), Spiroloculina sp., Pyrgo anomala (Schlumberger, 1891), Adelosina sp., Adelosina sp., Brizalina spathulata (Williamson, 1858), Spiroloculina dilatata (d'Orbigny, 1846), Globigerina sp., Spiroloculina excavata (d'Orbigny, 1846), Peneroplis pertusus (Forskal), Amphistegina lobifera (Larsen, 1976), Hyalina baltica (Schroeter, 1783), Sorites orbiculus (Ehrenberg), Lachlanella sp., Spiroloculina angulata (Cushman, 1917), Edentostomina cultrata (Brady, 1881), Amphisorus hemprichii (Ehrenberg, 1839), Coscinospira hemprichii (Ehrenberg, 1839), Vertebralina striata (d'Orbigny, 1826), Ammodiscus planorbis (d'Orbigny, 1826), Amphycoryna scalaris (Batsch 1791), Pyrgo sp., Favulina hexagona (Williamson, 1848) gibi cins ve türlere rastlanılmıştır.

Bu bilgilerin ışığında değinilen alanın Ege Denizi ve Akdeniz faunası etkisinde kaldığı anlaşılmaktadır. Avşar vd. (2017) Fethiye-Göcek Körfezi, Dalyan Kanalı ve Köyceğiz gölünde yapmış oldukları sıcaklık ve jeokimyasal analizlerle üç adet Köyceğiz Gölünde, üç adet Dalyan Kanalında ve bir taneside Fethiye-Göcek Körfezinde olmak üzere sualtı sıcak kaynak suyu tespit etmişlerdir. Kaplıcaların kimyasal ve izotop özellikleri ise deniz suyu karışımını göstermektedir ve sıcak su büyük olasılıkla fay ve kırıklardan yükselmektedir.



Şekil 2. Yüzey çökel örneklerindeki toplam foraminifer sayısı.

Element analizlerine göre S, Cl, Ca ve Sr Fethiye-Göcek Körfezindeki su altı sıcak kaynak suyu ve çevresinde zenginleşme gösterirken, Köyceğiz Gölü ve civarındaki su altı sıcak kaynak suyu S, Cl, Br elementleri açısından zenginken, Mn element ise tükenmiştir (Avşar vd., 2017). Bu nedenle örneklerden bazılarında renklenme gözlenmesi, örneklerin alınmış olduğu alanlarda karbonat, sülfat ve eser elementçe zengin su çıkışlarının varlığını ortaya koymaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu araştırma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından, AR-1632 proje numarası ile desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aksu, A., 2005, Erdek Körfezi (GB Marmara Denizi) güncel sedimanlarında bulunan bentik foraminiferlerin taksonomik incelemesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96 s., Adana.

Avşar, N. ve Meriç, E., 2001, Çeşme-Ilıca Koyu (İzmir) termal bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı. H.Ü. Yerbilimleri, 24, 13-22, Ankara.

Avşar, N., and Ergin, M., 2001, Spatial distribution of Holocene benthic foraminifera, Northern Aegean Sea. International Geology Review, 43, 754-770.

Avşar, N., 2002, Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale üçgeni kıta sahanlığı (KD Ege Denizi) bentik foraminifer dağılımı ve taksonomisi. H. Ü. Yerbilimleri, 26, 53-75, Ankara.

Avşar, Ö., Avşar, U., Arslan, Ş., Kurtuluş B., 2015. Fethiye-Göcek Körfezi İle Köyceğiz, Alagöl, Sülüngür ve Kocagöl Göllerinin Tabanındaki Termal Kaynakların Alansal Dağılımının ve Hidrokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Tübitak 1001 projesi, 2015. Proje Yütücüsü: Doç. Dr. Özgür AVŞAR.

Avşar, Ö., Avşar, U., Arslan, Ş., Kurtuluş, B., Niedermann, S., Güleç, N., 2017. Subaqueous hot springs in Köyceğiz Lake, Dalyan Channel and Fethiye-Göcek Bay (SW Turkey): Locations, chemistry and origins. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 345, 81–97.

Cimerman, F., ve Langer, M.R., 1991. Mediterranean Foraminifera. Academia Scientiarum et artium Slovenica. Ljubljana 1991.

Çakıroğlu, A.İ., 2005. Distribution of mollusc assemblages in the surface sediments of the Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea. Memorial University of Newfoundland, Master Tezi, 262 sayfa, 2005.

Güner, N., 1997, Köyceğiz Gölü Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 91s.

Hatta, A. and Ujiie, H., 1992, Benthic foraminifera from Coral Seas between Ishigaki and Iriomote Islands. Southern Ryukyu Island Arc, Northwestern Pasific. Bulletin of the Colloge of Science, University of Ryukyus. 53, 49-119; 54, 163-287.

Hayward, B. W., Grenfell, H. R., Reid, C. M. and Hayward, K. A., 1999, Revent New Zealand shallow-water benthic foraminifera. Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. Institut of Geological and Nucleer Sciences monograph 21, 258 p., 17 plts., New Zealand.

Hottinger, L., Halicz, E. and Reiss, Z., 1993, Recent foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slowenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 179 p., 230 plts., Ljubljana.

Kaminski, M. A., Aksu, A., Box, M., Hiscott, R. N., Filipescu, S. and Al-Salameen, M., 2002, Late Glocial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea. Implications for Black Sea-Mediterranean Sea connections following the last deglaciation. Marine Geology, 190, 165-202.

Koukousioura, O., Dimiza, M.D., Triantaphyllou, M.V., Hallock, P.,2011. Living benthic foramini-

fera as an environmental proxy in coastal ecosystems: A case study from the Aegean Sea (Greece, NE Mediterranean).

Loeblich, A. R. and Tappan, H., 1987. Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Rienhold Co., New York.

Loeblich, Jr. A. R. and Tappan, H., 1994, Foraminifera of the Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, No: 31, 663 p., 630 plts.

Meriç, E. and Avşar, N., 2001, Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) and its local variations. Acta Adriatica, 42 (1), 125-149.

Pawlowski, J., Holzmann, M., Berney, C., Fahrni, J., Gooday, A.J., Cedhagen, T., Habura, A., and Bowser, S.S., 2003. The evolution of early Foraminifera. PNAS, September 30, 2003, vol. 100, no. 20.

Sgarrella, F. and Moncharmont-Zei, M., 1993, Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematicand autoecology. Bulletino della Societa Paleontologica Italiana, 32 (2), 145-264.

Tansuğ, Z. ve Öztunalı, A., 1977. Muğla-Köyceğiz ve Civarının Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 60s.

PALEONTOLOJİ, PALEOCOĞRAFYA, PALEOİKLİM

PALEONTOLOGY, PALEOGEOGRAPHY, PALEOCLIMATE

ATİKE NAZİK – MEHMET SERKAN AKKİRAZ – UĞUR KAĞAN TEKİN – ERCAN ÖZCAN – DARIA K. IVANOVA

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sivas Havzası Geç Oligosen'inden Memeli Ayak İzleri, Türkiye

Mammal Footprints from the Late Oligocene of the Sivas Basin, Turkey

Bekir Levent Mesci[1], Ahmet Cem Erkman[2], Şakir Önder Özkurt[3]

[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Türkiye

[2]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, Kırşehir, Türkiye

[3] Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Kırşehir, Türkiye

(mesci@cumhuriyet.edu.tr)

Öz: Sivas (Türkiye) güneyinde geniş alanlarda yüzeyleyen, karasal, akarsu çökeli niteliğindeki üst Oligosen yaşlı Karayün Formasyon'unun stratigrafik olarak alt düzeylerinde bulunan yaklaşık 5 cm kalınlığındaki, yoğun kuruma çatlaklı çamurtaşı üzerinde biri orta büyüklükte, diğeri ise küçük çift toynaklı iki farklı boynuzlugiller (Bovidae) ailesine ait ayak izleri ile muhtemelen orta büyüklükteki bir atgiller (Equidae) ailesine ait tek tırnaklı ayak izleri yer almaktadır. Sivas güneyinde belgelenen bu ayak izleri, Anadolu'da bildirilen ilk memeli omurgalılarını temsil etmektedir.

Çökelme ortamı, bölgenin mevsime bağlı olan sulak bir alana sahip ekosistemi işaret etmektedir. Ayak izlerinin ve kuruma çatlaklarının, sedimanların çökelimine neden olan akarsuyun, su düzeyinin mevsimsel olarak azalmasına bağlı olarak su üstü olma ve kuruma döneminde oluştuğunu göstermektedir. Bu süreci izleyen dönemde su düzeyi yükselerek yeniden çökelen sedimanlar, izleri ve kuruma çatlaklarını örterek korunmasını sağlamıştır.

Ayak izlerinin şekilleri, derinlikleri ve genişlikleri toynaklı hayvanlar hakkında bazı önemli bilgiler vermektedir. Bulgular, Orta Anadolu'da geç Oligosen'de büyük ve orta ölçekli toynaklara sahip biyo-çeşitliliği işaret etmektedir. Mevcut habitat bir sulak alan kenarı olup ekolojik paydaşları olan türlerle birlikte yarı açık çayırlıkların besin sağladığı bir ekosistem olarak tanımlanabilir. Bugün Afrika düzlüklerinde ceylan, at ve su aygırları sürüleri su kaynakları yakınında benzer özellikler göstermektedir. Bu durum, türlerin yayılımında Anadolu'daki yanal devamlılığı göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca geç Oligosen'de oluşan Karayün Formasyon'unun, memeli hayvanlara ait ayak izleri açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu, ayak izleri, geç Oligosen, paleoiknoloji, toynaklı

Abstract: *Outcropping in a large area south of Sivas (Turkey), the upper Oligocene Karayün Formation with terrestrial and fluvial sediments contain footprints in stratigraphically lower levels. On nearly 5 cm thickness mudstone with intense mud cracks, there are footprints of two different ungulate Bovidae families, one is moderate size while the other is small, and ungulate footprints of an Equidae, family of probably moderate size. These footprints documented in the south of Sivas represent the first mammalian vertebrates reported from Anatolia.*

The depositional environment indicates an ecosystem with seasonally linked a wetland areas. The footprints and mud cracks show the water level in the river causing deposition of sediments reduced seasonally forming waterlogged and drying periods. In the periods following this process the water level rised again, and re-settled sediments provided a protection by covering the prints and mud cracks. covered and preserved the prints and mud cracks on the deposited sediments.

The shapes, depths and widths of the footprints provide some important information about ungulate animals. The findings indicate that central Anatolia had biodiversity including large and moderate-scale ungulates in the late Oligocene. The present habitat may be described as an ecosystem on the edge of a wetland area with ecologic stakeholder species obtaining nutrition from semi-open grassland together. Current Today, herds of gazelles, horses, and hippopotamus herds close to water sources in the plains of Africa display similar characteristics. This situation is important in terms of showing a lateral continuation of species distribution in Anatolia. MoreoverAdditionally, the Karayün Formation forming in the late Oligocene is understood to have great potential in terms of footprints belonging to mammalian animals.

Keywords: *Anatolia, footprints, late Oligocene, paleoichnology, ungulate*

New Amphibian and Reptilian Early Pleistocene Fossil Assemblages from the Dacian Basin (Southern Romania)

Dasiyen Havzası'ndan Yeni Amfibi ve Sürüngen İçeren Erken Pleyistosen Fosil Toplulukları (Güney Romanya)

Ştefan Vasile[1], Marton Vencze[2], Alexandru Petculescu[3,4]

[1]Research Centre for the Geology of Coal Deposits and Environment Protection, Faculty of Geology and Geophysics, University of Bucharest, 010041 Bucharest, Romania

[2]Ţării Crişurilor Museum, 1/A Armatei Române Street, 410087, Oradea, Romania

[3]"Emil Racoviţă" Institute of Speleology, Romanian Academy, 13-15 Calea 13 Septembrie, 050711, Bucharest, Romania

[4]Romanian Institute of Science and Technology, 3 Virgil Fulicea Street, 400022, Cluj-Napoca, Romania

(yokozuna_uz@yahoo.com)

Abstract: The lower Pleistocene terrestrial deposits of the Dacian Basin (southern Romania) yielded a large amount of vertebrate fossils, most of them occurring as isolated finds of large mammal bones. Several sites produced, however, more numerous fossil specimens belonging to various mammal groups, thus offering important insights in the composition of local faunal assemblages. The most diverse such assemblages are those from Slatina-2 (around 1.9 Ma) and Tetoiu (around 1.6 Ma). Recently, another, fairly diverse, vertebrate assemblage has been found at Copăceni (around 1 Ma). Although large mammal taxa of the above-mentioned sites were described, and the mammalian assemblages are relatively well known (for more than half a century, for the former two sites), no Pleistocene herpetofaunal remains were mentioned from anywhere in the entire Dacian Basin.

Recent fieldwork and searches in old collections have led to the identification of numerous herpetofaunal remains from Copăceni and Tetoiu. Old collections including small vertebrate remains from Tetoiu revealed a large number of snake vertebrae, and a single amphibian specimen. The snake vertebrae were assigned to colubrines (Hierophis gemonensis, H. paralongissimus, H. viridiflavus, Dolichophis jugularis, and Zamenis sp.) and natricines (Natrix natrix, and N. tessellata), whereas a fragment of an anuran nasal is assigned to Pelobates syriacus. Intensive washing of the fine grained siltstones from Copăceni led to the discovery of numerous amphibian and reptile remains, assigned to amphibians (Triturus sp., Lissotriton sp., Pelobates sp., Hyla sp., Bombina sp., Rana sp., Bufo sp.), snakes (Natrix tessellata, Coronella sp.), and lizards (Lacerta sp., ?Ophisaurus sp.).

The herpetofaunal assemblages from the two sites include thermophile taxa, all mentioned for the first time for the region, some of them still present in the Romanian fauna. However, more research is needed in order to cover the entire timespan of the Pleistocene, and follow the evolution of Pleistocene herpetofaunas in southern Romania.

This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research and Innovation, CNCS – UEFISCDI, project number PN-III-P1-1.1-PD-2016-0848, within PNCDI III (to Ş.V.).

Keywords: Amphibians, early Pleistocene, Romania, reptiles, herpetofaunas

Öz: *Dasiyen Havzası'nın (güney Romanya) alt Pleyistosen karasal çökelleri, çoğu büyük memeli kemiklerinin izole bulguları olarak bulunan, büyük miktardaki omurgalı fosillerini içermektedir. Bununla birlikte, birkaç bölge, çeşitli memeli gruplarına ait daha fazla sayıda fosil örneği ortaya koymaktadır ve böylece yersel faunal topluluklarının kompozisyonu hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Çok çeşitli bu gibi topluluklar, Slatina-2 (yaklaşık 1.9 My) ve Tetoiu'da (yaklaşık 1.6 My) olanlardır. Son zamanlarda, Copăceni'de (yaklaşık 1 My) oldukça çeşitli, diğer bir omurgalı topluluk bulunmuştur. Yukarıda bahsedilen yerlerin büyük memeli taksaları tanımlanmış olmasına ve memeli toplulukları nispeten iyi bilinmesine rağmen (yarım yüzyıldan fazla bir süredir, önceki iki bölge için), Dasiyen Havzası'nın herhangi bir yerinde, hiçbir Pleyistosen sürüngen faunası kalıntısından bahsedilmemiştir.*

Yakın zamanlarda yapılan arazi çalışmaları ve eski koleksiyonlardaki araştırmalar, Copăceni ve Tetoiu'dan sayısız sürügen faunası kalıntılarının tanımlanmasına yol açmıştır. Tetoiu'daki küçük omurgalı kalıntıları içeren eski koleksiyonlar, çok sayıda yılan omurunu ve tek bir amfibi örneğini ortaya çıkarmıştır. Yılan omurları, kolübrinler (Hierophis gemonensis, H. paralongissimus, H. viridiflavus, Dolichophis jugularis, ve Zamenis sp.) ve natrikinler (Natrix natrix, ve N. tessellata) olarak belirlenmiştir. Ancak, bir kuyruksuz amfibi burnunun bir bölümü, Pelobates syriacus olarak tespit edilmiştir. Copăceni'deki ince taneli silttaşlarının yoğun yıkanması, amfibiler ((Triturus sp., Lissotriton sp., Pelobates sp., Hyla sp., Bombina sp., Rana sp., Bufo sp.), yılanlar (Natrix tessellata, Coronella sp.) ve kertenkeleler (Lacerta sp., ?Ophisaurus sp.) olarak belirlenen, çok sayıda amfibi ve sürüngen kalıntılarının keşfine yol açmıştır.

Bu iki bölgedeki sürüngen toplulukları, tüm bölge için ilk kez bahsedilen ısı belirten taksaları içermektedir. Bazıları hala Romanya faunasında bulunmaktadır. Ancak, Pleyistosen'in tüm zaman aralığını kapsaması ve güney Romanya'daki sürüngen faunalarının evrimini takip etmek amacıyla, daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, Romanya Araştırma ve İnovasyon Bakanlığı tarafından desteklenmiştir. CNCS – UEFISCDI, proje numarası PN-III-P1-1.1-PD-2016-0848, PNCDI III içinde (Ş.V.'ye).

Anahtar Kelimeler: *Amfibiler, erken Pleyistosen, Romanya, sürüngenler, sürüngen faunaları*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Memlik Köyü Kuzeyinde ki Orta Eosen Yaşlı Orhaniye Formasyonu'nun Bentik Foraminifera Biyostratigrafisi

Benthic Foraminiferal Biostratigraphy of Middle Eocene Orhaniye Formation at the North of Memlik Village (Central Anatolia, Turkey)

Ecem Erdoğdu, Nida Kılıç, Ali Deveciler

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(ecemerdogdu1098@gmail.com)

Öz: Bentik Foraminifer' lerin sistematiği ve bunların biyostratigrafi çalışmaları, Türkiye' nin jeolojik evrimini anlamak açısından oldukça önemlidir. Kretase sonunda tüm Anadolu' da başlayan yükselme, Orta Eosen' de (Geç Lütesiyen-Bartoniyen) büyük oranda bugünkü şeklini almış ve denizel çökeller yerini karasal birimlere bırakmıştır. Ankara çevresinde Bartoniyen zamanındaki denizel çökellere ait son kalıntılara örnek olarak, Memlik Köyü kuzeyinde bulunan Orhaniye Formasyonu' na ait killi kireçtaşlarından bahsedilebilir. Gölbayırı, Karyağdı Tepesi ve Deveboynu arasında yayılım gösteren; Orta Eosen yaşlı kırmızı karasal bir birim üzerine çökelmiş bu killi kireç taşları Eosen bentik foraminiferleri açısından oldukça zengindir. Bu bölgede daha önceden yapılmış biyostratigrafi çalışmalarına katkıda bulunmak için, Karyağdı Tepe' nin yamaçları boyunca örneklemeler yapılmıştır. Alınan tane ve bütün kayaç örneklerinden elde edilen ince kesitlerde, *Alveolina fragilis* Hottinger, *Alveolina fusiformis* Sowerby, *Alveolina* aff. *kieli* Sirel, *Alveolina stercusmuris* Mayer-Eymar, *Nummulites malatyensis* Sirel, *Nummulites ercumenti* Deveciler, *Nummulites* cf. *aturicus* Joly and Leymerie, *Gyrodinella magna* (Le Calvez), *Asterigerina* sp., *Ornatorotalia* sp., *Orbitolites* sp. ve çeşitli miliolidler gibi Geç Lütesiyen-Bartoniyen zamanını temsil eden bentik foraminiferler tespit edilmiştir. Mikrofasiyes özellikleri göz önüne alındığında, tabandaki nummulitid ve alveolinid bakımından zengin biyomikritik birimin, miliolidli ve fosil parçalı biyomikrite geçişinin Orta Eosen zamanındaki karasallaşma için bir örnek olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Memlik Köyü, Orta Eosen, bentik foraminifera, Biyostratigrafi

Abstract: *The systematics of Bentic Foraminifera and their biostratigraphic interpretations are quite important for understanding the geological evolution of Turkey. The uplif the central Anatolia that started in Late Cretaceous has ended with the replacement of marine to terrestrial sediments in Late Lutetian and Bartonian. The argillaceous limestone of Orhaniye Formation at the North of Memlik Village is considere as one of the last residues of marine Late Lutetian-Bartonian units around Ankara region. These clayey limestones, situated between Gölbayırı, Karyağdı Tepe and Deveboynu overlie a Middle Eocene red terrestrial unit ,and are rich in Eocene bentic foraminifera. All the materials were collected along the Karyağdı Tepe hillside in order to contribute to previous biostratigraphic studies. The Late Lutetian-Bartonian bentic foraminifera such as, Alveolina fragilis Hottinger, Alveolina fusiformis Sowerby, Alveolina aff. kieli Sirel, Alveolina stercusmuris Mayer-Eymar, Nummulites malatyensis Sirel, Nummulites ercumenti Deveciler, Nummulites cf. aturicus Joly and Leymerie, Gyrodinella magna (Le Calvez), Asterigerina sp., Ornatorotalia ? sp., Orbitolites sp. and various miliolids were defined by the help of thin sections obtained from free and rock samples in the studied area. Regand arding to the microfacies characteristics, the transition from biomicrite with nummulitids and alveolinids to biomicrite with miliolids and fossil fragments could be considered as an example for the regression in Middle Eocene period.*

Keywords: *Memlik Village, Middle Eocene, benthic foraminifera, biostratigraphy*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kızılca Yöresinde Tavas Napı'na ait (Likya Napları) Üst Senomaniyen-Üst Turoniyen Pelajik Kireçtaşlarının Planktonik Foraminifer Toplulukları (Tavas, Denizli, GB Türkiye): Ön Bulgular

Planktonic Foraminiferal Assemblages of the Upper Cenomanian-Upper Turonian Pelagic Limestones of the Tavas Nappe from the Kızılca Area of the Lycian Nappes (Tavas, Denizli, SW Turkey): Preliminary Data

Bilal Sarı[1], Yağız Özkan Demirtay[2]

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[2]Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

(bilal.sari@deu.edu.tr)

Öz: Likya naplarının Tavas Napı'na karşılık gelen Kızılca yöresinde (Tavas, Denizli, GB Türkiye) Babadağ Formasyonu içinde yer alan Üst Kretase pelajik kireçtaşlarından 14.5 metre kalınlığında bir stratigrafik kesit ölçülmüştür. İstifin planktonik foraminifer biyostratigrafisini ortaya koymak amacıyla, ölçülü kesit boyunca sistematik olarak 35 adet örnek alınmıştır. Soluk kırmızı, bej renkli pelajik mikritik kireçtaşları çoğunlukla bol planktonik foraminiferli vaketaşı/karbonat çamurtaşı tortullaşma dokusu ile temsil edilir. Planktonik foraminiferler ve rekristalize biyoklastlar gibi diğer allokemler genellikle katmanlanmaya koşut yönlenme sunar. Pelajik mikritik kireçtaşları açık gri renkli, ince-orta (bir kaç cm'den 50-60 cm'ye) veya kalın (2 m'den fazla) kalkarenit/kalsirudit ara seviyeleri içerir. Mikritik kireçtaşları içinde kalkarenit/kalsirudit katmanlarından türeme kırıntılar da gözlenir. Kalkarenit/kalsirudit katmanları, bol kanallı rudist (caprinidae ailesi) kavkı parçası, rekristalize biyoklast ve intraklast, orbitolinid foraminifer ve seyrek olarak da rudist olmayan Bivalvia ve Gastropoda parçaları içerir. Kalkarenit/kalsirudit ara seviyeleri çoğunlukla istiftaşı mikrofasiyesi de içeren, tanetaşı/kabataş tortullaşma dokusu ile temsil edilir. İstiftaşı fasiyesinin mikritik bölümlerinde seyrek olarak planktonik foraminiferler gözlenir. Bazı kalkarenit/kalsirudit arakatmanlarında kopma ve kayma yapıları ile birlikte yumuşak çökel ve sert kaya deformasyonları gözlenir. Bu katmanlar sığ denizel ortama yakınlığı ifade eder. Pelajik kireçtaşlarının en altta yer alan 2 m'lik bölümü (örnek 4-9 arası) *Rotalipora*, *Thalmanninella* ve *Pseudothalmanninella* gibi geç Senomaniyen yaşını işaret eden rotaliporidler içerir. Erken-orta Turoniyen dönemini işaret eden *Helvetogolobotruncana helvetica* Menzil Zonu'nun karakteristik taksonu olan *H. helvetica* ilk kez, rotaliporidlerin son kez gözlendiği katmanın (örnek 9) 30 cm üzerinde yer alan düzeyde (örnek 10) bol miktarda gözlenir. Bu seviyelerde *H. helvetica* türüne *Marginotruncana*, *Dicarinella*, *Praeglobotruncana* ve *Whiteinella* cinslerinin çeşitli türleri de eşlik eder. Bu 30 cm'lik düzey planktonik foraminiferlerde bir dönüşüme karşılık gelir ve Senomaniyen-Turoniyen sınırı aralığına karşılık gelir. 15 ile 17 nolu örneklerin alındığı katmanların arasındaki düzeylerde topluluklar *M. sigali* gibi tek karenli marginotruncanidlerin baskınlığı ile temsil edilir. *H. helvetica*'nın 19 nolu örnekte son kez gözlenmesi Kızılca istifinde *H. helvetica* Zonu'nun en az 3.9 m kalınlığında olduğunu gösterir. Bununla birlikte zonun kalınlığı en fazla 4.35 m de olabilir. İstifin üst bölümlerinde (örnek 22 ve üstü) *M. paraconcavata, M. tarfaya-*

ensis ve *M. coronata* gibi çift karenli marginotruncanidler foraminifer topluluklarında baskın olarak gözlenir. 24 nolu örnekte *D.* cf. *concavata*'nın varlığı istifin üst kısımlarının yaşının en-geç Turoniyen olduğunu gösterir. 14.5 m kalınlığındaki Kızılca kesitinde gözlenen planktonik foraminifer topluluklarının dağılımına dayanan bu ön çalışma, toplulukların daha çok oligotrofik koşulları işaret eden k-seçilimli taksonların baskınlığı ile temsil edildiğini göstermektedir. Topluluklar, istifin bu bölümünün geç Senomaniyen-geç Turoniyen yaşlı olduğuna işaret eder. Bu stratigrafik aralık, bir küresel okyanusal anoksik olayın da (OAO-2) gerçekleştiği Senomaniyen-Turoniyen sınırı aralığını da içerir.

Bu çalışma 2019.KB.FEN.015 nolu DEÜ BAP projesi tarafından desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyostratigrafi, Likya napları, planktonik foraminifer, Senomaniyen-Turoniyen sınırı, Tavas Napı

Abstract: *A 14,5 m-thick stratigraphic section was measured from the Upper Cretaceous pelagic limestones of the Babadağ Formation in the Kızılca area (Tavas, Denizli, SW Turkey) belonging to the Tavas Nappe of the Lycian Nappes. 35 samples were systematically collected along the measured section in order to document planktonic foraminiferal biostratigraphy of the succession. Pale red and beige-colored pelagic micritic limestones are mainly represented by rich planktonic foraminifera-bearing wackestone/carbonate mudstone depositional texture. Planktonic foraminifera and other allochemes such as recrystallized bioclasts mostly show parallel orientation to the bedding. The pelagic micritic limestones are interbedded with light gray colored, thin-medium (a few cm to 50-60 cm) to thick (more than 2 m) calcarenite/calcirudite beds. The clasts derived from the calcarenite/calcirudite interbeds are also observed within the micritic limestones. The calcarenite/calcirudite interbeds comprise rich canaliculate rudist (family caprinidae) fragments, recrystallized bioclasts and intraclasts, orbitolinid foraminifers and rare non-rudist Bivalvia and Gastropoda fragments. The calcarenite/calcirudite interbeds are represented mainly by grainstone/rudstone depositional texture with occasional packstone microfacies. Micritic parts of the latter facies include rare planktonic foraminifera. Slump and slide structures are observed in some calcarenite interbeds related to soft sediment and hard rock deformation. These beds are indicative of proximity to the shallow water environment. The lower 2 m-thick (samples 4 to 9) part of the pelagic limestones comprises rotaliporids such as Rotalipora, Thalmanninella and Pseudothalmanninella suggesting a late Cenomanian age. First Helvetoglobotruncana helvetica, nominate taxon of the early to middle Turonian H. helvetica Range Zone occurs abundantly in the bed (in sample 10) 30 cm above the last occurrence of the rotaliporids (in sample 9). Diversified assemblages comprising species of the genus Marginotruncana, Dicarinella, Praeglobotruncana and Whiteinella accompany H. helvetica. The 30 cm-thick interval is represented by a planktonic foraminiferal turnover and corresponds to the Cenomanian-Turonian boundary interval. Single-keeled marginotruncanids such as Marginotruncana sigali dominate the assemblages in the beds between samples 15 to 17. The last occurrence of H. helvetica in sample 19 indicates that the thickness of the H. helvetica Zone in the Kızılca succession is at least 3,9 m. By the way, the maximum thickness of this zone could be 4,35 m. Double-keeled marginotruncanids such as M. paraconcavata, M. tarfayaensis, M. coronata etc. dominate the assemblages in the upper part of the succession (sample 22 and above). The presence of Dicarinella cf. concavata in sample 24 suggests that the age of the upper part of the succession is latest Turonian. Preliminary studies based on the distribution of the planktonic foraminiferal assemblages from the 14,5 m-thick Kızılca section show that the assemblages are dominated by k-selected taxa of oligotrophic environment. The age of this part of the succession is late Cenomanian-late Turonian based on assemblages. This stratigraphic interval encompasses the Cenomanian-Turonian boundary interval, where a global oceanic anoxic event (OAE-2) occurred.*

This study is being supported by a DEÜ BAP Project No: 2019.KB.FEN.015

Keywords: *Biostratigraphy, Cenomanian-Turonian boundary, Lycian nappes, planktonic foraminifera, Tavas Nappe*

SONDAJ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİSİ

DRILLING METHODS AND TECHNOLOGIES

CELALETTİN ŞİMŞEK – MEHMET RUHİ AKÇIL

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Jeoloji Araştırmalarında Yüksek Kaliteli Kayıpsız Örnekler İçin Sonik Sondaj Tekniği

Sonic Drilling Technique for High Quality Lossless Samples in Geological Surveys

Adnan Şen

Ekoton Çevre ve Tarım Mühendislik Tic. ve San. Ltd. Şti., 06520 Çankaya, Ankara, Türkiye (adnan@ekoton.com.tr)

Öz: Doğru analiz doğru örnekleme ile mümkündür, sonik sondaj tekniği ile %100' e varan örneklme kapasitesi kayıpsız örnekler ile araştırmacılar tahmin etmek zorunda kalmadan anlizlerini alınan yüksek kaliteli örnekler ile yapabilirler.

Örtü katmanında efektif olan sonik sondaj, uygulanan sonik titreşim ile toprağın sıvılaşması, atalet etkisi ve toprak porozitesinin geçici olarak küçültülmesi gibi etkilerle daha hızlı ve güçlü sondaj yapma tekniğidir. Bu tekniği kullanarak geliştirilen yeni nesil sondaj makineleri ve çok çeşitli örnek alma aparatları maden arama faaliyetlerinde, temel ve geoteknik sondaj çalışmalarında, çevresel örneklemelerde kullanılmaktadır.

Sonik sondaj tekniğinin avantajları;

- Farklı katmanların tek numune ile alınabilmesi,
- Alüvyonlu topraklarda çok hızlı örnek alınması,
- Kaya, beton, granit ve diğer yüksek yoğunluklu tabakalara daha hızlı penetrasyon ve örneklenmesi,
- Küçük ve güçlü makineler ile ulaşılması zor alanlardan bile örnek alınabilmesi,
- Geleneksel yöntemlere göre % 70'e yakın daha az atık ile temiz sondaj yapılabilmesi,
- Geleneksel yöntemlere göre 6 kat daha hızlı sondaj,
- Kirlenmiş sahalardan çok az bulaşma ile örnek alınabilmesi,
- Sondaj ekipmanlarının daha az aşınması ve yıpranması,
- Yatay sondaj ile daha kolay örnek alınabilmesi,

olmak üzere sıralanabilir.

Bu bildiride sonik vibrasyon yöntemi ile yapılan sondaj işlemlerinde alınan örnekler ve uygulamalar hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sonik sondaj, temiz, sessiz, eşsiz örnek kalitesi, hızlı, güçlü

Abstract: *Accurate analysis is possible with accurate sampling. Sonic drilling technique provides lossless samples with up to 100% sampling capacity, and researchers can perform analyzes with high quality samples without having to estimate them. Sonic drilling, which is effective in the cover layer, is a faster and more powerful drilling technique with the effects of sonic vibration applied, liquefaction of the soil, inertial effect and temporary reduction of soil porosity.A new generation of drilling machines and a wide range of sampling apparatus developed using this technique are used in mineral exploration activities, basic and geotechnical drilling works, environmental sampling. Advantages of sonic drilling technique;*

- *Take different layers in one sample,*
- *High efficiency with extremely fast penetration speeds in alluvial material,*
- *Faster penetration and sampling of rock, concrete, granite and other high density layers*
- *Small and powerful machines can be taken samples from hard-to-reach areas*
- *Clean drilling with less than 70% less waste compared to traditional methods*
- *6 times faster than traditional methods,*
- *Sampling at severely polluted sites with very limited smearing,*
- *Less wear and tear of drilling toolings,*
- *Easier sampling with horizontal drilling*

can be listed.

In this abstract, the sonic vibration method will be given information about the examples and applications taken in drilling operations.

Keywords: *Sonic drilling, clean, silent, superior sample quality, fast, powerful*

Meslek Yüksekokullarında Gelecek Sondaj Eğitimi Nasıl Olmalıdır?

How Should the Future of Drilling Education be in Vocational Schools?

Celalettin Şimşek, Niyazi Aksoy, Zülfü Demirkıran, Feride Özyol, Vehbi Özacar

Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı MYO, Sondaj Teknolojisi Bölümü, 35860 Torbalı, İzmir, Türkiye

(feride.ozyol@deu.edu.tr)

Öz: Dünyada ve ülkemizde, enerji kaynaklarının araştırılmasında ve üretim aşamalarında, sondaj teknolojisi ve bilgisi ön plana çıkmıştır. Sondaj sektöründe yetişmiş kalifiye elemana büyük oranda gereksinim olmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'de sondaj teknolojisi öğrencilerine verilen uygulamalı eğitimin kalitesi büyük önem taşımaktadır. Ağırlıklı olarak uygulamalı eğitim yapılan yüksekokulumuzda uygulamalar sondaj makineleri ile yapılmasına karşın, günümüz teknolojisinde derin kuyu uygulamaları yapmak ekonomik olmamaktadır. Yapılan araştırmalarda, özellikle derin kuyu sondajlarında, üretim ve araştırma aşamalarında stajlar yapmalarına karşın, söz konusu uygulamalı eğitim bile, derinliği yaklaşık 3500 metreyi bulan oldukça pahalı sondaj operasyonlarını öğrenebilmeleri için yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durumda sondaj eğitiminin daha ileri düzeye getirilmesi, sektörün geleceği için önem taşımaktadır. Petrol, doğalgaz, maden, su, zemin ve jeotermal olarak ayrılan sondajların tümünün ekipmanları ve uygulamaları farklı olduğundan, tümünü içine alan uygulamalı sondaj eğitimi oldukça pahalıdır. Bu nedenle, ülkemiz genelinde eğitim veren yüksekokullarımızda yetersiz ekipmanların olması nedeni ile birçok uygulama teorik olarak anlatılabilmektedir.

Teknoloji ve eğitimde ortaya çıkan gelişmeler, simülasyon uygulamaları ve araçlarının yaygınlaşmasına, eğitimde kullanılmasına fırsat vermektedir. Simülasyon tekniği, özellikle uygulaması zor alanlarda gerçekteki olayların simulasyonları üzerinden eğitim verilmesidir. Bu bağlamda, öğrencilerin yapılan modelleme üzerinden eğitici çalışmalar yapmaları ve farklı seçenekleri uygulayarak meslekleri hakkında deneyim kazanmaları için simülatörlerle eğitim ön plana çıkmalıdır. Pahalı ve meşakkatli olan geleneksel sondaj eğitimine alternatif olarak kullanılabilecek olan simülasyon eğitimi öğrencilerin sadece mesleklerini öğrenmelerine katkıda bulunmak değil bunun yanında sondaj esnasında yaşayacağı olumsuzlukları da tecrübe etmesine olanak vermektedir. Gerekli simülasyon eğitimi ile hızlı öğrenme, problem çözme, mesleğine hakim, hızlı karar veren, ekonomik teknikerlerin yetişmesine katkı sağlayacaktır. Ancak, simülatörlü sondaj eğitimi ise üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde olabilecek bir eğitim modelidir. Bu konuda yapılacak işbirliği çalışmaları ile sondaj eğitiminin gelişimine önemli katkısı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sondaj Eğitimi, simülator, universite-sanayi işbirliği

Abstract: *Drilling technology and knowledge has come to forefront during the research and production stages of energy resources in the world and in our country. Drilling sector greatly requires trained qualified employees. In this point of view, the quality of applied education of the drilling students in Turkey is of great importance. Although applied education is generally carried out by drilling machines in our vocational school, deep well applications are not economic in today's technology. The students do internship especially in the deep well drillings, but this is not enough to learn the drilling operations that reach 3500 m. depth. In this case, drilling education needs to be improved for the future the sector. The education that includes oil, natural gas, mine, water, ground and geothermal is very expensive and difficult because the equipment for these applications and applications of theses drillings are different. For this reason, many applications can be explained theoretically due to the insufficient equipment in our country.*

Developments in technology and education provide opportunities to use simulation applications and tools in education. Simulation technique provides training in difficult areas through one-on-one copies of real events, especially in difficult areas. The training of the students with the simulator will enable them to gain experience. Simulation training, which can be used as an alternative to expensive and tedious traditional drilling training, not only contributes to the students' learning of their profession, but also enables them to experience the negative effects during drilling. With the necessary simulation training, fast learning, problem solving, mastering the profession, making rapid decisions, will contribute to the development of productive technicians. However, education using simulator technique is a good education model that can be within the corporation of university-industry frameworks. It will make an important contribution to the development of drilling education with the corporation studies to be carried out on this subject.

Keywords: *Drilling education, simulation, university-industry corporation*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Sondaj Kuyularında Basınçlı Su Testi (Bst) Uygulaması

Best Practice at Wireline Core Drilling

Sarp Ayken

Ortadoğu Sondaj San. ve Tic. A.Ş., 06909 Malıköy, Sincan, Ankara, Türkiye
(sarp.ayken@ortadogusondaj.com)

Öz: Delinen formasyonun iletkenliğinin ve su emilim miktarının hesaplanması ve jeomekanik davranışlarının anlaşılabilmesi amacıyla sondaj kuyularında en sık uygulanan yöntemlerden birisi Basınçlı Su Testi (BST) uygulamalarıdır. BST, bir veya birden çok paker lastiğinin sondaj kuyusu içerisinde farklı yöntemlerle şişirilerek geçirimsiz bölümler (test aralığı) elde edilmesi ve bu bölümlere farklı aralıklarda (artan /azalan) belirli süreler boyunca basınçlı su basılması temel prensibine dayanır. Elde edilen veriler sayesinde farklı basınçlar altında, formasyonun basınçlı suyu ne kadar ilettiği / bünyesine aldığı ve /veya hidrolik çatlama gibi jeomekanik değerleri hesaplanabilir.

BST sırasında elde edilen verilerin güvenilirliği; ekipman seçimi, sondaj kuyusundaki test aralıklarının ve test tipinin (tekli paker veya çoklu paker) seçimi gibi pek çok değişkene bağlıdır. Fakat bunların dışında, testin yapılması aşamasında uygulanması gereken bazı prosedürler elde edilen verilerin güvenilirliğine ve dolayısıyla testin başarılı olmasına çok önemli düzeyde etki edebilmektedir.

Bu makalede asıl olarak BST'nin uygulanması ve verinin toplanması/ kaydedilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken prosedürler anlatılmaktadır

Anahtar Kelimeler: Veri güvenilirliği, formasyon iletkenliği, yeraltı suyu, paker, BST

Abstract: *One of the most common methods for calculating the hydraulic conductivity and water intake of the drilled formation and to understand its geo-mechanical behaviors is the application of WPT in boreholes. WPT is based on the principle of pumping water under different pressure increments (ascending/ descending) during a constant period of time to the impermeable test interval(s) inside the borehole, which is/ are created by inflation of single or multiple packers by various methods. Obtained data is used for calculation of the conductivity value, water intake and/ or understanding the geo-mechanical behavior (e.g. hydro-fracturing, hydro-jacking) of the formation.*

The reliability of data obtained by the WPT can be affected by many variables such as; the choice of test equipment, decision on the test intervals and test type (e.g. single packer, multiple packer). However apart from these, some very important procedures that have to be applied during the execution of the test has a major effect on the reliability of data and hence on the success of the test.

The main purpose of this paper is to emphasize some of the procedures that has to be applied during the execution of the test and collection/ recording of data.

Keywords: *Data reliability, formation conductivity, groundwater, packer, WPT*

Karotlu Sondaj Çalışmalarında En İyi Uygulamalar

Best Practice at Wireline Core Drilling

Mehmet Ruhi Akçıl

Ortadoğu Sondaj San. ve Tic. A.Ş., 06909 Malıköy, Sincan, Ankara, Türkiye
(ruhi.akcil@ortadogusondaj.com)

Öz: Çelik halatlı (wireline) sondaj sistemi 1940 yılından itibaren yer kabuğunun tanınması, araştırılması, doğal kaynakların (su, gaz, petrol, maden, jeotermal enerji) bulunmaları ve işletilmesi; büyük sanat yapılarının (baraj, gölet, fabrika, güç santralleri, tünel, köprü, yol yapımları, inşaat işleri vs.) temel yapılarının araştırılması ve bu gibi yapıların inşaat işlerinde, deprem gibi yer kaynaklı doğal afetlerin araştırılmasında, jeolojik, biyolojik mühendislik vs. amaçlı veri toplama ve değerlendirme amacıyla, değişik doğrultularda (düşey, yatay, eğik) açılan küçük çaplı kuyularda kullanılmaktadır.

Karotlu sondaj çalışmalarında yapılan çalışmanın başarıya ulaşması için sondaj makinası, ekipman ve çalışan ekip çok önemlidir. Bu çalışmaları yürütürken yapılacak işin tanımı ve ön bilgilerinin verilmesi çalışma sırasında yapılan işin sürekli olarak kontrol edilmesi ve sondaj tekniğine uygun ekipman ve sarf malzemeleri kullanılmalıdır.

Bu makalede karotlu sondajda en iyi uygulamalar anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Karot, sondaj, uygulama

Abstract: The use of wireline core drilling techniques in 1940 for definition and exploration earth's crust, exploration and development natural source (water, natural gas, petroleum, mine, geothermal energy); drilling for site investigation (dam, tunnel, bridge, road, factory, construction big factory and plant) and land slide and fault effect and determination; to obtain geological and biological data at different direction small size drilling.

At wire line core drilling succession depend on drill rig, drilling equipment and working team. At drilling project definition of job, pre-working information and controlling drilling very important and effected job quality.

The main purpose of this paper is to emphasize best practice at wireline core drilling.

Keywords: Core, drilling, practice

STRATİGRAFİ-SEDİMANTOLOJİ

STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY

İSMAİL ÖMER YILMAZ – FARUK OCAKOĞLU
ULVİ CAN ÜNLÜGENÇ – MEHMET AKİF SARIKAYA

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

DAVETLİ BİLDİRİ / *INVITED SPEECH*

Batı Antarktika Yarımadası'nda Türk Bilim Üssü ve Yerbilimleri ile İlgili Çalışmalar

Turkish Scientific Base Mission in the Western Antarctic Peninsula: Earth Sciences Perspective

Attila Çiner, Cengiz Yıldırım, M. Akif Sarıkaya

İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye (cinert@itu.edu.tr)

Öz: Türkiye 2016 yılından beri Antarktika'da bir bilim üssü kurulması konusunda kararlı bir şekilde çalışmaktadır. Bu sunumda bu çalışmalar ile ilgili bilgiler verilecek ve Türk Bilim üssünün yer aldığı Marguerite Körfezi'nde bulunan Horseshoe Adası'nda yerbilimleri alanında yaptığımız çalışmalar ve sonuçları ortaya konacaktır. Adanın jeolojisi ile ilgili veriler kısıtlıdır. Bir ön çalışma kapsamında alınan plütonik ve volkanik kayaçlara ait örnekler üzerindeki mineralojik, petrografik ve yaş tayini çalışmaları halen devam etmektedir. Bir başka çalışma kapsamında ise Horseshoe Adası'nda ve yakınındaki Calmette Körfezi kıyılarında bugün çeşitli yüksekliklerde gözlenen onlarca denizel terastan kozmojenik yaş tayini amaçlı örnekler alınmıştır. Buzulların erimesi sonrası yükselen kıtanın yükselme hızının hesaplanacağı bu çalışma da halen devam etmektedir.

Bilindiği üzere Batı Antarktika Yarımadası'nda gözlenen hızlı ısınma, kıta sahanlığını kaplayan deniz buzullarının hızlı bir şekilde parçalanmasına ve yakın gelecekte küresel deniz seviyelerini yükseltecek olan kıta buzullarının incelmesine ve geri çekilmesine neden olmaktadır. Ayrı bir çalışma kapsamda Horseshoe Adası'ndaki ana buzul örtüsünün ne zaman eriyerek yok olduğu araştırılmıştır. Bu amaçla ilk önce bir jeomorfoloji haritası üretilmiştir. Bölgede daha önce gerçekleştirilen çalışmalar Holosen başlarında çok önemli bir erimenin varlığına işaret etmektedir. Horseshoe Adası'nda dağınık halde gözlenen ve buzul tarafından taşınmış pembe eratik bloklardan elde ettiğimiz dört yeni kozmojenik 10Be yüzeylenme yaşları 12.9 ± 1.1 bin yıl ile 9.4 ± 0.8 bin yıl arasında değişen sonuçlar vermişlerdir. Antarktika eratik blokları ile ilgili diğer çalışmalarda olduğu gibi, en genç yaş sonucu olan 9.4 ± 0.8 bin yılı bölgedeki ana buzulun eridiği yaş olarak kabul edilmiştir. Bu sonuç, yakın bölgelerden daha önce elde edilmiş kozmojenik yaş verileri ve bildirilen diğer veriler ile (deniz ve gölsel 14C ve OSL yaşları) tutarlıdır. Bu çalışma Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen ve İTÜ Polrec koordinasyonunda yapılan TAE-II seferi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türk Antarktika bilim üssü, Horseshoe adası, buzul jeomorfolojisi, geçmiş iklim, kozmojenik yüzey tarihlendirmesi

Abstract: *Turkey is planning to establish a scientific base in Antarctica since 2016. In this presentation, information about these studies will be given and the results of our studies in the field of geosciences on Horseshoe Island in Marguerite Bay, where Turkish Science Base is located, will be presented. Data on the geology of the island are limited. Mineralogical, petrographical and age relationships studies related to plutonic and volcanic rocks are still in progress. Within the scope of another study, we collected samples for 10Be cosmogenic surface dating purposes from tens of marine terraces observed at various heights on Horseshoe Island and along the shores of nearby Calmette Bay. This study, where we will calculate the rate of uplift of the rising continent after the melting of glaciers, is ongoing.*

On the other hand, the rapid warming observed in the western Antarctic Peninsula gives rise to the fast disintegration of ice shelves, and thinning and retreat of marine–terminating continental glaciers, which is likely to raise global sea levels in the near future. In a separate study we investigated the timing of melting and dissapearance of the ice sheet from the Horseshoe Island. For this purpose, a geomorphology map was first produced. Previous studies in the region indicate a very important melting at the beginning of the Holocene. Four new cosmogenic 10Be exposure ages from pink erratic blocks observed in the Horseshoe Island yielded results ranging from 12.9 ± 1.1 ka to 9.4 ± 0.8 ka. As in other studies on the Antarctic erratic blocks, the youngest age result (9.4 ± 0.8 ka ago) is considered as the true age of deglaciation. This result is consistent with other cosmogenic age data and other proxies (marine and lacustrine 14C and OSL) reported from nearby areas. This study was carried out within the scope of TAE-II campaign supported by the Ministry of Science, Industry and Technology and coordinated by ITU Polrec.

Keywords: *Turkish Antarctic scientific base, Horseshoe Island, glacial geomorphology, paleoclimate, cosmogenic surface exposure dating*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

GD Türkiye, Arap Karbonat Platformu'ndaki Derdere ve Karababa Formasyonlarının Duraylı İzotop Analizleri: Eski Sıcaklık Yaklaşımları

Stable Isotope Analysis of the Derdere and Karababa Formations on Arabian Carbonate Platform, SE Turkey: Paleotemperature Approaches

İsmail Ömer Yılmaz[1], Oğuz Mülayim[2], Bilal Sarı[3], Kemal Taslı[4], Sacit Özer[3], İzzet Hoşgör[5]

[1] Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Adıyaman Bölge Müdürlüğü, Jeoloji Müdürlüğü, 02040 Adıyaman, Türkiye

[3]Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35390 Buca, İzmir, Türkiye

[4]Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mersin, Türkiye

[5] Çalık Petrol Arama Üretim A.Ş., 06520 Söğütözü, Ankara, Türkiye

(ioyilmaz@metu.edu.tr)

Öz: GD Türkiye'de Adıyaman, Kahramanmaraş and Kilis bölgelerinde 3 stratigrafik ölçülü kesit, İnişdere, Türkoğlu, Sabunsuyu, boyunca elde edilen örneklerden tüm kayaç duraylı izotop ($\delta^{13}C$ ve $\delta^{18}O$) analizleri yapılmıştır. Ölçülü kesitler Arap Platformu karbonatlarında Geç Senomaniyen-Turoniyen aralığını temsil ederler ve Derdere ve Karababa Formasyonlarının dokanaklarını içerirler.

İnişdere kesitinde $\delta^{13}C$ izotop değerleri 2.15‰ ile 0.13‰ arası değişmektedir. Derdere-Karababa sınır aralığı +1.86‰ ye kadar ulaşan $\delta^{13}C$ değerlerine sahiptir. $\delta^{18}O$ verileri ise genellikle negatif değerlere sahiptir ve -7.95‰ ile -3.65‰ arasında değişmektedir.

Derdere Formasyonu Türkoğlu kesitinde genellikle 1,97‰ ile 0,21‰ arası değişen $\delta^{13}C$ izotop değerleri sunmaktadır. Derdere-Karababa sınır aralığı +1.97‰ kadar varan yüksek $\delta^{13}C$ sunmaktadır. Bu kesitte $\delta^{18}O$ değerleri -5,68‰ ile -2,02‰ arasında değişmektedir.

Sabunsuyu kesitinde ortalama $\delta^{13}C$ ve $d^{18}O$ değerleri 1.068‰ ile -3.36 ‰ arası değerler sunmaktadır. Derdere and Karababa Formasyonları arasındakı sınır izotop değerlerindeki ani değişim ile rahatlıkla tespit edilebilmektedir.

Derdere Formasyonu'na ait platform karbontları genellikle vaketaşı/istiftaşı fasiyesinde olup bentik foraminifer, dasiklat alg, gastropod, pelesipod, roveacrinid, tanımlanabilir rudist ve bunların parçalarını içermektedir. Fakat, Karababa Formasyonu koyu gri-siyah renkli organik maddece zengin, planktonik foraminifer, roveacrinids, rudist (Karababa B-C üyesi), spikül, balık pulu içeren marn/çamurtaşı fasiyeslerini sunmaktadır.

Çalışılan formasyonlar arasındaki dokanağın çalışma alanlarında uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Fakat, Mardin-Mazıdağ bölgesinde dokanağın uyumsuz olduğu gözlemlenmiştir (Yılmaz vd., 2018). Çalışılan formasyonların dokanağında kısa süreli ve yeni gelişmiş, ince bir

sert zemin yüzeyi tespit edilmiştir (Mülayim vd., 2019). Fakat bu sert zemin gelişimi dikkate değer bir biyostratigrafik boşluk oluşturmamaktadır. Su üstü olma koşuları ile ilişkili sedimanter yapı veya fasiyesler arazide ve petrografi çalışmalarında gözlenmemiştir.

Stratigrafik kesitlerde izotop verilerinden elde edilen eski sıcaklık değerleri iki formasyon arasında ani bir farklılık göstermektedir. Derdere Formasyonu'nda ortalama eski sıcaklık değeri 30.5^{o} civarındadır ve Karababa Formasyonu'ndaki ortalama eski sıcaklık değeri ise 28.39^{o} civarındadır. Bu farklılık çökelme ve gömülme sırasında olası sıcaklık değişimini göstermektedir. Değişim miktarı istiften istife değişmektedir ve kesitler arası çökelim ve gömülme farklılıklarını anlamakta yardımcı olabilecektir.

Sıcaklık değerleri Küresel Kretase Okyanusu sıcaklık değerlerine parallelik sunmaktadır ve izotop değerleri okyanusal olayların Arap Platformu üzerindeki olası kayıtlarının karşılaştırması için kullanılabilir. Bu çalışma Türkiye'de ilk defa gerçekleştirilmiştir ve örnekler Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Merkez Laboratuvarı Duraylı İzotop kısmında analiz edilmiştir.

Bu çalışma 2844 nolu ODTU-BAP Projesi tarafından desteklenmiştir ve 118Y425 nolu TUBITAK projesinin bir parçasıdır.

Anahtar kelimeler: Arap Karbonat Platformu, Derdere ve Karababa Formasyonları, duraylı izotop, eski sıcaklık, GD Türkiye, Geç Senomaniyen-Turoniyen

Abstract: *Stable isotopes values (O, C) of the bulk samples are obtained in the 3 stratigraphic sections: İnişdere, Türkoğlu, Sabunsuyu sections in around Adıyaman, Kahramanmaraş and Kilis areas in SE Turkey. They represent the Late Cenomanian-Turonian interval within Arabian Platform Carbonates and scan the boundary between Derdere and Karababa Formations.*

The $\delta^{13}C$ values generally range between 2.15‰ and 0.13‰ at İnişdere section. The Derdere-Karababa boundary interval is marked by generally high $\delta^{13}C$ values reaching up to +1.86‰. $\delta^{18}O$ values are negative and range between -7.95‰ and -3.65‰ at the İnişdere section.

Carbon Isotope values in the Derdere Formation generally range from 1,97% to 0,21% in the Türkoğlu section. The Derdere-Karababa boundary interval is marked by generally high $\delta^{13}C$ values reaching up to +1.97%. $d^{18}O$ values ranges between -5,68% and -2,02%.

In the Sabunsuyu section, average $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ isotope values are 1.068‰ and -3.36 ‰ respectively. The boundary between Derdere and Karababa Formations are easily recognized by sudden shifts in isotope values.

Platform carbonates belong to Derdere Formation are generally wackestone/packstone in facies and include benthic foraminifera, dasycladacean algae, gastropod, pelecypod, roveacrinid, determinable rudist and their fragments. However, Karababa Formation displays dark gray-black marls/mudstones with high organic content and includes mainly planktonic foraminifera, roveacrinids, rudists (in Karababa B-C members), spicules, fish scales.

The contact between studied formations is conformable in the studied areas. However, disconformable contact is observed around the Mardin-Mazıdağ region (Yılmaz et al, 2018). An incipient hardground surface with a short duration is recorded at the contact between these formations in the studied areas (Mülayim et al., 2019). But this does not create any considerable biostratigraphic gap in between two formations. Sedimentary structures or facies related to surface exposure conditions are not recognized in the field and in the petrographic studies.

Paleotemperature values obtained by stable isotope data in these sections display a sharp difference between two formations. The average paleotemperature value obtained in Derdere Formation is around 30.5° and the average paleotemperature value for the Karababa Formation is around 28.39°. This difference presents a possible change in temperature during deposition and burial. The amount of difference changes from section to section and helps to understand possible changes in conditions of burial and deposition between the sections.

Temperature values are paralel with the Global Cretaceous Ocean water values and isotop values can be used for correlation of possible records of oceanic events on the Arabian Platform. This study has been carried out for the first time in this region in Turkey and samples are analyzed in the stable isotope section in the central laboratory of the Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

This study is supported by ODTU-BAP Project with no: 2844 and also a part of the Turkish Scientific Research Project (TUBITAK-118Y425).

Keywords: *Arabian Carbonate Platform, Derdere and Karababa Formations, Late Cenomanian-Turonian, paleotemperature, SE Turkey, stable isotopes*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Kerry Gaz Sahasında (Yeni Zelanda) Sismik Yansıma ve Kuyu Logu Verileri Kullanılarak Yapay Sinir Ağı Yöntemiyle Litoloji Analizi

Lithological Analysis Using Artificial Neural Network Method with Seismic Reflection and Well Log Data in Kerry Gas Field, New Zealand

Aziz Mennan[1], Ulvi Can Ünlügenç[2]

[1]Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü, 06530 Söğütözü, Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölüümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

(amw9f@mst.edu)

Öz: Taranaki baseni Yeni Zelanda'daki Kuzey adasının batı kıyısında yer almaktadır. Kerry gaz sahası ise Taranaki baseninin 35 km güney kısmında yer almaktadır. Sahada üretim yapılan kısım Paleosen yaşlı Farewell Formasyonu içerisindeki gözenekliliği ve geçirimliliği yüksek olan kumtaşlarıdır. Çalışmanın amacı, 10 adet kuyudan elde edilen kuyu logu ve sismik verileri kullanarak rezervuar seviyedeki prospekt kumtaşı bantlarını tespit etmektir. Bu çalışmada 3 boyutlu sismik veri kullanılmış olup, rezervuar nitelikli Farewell Formasyonunun girişi belirlenmiştir. Formasyon girişi yorumlanmadan önce sismik verinin yorumlanabilir hale gelmesi için tabakaların daha devamlı görünmesini sağlayan yapısal düzeltme sismik niteliği uygulanmıştır. Kuyu kontrol atışı, sonik log ve yoğunluk logu kullanılarak oluşturulan yapay sismogram ile kuyu verisi ile sismik veri eşleştirilmiştir. Daha sonra Farewell Formasyonu girişi ve formasyon girişini kesen ana faylar yorumlanmıştır. Kuyu kontrol atışı ve sonik log verileri kullanılarak hız modeli oluşturulmuştur. Bu hız modeli zaman ortamındaki sismik küpü ve sismik yorumları derinlik ortamına çevirmek amacıyla kullanılmıştır. Kuyu logu yorumu aracılığıyla litoloji yorumu yapılmış olup, yapay sinir ağı yöntemiyle yapılan yorum daha detaylı hale getirilmiştir. Yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak elde edilen litoloji yorumu ve derinlik ortamındaki sismik küp girdi olarak kullanılıp tüm sahayı kapsayan sismik litoloji küpü elde edilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen sismik litoloji küpü aracılığıyla rezervuar formasyon değerlendirilmiş olup, formasyon girişinin üst kısmı örtü kaya özellikli şeyl ağırlıklı olmak üzere formasyon girişinden başlamak suretiyle alt kısmın yoğun kumtaşı bantları içerdiği görülmüştür. Derinlik ortamındaki sismik litoloji küpünde kuyu logu verilerinin yoğun olduğu alan yaklaşık 12 km^2 olup kumtaşı ve killi kumtaşı oranı alanın 4'te 3'ünü kapsamaktadır. Bu sonuç rezervuar kısmının üzerinde iyi geçirimsiz bir örtü kayanın varlığını ve prospekt olabilecek kumtaşı bantlarının miktarının oldukça fazla olduğunu göstermiştir. Yapılan zaman ve derinlik haritalarından yapılan analizlere göre açılan kuyular genelde sismik verinin orta kısmında (ortalama inline uzunluğu: 21 km, ortalama crossline uzunluğu:8 km) faya yaslı antiklinallerin yükselimlerinde açılmıştır. Bu nedenle yapılacak yeni kuyu lokasyonu belirleme çalışmalarında bu bölge sismik litoloji küpü de baz alınarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Sismik, kuyu logu, litoloji, yapay sinir ağları

Abstract**:** *Taranaki basin is located in the western part of the North Island in New Zealand. Kerry gas field is 35 km south of the Taranaki Basin. The produced part in the area is sandstone layers, which have high porosity and permeability value, in the Paleocene aged Farewell Formation. The aim of the study was to determine prospective sandstone bands at reservoir level using well log data from 10 wells and seismic data. In this study, 3D seismic data were used and the reservoir Farewell Formation top was determined. First, a structural smoothing seismic attribute was applied to make the seismic layers more interpretable, then following Farewell formation top was interpreted. Synthetic seismogram, which is generated using checkshot, sonic log and density log data, is used to match seismic and well log data. Then, Farewell Formation top and related main faults were interpreted. A velocity model was constructed using checkshot and sonic log data then this velocity model was used to convert the seismic cube from time to depth. Lithological interpretation was made using well log data then following this interpretation was made more detailed using neural network method. The lithological interpretation and seismic cube were used as input and the lithological seismic cube was obtained for the Kerry gas field using a neural network method. As a result, the reservoir formation was controlled by seismic lithology cube. The upper part of the formation top contains mostly shale layers as a cap rock and starting from the formation top Farewell formation contains sandstone layers as a reservoir rock. In the seismic depth lithology cube, the area that has mostly well log data is approximately 12 km^2 and the sandstone-minor clay sandstone ratio covers ¾ of the area. This result showed that there is a well impermeable cap rock over the reservoir part and the amount of prospect sandstone bands is quite high. According to the interpretation of time and depth maps, wells drilled are generally middle part of the seismic data (average inline length: 21 km and average crossline length: 8 km). For this reason, the middle part of the seismic data should be evaluated using seismic lithology cube for new well locations.*

Keywords: *Seismic, well log, lithology, neural network*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Manavgat Miyosen Havzasının Stratigrafisi ve Karpuzçay Formasyonunun Foraminifer Faunasına Ait İlksel Bulgular (Antalya, Türkiye)

Preliminary Results of the Stratigraphy of the Miocene Manavgat Basin and Foraminiferal Fauna of the Karpuzçay Formation (Antalya, Turkey)

Yusuf Emrah Yılmaz, Ayşe Atakul-Özdemir, Ayten Koç

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Van, Türkiye (aytenkoc@yyu.edu.tr)

Öz: Toroslar bindirme-kıvrım kuşağı, Afrika ve Avrasya plakalarının Kretasa'den günümüze değin devam eden yaklaşık K-G yönünde birbirlerine doğru hareketine bağlı olarak oluşmuştur. Bu hareket yönüne oblik gelişen KB-GD uzanımlı Orta Torosların batı ucunun, Beydağları ve Likya naplarının da içinde bulunduğu KD-GB doğrultulu Batı Torosların doğu ucuyla birleşmesi, Isparta büklümü olarak tanımlanan kompleks tektonik bir yapının gelişmesine neden olmuştur. Neojen de ise, Batı ve Orta Toroslar ile Isparta büklümünün iç kesimleri, klastik sedimanlar ve karbonatlarla karakterize edilen denizel havza dolguları ile örtülmüştür.

Bu denizel havzalardan biri olan ve Isparta Açısının doğu kanadında bulunan Manavgat Havzası, kuzeyde Toroslar üzerine aşmalı uyumsuzluk ile yerleşmiş ve D-B uzanımlı yaklaşık 2000 km^2 alana sahip temelde Antalya Havzası Kompleksi (Aksu, Köprüçay ve Manavgat havzaları) olarak tanımlanan havza grubu içerisinde yer alan alt havzalarından biridir. Havza dolgusu, genel olarak Erken Miyosen'den Pliyosen'e kadar denizel kırıntılı karakterde ve 1.5 km'den fazla kalınlığa sahiptir ve tüm havza dolgusu değişen eğim değerleri ile güneye doğru eğim kazanmıştır. Manavgat Havzası'nın sedimanter dolgusu kuzeyde temel üzerine aşmalı uyumsuzluk ile gelen 1) Tepekli konglomerası ile başlar. Sonrasında ise istif, 2) Oymapınar Kireçtaşı ve 3) Çakallar Breşi ile devam etmektedir. Oymapınar Kireçtaşı ile Kapuzçay formasyonu arasında geçiş niteliği taşıyan ve lokal olarak gelişen 4) Geceleme Formasyonu yatayda ve düşeyde 5) Karpuzçay Formasyonu ile geçişli özellik göstermektedir. Karpuzçay Formasyonu ise Manavgat Havzasında en geniş yayılıma sahip olan formasyondur ve üst sınırını Pliyosen yaşlı Yenimahalle ve Kurşunlu Formasyonu oluşturmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde, Manavgat Havzası ile Köprüçay Havzasının kesiştiği dirsek bölgesinden Karpuzçay Formasyonu içerisinden Taşağıl-Beydiğin yolu boyunca ölçülü kesit yapılmıştır. Yaklaşık 6800 m yatay mesafe boyunca kayıplar dahil edilmeksizin yaklaşık 690 m kalınlığa sahip bu kesit boyunca yaklaşık 8-9 m çözünürlükte 77 adet biyo-örnek alımı gerçekleştirilmiştir.

Kesit boyunca alınan örnekler üzerinde yapılan öncül mikropaleontolojik çalışmalarda, Karpuzçay Formasyonu içerisinde Globigerinella praesiphonifera, Globoquadrina dehiscens, Globorotalia sp., Orbulina bilobata, Orbulina suturalis, Orbulina universa, ve Trilobatus trilobus, planktonik foraminifer türleri tayin edilmiştir. Tanımlanan bu planktonik foraminifer türlerinin ilk ortaya çıkışları ve yaşam menzilleri kullanılarak ölçülen istif kapsamında Karpuzçay formasyonun yaşının geç Langiyen-Serrevaliyen olduğu belirlenmiştir. İstif boyunca planktonik foraminiferlerin yanı sıra Bolivina, Bulimina, Cibicides, Globulimina cinslerine ait bentik

formların varlığı da raporlanmıştır ki çalışılan bu örnekler içerisinde planktonik foraminiferler, bentik formlara göre daha baskın olarak görülmektedir. Birimin litolojik özellikleri, göreceli planktonik/bentik foraminifer oranları ve ortam belirleyici foraminiferlerin varlığı Karpuzçay Formasyonu'nun çalışma alanında derin denizel batiyal bir ortamda çökeldiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Isparta Açısı, Manavgat Havzası, Miyosen Foraminifer Faunası

Abstract: The Tauride fold-thrusts belt formed during ~S–N convergence between Africa and Eurasia since Cretaceous time. The western end of the central Taurides strike NW–SE, highly obliquely to the overall convergence direction, and connect to the NE–SW Beydağları–Lycian Nappe flank of the western Taurides, forming the so-called 'Isparta Angle'. In Neogene time, the western and central Taurides and the inner part of the Isparta Angle became overlain by Neogene sedimentary basins including Manavgat, Köprüçay, and Aksu, characterized by marine clastics and carbonates.

Manavgat Basin, which is one of these marine basins and is located at the eastern limb of the Isparta Angle, unconformably overlies Taurides basement units. It is E-W extending basin with 2000 km² area and it is evaluated as a sub-basin of the Antalya Basin Complex (Aksu, Köprüçay and Manavgat Basins). The sedimentary infill of the basin is mainly characterized by marine clastics with more than 1.5 km thick from the Early Miocene to Pliocene. Whole basin infill is dipping to the south with variable dip angle. In the north of the basin, the sedimentary infill starts with 1) Tepekli Conglomerate which unconformably overlies the basement unit. The sequence continues upwards with 2) Oymapınar Limestone and 3) Çakallar Breccia. 4) Locally developed Geceleme Formation which has a transitional characteristic between Oymapınar Limestone and Kapuzçay Formation grades laterally and vertically into 5) Karpuzçay Formation which is the most widespread formation in the Manavgat Basin. The Pliocene Yenimahalle and Kurşunlu Formations delimit the upper boundary of the Karpuzçay Formation. In this study, in the Karpuzçay Formation two different measured sections were constructed along the Taşağıl-Beydiğin road at the corner of the Manavgat and Köprüçay Basin intersection. The measured section which is constructed along the 6800 m lateral distance has a thickness of about 690 m without thickness of the lost units and 77 bio-samples were collected with 8-9 m resolution.

The preliminary results of the micropaleontological studies on the bio-samples show that Globigerinella praesiphonifera, Globoquadrina dehiscens, Globorotalia sp., Orbulina bilobata, Orbulina suturalis, Orbulina universa*, and* Trilobatus trilobus *which are the planktonic foraminiferal species were present within the Karpuzçay Formation. In the light of the first occurences of these planktonic foraminifera and their stratigraphic ranges within the section, Late Langhian-Serrevallian age is attributed to the Karpuzçay formation. In addition to the planktonic foraminiferal species, benthic forms including the genera,* Bolivina, Bulimina, Cibicides, Globulimina*, were also recorded throughout the succession. Planktonic foraminiferal species are more abundant than benthic forms in the studied samples. The lithological characteristics of the unit, relative planktonic to benthic foraminiferal ratios and the presence of foraminifera as environmental indicators suggest that Karpuzçay formation was deposited in a deep marine bathyal environment.*

Keywords: *Isparta Angle, Manavgat Basin, Miocene Foraminifera Fauna*

Denizel Jeokimya Haritalarının Hazırlanması Çalışmalarına Bir Örnek: Edremit Körfezi

An Example to Preparation of the Marine Geochemistry Map: Edremit Bay

Pir Çağatay Kartal, Şule Gürboğa, Özgür Türkmen, Uğur Zeki Kırat, Eşref Aylan, Ayhan Yavuzoğlu, Halit Güngör, Nuri Akkaş, Ahmet Başaran

MTA Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(cagatay.kartal@mta.gov.tr)

Öz: Karasal alanda uzun yıllardır yürütülmekte olan jeokimyasal çalışmalar özellikle ekonomik değere sahip metal, ametal ve hidrokarbon sahalarının keşfi ve işletilmesi bakımından büyük öneme sahiptir. Son yıllarda denizel alanda yapılan çalışmalar doğrultusunda, plaser yatakları ve hidrokarbon keşiflerinde de jeokimyasal çalışmaların önemi git gide artmaktadır. Özellikle denizel alanda yapılan çalışmalar göstermiştir ki sistematik örnekleme çalışmaları ve bu örneklerin jeokimyasal analizleri maden potansiyeli bakımından önemli anomaliler sunmaktadır. Özellikle plaser yatakları dikkate alındığında sığ denizel alanda çökelmiş olan sedimanların jeokimyasal özelliklerinin oldukça kayda değer veriler sunduğu tespit edilmiştir.Bu amaçla, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi bünyesinde Edremit Körfezi'nin sedimanlarına ilişkin olarak jeokimya haritaları hazırlanması amacıyla " Edremit Körfezi'nin Sedimantoloji ve Jeokimya Özelliklerin Araştırılması" başlıklı bir pilot proje başlatılmıştır. Edremit Körfezi'nin seçilme nedeni karada bilinen maden potansiyelinin denizel alanda yansımalarının nasıl görüldüğünün tespit edilmesidir. Bu proje kapsamında, 60 adet farklı uzunluklarda (0,2 m ve 1,5 m arasında değişen) gravite karotları MTA-SELEN Araştırma Botu ile alınmış ve bu karotlar 1 mm 5 sn çözünürlük kullanılarak ITRAX cihaz ile mikro-XRF analizine tabii tutulmuştur. Bu analizlerde yaklaşık 30 adet element konsantrasyon cinsinden ölçülmüştür. Ayrıca, kritik öneme sahip bazı karotlar MSCL-S cihazında analiz edilmek üzere seçilmiştir. Karot analizlerinin tamamı MTA Genel Müdürlüğü, Deniz Araştırmaları Dairesi bünyesinde 2018 yılında kurulmuş olan Deniz Araştırmaları Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Analizlerin tamamlanmasının ardından 60 farklı noktadan elde edilen element değerleri farklı stratejiler belirlenerek haritalanacak ve böylelikle ülkemizde ilk kez denizel sedimanların yaklaşık 1.5 m uzunluğundaki kısımlarını temsil edecek şekilde jeokimya haritaları hazırlanacaktır. Bu projenin tamamlanmasının ardından, tüm kıyılarımızda benzer çalışmanın yapılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Denizel sedimanları, jeokimya haritası, Edremit Körfezi, ITRAX, MSCL-S

Abstract: *Geochemical researches related with the discoveries of metallic, non-metallic and hydrocarbon resources have an enormous importance nowadays. The importance of the geochemical prospecting has increased by the exploration of the placer deposits and hydrocarbon resources at the marine sight. Especially in the marine exploration sight, the geochemical sampling gives huge clue about the potential metallic, non-metallic and hydrocarbon areas by the anomaly change. The data that comes from the anomaly change by using geochemical sampling in the shallow marine deposits has a huge significance for the placer deposit exploration. Therefore, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Marine Exploration Department planned a project related with investigation of the sedimentological and geochemical properties of the Edremit Bay. Edremit has a unique reserve potential for the mine exploration, the aim of the project is to identify the provenance of the terrestrial material at the shallow marine deposits of Edremit Bay. In this project 60 core samples (0,2 meters to 1,5 meters change in length) collected at different locations of the study area with piston corer by using R/V MTA-SELEN. Collected core samples analyzed with the ITRAX in every 1 mm/ 5 sec. resolution. In this analysis approximately 30 different elements have been evaluated in concentration. In addition to that, some of the core samples with critical importance are picked and analyzed with MSCL-S. All these analyses are conducted in MTA Marine Research Department Marine Exploration Laboratory which was founded in 2018. The results that obtained from the analysis of samples taken from 60 different places will be used to map the first marine sedimentary and geochemical distribution map representing 1.5 m. thickness marine sediments in Turkey. By the completion of this project, MTA aims to research at the whole coastline.*

Keywords: *Marine sedimentary deposits, geochemical distribution map, Edremit Bay, ITRAX, MSCL-S*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Horseshoe, Hovgaard, King George And Nansen Adaları çevresindeki (KB Antarktika Yarımadası) Güncel Denizel Çökellerden Elde Edilen Yeni Jeolojik Bulgular: Birleştirilmiş Bir Yaklaşım

New Geological Findings from the Recent Marine Deposits Surrounding Horseshoe, Hovgaard, King George and Nansen Islands (NW Antarctica Peninsula): An Integrated Approach

Yeşim Büyükmeriç[1], Ali Murat Kılıç[2], Zeki Ünal Yümün[3], Atike Nazik[4], Ayşegül Güney[5], Mine Sezgül Özer Kayseri[6], Hülya Alçiçek[7], İsmail Ömer Yılmaz[8], Caner Kaya Özer[9]

[1]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 İncivez, Zonguldak, Türkiye

[2]Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10145 Balıkesir, Türkiye

[3]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 59030 Tekirdağ, Türkiye

[4]Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana, Türkiye

[5]Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 68100 Aksaray, Türkiye

[6]Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, 35340 İzmir, Türkiye

[7]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

[8]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[9] Bozok Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66200 Yozgat, Türkiye

(yesim.buyukmeric@yahoo.com)

Öz: Bu çalışmada, Antarktika Yarımadası'nın kuzeybatısında, takımadaların çevresindeki denizel çökellerden elde edilen jeolojik sonuçlara ait ön bulgular bildirilmektedir. Çalışma, TAE-II rotası üzerinde, örneklemeye ve çalışmaya en uygun lokalitelerin belirlenmesi ve buralarda Zodyak botundan grab yöntemiyle örnek alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanındaki adalar aktif plaka tektonik hareketleri olan bir ortamda yer almaktadır ve deniz tabanı esas olarak magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Böylece, ince detritik tortulardan örnek alımına uygun olduğu düşünülen 8 lokalite belirlenmiş ve örnekler -20 ila -60 m arasında değişen derinliklerde deniz tabanındaki çamurlardan alınmıştır. Çökel örnekleri yeşilimsi gri renkli, yüksek su içeriğine sahip siyah killi silisli killer (balçık) ile siyahımsı, yeşilimsi gri renkli, daha az sulu ince kumlu silt ve kahverengimsi gri renkli ince çakıl taneleri içeren kumlu silt kil litolojilerinden oluşur. Örneklerin organik içerik bakımından zengin ve kötü kokulu olması dikkat çekicidir. Örnekler çalışma alanında paketlenip, Türkiye›ye uzun süreçli aktarımından sonra, faunal ve floral içeriklerinin incelenmesi için ilgili uzmanlara iletilmiştir. Elde edilen ilk sonuçlara göre, örneklerde mollusk (gastropod ve bivalve), bentik foraminifer, ostrakod, diyatom türleri belirlenmiştir. Ancak, planktik foraminifer, nannofossil ve palinomorf topluluklarının varlığına dair herhangi bir bulgu elde edilememiştir.

Buna göre, Hovgaard adasının kıyılarında bilvalvlerden *Aequiyoldia eightsii* (Jay, 1839) ve *Laternula elipptica* (P.P. King, 1832) ile ostrakodlardan *Cytheropteron (Loxoreticulatum) fallax* (Mueller, 1908) bulunmuştur. Bunun yanı sıra, bir patelloid gastropod Horseshoe adasının bazaltik kayalarına yerleşik olarak yaşadığı tespit edilen güncel patelloid gastropod türü *Nacelle concinna* (H. Strebel, 1908) elle toplanmıştır. Bölgede bazaltlar üzerinde yaşayan bu türün çok sayıda bireye sahip olması oldukça dikkat çekicidir. Bunun dışında, çalışılan örneklerde bentik foraminiferlerden *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob), *Paracassidulina sagamiensis (*Asano and Nakamura, 1937*), Haplophragmoides constrictus*, *Haplophragmoides constrictus*, *Haplophragmoides constrictus*, *Miliammina echigoensis Miliolinella obesa*, *Miliolinella dilatata, Pyrgo williamsoni, Sigmolina sigmoide* gibi türlerin varlığı tespit edilmiştir. Öte yandan, son derece dikkat çekici olarak çok sayıda denizel diyatom türü de belirlenmiştir. Toplam 27 cins ve 48 diyatom türü belirlenmiştir. Bunlar arasında *Actinocyclus normanii* (Grogory) Hustedt, *Aulacoseria distans* (Ehrenberg) Simonsen, *Diatoma vulgaris* Bory, *Navicula balopbila* (Grunow) Cleve, *Orthoseira circularis* (Ehrenberg), *Stenopterobia* sp., *Surirella bifrons* Ehrenberg ve *Thalassiosira visurgis* Hustedt en bol olan türlerdir. İncelenen alanların, insan yerleşimi, nüfus yoğunluğu veya endüstrisi olmayan doğal koruma alanları olduğu, ancak sadece çok sınırlı olarak deniz taşımacılığı olduğu bilinmektedir. Ancak, hem deniz suyundan, hem de çökeltilerden elde edilen jeokimyasal analizlerin ilk sonuçları olarak ferromanyetik ve metalik elementlere (Al, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, Na, Mg, K, Ca ve P) ait konsantrasyonlar, nispeten yüksek oranda, birbirine yakın olarak keşfedilmiştir. Kral George Adası'ndan bir örneğin en yüksek Mn ve Fe değerleri dikkat çekicidir. Bu yüksek oranın etraftaki anakayadan kökenli olası cevherlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bakır ve kadmiyum gibi ağır metallerin kıyı ekosisteminde de yüksekliği, olasılıkla bölgede süregelen aktif plaka tektoniğiyle ilgili volkanik aktivitelerden kaynaklanmaktadır. Metalik elementlerin yüksek konsantrasyonlarının nedeni olarak volkanizma ile birlikte, buzulların erimesi ile tortulardan süzülmesinden kaynaklanabileceği de düşünülmektedir. Ayrıca, yüksek oranda bulunan bu ağır metaller, bazaltlarda yaşayan gastropod *Nacella concinna*'nın dokularında da birikmiş olmalıdır. Yine, Horseshoe adasında Nacella concinna'nın son derece soğuk iklim koşullarına adapte olarak yaşaması da ilginç bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bentik foraminifer, diyatome, ağır metal, mollusk, ostrakod, sedimentoloji, jeokimya

Abstract: *This study reports the first geological results obtained from the recent deposits surrounding archipelago, in the northwest of the Antarctic Peninsula. It was conducted on the TAE-II route, searching by the most suitable localities for grab sampling on a Zodiac boat. The islands in the study area are located in an environment with an active plate tectonic movements and the sea bottom consists mainly of magmatic and metamorphic rocks. Thus, 8 localities were discovered, promising to sample from the fine detritic sediments. The samples were taken from the muds of the sea bottom at depths ranging from -20 to -60 m. Sediment samples consist of greenish gray colored, high water content silty clay (slime) with black zones and sandy silty clay lithologies containing blackish, greenish gray colored, less watery fine sandy silt and brownish gray colored fine gravel grains. It is remarkable that the samples are rich in organic content and smelly bad. After packed the samples and long transfer route to Turkey, the samples were sent to the relevant experts for examination of their faunal and floral contents. According to the first results obtained, molluscs (gastropod and bivalve), benthic foraminifers, ostracods, diatome species were found. But, no evidence was recorded regarding the presence of planktic foraminifer, nannofossil and palinomorph communities.*

According to this, Aequiyoldia eightsii (Jay, 1839) and Laternula elliptica (P.P. King, 1832) from bilvalves and Cytheropteron (Loxoreticulatum) fallax (Mueller, 1908) from ostracods were recorded on the shores of the island of Hovgaard. Besides this, a recent living patelloid gastropod Nacelle concinna (H. Strebel, 1908) settled on basaltic rocks of the Horseshoe island of were observed and collected by hand. The presence of numbered specimens of this species in the region is remarkable. Moreover, the benthic foraminifera species such as Lobatula lobatula (Walker and Jacob), Paracassidulina sagamiensis (Asano and Nakamura, 1937), Haplophragmoides constrictus, Haplophragmoides constrictus, Haplophragmoides constrictus, Miliammina echigoensis Miliolinella obesa, Miliolinella dilatata, Pyrgo williamsoni, Sigmolina sigmoide were found in the studied samples. On the other hand, there is plenty of diatome species, which is extremely remarkable. Total 27 genus and 48 diatome species are recorded, among them Actinocyclus normanii (Grogory) Hustedt, Aulacoseria distans (Ehrenberg) Simonsen, Diatoma vulgaris Bory, Navicula balopbila (Grunow) Cleve, Orthoseira circularis (Ehrenberg), Stenopterobia sp., Surirella bifrons Ehrenberg, Thalassiosira visurgis Hustedt are the most abundant ones.

It is known that the studied areas are natural conservative areas, where there is no human settlement, population density or industry, however, only very limited maritime transport. But, as a first results of the geochemical analysis, obtained from both sea water and sediments, the ferromagnesian and metallic elements (Al, B, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, Na, Mg, K, Ca and P) concentrations were discovered, relatively high rate, close to each other. The highest Mn and Fe values of one sample from King George Island are noteworthy. It is thought that this high rate may have been caused by possible ores from the bedrock around. Heavy metals such as copper and cadmium, are also high in the coastal ecosystem, possibly origined from the volcanic acitivities continuing active plate tectonics. It is also interpreted that the cause of high concentrations of the metallic elements, could have been originated from to the volcanism, melting of the glaciers and leachating from the sediments. These heavy metals, also must have been accumulated in the tissues of gastropod Nacella concinna, living on the basalts. Besides this, it is also interesting the adaptation of Nacella concinna, living extremely cold climate conditions, surrounding the island of Horseshoe.

Keywords: *Benthic foraminifer, diatome, heavy metal, mollusc, ostracod, sedimentology, geochemistry*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Salda Gölü Doğal Betonu ve Portland Çimentosu ile Elde Edilen Yapay Beton ile Temel Elementlerin Karşılaştırması

Salda Lake Natural Concrete and its Elemental Comparison with Hand Made Concrete Prepared Via Portland Cement

Dursun Acar[1], K. Kadir Eriş[1,2], Gülsen Uçarkuş[1,2], Sena Akçer Ön[3], Nurgül Balcı[2], Ahmet Evren Erginal[4]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, EMCOL, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye
[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 48000 Muğla, Türkiye
[4]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, 17100 Çanakkale, Türkiye
(dursunacaracar@hotmail.com)

Öz: Salda Gölü doğal betonu, gölün hızla su seviyesini kaybetmeye başladığı son 5 yılda ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın amacı Salda Gölü'nün hem güneşsiz (kum altında) hem de güneşten etkilenen kıyı ortamlarında plaj kaya oluşum mekanizmalarını belirlemektir. Oluşumlarına göre sahil kumlarının altında, sertleşmiş case hardening tipi dayanıklı olarak adlandırılan zayıf dayanımlı sert kayalar oluşmuştur. Öte yandan, bitki örtülü bataklık kıyı bölgelerinde suni betona benzer yüksek mukavemet özelliklerine sahip bir başka kıyı kaya türü görülmektedir. Her iki kayanın da kökeni aynı tip kum + aşınmış hidromagnezit ve magnezit parçacıklarını içeren tortul bloklardan oluşur. Kıyı kaya türlerinin Salda gölündeki dağılımının eski kıyı çizgisini yorumlarken, yarı-kara ve su bitkilerinin bölgelerinin kaya oluşumunda belirgin bir faktör oluşturduğuna dair ipuçları elde edilmiştir. Dolayısıyla duraylı sazlık ve yosun içeren düz kıyı bölgelerinde, sedimantoloji ve paleo-çevre yorumlarına, tartışılabilir yeni bakış açılarının getirildiği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğal Beton, Kabuk tipi sertleşim, kalsiyum, hidromanyezit

Abstract: *Salda Lake natural concrete has been exposed in the last 5 years when the lake started to lose water level rapidly. The aim of this study is determine of beach rock formation mechanisms of Salda lake both sunless (under sand) and sun influenced coastal environment. According to their formation, weak hard rocks named as case hardening 'type are formed under the beach sands. On the other hand, another coastal rock type with high strength properties similar to that of artificial concrete can be seen in the vegetated swampy coastal areas. The origin of both rocks is composed of sedimentary blocks containing the same type of sand + eroded hydromagnesite and magnesite particles. In interpreting the old coastal line of the distribution of coastal rock species in Salda lake, clues have been obtained that the regions of semi-terrestrial and aquatic plants constitute a distinctive factor on beach rock formation. Thus, it is thought that new perspectives have been created in sedimentology and paleoenvironmental studies based on stable plant regions (moss and reed bed) with Calsium enriched on flat coastal elevations.*

Keywords: *Natural Concrete, case hardening, calcium, hydromagnesite*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Bala-Karakeçili (GD Ankara) Arasındaki Tersiyer Evaporitlerinin Sedimantolojik ve Petrografik Özellikleri

Sedimentological and Petrographical Features of Tertiary Evaporites Between Bala-Karakeçili (SE Ankara)

Erhan Karakuş

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye (erhankarakus81@hotmail.com)

Öz: Orta Anadolu Havzaları Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi, Anatolid-Torit Bloğu ve İzmir-Ankara-Erzincan Zonunun jeodinamik evrimi sonucu meydana gelmiş, farklı ortamlarda çökelimin gerçekleştiği depolanma alanlarıdır. Geç Kretase'den itibaren derin denizel ortamda başlayan sedimantasyon orta Eosen süresince meydana gelen kıta-kıta çarpışmaları sonucu sona ermiştir. Çarpışma sonrasında, orta Eosen transgresyonu ile başlayan denizel çökelim orta Eosenin sonlarından itibaren sığ denizel-geçiş-karasal ortamlarda devam etmiş olup, farklı zaman aralıklarında geniş alanlar kapsayan evaporit çökelimi meydana gelmeye başlamıştır.

Bu Orta Anadolu Havzalarından biri olan Tuz Gölü Havzasının en kuzey batı ucundaki Bala-Karakeçili arasında kalan çalışma alanının tabanında Kırşehir Masifine granitik kayaçlar ile İzmir-Ankara-Erzincan Zonuna ait ofiyolitik-derin denizel kayaçlar yer almaktadır. Bu birimler üzerine zaman zaman volkanik kayaçların da yer aldığı derin denizel kırıntılı ve karbonatlardan oluşan Paleosen yaşlı çökeller depolanmıştır. İnceleme alanındaki Bartoniyen yaşlı karasal çökeller çarpışmanın hemen sonrasında depolanmış olan ilk çökellerdir. Bu depolanma volkanizmanın da eşlik etiği sığ denizel çökelim ile devam etmiştir.

Orta Eosen sonlarından itibaren sığ denizel ortamlarla kara ortamlarının etkileşim gösterdiği korunaklı alanlarda jipslerle temsil edilen evaporitik sedimanlar çökelmiştir. Bu evaporitler birbirleri ile yanal-düşey ilişki sunan çamur düzlüğü/sabkha, sığ su ve derin su ortamlarının özelliklerini yansıtan litofasiyeslerden meydana gelmektedir. Kumtaşları ve çamurtaşları içerisinde gelişmiş olan bağırsağımsı ve nodüler jipsler ile ikincil süreçlerle çökelmiş oldukları değerlendirilen bireysel olarak gelişmiş selenit kristalleri, jips daykları ve satin-spar jipsler çamur düzlüğü/sabkha ortamında gerçekleşen çökelime ait litofasiyesleri oluşturmaktadır. İnceleme alanında tespit edilen tabakalı alabastrin jipsler ve jipsarenitler sığ su derinliğinde çökelmiş evaporitleri oluşturturken, laminalı jipsler ve masiv jipsler ise derin su ortamını işaret eden jipslerdir.

İnceleme alanından derlenen örneklerde yapılan petrografik analizlerde alabastrin doku, balatino doku, granoblastik doku, porfiroblastik doku ve poikilitik doku tespit edilmiştir. Jipsler içerisinde tespit edilen anhidrit kristalleri havzada bulunan jipslerin, ikincil jipsleri de içerdiklerini göstermektedir. Jips kristallerinin hamuru oluşturduğu poikilitik dokuya sahip örneklerde ise hamur içerisinde plajioklas, piroksen ve opak mineraller gözlenmektedir. Ayrıca yapılan petrografi çalışmalarında mikro-dokusal özelliklerden tip 1 ve tip 2 türü hidratasyon dokuları tespit edilmiş olup bu dokular ikincil olarak gelişmiş su alış verişlerinin kanıtıdırlar.

Anahtar Kelimeler: Orta Anadolu Havzaları, evaporit, litofasiyes, petrografik analiz

***Abstract**: The Central Anatolian Basins were the depocentres where sedimentation took place*

in different depositional environments, which occurred as a result of the geodynamic evolution of Sakarya Zone, Kırşehir Massif, Anatolid-Torit Block, and İzmir-Ankara-Erzincan Zone. Sedimentation, which started at Late Cretaceous in deep marine environments, terminated as the result of continental collisions throughout Middle Eocene. The marine deposition started due to the Middle Eocene transgression which occurred right after the collision. Afterward, during ultimate Middle Eocene, deposition continued in shallow marine- transition- continental depositional environments, and evaporites that covering wide areas started to precipitate between different time intervals.

The study area where is located at the northeastern tip of the Tuzgölü Basin which is one of the Central Anatolian Basin. The basement of the study area comprises granitic rocks that belong to Kırşehir Massif and ophiolitic-deep marine sediments of İzmir-Ankara-Erzincan Zone. These basement rocks overalined by Paleocene rocks consisted of deep marine clastics and carbonates which are occasionally accompanied by volcanic rocks. The Bartonian non-marine sediments are first rock units that deposited just after the collision in the study area. This deposition continued by shallow marine rock units that accompanied by volcanics.

At the ultimate Middle Eocene, evaporitic sediments that represented by gypsum are precipitated where shallow marine and non-marine environments interacted. These evaporites consisted of mud-falt/sabkha, shallow water, and deep water lithofacies which transitional laterally and vertically to each other. Nodular and enterolithic gypsum that precipitated in the sandstones and mudstones, and individually developed selenite crystals, gypsum dykes and satin-spar gypsum which are considered to have been deposited/precipitated by secondary processes in the mudstone and sandstones constitute the lithofacies of the mudflat/sabkha environment. While layered alabastrine gypsum and gypsarenites form evaporites that precipitated in shallow water depth; laminated gypsum and massive alabastrine gypsum indicate evaporites that precipitated in deep water depth.

Alabastrine, balatino, granoblastic, porphyroblastic and poikilotopic textures are recognized during the petrographic analyses carried out on the samples collected from the study area. Anhydrire laths that have been recognized in the gypsum indicate the formation of secondary gypsum. Plagioclase, pyroxene and opaque minerals are observed in the samples with poikilitic texture where gypsum crystals form the matrix. In addition, type 1 and type 2 hydration textures in which proof of secondary water exchange have been identified in petrographic analyses.

***Keywords**: Central Anatolian Basins, evaporite, lithofacies, petrographic analyses*

Doğu Marmara Denizi Holosen Karot Sedimentlerinin Jeokimyası: Farklı İklimsel, Jeolojik ve Antropojenik Faktörlerin Araştırılması

Geochemistry of Holocene Core Sediments from the Eastern Marmara Sea, Turkey: Investigation of Various Climatic, Geological and Anthropogenic Factors

Mustafa Ergin

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı, Ankara, Türkiye
(mergin@ankara.edu.tr)

Öz: Bu sunumun amacı; Marmara Denizi'nin doğusunda; İstanbul Boğazı, İzmit Körfezi ve derin Çınarcık Çukuru arasında kalan denizel bölgede aktif tektonizmanın, küresel deniz seviyesi değişimlerinin, ortamsal koşulların ve çevresel etkileşimlerin olası etkilerini Holosen yaşlı sediment karotlarında araştırmaktır. Bu çerçevede, 2003 yılında MTA Sismik-1 Araştırma Gemisi ve TÜBİTAK desteği (YDABAG 103Y103) ile 100-450 m su derinlikleri arasında, doğu-batı yönlü 3 nokta istasyonda serbest düşmeli karotlar alınmıştır. Kalınlıkları 155-236 cm arasında değişen karot sedimentleri HF+HNO_3+$HClO_4$+HCl asit karışımı ile çözüldükten sonra ICP-ES tekniği ile 41 element için analiz edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sediment birikim hızları (20-54 cm/1000 yıl) ve diğer araştırıcıların verileri (2-100 cm/1000 yıl) çok değişken sediment kaynak girdisi, akıntı süreçleri ve deniz tabanı kütle hareketleri gibi süreçlerin çalışma alanını önemli boyutlarda etkilediğini göstermektedir. İncelenen sedimentler % 85'den fazla karasal kökenli kırıntılı silt ve kil (çamur) ve %15'den az denizel biyojenik (çoğunlukla karbonatlı) malzemeden oluşmaktadırlar. Sedimentlerin toplam organik karbon miktarları %0,4-2,6 arasında değişmekte olup, açık deniz koşullarına göre nisbeten yüksektir. Burada yüksek kaynak girdisi ile su ve sedimentde çökelmeyi artıran ortamsal koşullar ilgili olabilir. Birçok elementin (Mg, Fe, Ti, K, Li, Cr, Cu, V, Rb gibi) derişim dağılım profilleri Al miktar profillerine benzemekte ve bununda elementlerin çoğunlukla silikat-aluminyumsilikatlara bağlı olduğunu gösterebilmektedir. Mevcut mineralojik verilerde bu görüşü desteklemektedir. Değişen Al profilleri ise sedimentde yer yer küçülen veya irileşen tane boyu dağılımı ile ilişkilidir. Nisbeten yüksek Cr, Ni ve Mg miktarları kısmen bölgedeki bazı magmatik kayaçların varlığı; Mn, V, Mo, U, As ve S sedimentde değişen diyajenetik ortamsal koşullar ve Pb ve Zn miktarları kısmen antropojenik etkiler ile izah edilebilir. Önceden de belirtildiği gibi, bazı karot seviyelerinde tesbit edilen koyu renkli laminalar ve türbiditlerde sedimentlerin jeokimyasını etkileyebilen önemli süreçlerdendir.

Nitekim, bu çalışmada incelenen üç karota ait sedimentlerin element miktarları çoğunlukla yerkabuğu ve sedimenter kayaçlar ortalamasına benzemekte olup, çalışma alanında bölgesel değişen kıyı ve ardı litolojik kaynaklara, farklı tane boyu bileşenlerine, antropojenik girdilere ve ortamsal çökelme koşullarına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Holosen, jeokimya, kaynak, Marmara Denizi, ortam, sediment

Abstract: *This presentation aims to investigate possible influences of active tectonism, global sea level changes, depositional conditions and environmental interactions on Holocene sediment cores from the marine areas of between İstanbul Strait (Bosphorus), İzmit Gulf and deep Çınarcık Basin in the eastern Marmara Sea. Within this framework, in 2003 using the MTA Research Vessel Sismik-1 and TÜBİTAK Fund (Project YDABAG 103Y103) free-fall gravity cores were obtained at 3 east-west trending sites of between 100 and 450 m water depths. Core sediments ranging from 155 to 236 cm in thicknesses were dissolved using a $HF+HNO_3+HClO_4+HCl$ acid mixture and analyzed with ICP-ES technique for 41 elements. The sediment accumulation rates obtained within this study (20-54 cm/1000 years) and data from other researchers (2-100 cm/1000 years) showed significant affects of varying sediment source and input, current systems and sea-floor mass movements on the study area. Studied sediments are composed of more than 85% terrestrial and silt + clay sized clastics and less than 15% of marine biogenic (mostly carbonates) materials. Total organic carbon contents of sediments varied between 0,4-2,6 wt.% and these were comparatively higher than offshore marine sediments. This can be related to not only high source input but also to high accumulation rates due to depositional conditions. Concentration profiles of many elements, such as Mg, Fe, Ti, K, Li, Cr, Cu, V and Rb) largely follow the Al distribution pattern and this would suggest that large amounts of these elements were likely bound to the silicate-aluminium silicate minerals. The available mineralogical data would confirm this. Downcore changes in Al concentrations were resulted from locally grain size changes with fining or coarsening tendencies. The relatively higher Cr, Ni and Mg contents partly could be suggestive of presence of some magmatic rocks in the region whereas changes in Mn, V, Mo, U, As and S contents can be explained with diagenetic environmental conditions within sediments. Pb and Zn in part point to the anthropogenic effects. As also formerly known, presence of dark-colored laminae at some sediment core intervals and türbidites must also belong to influencing factors of sediment geochemistry.*

Nevertheless, the element concentrations obtained from three sediment cores of this study are largely similar to those average concentrations of earth's crustal and sedimentary rocks. Thus the element concentrations in the sediments of study area indicate to locally lithological changing of source rocks from the coastal and hinterland regions, different grain size compositions, anthropogenic input and to depositional environmental conditions.

Keywords: *Environment, geochemistry, Holocene, Marmara Sea, sediment, source*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Çanakkale Boğazı Güney Kıyılarındaki Orta-Geç Pleyistosen Yaşlı Birimlerin Stratigrafik, Sedimantolojik ve Paleoortamsal Özellikleri (KB. Türkiye)

Stratigraphical, Sedimentological and Paleoenvironmental Features of Middle-Late Pleistocene Units in the Southern Coast of the Çanakkale (NW Turkey)

Yeşim Büyükmeriç[1], Hülya Alçiçek[2], M. Cihat Alçiçek[2], Arzu Ertop[1]

[1]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak, Türkiye

[2]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

(yesim.buyukmeric@yahoo.com)

Öz: Marmara bölgesi, geç Kuvaterner'de başlıca iklimsel olaylar nedeniyle, ya Akdeniz'den Karadeniz'e doğru akan daha tuzlu suların veya Ponto-Kaspik göl sisteminden (Karadeniz-Hazar) Ege›ye ulaşan düşük tuzlulukta taşkınların egemenliğinde paleocoğrafik açıdan oldukça önemli bir bölgedir. Pleyistosen çökelleri buzul ve buzularası dönemlerde ardışık denizel veya endemik (diğer deyişle Ponto-Kaspik) mollusk faunaları içeren istiflerle temsil edilmektedir. Çanakkale ve Gelibolu'da mollusk fosillerine dayalı çalışmalarda geç Kuvaterner çökelleri Akdeniz›e özgü ‹Tireniyen' veya 'Monastriyen' veya Karadeniz'e özgü Çavdiyen ve hatta Hazar'a özgü Bakuniyen olarak belirtilmiştir. Marmara bölgesi doğusunda, Yalova'da yüzeyleyen eş yaşlı çökeller ise yine mollusk faunasına dayalı olarak Karadeniz'e özgü Uzunlariyen ve Karangatiyen faunaları olarak önerilmektedir. İstif İznik yöresinde Kaspik havzaya özgü fosillerle erken Khazariyen olarak tarihlenmiştir.

Bu çalışmada Çanakkale bölgesinde orta-geç Pleyistosen yaşlı birimlerde ölçülen 6 adet stratigrafik kesit boyunca zengin mollusk toplulukları ayrıntılı bir şekilde incelenerek 45 adet bivalve ve 38 adet gastropod olmak üzere 83 taxon belirlenmiştir. Ponto-Kaspik havza kökenli bir bivalve topluluğunun varlığı, türlerin paleobiyocoğrafik ve paleoekolojik özelliklerine dayalı olarak ilk kez bu çalışmada gösterilmiştir. Stratigrafik olarak geç Çavdiyen›e (orta Pleyistosen) karşılık gelen topluluk başlıca *Didacna* sp. ve *Dreissena* sp. türleri içermektedir. Çalışmada geç Pleyistosen dönemine ait 4 transgresif dönem saptanmış ve faunal analizler sonucu doğu Marmara ile Karadeniz'deki eş yaşlı çökellerdeki topluluklarla büyük benzerlikler gösterdiği anlaşılmıştır. Örihalin Akdeniz kökenli mollusk topluluğu içeren 4 transgresif düzeyin tümü Uzunlariyen ve Karangatiyen olarak ilk kez bu çalışmada tarihlenmiştir. Çalışmada sedimanter fasiyes analizi ile depolanma ortamları kurgulanmış, radyometrik yaş tayinleri ve izotop jeokimyası yardımıyla desteklenen bulgulara göre bölgesel olarak 522-486 ka arasında buzularası döneme karşılık gelen bir paleo-Karadeniz suyolu bağlantısının (T1=Geç Çavdiyen) varlığı belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla 207-190 ka (T2=Geç Uzunlariyen), 130-123 ka (T3=Karangatiyen-I), 113-87 ka (T4=Karangatiyen-II) ve 53-30 ka (T5=Karangatiyen-III) arası buzularası dönemlere karşılık gelen paleo-Akdeniz suyolu bağlantıları dinamik özellikleriyle birlikte belirlenmiştir. Bu çalışma, 116Y541 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Batı Marmara, Pleyistosen, mollusk toplulukları, stratigrafi, paleoekoloji, paleoortamsal değişikliker, paleobiyocoğrafik bağlantılar, izotop jeokimyası

Abstract**:** *The Marmara region has an important role paleogeographically due to major climatic events during the late Quaternary, either the saline water flowing from the Mediterranean to the Black Sea, or fresh water from the Ponto-Caspian lake system (Black Sea-Caspian) to the Aegean region (The Marmara region is paleogeographically important due to the major climatic events in the late Quaternary under the dominance of the more saline waters flowing from the Mediterranean to the Black Sea or the low salinity floods reaching the Aegean from the Ponto-Kaspik lake system (Black Sea-Caspian). Pleistocene sediments are represented by successive marine or endemic (i.e. Ponto-Caspian) mollusc fauna in glacial and interglacial periods. On the basis of the molluscan data the late Quaternary sediments in Çanakkale and Gelibolu regions have so far been assigned to the Mediterranean as 'Tirenian' or 'Monastrian' or Chaudian peculiar to the Black Sea and even to Bakunian, specific of Caspian regions. To the east of Marmara region, the outcrops in Yalova was proposed for the Black Sea, specific of the Uzunlarian and Karangatian fauna based on the mollusc assemblages. The highest terrace sequences in the Iznik basin was dated to the early Khazarian with the presence of mollusc fossils, specific to the Caspian basin The sequence is dated as early Khazarian with fossils specific to the Caspian basin in the Iznik region.*

A rich mollusc assemblages were investigated in 6 stratigraphic sections of middle and late Pleistocene to the west of Marmara which 83 taxons including 45 bivalves and 38 gastropods are determined. In this study, rich mollusc communities in Çanakkale region were examined in detail and 83 taxons, 45 bivalve and 38 gastropods were determined from the 6 stratigraphic sections measured in middle-late Pleistocene units. Based on the paleogeographic and paleoecological characteristics of the species, the existence of a bivalve community of Ponto-Caspian basin was determined. The community corresponding to the late Chaudian (middle Pleistocene) was mainly associated with Didacna sp. and Dreissena sp. 4 transgressive periods of the late Pleistocene period were recognized with faunal analyzes matching to the coeval faunal assemblages of the western and the eastern part of the Marmara region and also to that of the Black Sea deposits. All transgressive units containing the mollusk assemblage of Mediterranean origin were dated to Uzunlarian and Karangatian for the first time. The depositional environments were reconstructed on the basis of sedimentary facies descriptions. The faunal and sedimentary features supported by radiometric age determinations and isotopic geochemistry, a paleo-Black Sea waterway connection (T1=Late Chaudian) corresponding to the glacial period between 522-486 ka was revealed. The paleo-Mediterranean waterway connections corresponding to the glacial periods of 207-190 ka (T2=Late Uzunlariyen), 130-123 ka (T3=-Karangatiian-I), 113-87 ka (T4=Karangatian-II) and 53-30 ka (T5=Karangatian-III) was determined. *This study was carried out within the scope of TÜBİTAK Project no. 116Y541.*

Keywords: *Western Marmara, Pleistocene, mollusc assemblages, stratigraphy, paleoecology, paleoenvironmental changes, paleobiogegraphic connections, isotope geochemistry*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Reservoir Zonation in the Oligo-Miocene Carbonate Reservoir: A Case Study from the Asmari Formation, Zagros Basin, SW Iran

Oligo-Miyosen Yaşlı Karbonat Rezervuarında Rezervuar Zonlanması: Asmari Formasyonundan Bir Vaka Çalışması, Zagros Baseni, GB İran

Roghayeh Fallah Bagtash

Shahidbeheshti University, Tehran, Iran

(rogaye.1262@gmail.com)

Abstract: The most suitable places for hydrocarbon accumulation are shallow oceanic basins, and the Zagros district is an excellent example of these basin types, which is hosted a huge petroleum system in the southwest of Iran. The Oligocene-Miocene succession of the Asmari Formation is a giant oil-producing fractured reservoir that much of its interval composed mainly of limestone and dolostone sequences, in which formed on a laterally continuous homoclinal carbonate ramp platform with significant variations in reservoir heterogeneity and quality. Detailed petrographic analysis is resulted in the recognition of six carbonate microfacies. These microfacies are comprising A) Anhydrite-inner ramp (supratidal); B) Dolomudstone with silt size Qtz-inner ramp (intertidal); C) Bioclasticdolowackestone-inner ramp (lagoon); D) Bioclast, Peloid, Intraclastdolowackestone-inner ramp (lagoon); E) Imperforated foraminifera, bioclast, peloiddolowackestone/dolopackstone-inner ramp (lagoon); and F) Dolostone (shallow burial environment) that are deposited from the backshore to the lower offshore of a homoclinal ramp type carbonate platform. This suggestion is supported by 1) absence of large barrier reefs; 2) gradual vertical variation in facies from supratidal toward intertidal and lagoon; 3) absence of oncoid,pisoid and aggregate grains that are mostly present in rimmed carbonate shelf; 4) absence of calciturbidites and slump and slide structures. Reservoir quality is controlled by the nature of original facies types and diagenetic features mainly including dolomitization, and cementation (e.g. various types of anhydrite cement). Four petrophysical rock types (RTs) in the KHT-03 well and five in the KHT-02 well are recognized by considering primary and secondary controls on pore type and size distribution. RT1 is tight and acts as a seal with almost no reservoir quality, whereas RT5 contains the best reservoir properties within mostly the upper and middle part of the studied intervals. From RT1 with no reservoir property toward RT4 and RT5 reservoir quality is enhanced. Thus, the general reservoir architecture in this field is predominantly shaped by depositional facies and diagenetic features (mainly dolomitization and anhydrite cementation).

Keywords: Microfacies, diagenesis, reservoir zonation, rock typing, Asmari Formation, Zagros basin

Öz: *Hidrokarbon birikimi için en uygun yerler sığ okyanus havzalarıdır. İran'ın güneybatısında büyük bir petrol sistemine ev sahipliği yapan Zagros bölgesi, bu havza türüne mükemmel bir örnektir. Yanal devamlılığı fazla, eğimli, karbonat platformunda çökelen, kireçtaşı ve dolomit istiflerinden oluşan ve rezervuar farklılaşması ve kalitesinde önemli değişkenlik gösteren Oligosen-Miyosen Asmari Formasyonu, petrol üreten dev bir kırıklı rezervuardır. Detaylı petrografik analizler sonucunda altı adet karbonat mikrofasiyesi tanımlanmıştır. Bunlar A) Anhidrit-iç şelf (gelgit üstü); B) Silt boyu kuvarslı dolomitik çamurtaşı-iç şelf (gelgit arası); C) Biyoklastik dolomitik vaketaşı-iç şelf (lagün); D) Biyoklast, peloid, intraklastlı dolomitik vaketaşı-iç şelf (lagün); E) Deliksiz foraminiferli, biyoklastlı, peloidli, dolomitli vaketaşı/dolomitli istiftaşı-iç şelf (lagün); ve F) Dolotaşı (sığ gömülme ortamı), eğimli karbonat platformunda kıyı gerisi ile açık deniz arasında depolanmış. Bu yorumlar 1) geniş bir bariyer resifinin bulunmaması; 2) fasiyeslerde gelgit üstünden, gelgit arası ve lagün ortamına doğru dereceli düşey değişimin gözlenmesi; 3) genellikle karbonat şelfi kenarında bulunan onkoid, pisoid ve kümelenmiş tanelerin bulunmaması; 4) kalsitürbidit, slump ve kayma yapılarının bulunmaması ile desteklenmektedir. Rezervuar kalitesi, orjinal fasiyes türlerinin doğası ve başlıca dolomitleşme ve çimentolanma gibi diyajenetik özellikler tarafından kontrol edilir (Ör: anhidrit çimentonun çeşitli türleri). KHT-3 kuyusundan dört ve KHT-02 kuyusundan beş kaya türü (RT), gözenek tipi ve boyut dağılımı üzerinde birincil ve ikincil kontroller göz önünde bulundurularak tanımlanmıştır. RT1 neredeyse hiç rezervuar kalitesi göstermez ve kapak özelliği sunarken, çalışılan istifin genellikle üst ve orta kısmını oluşturan RT5 en iyi rezervuar özelliğini gösterir. Rezervuar kalitesi RT1'den RT4 ve RT5'e doğru artmıştır. Bu nedenle, bu alandaki genel rezervuar mimarisi ağırlıklı olarak çökelme fasiyeleri ve diyajenetik özellikler (başlıca dolomitleşme ve anhidrit çimentolaması) ile şekillenmektedir.*

Anahtar Kelimeler: *Mikrofasiyes, diyajenez, rezervuar zonlanması, kaya türü, Asmari Formasyonu, Zagros Baseni*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with International participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Suya Polen Girdisi ve Sedimanlarda Paleo-ortam Belirteci Kalsiyum Elementi Üzerine Etkisi

The Pollen Input to Water and Its Effect on the Paleo-Environment Marker Element Calcium in Sediments

Dursun Acar[1], Nurgül Karlıoğlu Kılıç[2], Demet Biltekin[1,5], Erol Sarı[3], Namık Çağatay[1], Kadir Eriş[1], Tuğçe Nagihan Arslan Kaya[3], Nurgül Çelik Balcı[4]

[1]İTÜ EMCOL (Eastern Mediterrenean Center of Oceanography and Limnology) İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, 34473 Sarıyer, İstanbul, Türkiye

[3]İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve işletmeciliği Enstitüsü, 34134 Fatih, İstanbul, Türkiye

[4]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[5]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

(dursunacaracar@hotmail.com)

Öz: Çalışma Karadeniz sedimanlarındaki ara seviyelerde Kalsiyum elementinin kaynağı olabilecek ve literatürde bilinenler dışında kalan bir etkenin varlığının arayışı ile başlamıştır. Bununla birlikte Karadeniz seferleri sırasında deniz yüzeyinde polenlerce oluşmuş geniş bir alandaki hidrofobik filmin etkileri düşünülmüş ve araştırılmak istenmiştir. Sedimantasyon süreci içerisinde Kalsiyum zenginleşmesinin yada girdisinin olup olmadığı varsa hangi safhada ve hangi nedenle başladığını tespit etmek için XRF element analizleri yapılmıştır.

Foraminifer kabuklular, çevresel litoloji algler dışında, polenin, bakteriyel Kalsiyum sağlayıcı biyofilm oluşumunda 'dolaylı olarak' partikül çökelmesinde bitkisel polimer ve konakçı olarak bakterilere yardımcı olduğu anlaşılmaktadır. Polenlerin selüloz tabanlı biyofilm oluşturmaları ve bunların dekompozisyonu sırasında sedimanter partikül yağışını başlattığı yapılan deneyle ortaya çıkmıştır. Biyopolimer yapısının varlığında, kolloidal yapının ana nedensel ajanından biri olan Kalsiyum elementinin, bakteriler ve polen tarafından oluşturulan biyomatiklerden sağlandığı ve yüzen biyofilmin yüksek Kalsiyum sayımlarının nedeni olduğu anlaşılmıştır. Polenlerin bir çok türü suya düştüğünde bünyelerindeki boşluklarda tuzaklanan hava nedeniyle hidrofobik davranış sergileyerek uzunca bir süre su yüzeyinde kalabilmektedir. Mavi Atlas sediri (*Cedrus atlantica* cv. "Glauca") ağaç polenlerinin 4 günün sonunda su yüzey filminin hemen altına indiği yapılan deneyle ortaya çıkmıştır. Bu süre sonunda çevrelerinde biyofilm de oluşmaya başlamakta ve ilerleyen zamanda biyofilminde biyolojik süreçler altında parçalanması ile dibe doğru partikül yağışı başlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Polen, Biyomat, *Cedrus atlantica*, Karadeniz , Kalsiyum ,UV light

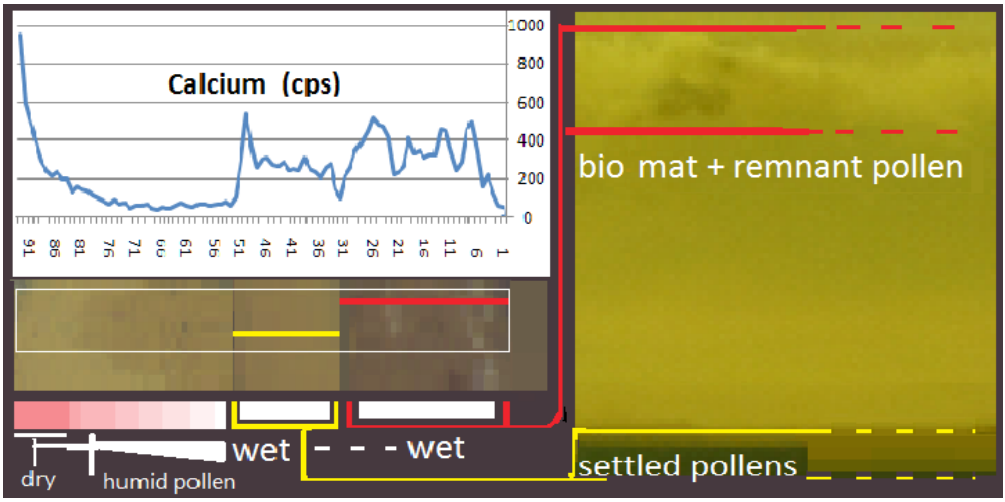
Abstract: *The study started with the search for the presence of a different factor other than known in the literature that might be the source of calcium element at intermediate levels in the*

Black Sea sediments. However, the effects of hydrophobic film on a large area formed by pollen on the sea surface during the Black Sea voyages were considered and investigated. XRF elemental analysis were performed to determine whether the calcium enrichment or input had started during the sedimentation process and if so, at what stage. Except foraminiferal crustaceans, algae with environmental lithology, it is understood that pollen helps bacteria as host or shelter in bacterial Calcium provider biofilm formation before 'indirectly' in particle precipitation.

it was revealed by the experiment that they form cellulose based bio film in their pollen and initiate sedimentary particle precipitation during their decomposition. In the presence of biopolymer structure, the element Calcium as the one of main causative agent of colloidal structure was thought to be provided from the biomatics formed by bacteria and pollen , and it was understood that the floating biofilm is reason to high Calcium counts. When many species of pollen fall into water, they can remain on the surface of the water for a long time by exhibiting hydrophobic behavior due to the air trapped in the cavities in their bodies. Blue Cedar species Cedrus atlantica cv. "Glauca" tree pollen sunk at the end of 4 days after the surface of the water surface film was revealed by the experiment. At the end of this period, biofilm begins to form in their environment, and in the following time, the biofilm is broken down under biological processes and particle precipitation begins to the bottom.

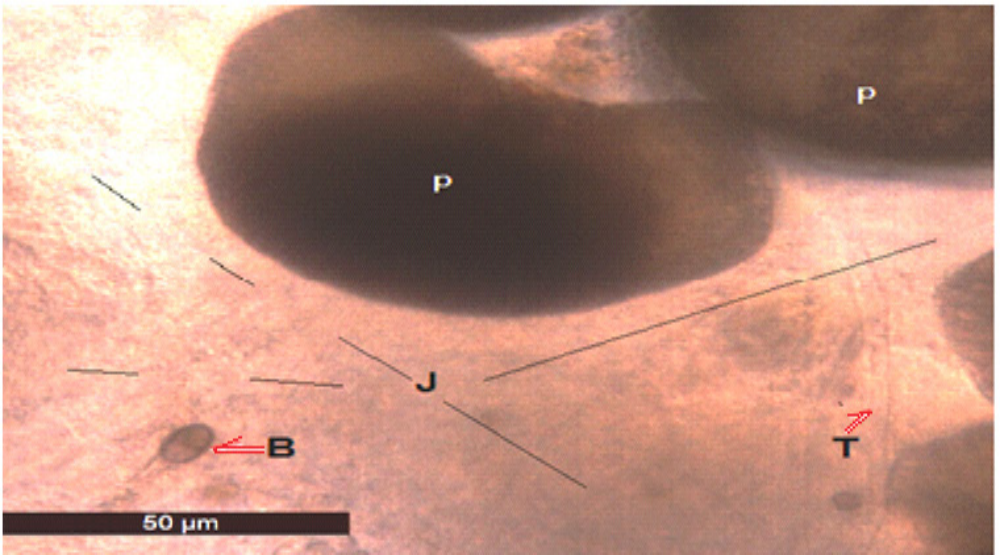
YÖNTEM

Doğal yayılışını Kuzey Afrika'da Cezayir ve Fas'ın Atlas Dağlarında yapan Cedrus atlantica cv. "Glauca" (Mavi Atlas sediri) poleni ile yapılan deney Karadeniz bölgesi için uyumsuz gibi görünsede bu türün hava baloncukları içeren fiziksel yapısının Karadeniz bölgesi ağaç polenleri yerine prensipte hava baloncuklarına sahip olması açısından model olabileceği düşünülmüştür. Polenler doğrudan dağılma mevsimlerinde ağaçlardan sağılma yöntemi ile elde edilmiştir. Kalsiyum elementi içerimi sıfır olan iyonizasyonla elde edilmiş saf su sıvı ortam olarak kullanılmıştır. 2 ayrı deney kabı kullanılmıştır, bunlardan biri atmosferik etkilere kapalı fakat basınç dengeleme açıklığına sahip diğeri ise açık olarak aynı yer ve standart basınç sıcaklık şartları altında tutulmuştur. Polenler eşit miktarda olacak şekilde silme kaşıkla kaplardaki su yüzeyine serpilmiştir. Serpilme sonrasında polenlerin hidrofobik davranışla su yüzeyinde örtü oluşturacak şekilde dağıldıkları gözlemlenmiştir. Polenlerin 4 gün sonunda biyofilm oluşturdukları izlenmiş ve 7.günden itibaren biyofilmde parçalanma ve kısmı partikül yağışı başlamış ve 15 gün boyunca kabın dibinde sedimantasyon devam etmiştir. Kabın dibinde biriken sedimanter malzeme, biyofilm, kuru polen ve yaş polen ile ara nem geçişlerindeki polen seri olarak birbirine bitişik ve birbirlerine referanslı olarak mikro XRF cihazı ile Kalsiyum elementi üzerine yoğunlaşılarak ölçümler yapılmıştır. Islak ve kuru ölçümler arasındaki fiziksel nedenlere bağlı sayım farkları aynı tür polenin logaritmik artan nem oranlarındaki Kalsiyum saniyede sayım miktarına bağlı olarak belirlenmiştir. Karadeniz sedimanlarında 1mm adım aralığı 8sn süre 30 kilovolt 50 miliamper X-Ray tüp voltajı ile ışın uygulama özelliklerinde yapılan ölçümlerde ortalama 3000 cps (count per second) Ca elementi sayım sayısına ulaşılırken yıllık yada diğer devirsel periyodlara bağlı farklılıkların 100 ile 500 cps değerlerinde olduğu görülmüştür. Şekil 1 de görüldüğü gibi, polen ve sudaki çevresel formlarının Ca cps değeri ortalama 300 cps kabul edildiğinde (Şekil 1) polenlerin Karadeniz sedimanlarına doğrudan ya da dolaylı olarak kalsiyum elementi desteği yapabileceği görülebilmektedir.



Sekil 1. Farklı nem oranlarındaki polen kütleleri tam ıslak ve kuru olacak şekilde birbirlerine referanslı bitişik konumda iken element analizine tabi tutulmuştur. Bunun yanında farklı formlardaki deney ürünleri askıda ve çökelmiş biyofilm parçaları olarak, aynı uygulama özelliklerindeki analizlere tabi tutulmuştur.

Polen tanelerinin hidratasyon ile polen kabuğu dışına çıkmalarıyla biyojel (biyopolimer) yapı oluşmaktadır. Bu saydam yapı içerisindeki tubular formlar (Şekil 2) polen çimlenmesi ile ilgilidir.



Sekil 2. Biyopolimer içindeki Cedrus atlantica cv. "Glauca" (Mavi Atlas sediri) poleni , **B**; bakteri , **J**; jelimsi biyopolimer, **T**; polen tüpü

TARTIŞMA VE SONUÇ

Polenlerin morfolojik yapılarına bağlı olarak bünyelerinde hapsettikleri hava ve sergiledikleri hidrofobik davranışın süresi ileriki çalışmalarda incelenecektir. Polenlerin kendi bünyelerinde de (300cps) yüksek Kalsiyum varlığı tesbit edilmiş olup boyutları ve hava tutucu özellikleri nedeniyle günlerce askıda kalabilmeleri ve bu nedenle uzağa giderek sedimanlarda kendi başına Kalsiyum elementinin miktarını etkiledikleri ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda kendileri de hem besin hem de besin taşınmasına yardımcı olacak biyomat oluşumuna katkı yapmaları nedeniyle Sedimanter ortam özelliklerine göre Oksijen tüketimine de etki yapabilmelerine olanak sağlamaktadır. Kalsiyumun sedimanlardaki duraylılığına etki eden fiziksel ve kimyasal etkiler ayrı tutulduğunda, su yüzeyinde bitkisel ve hayvansal hücreler için UV radyasyonunu bir miktar engellemesiyle barınak görevi görerek bitkisel organellerin hidratasyonu ile mukoza (biyomat) artışına neden olduğu görülmüştür. Bu tip Biyo polimer filmden gelişen ve çürüyerek ayrılan parçaların oluşturduğu sedimanter yağış büyük parçalar şeklinde yakın bir çevrede topluca çökelerek sedimanlarda doğal olarak Kalsiyumun zenginleşmesine katkı sağladığı anlaşılmıştır. Laboratuvar ortamında foraminifer olmadığından doğal ortamdaki foraminiferlerinde bu biyofilme yapışabileceğini ve daha fazla Kalsiyum içeren bir kütle oluşturabileceğini yada tüketebileceğini içeren araştırmalar yapılmalıdır. Sonuç olarak, yüzeyden derinliklere büyük kütleli sedimanter yağışı veya besin zincirine bağlanma ile Kalsiyum elementinin sedimanlarda tutulması kolaylaşır. Karadenizde görülen anoksik ortamdaki bakteriyel biyoturbasyon Ca elementi için yıllık değişimlerin gözlenmesini zorlaştırmaktadır ve sedimanlardaki kayıtlarının yaklaşık 10 - 15 yılda bir iklimsel yada sedimantasyon ortam süreç değişimlerini yansıttığı anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile Karadeniz sedimanlarındaki Kalsiyum kaynaklarından biri olarak Polenlerinde göz önünde tutulması gerektiği ortaya çıkmıştır.

STRATİGRAFİ-SEDİMANTOLOJİ

STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY

İSMAİL ÖMER YILMAZ – FARUK OCAKOĞLU
ULVİ CAN ÜNLÜGENÇ – MEHMET AKİF SARIKAYA

Poster/*Posters*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Ulaşlı ve Zelve (Nevşehir) Civarlarındaki Geç Miyosen Yaşlı Çökellerin Paleoortamsal Özellikleri (İç Anadolu, Türkiye)

Paleo-Environmental Characteristics of Late Miocene Sediments Around Ulaşlı and Zelve (Nevşehir) Areas (Central Anatolia, Turkey)

Ersel Göz

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya, Türkiye (erselgoz@gmail.com)

Öz: Çalışma alanı Ulaşlı ve Zelve (Nevşehir, İç Anadolu) çevresinde yer almaktadır. Bu alanda, Kretase yaşlı ofiyolitik melanjdan (gabro ve piroksenit) oluşan temel kayaçlar, volkanik-piroklastik kayaçlar ve akarsu-göl sedimanlarından oluşan Miyosen yaşlı karasal çökeller tarafından uyumsuzlukla üzerlenmektedir. Bu çalışmada Ürgüp Formasyonu'na ait akarsu-göl çökelleri üzerine odaklanılmıştır. Çünkü çalışma alanındaki akarsu-göl çökellerine pek önem verilmemiştir. Ulaşlı ve Zelve kesitleri, kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı, dolomit, marn ve çamurtaşlarından meydana gelmektedir. X-ışınları kırınım (XRD) analizine göre yaygın mineraller başlıca kalsit, dolomit olup, az miktarda da kuvars ve feldispat bulunmaktadır. Sahasal gözlemler, bitki kök izleri, Fe-oksit ve jipsler çökelme alanının sığ göl ortamı olduğunu işaret etmektedir Buna ek olarak ince kesitlerde kırık ve çatlakların mikrosparitik ve sparitik kalsit çimentoyla doldurulması sığ göl ortamını destekler. Kesitlerde üste doğru CaO değerleri artmakta ve en üst seviyelerde dolomit ve dolomitik kireçtaşlarına geçilmektedir. Çamurtaşı örneklerinin yaygın olarak simektit içermesi, kurak iklim koşullarını belirtir. Saha gözlemleri, petrografik ve XRD analizleri çalışılan birimlerin kurak iklim koşulları esnasındaki sığ göl ortamında çökeldiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Geç Miyosen, İç Anadolu, paleoortam, simektit

Abstract: *The study area is located at around Ulaşlı and Zelve (Nevşehir, central Anatolia). In this area, the basement rocks consist of Cretaceous ophiolitic mélange (gabbro and pyroxenite) that were unconformably overlain by the Miocene continental deposits which mainly include volcanic-pyroclastic rocks and fluvio-lacustrine sediments. This study particularly focuses on the fluvio-lacustrine sediments of Ürgüp Formation. Because fluvio-lacustrine sediments have received little importance in study area. Ulaşlı and Zelve sections are composed of limestone-dolomitic limestone, dolomite, marl and mudstones. According to X-ray diffraction (XRD) analysis, common minerals are mainly calcite, dolomite, and a small amount of quartz and feldspar. Field observations, plant root traces, Fe-oxide, and gypsum indicate the deposition area is shallow lake environment. Additionally, cracks were filled with micro-sparitic and sparitic calcite cement in the thin sections support a shallow-water lake environment. In the sections, upward CaO values increase and then passes upward to dolomite and dolomitic limestones at the uppermost levels. The widespread smectite content of mudstone samples indicates arid climatic conditions. Field observations, petrographic and XRD analysis indicate that shallow lake environment during arid climate conditions. Field observations, petrographic and XRD analyzes indicate that the studied units have deposited in shallow lake environment during arid climatic conditions.*

Keywords*: Late Miocene, Central Anatolia, paleoenvironment, smectite*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Gökpınar Tufa Çökellerinin Sedimantolojisi ve Depolanma Mimarisi (Denizli, GB Türkiye)

Depositional Architecture of the Gökpınar Tufa Deposits (Denizli, SW Turkey)

Gamzenur Çağdaş, Mehmet Özkul, Ali Gökgöz

Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

(mozkul@pau.edu.tr)

Öz: Denizli il merkezinin 15 km doğusunda, güneydoğudan kuzeybatıya doğru akan Gökpınar Çayı vadisi boyunca tufa çökelleri yüzeylemiştir. Çalışmanın amacı, Gökpınar tufa çökellerinin sedimantolojisini ve depolanma mimarisini ortaya koymaktır. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki en yaşlı temel kaya birimleri, Menderes Masifi'nin örtü birimlerinden Triyas-Üst Kretase yaşlı Yılanlı Formasyonu'nun neritik karbonatları, Paleosen-Eosen yaşlı Zeytinyayla Formasyonu ile bunları tektonik dokanakla üzerleyen gri-koyu gri renkli, masif-kalın tabakalı, Dogger-Üst Kretase Çatalca Tepe Kireçtaşı'dır. Bu karbonat temel birimleri çoğunlukla kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşından oluşan Oligosen molas çökelleri (Mortuma Formasyonu) tarafından uyumsuz olarak örtülür. Neojen (Orta Miyosen-Pliyosen) birimleri ise gölsel Kolonkaya Formasyonu ile temsil edilir. En genç birimler Kuvaterner yaşlı Gökpınar tufası, yamaç molozu ve alüvyondur.

Gökpınar tufa istifinin depolanma mimarisini ortaya koymak amacıyla arazi çalışmaları sırasında gerek tufalarda, gerekse tufalara eşlik eden diğer kırıntılı çökellerde fasiyes tanımlamaları yapılmıştır. İstifin toplam kalınlığı en az 35 m civarındadır. Tanımlanan fasiyesler 1) Kaba kırıntılı silisiklastikler, 2) Stromatolitik tufa, 3) Onkolitik tufa, 4) Kırıntılı tufa ve 5) Masif tufa'dır.

Kaba kırıntılı silisiklastik tortullar (1), tufa istifinin tabanında, yaklaşık 12.5 m kalınlıkta, köşeli-yarı köşeli, çoğunlukla hamur destekli, çevredeki temel birimlerden türemiş çakıl ve blokların yanı sıra yukarı doğru artan oranda, değişik boyutlarda tufa kırıntılarından oluşmuştur. Stromatolitik tufalar (2) ise birbirini izleyen açık ve koyu laminalardan oluşur. Laminalar düz, yer yer dalgalıdır. Bu fasiyes suyun hızlı aktığı yüzeylerde mikrobiyal faaliyetin de rol oynadığı ortam koşullarda meydana gelmiştir. Merceksi geometrili tabakalardan oluşan onkolitik tufa fasiyesi (3) en yaygın fasiyes olup, istifin üst kesimlerinde daha sık rastlanır. Çapları 8 cm'ye kadar çıkan onkolit taneleri düzensiz iç içe konsantrik laminalardan meydana gelmiştir. Onkolit taneleri akarsu yatağında su akışının orta-düşük düzeyde olduğu alanlarda gelişmiştir. Kırıntılı tufa fasiyesi (4), aşınıp tekrar depolanmış kırıntılı tufalardır. Tufa kırıntılarının tane boyları silt-kum ve blok arasında değişir. Siltli-kumlu bazı düzeylerde yabani arı yuvalarına rastlanmıştır. İstifin alt kesimindeki kalın kırıntılı tufa seviyesinde antik dönemde yan yana 3 adet mağara kazılmıştır. Mağaraların yükseklikleri 2.2-3.3 m, genişlikleri: 3.7- 22 m ve derinlikleri: 4.2-3.9 m'dir. Mağara duvarlarını oluşturan kırıntılı tufalarda yer yer batı-kuzeybatı (270°-330°) yönünde düzlemsel çapraz tabakalanmalar gözlenmiştir. Masif tufa (5) sıkı, az boşluklu, tabakalanmanın belirsiz olduğu kalın katmanlı-masif tufalardır. Bu fasiyes, Gökpı-

nar Kaynağı yakınlarında istifin alt kısmında görülmüştür.

Gökpınar tufa istifi, vadi boyunca zamanla yüksek eğimli yatak profilinin göreceli olarak daha düşük eğimli yatak profiline dönüştüğü bir akarsu sisteminde gelişmiştir. Bu çalışma, Pamukkale Üniviversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (PAÜ-BAP) tarafından 2019FEBE028 nolu proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gökpınar, fasiyes, akarsu tufası

Abstract: *15 km east of Denizli city center, tufa sediments exposed along the Gökpınar stream valley that flows from southeast to northwest. The aim of this study is to reveal sedimentology and depositional architecture of the Gökpınar tufa deposits. The oldest basement units in the study area and its vicinity are neritic carbonates of the Triassic-Upper Cretaceous Yılanlı Formation, one of the cover units of the Menderes Massif, Zeytinyayla Formation of Paleocene-Eocene age and Dogger-Upper Cretaceous Çatalca Tepe Limestone, overlying them with tectonic contact, which is gray to dark gray coloured, massive to thick bedded. These carbonate basement units are overlain unconformably by the Oligocene molasse deposits (Mortuma Formation), which are mostly sandstone, siltstone and mudstone. The Neogene (Middle Miocene to Pliocene) units are represented by the Kolonkaya Formation of lacustrine origin.*

During the field studies, in order to reveal the depositional architecture of the Gökpınar tufa sequence, facies definitions were made both on tufas and accompanying other clastic deposits. The total thickness of the sequence is at least 35 m. The facies described are 1) coarse clastic siliciclastics, 2) stromatolite tufa, 3) oncolite tufa, 4) clastic tufa and 5) massive tufa.

At the base of the tufa sequence, the coarse clastic siliciclastic deposits (1), approximately 12.5 m thick, consist of pebbles and blocks, derived from the surrounding basement units, mostly matrix-supported, angular to subangular, as well as clastic tufas in varying size that increase upwardly in ratio. Stromatolite tufas (2) Stromatolithic scales are composed of successive light and dark laminae. The laminae are straight and in some places undulating. This facies occurs in environments where microbial activity also played a role on the surfaces where water flows rapidly. The oncoidal tufa facies, consist of the layers with lenticular geometry are the most common facies and are more common in the upper parts of the sequence. Oncoid grains up to 8 cm in diameter are composed of irregular intertwined concentric laminae. Oncoid grains developed in the areas where water flow in the stream bed is moderate to low. Clastic tufa facies is the facies that older or upstream tufa deposits were eroded, reworked and deposited again. The grain sizes of tufa clasts vary between silt-sand and block. Wild bee nests were found in some silty-sandy levels. Three caves were excavated side by side in ancient times in thick clastic tufa horizon at the bottom of the sequence. The heights, widths and depths of the caves are 2.2-3.3 m, 3.7-22 m and 4.2-3.9 m respectively. In the caves, planar cross-beddings were observed at the walls of the clastic tufas in west-northwest direction (270° to 330°) in places. Massive tufas, with uncertain stratification, are massive to thick-layered, compact and less porous. that are tight to the solid tufa, with little cavities and where is uncertain. This facies was observed at the bottom of the sequence near Gökpınar Source.

The Gökpınar tufa sequence developed in a fluvial system where the high slope bed profile turned into a relatively moderate to lower slope bed profile along the valley over time. This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Pamukkale University (PAU-BAP) with project 2019FEBE028.

Keywords: *Gökpınar, facies, fluviyal tufa*

Laminali Tufalarda Sedimantoloji Çalışmaları, Antalya, GB Türkiye

Sedimentological Studies on Laminated Tufas, Antalya, SW Turkey

Mustafa Selman Arsay[1], Mehmet Özkul[2], Concha Arenas[3]

[1]MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20160 Denizli, Türkiye

[3]Division of Stratigraphy, Dept. of Earth Science, University of Zaragoza, 50009 Zaragoza, Spain

(msarsay@yahoo.com)

Öz: Karstik bölgelerde, kaynak sularından çökelen tufalar ortam ve iklim değişimleri hakkında önemli bilgiler barındırırlar. Tufa fasiyesleri arasında özellikle laminalı tufalar /stromatolitik tufalar mevsimsellik, ortam ve iklim değerlendirmeleri için ideal bir malzemedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin güneybatısında yer alan Antalya Tufaları'nda yapılan incelemelerin ilk bulgularına yer verilmiştir.

Yapılan arazi çalışmaları kapsamında, Antalya Varsak Mahallesinde yer alan Varsak – Krişçiler yolunda bulunan yol yarması üzerinde ve çevresinde dikey kesit ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm yapılan bir diğer alan ise Varsak – Odabaşı yolu üzerindeki bir yol yarması ile yolu da dikine kesen yaklaşık kuşbakışı 250 m uzunluğunda bir alandır. Varsak – Krişçiler yolunda bulunan yol yarması tufaların oluşturduğu üst basamak ile orta basamağın temas ettiği noktada yer almaktadır.

Bu kapsamda 7 fasiyes ve 2 fasiyes topluluğu ayırt edilmiştir. Stromatolitik tufalar birbirini izleyen açık ve koyu renkli laminalardan oluşmaktadır. Açık renkli laminalar 1 - 22 mm (ortalama 7.65 mm) kalınlıkta ve boşluklu, buna karşılık, koyu renkli laminalar 1 - 10 mm (ortalama 4.19 mm) kalınlıkta, ve sıkıdır. Koyu renkli laminaların çoğunlukla sıcak ve kurak dönemlerde (Nisan-Eylül arası), açık renkli laminaların ise serin ve yağışlı dönemlerde (Ekim-Mart arası) çökeldiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Laminalı tufa, sedimantoloji, ölçülü kesit

Abstract: *In karstic regions, tufas which precipitated from shallow circulated spring waters, contain important information about the environmental and climatic changes. Among the tufa facies, especially laminated tufas / stromatolitic tufas are an ideal material for seasonality, environment and climate assessments. In this study, preliminary results of the study carried out on the Antalya Tufas located in the southwest Turkey have been given.*

Through the field studies, vertical cross-sectional measurements were made on the Varsak - Krişçiler road in Varsak District of Antalya. Another area where the measurement is made is a 250 m long area on the Varsak - Odabaşı road. This area is located at the intersection of the upper step and the middle step formed by limestone.

In this context, 7 facies and 2 facies associations were described. Stromatolitic tufas are composed of successive light and dark laminae and/or layers. The light coloured layers are 1 - 22 mm thick (average 7.65 mm) and porous, whereas the dark coloured ones are 1 - 10 mm thick (average 4.19 mm) and compact. It is thought that the dark coloured layers mostly precipitated during hot and dry periods (april to september) and light coloured ones precipitated during cool and rainy periods (october to march).

Keywords: *Laminated tufa, sedimentology, measured section*

TIBBİ JEOLOJİ

MEDICAL GEOLOGY

MUZAFFER METİNTAŞ – MUSTAFA NECMİ İLHAN
HÜSEYİN YALÇIN

Sözlü Sunumlar/*Oral Presentations*

Adli Soruşturmalarda Adli Jeolojik Kanıtların İncelenmesi, Değerlendirilmesi ve Örnek Olaylar

Investigation and Evaluation of Forensic Geological Evidences in Forensic Inquiries and Case Studies

Sema Tetiker[1], Mehmet Fatih Çelik[2]

[1]Batman Üniversitesi, Madencilik ve Maden Çıkarma Teknolojisi Bölümü, 72060 Batman, Türkiye

[2]Emniyet Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

(sema.tetiker@batman.edu.tr)

Öz: Adli Jeoloji; adli bbilimler ile jeolojik bilimlerin kesişme noktasında ortaya çıkan ve adli olmayan teknikleri, diğer bir ifadeyle doğal malzemelerin suç araştırmalarındaki kullanımının değerlendirilmesini esas alan disiplinler arası bir bilim dalıdır. Adli Jeoloji'nin tarihsel gelişimi gözden geçirildiğinde, yerbilimlerinin birçok alanı adli soruşturmalarda gerçekleşen olayları aydınlatmada katkı sağlayan bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma Jeoloji Bilimi'nin dünyada ve son yıllarda ülkemizde yeni bir alanda kendine uygulama alanı bulduğu "Adli Jeoloji" alanının tanıtılması, adli olaylarda jeolojik kanıt niteliği taşıyan malzemelerin kapsamı ve değerlendirilmesi yapılarak, bu kapsamda adli jeolojik incelemeler kullanılarak farklı nitelikteki örnek asayiş olayların açıklanması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda cinayet, ölümlü vaka, terör, kaçakçılık ve hırsızlık olaylarını içeren toplam 9 adet vaka incelenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar yasal araştırma niteliğinde olup adli olay niteliği taşımaktadır. Bunlar arazi ve laboratuvar çalışmaları olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları için olay yerinde (olay yeri ve çevresi, maktul, şüpheliler, kişisel eşyalar ve araçlar) jeolojik kanıt niteliğindeki malzemelerden (inorganik ve organik kökenli toprak, sediman, mineral, kayaç, bitki kalıntıları) ayrıntılı numuneler alınmıştır. İkinci aşama ise kanıt niteliğinde alınan jeolojik malzemelerin mineralojik (optik petrografi, XRD) ve jeokimyasal yöntemlerle analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak adli vakalarda adli jeolojik kanıtlar kullanılarak vakaların aydınlatılmasına katkıda bulunulmuştur.

Günümüzde adli bilimlerin ulusal ve uluslararası boyutta geldiği nokta değerlendirildiğinde, Adli Jeoloji kavramı her geçen gün önemi gittikçe artan bir bilim dalı haline gelmiştir. Dolayısıyla ülkemizde bilimsel alandaki bu boşluğun giderilmesi, üniversite, enstitü ve diğer ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği ve eşgüdüm planlarının yapılması ve uygulanması ile sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Adli jeoloji, kanıt, mineral, olay yeri inceleme, petrografi, toprak

Abstract: *Forensic Geology is an interdisciplinary science that arise at the intersection of Forensic Sciences and Geological Sciences that is based on the assessment of the use of natural materials in crime research, in other words non-forensic techniques. Many fields of geosciences are used as a tool to solve the events taking place in forensic investigations when the historical development of forensic geology is reviewed. This study intends to introduce the field of Forensic Geology, where Geological Science has found itself an application field in a new territory in the world and in our country in recent years and to explain sample criminal cases by using forensic geological investigations within the scope of the study through the extent and evaluation of the materials that have the characteristics of geological evidence in forensic events.*

In this context, 9 cases including murder, mortal cases, terrorism, smuggling and theft were examined. The nature of the studies carried out within this scope is those of legal research and forensics. These were carried out in two stages as field and laboratory studies. For field studies, detailed samples were taken from geological evidence (inorganic and organic origin soil, sediment, mineral, rock, plant remains) at the scene (crime scene and its surroundings, victim, suspects, personal belongings and vehicles). In the second stage, geological materials taken as evidence were analyzed by mineralogical (optical petrography, XRD) and geochemical methods. As a result, in forensic cases, forensic geological evidence has been used to contribute to the elucidation of cases.

It's clear that the concept of Forensic Geology has become an increasingly important branch of science when we evaluate the present situation of forensic sciences nationally and internationally. Therefore, the elimination of this gap in the scientific field in our country will be ensured through the preparation and implementation of cooperation and coordination plans with universities, institutes and other relevant institutions and organizations.

Keywords: *Forensic Geology, evidence, mineral, crime scene investigation, petrography, soil*

Halk Sağlığı Bakış Açısıyla Çevresel Adalet

Environmental Justice from a Public Health Perspective

Egemen Ünal, Mehmet Enes Gökler

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Bilkent, Çankaya, Ankara, Türkiye

(egemenunal28@hotmail.com)

Öz: Çevresel adalet terimi bir yandan toplumda herkes için eşit ve adil bir sağlıklı çevre oluşturulmasını önerirken, diğer yandan da konunun bilgiye erişim, toplum temelli katılımcı karar verme ve sosyal adalet gibi alt alanlarının da önemli bir halk sağlığı problemi olduğuna işaret etmektedir. Genel olarak çevresel adalet küresel bir hedeftir.

Çevre Sağlığında Eşitsizlikler: Mekanizmalar

1-Aşırı maruziyet: Gelişmiş ülkelerde bazı toplum grupları belirli bazı ağır ve tehlikeli endüstriyel sektörlerde çalıştırılmaktadır. Genellikle tarım sektöründe ve ilkel maden sektöründe aşırı maruziyetle karşılaşılmaktadır. Yanı sıra bu maruziyet çalışanların haftalık çalışma saatlerinin az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde 40 saatin üzerine çıkması nedeniyle de yüksek olmaktadır.

2-Yüksek duyarlılık

a-Bazı hastalıkların temel risklerinin artması: Örneğin ABD'de akciğer kanseri siyahlarda beyazlardan daha fazla görülmektedir. Araştırmalara göre siyahlar sigara içimine daha geç yaşlarda başlamakta ve daha az sayıda sigara içmektedir. Bu durum siyahların iş yerlerinde ve genel çevrelerinde maruz kaldıkları diğer akciğer karsinojenleri nedeniyle daha fazla akciğer kanserine yakalanmaları ile açıklanabilir.

b-Çevresel ve çalışma ortamına bağlı maruziyetlerle kombine olabilecek diğer maruziyetlerle karşılaşma ihtimalinin artması: Az gelişmiş toplumlarda yaşayan bireyler kötü ev şartları, kültürel farklılıklar, alkol bağımlılığı gibi durumlar nedeniyle kendi ortamlarında da çevresel maruziyetlerin yanında etken maddelere maruz kalmaktadırlar.

c-Genetik duyarlılık

d-Stres, fakirlik ve sosyal destekten yoksun olma ile artan genel duyarlılık: Küresel olarak fakir ülkelerde yaşayan bireyler kötü beslenme, yüksek sıklıkta gözlenen enfeksiyon hastalıkları, stres, bağışıklama ve diğer koruyucu sağlık hizmetlerine yeterince erişememe gibi nedenlerden dolayı yüksek infant ölüm hızlarına, düşük yaşam beklentisine ve bütün sağlık göstergelerinde düşük değerlere sahiptirler.

3-Yetersiz Teknik Kaynaklar: Çevresel tehlikeleri tanımak değerlendirmek ve kontrol etmek için yeterli eğitim almış iş hijyenistlerine, güvenlik uzmanlarına, epidemiyologlara, çevre mühendislerine ihtiyaç vardır. Gelişmemiş ülkelerde birçok teknik ekipman da sıklıkla bulunmamaktadır.

4-Halk Sağlığı Politikalarının Yetersiz Uygulanması: Hem zengin hem de fakir ülkelerde yaşayan yoksul insanlar ve azınlık grupları koruyucu halk sağlığı uygulamalarına karşı güvensiz yaklaşmaktadır. Hem bilgi eksikliğinden hem de maliyetleri düşük tutma kaygısıyla çevresel ve mesleki maruziyetlere yönelik koruyucu önlemler göz ardı edilmektedir.

Küresel Genel Durum ve Küresel Çözümler: Çevresel adalet küresel çevre uygulamalarının bir alt kümesidir. Bu uygulamalar nüfus değişimlerinden, kaynakların kullanımına, üretim metotlarından enerjinin nakline kadar geniş bir alanda etkilidir. Çevresel adaletin sağlanması, ancak çevresel ve mesleki sağlık hizmetlerinde yaşanan büyük eşitsizliklerin tüm dünyadaki fakir ülkelerde giderilmesine yönelik bir takım stratejiler kombine edilerek uygulanabilir.

a-Politika Girişimleri: Politika girişimleri genel olarak hükümetler tarafından standartları düzenleyen resmi, legal ve bağlayıcı uygulamaları veya gönüllü uygulamaları içermektedir.

b-Halk Sağlığı Uzmanları Tarafından Yapılacak Girişimler: Sağlık profesyonelleri, çevreyi ve bağlı olarak insan sağlığını çok çeşitli yollarda iyileştirebilir ve güçlendirebilirler. Bu yollar eğitim, teknik yardım, ortak araştırma ve korunma gibi başlıklar altında özetlenebilir.

Sonuç: Teknik destekle ile birlikte yürütülen sürveyans çalışmaları, eğitim uygulamaları, kamusal, özel ve hükümet dışı organizasyonlar, halk sağlığı profesyonelleri tarafından yürütülen azınlık gruplarına ve çalışanlara yönelik çalışmalar ile birlikte tüm alanlarıyla sağlıkta gelişmiş olan eşitsizliklerin giderilebilmesi ve telafi edilmesi mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Çevre sağlığı, çevresel adalet

Abstract: *The environmental justice proposes the creation of an equal and fair healthy environment for everyone in society. On the other hand, the sub-areas of the subject such as access to information, community-based participatory decision-making and social justice are also an important public health problem. In general, the environmental justice is a global goal.*

Inequalities in Environmental Health: Mechanisms

1- Overexposure: In developed countries, some community groups are employed in certain heavy and dangerous industrial sectors. Generally, overexposure is encountered in the agricultural and primitive mining sectors. In underdeveloped and developing countries, this exposure is high due to the fact that the number of employees working hours exceeds 40 hours per week.

2-High sensitivity

a- Increasing the basic risks of some diseases: For example, in the US, lung cancer is more common in blacks than whites. According to researches, blacks start smoking at a later age and smoke less. This situation can be explained by the fact that blacks get more lung cancer due to other lung carcinogens they are exposed to at work and in their general environment.

b- Increasing the probability of encountering with other exposures which may be combined with environmental and working environment exposures: People who living in underdeveloped societies are exposed to active substances as well as environmental exposures in their own

environment due to poor home conditions, cultural differences, and alcohol dependence.

c-Genetic susceptibility

d- Increased overall sensitivity with stress, poverty and lack of social support: Globally poor individuals have high infant mortality rates, low life expectancy and low values in all health indicators due to poor nutrition, high frequency of infectious diseases, stress, immunization and other preventive health services.

3-Insufficient Technical Resources: There is a need for occupational hygienists, safety experts, epidemiologists, environmental engineers who are adequately trained to recognize, assess and control environmental hazards. In the underdeveloped countries, many technical equipment is often not available.

4-Inadequate implementation of public health policies: Poor people and minority groups living in both rich and poor countries are insecure about preventive public health interventions. Preventive interventions for environmental and occupational exposures are ignored, both due to lack of information and concerns to keep costs low.

Global General Situation and Global Solutions: Environmental justice is a subset of global environmental practices. These interventions are effective in a wide range of areas from population changes to the use of resources, production methods and energy transfer. Achieving environmental justice can only be implemented by combining a number of strategies to address major inequalities in environmental and occupational health services in poor countries all around the world.

a-Policy Initiatives: Policy initiatives generally include formal, legal and binding practices or voluntary practices that regulate standards by governments.

b-Initiatives by Public Health Experts: Health professionals can improve and strengthen the environment and human health in a variety of ways. These ways can be summarized under topics such as education, technical assistance, joint research and prevention.

Conclusion: It will be possible to eliminate and compensate for inequalities in health in all areas with the studies on minority groups and workers carried out by public health professionals, public, private and non-governmental organizations, educational practices, surveillance studies carried out with technical support.

Keywords: *Environmental health, environmental justice*

Yapı Malzemesi Asbestin 1960-1980 Arasında İnşa Edilen Kamu Binalarında Tespiti ve Tıbbı Jeoloji Açısından Önemi

Determination of Asbestos Using as a Construction Material on Public Buildings Between 1960-1980 and Its Importance in Terms of Medical Geology

Deniz Dündar Mustafa[1], Fatma Toksoy-Köksal[1,2]

[1]Orta Doğu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

[2]Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Çankaya, Ankara, Türkiye

(dm.deniz@yahoo.com)

Öz: Asbest minerallerinin 20. yüzyılın başından itibaren pek çok alanda özellikle de yapı malzemelerinde kullanıldığı bilinmektedir. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin uygunlukları sebebiyle izolasyon amacıyla yaygın olarak yapı malzemelerine katılarak kullanılan asbest türleri, 2003 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından en önemli kanserojenlerden biri olarak tanımlanmıştır. Ülkemizde kademeli olarak kısıtlanan asbest üretimi ve kullanımı, 2010 yılından itibaren bütünüyle yasaklanmıştır.

İnsan sağlığına olumsuz etkileri bulunan asbest üzerinde dünya çapında yapılan çalışmalarda çevresel ve mesleksel maruziyet üzerinde durulmaktadır. Bunlara ek olarak, günümüzde kentsel dönüşüm nedeniyle halk sağlığını da ciddi şekilde etkileyen asbestin, tıbbi jeoloji açısından ele alınması ve mineralojik-petrografik incelemelerle doğru tanımlanması oldukça önem taşımaktadır.

Bu çalışma, 1960 ve 1980 yılları arasında inşa edilmiş Ankara'daki 5 farklı yerleşkede bulunan 10 kamu binasında yürütülmüştür. İnceleme alanındaki binaların oturduğu killi (smektit) zemin nedeniyle, bina içinde ve dışında çeşitli düzeyde deformasyonlar bulunmaktadır. Bu binalardan başta yalıtım malzemeleri olmak üzere duvar ve yer kaplamalarından toplam 150 örnek alınmıştır. Alınan tüm örnekler stereo mikroskopta incelenerek lifsi yapıdaki malzeme içerik miktarına göre sınıflandırılmış ve yoğun olarak lifsi malzeme içeren örnekler polarize ışık mikroskop ile asbest içeriği ve tipi açısından incelenmiştir. İncelenen 150 örneğin yaklaşık %47'lik bölümünde asbest mineralleri tespit edilmiştir. Asbestli örneklerin %57'lik bölümünde asbest türü olarak krizotil, geri kalan %43'lük kısmında ise farklı yoğunluklarda sağlık açısından en riskli türlerden amositin yanı sıra aktinolit, krosidolit, tremolit ve antofilit asbest türlerinin varlığı belirlenmiştir. Ne yazık ki izolasyon malzemesi cam yünü içinde dahi asbest tespit edilmiştir. Bu çalışma; bir dönem yapı malzemelerinde yoğun kullanılan asbestin, çevresel/jeolojik maruziyetin ötesinde özellikle de kentsel dönüşüm ile modern hayatta çok daha fazla etkin olabileceğine işaret etmektedir.

Binaların bakım-onarım veya yıkım süreçlerinden önce mutlaka hem iş sağlığı hem de toplum sağlığı açısından, binalarda asbest olup olmadığı tespit edilerek risk değerlendirmesi yapılma-

lıdır. Yaygın olarak bilinenin aksine, sadece boru izolasyonlarında kullanılan malzeme içeriği değil, tüm farklı yapı malzemelerinden temsilci örneklerin alınması göz ardı edilmemelidir.

İlgili standartlarda belirtilen şekilde yapılacak saha çalışmaları sonrasında stereo mikroskop ve polarize ışık mikroskobu yardımıyla yapılacak analizlere göre mevcutta olan asbestin türü belirlenmelidir. Asbest mineral türünün belirlenmesinde gerekli görüldüğü durumlarda ileri analiz yöntemleri de (X-ışını difraktometresi ve taramalı elektron mikroskobu – enerji saçılımlı spektrometresi) kullanılmalıdır. Böylelikle, asbest risk değerlendirmesi yapılırken malzeme bazlı önceliklendirme tespitinin de yapılması, yapılan değerlendirmeyi anlamlı hale getirecek ve uygun önlemlerin alınmasına ışık tutacaktır.

Anahtar Kelimeler: Asbestli yapı malzemeleri, ışık mikroskobu yöntemleri, kamu binaları, kentsel dönüşüm, tıbbi jeoloji

Abstract: *Asbestos minerals have been present in many areas since the beginning of the 20th century, especially in construction materials. Asbestos types used in addition to the insulation materials used for proper isolation of their physical and chemical properties were identified as one of the most important carcinogens in 2003 by the World Health Organization. Asbestos production and use, which is gradually restricted in our country, has been completely banned since 2010.*

Worldwide studies on asbestos, which have negative effects on human health, focus on environmental and occupational exposure. In addition, asbestos, which has a serious impact on public health due to urban transformation, should be came up in terms of medical geology; and also, it is important that asbestos be identified correctly with mineralogical-petrographical studies.

This study was conducted in 10 public buildings in 5 different settlements in Ankara, built between 1960 and 1980. Due to the clayey (smectite) ground of the buildings in the study area, there are various deformations inside and outside the building. A total of 150 samples were taken from these buildings, especially insulation materials, and also wall and floor coverings. All samples were examined by stereo microscope and classified according to the content of fibrous material and the samples containing dense fibrous material were examined in terms of asbestos content and type by polarized light microscope. Asbestos minerals were found in approximately 47% of the 150 samples examined. In 57% of the samples with asbestos, chrysotile was determined as asbestos type and in the remaining 43%, actinolite, crocidolite, tremolite, anthrophyllite and also amosite, which are the most risky in terms of health, were determined. Unfortunately, asbestos was detected even in the glass wool. This study points out that, asbestos which is used extensively in building materials for a period, beyond environmental / geological exposure may be more effective in modern life especially with urban transformation.

Before maintenance-repair or demolition of buildings, risk assessment should be made by determining whether there is asbestos in buildings or not, both in terms of occupational health and public health. Contrary to what is commonly known, not only the material content used in pipe insulations, but also collecting representative samples from all different building materials should not be ignored.

After field studies as specified in the relevant standards, the type of asbestos present should be determined according to the analyzes to be carried out with the aid of stereo microscope and polarized light microscope. If necessary, advanced analysis methods (X-ray diffractometer and scanning electron microscopy – energy dispersive spectroscopy) should be used for determination of asbestos mineral type. Thus, material based prioritization determination during asbestos risk assessment will make the assessment meaningful and will shed light on taking appropriate measures.

Keywords: *Asbestos-containing materials, light microscopy methods, medical geology, public buildings, urban transformation*

Uluslararası Katılımlı
Türkiye Jeoloji Kurultayı
with international participation
Geological Congress of Turkey
Jeoloji ve Jeopolitika / Geology and Geopolitics
24-28 Mayıs 2021 / May 24-28, 2021
Çevrimiçi / Online

Yüksek Fon Radyasyon Alanlarında Yeraltı Sularının Radyonüklid İçeriği ve İlişkili Radyolojik Sağlık Risklerine İlişkin İlk Bulgular, Ayvacık Örneği, Çanakkale

Radionuclide Content and Related Radiological Health Risks of Groundwater in High Fon Radiation Areas, the Case of Aycavık, Çanakkale

Gülcan Top[1], Cemile Eraslan[2], Yüksel Örgün Tutay[2], Zekiye Karacık[2], Muhterem Demiroğlu[3]

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye

[3]Hakkari Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Hakkari, Türkiye

(gulcantop@gmail.com)

Öz: Çalışmada, Ayvacık ilçesinde buluna Arıklı uranyum mineralizasyon sahası ve yakın çevresinden alınan 20 yeraltı suyu örneğindeki toplam-α ve -β aktivite konsantrasyonları ve bu sular kullanıldığında insan sağlığı açısından ortaya çıkabilecek riskleri değerlendirilmektedir. Su örneklemesi kurak ve yağışlı dönemi temsilen iki kez yapılmıştır. Analizler Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK)- Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (CNAEM) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Kurak dönem örneklerinde toplam-α, toplam –β aktivite konsantrasyonları sırasıyla 0,03 ± 0,01 - 0,31 ± 0,05 Bq/L ve 0,06 ± 0,03 ila 0,98 ± 0,08 Bq/L arasında değişmiştir. Değerler yağışlı dönemde ise toplam-α için 0,03 ± 0,01 - 0,37 ± 0,05 Bq/L, toplam- β için 0,05 ± 0,02 - 0,57 ± 0,07 Bq/L aralığında değişmiştir. Yıllık etkin dozlar kurak ve yağışlı dönem için sırasıyla 2,09 - 32,92 µSv ve 10,68 - 168,22 µSv aralığındadır. Yaşam boyu kanser riski değişim aralıkları ise kurak dönem için 6,13 $x10^{-5}$ -82,78 $x10^{-5}$, yağışlı dönem için i5,99$x10^{-5}$-184,27$x10^{-5}$ olarak hesaplanmıştır. Değerler Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen sınır değerlerin altındadır.

Anahtar Kelimeler: Toplam- α ve –β, doz, Yaşam boyu kanser riski, Yıllık etkin doz, Arıklı uranyum mineralizasyon sahası, Çanakkale

Abstract: *The study determines the gross-α and -β activity concentrations in 20 groundwater samples collected from Arıklı mineralization site (Ayvacık/Çanakkale/Turkey) and its surroundings and evaluates the risks that may arise in terms of human health if the waters are used. Groundwater samples were taken in the dry and wet period. Radionuclide measurements of the water samples were performed by Turkey Atomic Energy Agency (TAEK) – Cekmece Nuclear Research and Training Center (ÇNAEM) laboratory. The measured values of the water samples ranged from 0,03 ±0.01 to 0,31±0,05 mBq/L for gross-α and 0,06±0.03 to 0,98±0.08 mBq/L for gross-β activity concentrations for dry period, from 0.03± 0.01 to 0,37±0,05 mBq/L for gross-α and 0,05± 0.02 to 0,57±0,07 mBq/L for gross-β activity concentrations for wet period. Annual effective doses range from 2,09 to 32,92 and from 10,68 to 168,22 µSv respectively for*

dry and wet periods. As for the lifetime cancer risk, it ranges from 6,13 x10^{-5} to 82,78 x10^{-5} and 15,99x10^{-5} to184,27x10^{-5}, respectively for the dry and wet periods.

Keywords: *Gross- α and –β, Lifetime cancer risk, Annual effective dose, Arıklı uranium mineralization, Çanakkale*

GİRİŞ

Radyoaktif mineralizasyon sahaları, çevresel açıdan risk teşkil etmekte dolayısıyla insan sağlığı için potansiyel risk oluşturmaktadır. Bu tip sahalarda olası kontaminasyon tespit edilmez ve kontrol edilmezse, radyonüklidler özellikle su kaynaklarına sızarak belirli koşullar altında yerel çevreyi tehdit edebilir (Alam ve Cheng, 2014). Kirlilik, yeraltı sularına aktarıldıysa daha uzun mesafelere taşınabilir ve daha fazla yerleşim alanını tehdit edebilir (Coyte ve diğ., 2018). Yeraltı sularının özgün kimyasal özellikleri temas halinde oldukları kayaç ve topraklara bağlı gelişir ve değişir. Asidik magmatik kayaçlar (granit, siyenit, riyolit, trakit, andezit, pegmatit, aplit, vb.) diğer tüm kayaçlara göre daha yüksek uranyum (U) ve Toryum (Th) içeriğine sahiptir (Örgün ve diğ., 2005). Dolayısıyla radyonüklid mineralizasyon zonları da genelde bu kayaçlarla ilişkili jeolojik ortamlarda meydana gelir. Bu nedenle bu tip kayaçlar ve ortamlarla temas halinde olan suların radyonüklid içeriği ve radyoaktivite seviyesi genelde yüksektir (Örgün ve diğ.,2005).

Arıklı'da (Ayvacık, Çanakkale, Türkiye) yer alan uranyum mineralizasyonu 1959 yılında havadan yapılan gama ölçümleri ile keşfedilmiş, ardından sahada 56 araştırma sondaj kuyusu ve çok sayıda hendek açılmıştır (Akgünlü ve Sağlam, 1983). 2016 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Szent Istvan Üniversitesi (Macaristan) tarafından desteklenen oryantasyon çalışmaları sırasında açık hendeklerde 8700 nGy/h ulaşan dış mekan gama doz oranları (OGDR) ölçülmüş ve sondaj atıklarının tarlalara atıldığı (ortalama OGDR 278 nGy/h) tespit edilmiştir (Top ve diğ., 2018a). Ayrıca Arıklı uranyum mineralizasyonunun yan kayası olan Arıklı tüfünün Ayvacık ilçesinde yapı malzemesi olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Top ve diğ., 2019a; 2018b). Uranyum mineralizasyonunun yakın çevresinde yer alan Nusratlı ve Ahmetçe köylerinde de 2015'te ve 2018'de yapılan saha çalışmaları sırasında dış gama dozu ölçümlerinde anomalilere rastlanılmış ve bu köylerde iç gama dozu ölçümleri ve spektrometrik gama dozu ölçümleri yapılarak elde edilen değerler insan sağlığı açısından yorumlanmıştır (Top ve diğ., 2019b). Bu çalışmada yüksek fon radyasyon alanı özelliğine sahip olduğu anlaşılan bölgede suların toplam - α ve –β değerleri ele alınarak insan sağlığı açısından ortaya çıkabilecek riskleri değerlendirilmiştir.

BÖLGENİN JEOLOJİSİ

Çalışma alanı Çanakkale ili Ayvacık ilçesinde yer almakta olup (Şekil1), başlıca dört farklı kayaç gurubundan oluşmuştur. Bunlar; temel kayaları, Küçükkuyu formasyonu, volkanik birimler ve alüvyondur (Özen and Goncuoğlu, 2012).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

Temel kayaları Kazdağ metamorfik topluluğu ve ofiyolitik melanjdan oluşmaktadır. Küçükkuyu Formasyonu çalışma alanında Nusratlı köyü çevresi ve güneyinde, sahil kesiminde ve Ahmetçe köyü güneyinde yaygın olarak mostra vermektedir. Volkanik birimler bölgede yaygın olarak izlenmekte olup Erken ve Orta Miyosen yaşlı lav akıntıları, piroklastik ve tüf birimlerden oluşmaktadır. Bölgede yapılan çalışmalarda Küçükkuyu Formasyonu'nu oluşturan gölsel çökellerin hemen üst seviyelerinden itibaren volkanik etkinliğin başladığı ve volkanik birimlerin çökellerle ardalandığı belirlenmiştir.

METODOLOJİ

Çalışma sahasından 2019 yılı Nisan ve Ekim aylarında yağışlı ve kurak dönemi temsilen toplam 38 yeraltı suyu örneği alınmıştır. Örneklemede Turgay ve diğ.(2017)'nin uyguladığı metod takip edilmiştir. Toplam-α aktivite konsantrasyonları için örnekler SM 7110 yöntemi kullanılarak (APHA, 1996),toplam-β aktivite analizleri ise EPA 900 yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır (EPA, 1980). Toplam α ve β aktivite konsantrasyonları için düşük arka planlı gaz orantılı alfa / beta sayacı (Berthold LB770-PC 10-Kanal Düşük Seviyeli Planşet Sayacı) ve sayma sisteminin kalibrasyonu için ^{241}Am ve ^{90}Sr standartları kullanılmıştır. Hazırlanan örnekler sayacın ayrı kanallarına yerleştirilmiş; 500 dakika boyunca iki kez sayılmış; konsantrasyonların belirlenmesi için sayımların medyanı hesaplanmıştır.

Sağlık Tehlikesi İndekslerinin Hesaplanması

Bu kapsamda yaşam boyu kanser riski (LCR) ve Yıllık etkin doz eşdeğeri (DR_W) hesaplanmıştır.

Yaşam Boyu Kanser Riski (LCR) aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

LCR (1)

DR_W yıllık etkin doz eşdeğeri olduğu (Sv yıl^{-1}), DL yaşam beklentisidir (70 yıl) ve RF ölüm riski faktörüdür (Sv^{-1}). ICRP (1991) tarafından 7.3×10^{-2} Sv^{-1} olasılık katsayısı kabul edilmiştir (ICRP, 1991). Yıllık etkin doz eşdeğeri (DR_W) ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

(2)

DR_W, α ve β için yıllık etkin doz eşdeğeri (Sv yıl^{-1}), A_W, toplam α ve β (Bq L^{-1}) için aktivite konsantrasyonlarıdır, IR_W, bir kişi için yıllık su alımıdır ve ID_F alfa için $3.58x10^{-7}$ Sv Bq^{-1} olup etkin doz eşdeğeri faktörüdür.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İncelenen su örneklerinin toplam-α ve toplam-β değerlerinin istatistiksel özeti Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelgeden görüldüğü örneklerin toplam-α değerleri yağışlı dönemde bir miktar artarken, toplam-β değerleri düşmüştür. Saha genelinde nispeten yüksek toplam-α değerler farklı noktalarda tespit edilirken, yüksek toplam-β değerleri Nusratlı köyüne aittir. Bununla beraber sahadaki suların toplam-α, -β değerleri Dünya Sağ-

lık Örgütü, 2008 raporunda içme suları için sırasıyla verilen 0.5 Bq/L ve 1 Bq/L değerlerinin altında kalmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanı yeraltı sularının toplam-α ve toplam-β değerlerinin istatistiksel özeti.

	Toplam-α (Bq/L)		Toplam-β (Bq/L)	
	K.D	Y.D	K.D	Y.D
Örn.S.	17	13	17	13
Min.	0,03	0,03	0,06	0,05
Maks.	0,31	0,37	0,98	0,57
Ort.	0,12	0,14	0,24	0,19
Medyan	0,09	0,12	0,16	0,12
SD	0,08	0,1	0,23	0,16

Örn.S.: Örnek sayısı, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, K.D: Kurak Dönem, Y.D: Yağışlı Dönem

Suların denklem 1 ve 2'ye göre hesaplanan yıllık etkin doz eşdeğeri ve tahmini yaşam boyu kanser riski değerlerinin istatistiki özeti Çizelge 2'de sunulmuştur. Dünya Sağlık Örgütü'nün yetişkinler için belirlediği yıllık etkin doz değeri 1 mSv/yıl olup (WHO, 2008), buna göre çalışma sahasında hesaplanan değerler bu değerin altındadır. Bununla beraber hesaplanan yaşam boyu kanser riski değerlendirmesi açısından Demirci ve Arıklı köyleri ön plana çıkmıştır.

Bölgede Arıklı ve Nusratlı köyleri iki önemli uranyum arama bölgeleridir. Arıklı, Nusratlı ve Ahmetçe köylerinde yapılan iç gama doz ölçümlerinde Nusratlı köyünün en yüksek iç mekan gama dozuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Top ve diğ., 2019b). Yeraltı sularındaki uranyum konsantrasyonu zaman içinde dinamik olarak değiştiğinden, Arıklı uranyum mineralizasyon sahasının etkisini ayırt etmek için yeterli verilere sahip bir yeraltı suyu izleme programı gereklidir.

Çizelge 2. Çalışma alanı yeraltı suyu örneklerinden hesaplanan yıllık etkin doz eşdeğeri ve tahmini yaşam boyu kanser riski değerlerinin istatistiksel özeti.

	DR_w	LCR	DR_w	LCR
	K.D		Y.D	
Min.	2,09	6,13	10,68	15,99
Maks.	32,92	82,78	168,22	184,27
Ort.	12,2	28,77	62,34	65
Medyan	9,4	24,02	48,03	64,08
SD	8,93	20,95	45,65	47,97

DR_w: Yıllık etkin doz eşdeğeri (Sy/yıl), LCR: Tahmini yaşam boyu kanser riski $*10^{-5}$ Min: Minimum, Maks: Maksimum, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma, K.D: Kurak Dönem, Y.D: Yağışlı Dönem

KATKI BELİRTME

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından desteklenmiştir (Proje No: MGA-2018-41483).

DEĞİNİLEN BELGELER

Alam, S. Md, Cheng, T., 2014. Uranium release from sediment to groundwater: Influence of water chemistry and insights into release mechanisms. Journal of Contaminant Hydrology, 164, 72-87 https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2014.06.001

Akgünlü, H., Sağlam, R. 1983. Uranium mineralization around Çanakkale-Ayvacık-Arıklı village, (in Turkish) Çanakkale-Ayvacık-Arıklı Köyü çevresindeki uranyum cevherleşmesi, MTA General Directorate of State. Report. No: 542

Coyte, R. M., Jain, R.C., Srivastava, S.K, Sharma, K. C., Khalil, A., Ma, L., Vengosh, A., 2018. Large-Scale uranium contamination of groundwater resources in India , Environ. Sci. Technol. Lett., 5, 6, 341-347. https://doi.org/10.1021/acs.est-

lett.8b00215.

Turgay, Muttalip & Yazici, Necmeddin & Taskin, Halim & Kam, Erol & Karahan, Gürsel. (2015). Assessment of gross α and β radioactivity for drinking water in Hatay province, Turkey. Desalination and Water Treatment. 57. 1-6. 10.1080/19443994.2014.1000384.

EPA. Environmental protectional agency, 1980. Gross alpha and gross beta radioactivity in drinking water. Method 900.0., USA.

EPA. Environmental protectional agency, 1988. Federal Guide report No.11, Limiting values of the radionuclide intake and air concentration and dose conversion factors for inhalation, submersion and ingestion, EPA. 520/1-88-020. Washington, USA.

ICRP. International Commission on Radiological Protection, 1991. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford

Örgün, Y., Altınsoy, N., Gültekin, A. H., Karahan, G., Celebi, N., 2005. Natural radioactivity levels in granitic plutons and groundwaters in Southeast part of Eskisehir, Turkey, Appl Radiat Isotopes, 63, 267–275.

Özen S., Goncuoğlu M.C., 2012, Origin of analcime in the Neogene Arikli Tuff, Biga Peninsula, NW Turkey, N.Jb.Miner.Abh,189/1, 21-34.

Top, G., Örgün Tutay, Y., Kampfl, G., 2018a. Determination of uranium-bearing samples in terms of possible contamination at Arıklı uranium mineralisation region, Çanakkale, Turkey, International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2018). DOI:10.13140/RG.2.2.26826.21441

Top, G., Örgün Tutay, Y., Kampfl, G., Horvat, M., 2018b. Indoor gamma measurements of the dwellings at Arıklı uranium mineralisation area. The 3rd International Young Researcher Scientific Conference on Sustainable Regional Development. ISBN: 978-963-269-730-7.

Top, G., Örgün Tutay, Y., Karahan, G., Özcan, O., Horvath, M., Kampfl, G.,2019a. The relationship between insitu indoor gamma dose rates and building materials at high background radiation areas: a case study from Arikli village (Ayvacik/Çanakkale/Turkey), Radiat. Prot. Dosim. doi:10.1093/rpd/ncz282.

Top G., Örgün Tutay Y., Kampfl, G., 2019b. "Insitu indoor gamma dose rates at Nusratlı and Ahmetçe villages (Ayvacık/Çanakkale/Turkey)", International Earth Science Colloquium on the Aegean Region (IESCA), 7-11 October, Izmir, Turkey.

World Health Organization (WHO), 2008. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 1: Recommendations 3rd Ed., Incorporating first and second addenda, World Health Organization, Geneva.

Koza ve Karamustafa Madenlerinin (Gümüşhane) Doğal (^{226}Ra, ^{232}Th ve ^{40}K) ve Yapay (^{137}Cs) Radyoaktivite Konsantrasyonlarının Araştırılması

Investigation of Natural (^{226}Ra, ^{232}Th and ^{40}K) and Artificial (^{137}Cs) Radioactivity Concentrations of Koza and Karamustafa Ore Deposits (Gümüşhane)

Ali Kaya[1], Alaaddin Vural[2], Necati Çelik[1]

[1]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Fizik Mühendisliği

[2]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, Gümüşhane

(alaaddinvural@hotmail.com)

Öz: Bu çalışma kapsamında Gümüşhane'deki Koza ve Karamustafa maden sahalarının topraklarındaki doğal (^{226}Ra, ^{232}Th ve ^{40}K) ve yapay (^{137}Cs) radyoaktivite konsantrasyonlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Koza maden sahasından 10 adet, Karamustafa maden sahasından 9 adet toprak numunesi alınmıştır. Numuneler Poptop Ortec dedektör ile analiz edilmiş ve ^{232}Th, ^{226}Ra ve ^{40}K elementlerinin doğal radyoaktivite değerleri ve ^{137}Cs'ın yapay radyoaktivite değeri tespit edilmiştir. Koza maden sahasındaki toprakların ^{232}Th değerlerinin 11±0,62 ile 43±1,43 Bq/kg arasında, ^{226}Ra değerlerinin 12,7±0,18 ile 23,1±0,32 Bq/kg arasında, ^{40}K değerlerinin 236±1,28 ile 975,24±2,83, ^{137}Cs değerlerinin ise 0 ile 3,3±0,01 Bq/kg arasında değiştiği görülmüştür. Karamustafa Maden sahasında ise ^{232}Th değerlerinin 13±0,86 ile 72±1,49 Bq/kg arasında, ^{226}Ra değerlerinin 13±0,38 ile 56±1,54 Bq/kg arasında, ^{40}K değerlerinin 397±1,73 ile 722,43±2,38, ^{137}Cs değerlerinin ise 0 ile 6±0,03Bq/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen ^{232}Th, ^{226}Ra ve ^{40}K aktivite derişimlerinin ağırlıklı dünya ortalamasıyla kıyaslandığında ^{40}K ve ^{226}Ra aktivitelerinin ortalama değerlerinin neredeyse tüm örneklerde dünya ortalamalarının üstünde olduğu, ^{232}Th değerlerinin ise bazı örneklerde dünya ortalamasının üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs, Doğal radyoaktivite, Yapay radyoaktivite, Gümüşhane

Abstract:*The aim of this study was to investigate the natural (^{226}Ra, ^{232}Th and ^{40}K) and artificial (^{137}Cs) radioactivity concentrations in the soils of Koza and Karamustafa ore deposits in Gümüşhane. For this purpose, 10 soil samples were taken from Koza ore deposit and 9 soil samples from Karamustafa ore deposit. The samples were analyzed with Poptop Ortec detector and the natural radioactivity values of ^{232}Th, ^{226}Ra, and ^{40}K elements and artificial radioactivity value of ^{137}Cs were determined. It was determined that ^{232}Th values ranged from 11±0,62 to 43±1,43 Bq/kg, ^{226}Ra values ranged from 12,7±0,18 to 23,1±0.32 Bq/kg, ^{40}K values ranged from 236±1,28 to 975,24±2,83 and ^{137}Cs values ranged 0,0 to 3.3 ± 0,01 at Koza ore deposit and at the Karamustafa ore deposit, ^{232}Th values ranged from 13±0,86 to 72±1,49 Bq/kg, ^{226}Ra values ranged from 13±0,38 to 56±1,54 Bq/kg, ^{40}K values ranged from 397±1,73 to 722,43±2,38 Bq/kg and ^{137}Cs values ranged 0 to* ***6±0,03.*** *When the obtained ^{232}Th, ^{226}Ra and ^{40}K activity concentrations were compared with the weighted world average, it was found that*

^{40}K and ^{226}Ra activities were higher than the world average in almost all samples, while ^{232}Th values were higher than the world average in some samples.

Keywords: *^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K, ^{137}Cs, Natural radioactivity, Artificial radioactivity, Gümüşhane.*

GİRİŞ

Günümüzde moda tabir "doğal" kavramı olmuştur. Neredeyse her kelimenin sıfat tamlaması olarak kullanılmakta olan kelime sihirli bir sözcük haline gelmiştir. Doğal sıfatı eklendiğinde her meta sanki iyiye/ideale dönüşmektedir. Sebzenin doğalı, meyvenin doğalı, çevrenin doğalı, kısaca her şeyin doğalı makbul olarak kabul edilmektedir. Halbuki her doğal olan iyi midir? Örneğin insanoğlu varoluşuyla birlikte sürekli ve kaçınılmaz olarak doğal radyasyonun etkisi altında kalmaktadır! Maruz kalınan radyasyon yaşanan ortamın konumu, jeolojik/jeokimyasal özellikleri ile de ilişkili olarak yüksek ve düşük olabilmektedir. Radyasyon, dünyanın yapısında bulunan radyoaktif çekirdeklerden, güneş sisteminden kaynaklanan kozmik ışıklardan olduğu gibi günümüzde yapay olarak insan kaynaklı faaliyetlerden de kaynaklanmaktadır. Günümüzde yaşadığı çevredeki radyasyonun insanlara/canlılara etkisi konusunda artan miktarda çalışmalar yapılmaktadır (Higgy ve Pimpl 1998; Miah vd., 1998; Kaya vd., 2015a, b, 2020; Vural 2018a, 2019a; Kaya ve Vural 2020; Vural ve Kaya 2020).

Toprak ve kayalarda bulunan en önemli doğal radyasyon kaynakları ^{40}K ile ^{238}U, ^{232}Th ve bunların bozunum ürünleridir. Bu radyoizotoplar insanlarda iç ve dış radyasyon dozlarına neden olmaktadır. İç radyasyonlara toprak ve kayalardan atmosfere geçen ^{222}Rn ve bozunum ürünlerinin solunması ve ayrıca ekili alanlarda topraktan besinlere geçen radyoizotopların insanlar tarafından tüketilmesi yol açmaktadır. Dış radyasyon ise uranyum ve toryum serilerindeki gama bozunumu yapan radyoizotoplardan ve ^{40}K radyoizotopundan kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada önemli bir metalojenik kuşak içinde yer alan **Gümüşhane il sınırı içinde**ki Koza ve Karamustafa maden sahalarının doğal radyasyon değerlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL-METOT

Sahanın Genel Jeolojisi

Saha Doğu Pontidler içinde olup, en yaşlı birim Orta-Geç Karbonifer yaşlı Gümüşhane granitoyidir (Vural, 2019a; Vural ve Erdoğan, 2014; Vural ve Kaygusuz, 2019 ve içindeki atıflar; Yılmaz, 1972). Birim üzerinde ise uyumsuz olarak Erken-Orta Jura yaşındaki volkanotortul karakterdeki birim gelir (Şenköy formasyonu (Yılmaz ve Kandemir, 2002) ve daha üst kesimde ise dereceli olarak Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşan Berdiga formasyonu gelmektedir (Pelin 1977). Kireçtaşı birimi ise Geç Kretase klastik, bazı bölgelerde ise volkani-klastik birimler tarafından kesilmektedir. Bölgede bu birimler Kermutdere formasyonu olarak adlandırılmaktadır (Tokel 1972). Bu birimler üzerinde ise bölgenin değişik kesimlerinde uyumsuzlukla volkanik ve tortul kayalardan oluşan Eosen yaşlı Alibaba formasyonu gelir (Tokel 1972; Vural ve Erşen 2013; Vural ve Ersen 2019). Bu birimler değişik bölgelerde eş yaşlı kalk-alkalin granitik kayaçlarca kesilmektedir (Karsli vd., 2013; Vural 2014, 2017, 2018b, 2020; Kaygusuz vd., 2020; Vural ve Kaygusuz 2021). Sahada en genç birimler Kuvaterner yaşlı alüvyon ve travertenlerdir (Vural 2019c).

Çalışmaya konu olan Koza-Karamustafa Maden Sahaları Gümüşhane Şehir merkezinin sırasıyla 19-35 km kuzey ve güneybatısında

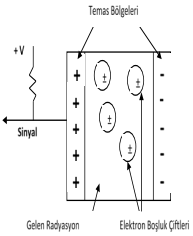
yer almaktadır. Her iki maden sahası da ortalama 4 km²'lik bir alana yayılımlıdır. Koza madeninde altın madenciliği, Karamustafa madeninde ise çinko-kurşun yanında altın madenciliği yapılmaktadır.

Örneklerin toplanması, hazırlanması ve radyoaktif ölçümleri

Maden sahalarındaki radyoaktivite değerlerine tespiti amacıyla Koza maden sahasından 10, Karamustafa maden sahasından ise 9 adet örnek alınmıştır. Örnekler tarım alanları dışından, organik madde içermeyecek şekilde örnek alım noktasının etrafı temizlenerek ve yüzeyden 0-15 cm derinliklerden, toprak kesitinin B seviyesinden alınmış ve ortalama 10 gün oda sıcaklığında bekletilerek doğal nemleri uzaklaştırılmıştır. Kurutulmuş örnekler 2 mm teflon eleklerden geçirildikten sonra darası alınmış marinelli sayım kaplarına aktarılmıştır. Her bir örneğin ağırlığı tartılıp kayıt altına alınmış ve her bir kap dışardan hava girmeyecek şekilde sıkıca kapatılmıştır. Toprak içinde bulunan bozunma ürünlerinin, ^{238}U ve ^{232}Th ile radyoaktif dengeye gelmeleri için örnekler 1 ay süreyle bekletilmiş ve sonrasında analizleri gama spektrometre ile gerçekleştirilmiştir.

Dış ışınlama açısından önemli olan gama radyoaktivite seviyeleri belirlenirken, dedektör ve örneğin en uygun sayım geometrisine göre yerleştirilmesidir. Bu amaçla yüksek verim sağlamaları bakımından marinelli kapları tercih edilmektedir. Marinelli kaplarının şekil ve boyutları, dedektör boyutlarına ve sağlanabilen örnek miktarına bağlı olarak değişmektedir. Yerleşim geometrisinde detektör marinelli kabının ortasındaki boşlukta yer aldığında örnek tarafından çevrelenmekte ve daha çok gama ışınının detektöre ulaşması sağlanarak verim yükseltilmektedir. Düşük düzeyli radyoaktivite ölçümlerinde, yarı iletken detektörler ve sintilasyon detektörleri yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Yarı iletken detektörlerin en büyük üstünlüğü, enerji ayırma güçlerinin çok iyi olmasıdır. Yani birbirine çok yakın pikleri kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu nedenle de spektrometrik gama analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Katı hal detektörlerinin yapımında en çok germanyum ve silisyum kullanılmaktadır. Katı hal detektörlerinde gelen radyasyon kristal ile etkileşerek enerjisini kaybeder. Bu etkileşmeler sonucunda kristal atomlarından kopartılan yüksek enerjili elektronlar diğer elektronlarla etkileşerek iyon çiftleri meydana getirirler ve yaklaşık 10^{-12}sn gibi çok kısa süre içinde olay kararlı hale gelir. Biriken bu yük, dışarıdan uygulanan bir elektrik alanı ile kristal boyunca sürüklenir ve bir elektrik sinyali elde edilir (Şekil 1).



Şekil 1. Yarı iletken dedektörlerin temel çalışma prensibi

Kristal içinde meydana gelen ve temas yüzeylerinde toplanan yük miktarı radyasyon cinsinden bağımsız olarak yalnızca soğurulan enerjiyle orantılıdır. Bir elektron çifti meydana gelmesi için gereken enerji yarı iletkenlerde 3eV, gaz iyonizasyon odalarında 30eV ve sintilasyon dedektörlerinde 300eV civarındadır. Enerjisi 1keV-60keV arasında olan fotonlar Si(Li) dedektörleri ile, 5keV ile 10Mev arasında olanlar ise Ge(Li) veya saf Ge(HP-Ge) dedektörleri ile ölçülmektedir. Si ve Ge kristalleri içine yerleştirilmiş bulunan lityum atomlarının yüksek sıcaklıklarda çok hareketli olduğu için her üç detektör de sıvı azot sıcaklığında (77º K) çalışır. Çalışmamızda Poptop Ortec dedektör kullanılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

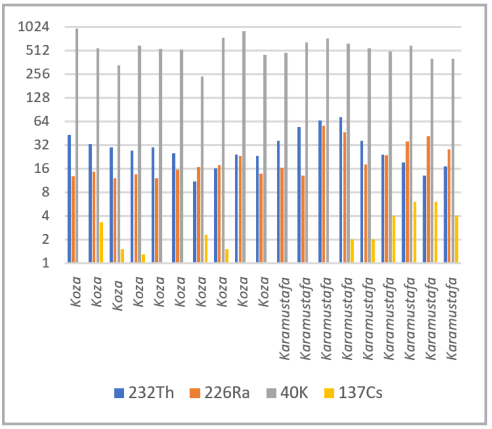
Çalışma kapsamında maden sahalarından toplanan örneklerin ^{232}Th, ^{226}Ra ve ^{40}K elementlerinin doğal radyoaktivite değerleri ve ^{137}Cs'ın yapay radyoaktivite değeri ölçülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Koza ve Karamustafa Sahaları Th, Ra, K ve Cs elementleri için doğal radyoaktivite seviyeleri

Maden Sahası	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs
Koza	43±1,43	12,7±0,18	975,24±2,83	0
Koza	33±1,42	14,5±0,08	547±1,43	3,3±0,01
Koza	30±1,38	12±0,26	330,6±1,28	1,5±0,01
Koza	27±1,25	13,5±0,18	587±2,19	1,3±0,01
Koza	30±1,36	12±0,25	534±2,16	0
Koza	25±1,33	15,6±0,27	524±1,85	0
Koza	11±0,62	16,8±0,23	236±1,28	2,3±0,04
Koza	16±0,78	17,8±0,36	741±3,24	1,5±0,03
Koza	24±1,26	23,1±0,32	892,8±3,43	0
Koza	23±1,23	13,9±0,04	447,2±2,45	0
K.Mustafa	36±1,22	16,3±0,34	476±1,64	1±0,01
K.Mustafa	54±1,47	13±0,38	643,28±2,28	0
K.Mustafa	66±1,78	56±1,54	722,43±2,38	0
K.Mustafa	72±1,49	46,3±1,16	622±2,13	2±0,02
K.Mustafa	36±1,23	17,9±0,36	543±1,43	2±0,01
K.Mustafa	24±1,34	23,5±0,56	498±1,86	4±0,02
K.Mustafa	19±1,03	35,6±1,76	587±1,82	6±0,03
K.Mustafa	13±0,86	41,5±1,84	398±1,56	6±0,02
K.Mustafa	17±0,95	27,9±0,94	397±1,73	4±0,01

Sahadaki kayaçların doğal radyoaktivite seviyeleri Koza maden sahası için ^{232}Th değerlerinin 11±0,62 ile 43±1,43 Bq/kg, ^{226}Ra değerlerinin 12±0,25 ile 23,1±0,32 Bq/kg, ^{40}K değerlerinin 236±1,28 ile 975,24±2,83 Bq/kg arasında olduğu, ^{137}Cs değerlerinin ise 3,3±0,01 Bq/kg'e ulaştığı, Karamustafa Maden sahası için ise ^{232}Th değerlerinin 13±0,86 ile 72±1,49 Bq/kg, ^{226}Ra değerlerinin 13±0,38 ile 56±1,54 Bq/kg, ^{40}K değerlerinin 397±1,73 ile 722,43±2,38 Bq/kg arasında olduğu, ^{137}Cs değerlerinin ise 6±0,03 Bq/kg'e ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 2). UNSCEAR (2000) raporunda yer kabuğundaki ^{232}Th, ^{226}Ra ve ^{40}K aktivite derişimlerinin ağırlıklı dünya ortalaması sırasıyla, 45, 32 ve 420 Bq/kg olarak verilmiştir.

Bu çalışma da ^{40}K ve ^{226}Ra aktivitelerinin örneklerin çoğunluğunda dünya ortalamalarının üstünde olduğu, Th değerlerinin ise bazı örneklerde dünya ortalamasını aştığı görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Koza ve Karamustafa Sahaları Th, Ra, K ve Cs elementleri için doğal radyoaktivite seviyelerine ait çubuk grafik

Sonuç olarak özellikle yoğun alterasyonun görüldüğü noktalar ve/veya cevherleşme sahalarının özellikle K ve Ra elementleri için doğal radyoaktivite açısından riskli sahalar olduğu, Th doğal radyoaktivite değerleri açısından ise temkinli yaklaşılması gereken sahalar olduğu söylenebilir. Yüksek Cs değerlerinin ise bölgenin 1986 yılındaki Çernobil faciasından etkilenmesinin işareti olarak düşünülmüştür.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 17.F5120.02.01).

KAYNAKLAR

Higgy RH, Pimpl M. 1998 Natural and man-made radioactivity in soils and plants around the research reactor of Inshass. Applied Radiation and Isotopes 49:1709–1712

Karsli O, Uysal I, Dilek Y, vd. 2013. Geochemical modelling of early Eocene adakitic magmatism in the Eastern Pontides, NE Anatolia: continental crust or subducted oceanic slab origin? International Geology Review 55:2083–2095.

Kaya A, Çelik N, Kaya S, Kaygusuz A. 2015a. Gümüşhane İlinin Çevresel Radyoaktivitesinin Belirlenmesi ve Doğal Fon Haritasının Çıkarılması. Gümüşhane, Türkiye

Kaya A, Vural A. 2020. Investigation of Natural (^{226}Ra, ^{232}Th and ^{40}K) and Artificial (^{137}Cs) Radioactivity Concentrations of Kırkpavli and Hazine Mağara Ore Deposits (Gümüşhane). 5.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yönetimi Kongresi, Kırşehir-Türkiye

Kaya S, Karabıdak SM, Çevik U. 2015b. Gümüşhane İli Çevresinde Toplanan Toprak ve Karayosunu Örneklerinde Doğal (^{226}Ra, ^{232}Th ve ^{40}K) ve Yapay (^{137}Cs) Radyoaktivite Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5:24–33

Kaya S, Kaya A, Çelik N, vd. 2020 Determination of the environmental natural radioactivity and mapping of natural background radioactivity of the Gumushane province, Turkey. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 326:933–957.

Kaygusuz A, Yücel C, Arslan M, vd. 2020 Eocene I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Insights into magma genesis and magma-tectonic evolution from whole-rock geochemistry, geochronology and isotope systematics. International Geology Review, 62(11), 1406-1432.

Miah FK, Roy S, Touhiduzzaman M, Alam B (1998) Distribution of Radionuclides in soil samples in and around Dhaka city. Applied Radiation and Isotopes 49:133–137

Tokel S (1972) Stratigraphical and volcanic history of Gümüşhane region

UNSCEAR (2000) Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiations. New York

Vural A (2019a) Investigation of the radiation risk to the inhabitants in the region close to the hydrothermal alteration site, Gümüşhane/Turkey. Journal of Engineering Research and Applied Science 8:1168–1176

Vural A. 2018a Assessment of Radiation Exposure Risks of Villagers Living in Sites Close to Hydrothermal Alteration Areas: Demirören, Gümüşhane/NE Turkey. 3rd International Healt Sciences and Management Conference, 298–305

Vural A 2019b Evaluation of soil geochemistry data of Canca Area (Gümüşhane, Turkey) by means of Inverse Distance Weighting (IDW) and Kriging methods-preliminary findings. Bulletin of The Mineral Research and Exploration 158:10–20.

Vural A. 2017 K-Ar dating for determining the age of mineralization as alteration product: A case study of antimony mineralization vein type in granitic rocks of Gümüşhane area, Turkey. Acta Physica Polonica A 132:792–795.

Vural A. 2018b. Relationship between the geological environment and element accumulation capacity of Helichrysum arenarium. Arabian Journal of Geosciences 11:258. https://doi.org/10.1007/s12517-018-3609-0

Vural A. 2014. Trace/heavy metal accumulation in soil and in the shoots of acacia tree, Gümüşhane-Turkey. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 148:85–106

Vural A. 2020 Investigation of the relationship between rare earth elements , trace elements , and major oxides in soil geochemistry. Environmental Monitoring and Assessment 192:124.

Vural A. 2019c. Zenginleştirilmiş Jeoturizm Güzergahlarına Dair Farkındalık Oluşturulması : Eski Gümüşhane-Dörtkonak Güzergahı. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi 10:250–274

Vural A, Erdoğan M. 2014. Eski Gümüşhane Kırkpavli Alterasyon Sahasında Toprak Jeokimyası. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Ens-

titüsü Dergisi 4:1–15

Vural A, Ersen F. 2019. Geology, mineralogy and geochemistry of manganese mineralization in Gumushane, Turkey. Journal of Engineering Research and Applied Science 8:1051–1059

Vural A, Erşen F. 2013. Eski Gümüşhane (Argyropolis) Manganez Yataklarının Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri. 66. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Türkiye, 162–163

Vural A, Kaya A. 2020. Study on the natural and artificial radioactivity risk of the Aktutan alteration site (Gümüşhane). 5.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yönetimi Kongresi, Kırşehir/Türkiye

Vural A, Kaygusuz A. 2019. Petrology of the Paleozoic Plutons in Eastern Pontides: Artabel Pluton (Gümüşhane, NE Turkey). Journal of Engineering Research and Applied Science 8:1216–1228

Vural A, Kaygusuz A. 2021 Geochronology, petrogenesis and tectonic importance of Eocene I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey. Arabian Journal of Geosciences 14:467.

Yılmaz C, Kandemir R. 2002. Şenköy Formasyonu: Yeni bir formasyon adlaması. 3. Stratigrafi Çalıştayı Bildiri Özleri. Ankara, Türkiye, s 14

Yılmaz Y (1972) Petrology and structure of the Gümüşhane granite and surrounding rocks, NE Anatolia

TIBBİ JEOLOJİ

MEDICAL GEOLOGY

MUZAFFER METİNTAŞ – MUSTAFA NECMİ İLHAN
HÜSEYİN YALÇIN

Poster/*Posters*

Adıyaman/Besni Bölgesinde İçme Suyu Olarak Tüketilen Suların Tıbbi Jeoloji Açısından Değerlendirilmesi

Assesment of Consumed Drinking Water in Adıyaman/Besni Area with Respect to Medical Geology

Şükrü Gül, Zeynep Özdemir, Betül Coşkun Önal

Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mersin, Türkiye

(cbetul86@gmail.com)

Öz: Adıyaman/Besni ilçesinde içme suyu olarak tüketilen toplam 24 adet şişe ve şebeke suyu örneklerinin kimyasal ve fiziksel parametreleri belirlenerek içilebilme özellikleri araştırılmıştır. Bölgeden alınan (Şubat 2019) içme suyu örneklerinin element düzeyleri (Ca, Mg, K, Na, B, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, As, Se, Cd, Ba ve Pb) Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarından minimum, maksimum, ortanca ve ortalama değerler hesaplanmış, TSE 266 (2010), WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) standartlarına göre değerlendirilmiştir. Na (1.59-4.07), Mg (4.02-13.64), Ca (36.64-80.62) ve K (0.16-0.47) elementleri ile pH (7.10-8.41) ve elektriksel iletkenlik-EC (122-450) değerlerinin belirtilen sınır değerler içerisinde oldukları saptanmıştır. B, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, As, Se, Cd, Ba ve Pb elementleri ise algılama sınırı altında oldukları için yorumlanamamıştır.

İçme suyu olarak tüketilen suların kimyasal ve fiziksel özellikleri açısından değerlendirilmesi insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Çünkü, elementlerin düşük veya yüksek miktarlarda olması zamanla bazı hastalıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle içme suyu olarak tüketilen suların periyodik olarak denetlenmesi gerekmektedir. Bölgede içme suyu olarak tüketilen suların ise sağlık açısından sorun oluşturmadığı yapılan değerlendirmelere göre belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: Şişe ve şebeke suyu, kimyasal çözümlemeler, fiziksel özellikler

Abstract: *In this study 24 bottle and tap water samples used as drinking water in Adıyaman/ Besni area were evaluated. In addition to their drinkability characteristics, chemical and physical parameters were investigated. Element content (Ca, Mg, K, Na, B, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, As, Se, Cd, Ba ve Pb) of drinking water samples taken from the area (February 2019) were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Minimum, maximum, median and mean values were calculated from the obtained results and evaluated according to TSE 266 (2010), WHO (World Health Organization) and EPA (US Environmental Protection Agency) standards. Na (1.59-4.07), Mg (4.02-13.64), Ca (36.64-80.62) and K (0.16-0.47) elements and pH (7.10-8.41) and Electrical Conductivity-EC (122-450) values are within the limit values. The elements B, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, As, Se, Cd, Ba and Pb could not be interpreted because they were under detection limit.*

Evaluation of waters consumed as drinking water in terms of chemical and physical properties is very important for human health. Because, low or high amounts of elements can cause some diseases over time. Therefore, waters consumed as drinking water should be checked periodically. It can be expressed that the waters consumed as drinking water in the region is not a problem in terms of health.

Keyword: *Bottle and tap water, chemical analyses, physical properties*

DİZİN

A

Abukan, Sezgin 587
Acar, Dursun 959, 968
Acar, Ergin 135
Açlan, Mustafa 653
Adıgüzel, Cemil 464
Ağrılı, Haşim 646
Ahmadi, Hemayatullah 182
Akal, Cüneyt 40, 634, 661, 699
Akar, Murat 332
Akar, Toygar 425, 445
Akay, Erhan 42
Akbaş, Melikan 879
Akbulut, Akın 315, 316
Akbulut, Mehmet 581
Akçıl, Mehmet Ruhi 942
Akgöz, Aysun 726, 742, 746
Akgöz, Murat 286
Akgündüz, Serdar 187, 293, 319
Akgün, Haluk 505, 520
Akgün, Mustafa 836
Akhmadov, Shoir Islamovich 796
Akhmedova, Z. K. 793
Akıllı, Hafize 133, 173, 355
Akın, Lütfiye 636
Akıska, Sinan 789
Akkaş, Nuri 954
Akkemik, Ünal 232
Akkiraz, Mehmet Serkan 885
Akkuş, İbrahim 336
Akoğlu, Ahmet M. 79, 81, 851
Aksoy, Ercan 67
Aksoy, M. Ersen 379
Aksoy, Niyazi 939
Aksoy, Taner 507
Aksoy, Yeliz Yükselen 859
Aktan, Özlem Argun 105
Aktuğ, Bahadır 857
Aktuğ, Hakan 225
Akyıldız, Mustafa 109, 719, 744
Akyüz, Fatih 719
Akyüz, H. Serdar 70
Alak, Akın 112, 114
Alan, Hüseyin 67
Albayraktar, Can Berk 445
Alçiçek, Hülya 956, 964
Alçiçek, M. Cihat 964
Aldanmaz, Ercan 639
Aldemir, Alper 84
Aldemir, Elçin 443
Alkan, Anıl 669
Altıncı, Eray 511
Altıner, Demir 165, 871, 883
Altıner, Sevinç 883
Altıner, Sevinç Özkan 654, 881
Altunel, Erhan 583
Altunkaynak, Şafak 628, 630
Anderson, Mark 188
Aral, Zehra Deveci 736
Aras, Aydın 291
Araslan, Selim 449
Ar, Bahrican 642
Ardahanlıoğlu, Anıl 853
Arehart, Greg B. 288
Arenas, Concha 979
Arıkanoğlu, Mert 109
Arıkan, Serap 147
Arık, Fetullah 242, 247, 769
Arpat, Esen 49
Arsay, Mustafa Selman 979
Arslan, Mehmet 642
Arzu Ertop 964
Aslan, Rüstem 26
Aşma, Derya 573
Atakul-Özdemir, Ayşe 883, 952
Atalar, Cavit 301
Atalar, Erdem 733
Atalay, Fırat 721
Atıcı, Gökhan 263
Avcı, Erdi 293, 319
Avcı, M. Kerem 212
Avcı, Serdar Onur 785

Avcu, İrem 359
Avşar, Özgür 917
Avşar, Ulaş 917
Axmadaliyevich, OmonovXayitbay 801
Axmedova, Ziyoda Kamunalovna 793
Aydar, Erkan 636
Ayday, Can 139, 375, 377
Ay, Deniz 110
Aydıncak, Halil 785
Aydındağ, Abdulkerim 281, 293, 319
Aydındağ, Abdülkerim 204
Ayken, Sarp 941
Aylan, Eşref 145, 954
Ayruk, Efe 82
Aysal, Namık 223, 371, 386, 644, 673
Aysert, Ercüment 750
Aytaç, Ahmet Serdar 587
Aytemiz, Nevin Uras 325
Azizi, Hossein 100

B

Babacan, Ali Erden 527
Bademler, Fatih 736
Bagtash, Roghayeh Fallah 966
Bağcı, Metin 277
Bakuer, Akgün 756
Balcı, Nurgül 367, 395, 400, 959
Balcı, Nurgül Çelik 968
Balkan, Emir 475, 857
Baran, Cüneyt 726, 742, 746
Baran, Hacı Alim 206
Baran, Sücaattin 203
Başaran, Ahmet 954
Başaran, Can 277
Başarır, Nilgün 336
Başokur, Ahmet Tuğrul 462
Baştürk, Özgür 365
Bayhan, Uğur Can 673
Bayındır, Melis 325
Baykara, M. Oruç 887
Bayrakcıoğlu, Elif Dilek 697
Bayrak, Salim Birkan 630
Bayraktutan, Mehmet Salih 467, 656, 840
Bayram, Levent 490
Bedi, Yavuz 139
Bengü, Bahar Beşter 149
Berge, Meriç Aziz 457
Beyazıt, Mustafa 599
Beyaz, Turgay 295
Bilen, Cüneyt 913
Bilge, Habib Tolga 511
Biltekin, Demet 917, 968
Bogaard, Paul van den 634
Borminsky, Sergei Ivanovich 806
Boukarm, Riadh 513
Boyan, Nazan 223
Boz, Doğuş 200
Bozkaya, Gülcan 736
Bozkaya, Ömer 736, 875
Bozkurt, Alper 158, 191, 899
Bozkurt, Erdin 67, 847
Bozkurtoğlu, Erkan 297
Bracke, Guido 24
Brown, Sarah 263
Bruch, Angela 885
Bulut, Yılmaz 323
Bülbül, Engin 334
Büyükdeniz, Yusuf 845
Büyükmeriç, Yeşim 915, 956, 964

C

Candan, Osman 35, 658, 661, 664, 684
Cebe, Ayşe 212, 293
Cengiz, İsmet 754, 785
Cengiz, Türkan 139
Cenki-Tok, Bénédicte 684
Chernousenko, Vsevolod 32
Choisser, A. 13
Cihan, İsmail 752
Cohen, David 723
Collins, Alan S. 658
Corcoran, Loretta 646
Coruk, Özkan 297, 507, 522
Coşar, Ekrem 283
Coşkuner, Berkant 160, 492
Coşkun, Kenan 742, 746
Çağatay, Namık 968
Çağdaş, Gamzenur 976
Çağlan, Dinçer 515
Çakır, Elif 359, 361

Çakıroğlu, Cansu 490
Çakır, Ziyaddin 72
Çakır, Ziyadin 79, 81, 82
Çakmak, Büşra 638
Çakmak, Özgür 416
Çalık, Ayten 252
Çam, Düzgün 334
Çan, Tolga 265, 268, 828
Çavdar, Buğra 188, 742, 746
Çelik, Ahmet Emin 135
Çelik, Mehmet Fatih 983
Çelik, Mert 449
Çelik, Ömer Faruk 153, 667, 669
Çelmen, Oktay 332
Çetin, Hasan 518
Çetinkaplan, Mete 664, 684
Çetinkaya, Delal 857
Çetinkaya, İlayda 460
Çetin, Metin 532
Çetin, Senem 905
Çevikçelik, Muradiye 353
Çevik, Nihal 219, 259
Çıkrıkcı, Betül 905
Çınar, Haydar 135
Çıvgın, Begüm 857
Çiçek, Aydın 332
Çiftçi, Ali 237
Çiftçi, Emin 742
Çiftçi, Yahya 579, 585, 591
Çil, Akın 731
Çimen, Okay 169, 646
Çiner, Attila 945
Çoban, Birgül 754
Çobankaya, Mehmet 263
Çolak, Aytekin 283
Çolak, Mümtaz 425
Çolakoğlu, Ali Rıza 756
Çolak, Turgut 646
Çoraman, Emrah 621
Çoşkun, Kenan 726
Çörtük, Rahmi Melih 153, 667, 669
Çubuk, Yavuz 646

D

Dağlıyar, Ayşe 325
Davies, Joshua H.F.L. 153
Dayıoğlu, Hayri 120, 127, 128
Değirmenci, Emre 449
Demirbağ, Hünkar 791
Demir, Behzat Gökçen 315, 316
Demirbilek, Hüseyin 529
Demirbugan, Alper 212
Demircioğlu, Ramazan 180, 492
Demir, Çigdem Şahin 715
Demir, Çiğdem Şahin 288, 717, 748
Demirkıran, Zülfü 939
Demiroğlu, Muhterem 991
Demirtaş, Ramazan 74
Demirtay, Yağız Özkan 931
Demir, Yılmaz 671
Deniz, Kıymet 772
Derinel, Nazlı Ece 701
Deveciler, Ali 929
Deveci, Özgür 726, 750
Dilaver, Zuhal 212
Dilekler, Gülnur 766
Doğan, Sibel Karacan 139
Doğan, Uğur 72, 79, 82
Doğan, Yalın Umur 511
Dönmez, Cahit 646, 726, 728, 736, 739, 742, 746, 763
Dönmez, Mustafa 139
Drahor, Mahmut Göktuğ 457, 487, 524
Dulabova, Nafisa Yusupovna 793
Dulabova, N. Yu. 793
Duman, Tamer Y. 60, 532, 826
Dumitrica, Paulian 91
Dunkl, Istvan 156
Dunkl, István 8
Durak, Sariye Duygu 885
Duran, Erhan 234, 259
Duran, İsmail 449, 836
Durgun, M. Barış 736
Dursun, Göksel 293, 319, 595
Duru, Olgun 650
Duygu, Ali Ergin 413, 414
Duzman, Turgut 171
Düzgün, Turabi 532
Düz, Kadir 754, 785

E

Ece, Ali Aykut 475
Ecevitoğlu, Berkan 475, 857
Ediger, Volkan Ş. 5
Ediş, Bilgehan Toksoy 313
Efe, Ahmet 288
Ekici, Taner 717
Elbi, Gökben 736
Elçi, Barış 349, 351
Elidemir, Sanem 328
Elmacı, Hasan 64, 826, 828
Elma, İsmet 583
Emre, Ömer 60
Engin, Tandoğan 705
Eraslan, Cemile 991
Erbay, Sadıkcan 892, 905
Erbil, Ümitcan 178
Ercel, Ayetullah 466
Erdağ, Ahmet 542
Erdem, Mert Eren 892
Erdem, Nazire Özgen 581
Erdoğan, Burhan 42
Erdoğdu, Ecem 929
Eren, Yaşar 160, 180
Ergen, Ali 158, 191
Erginal, Ahmet Evren 959
Ergin, İrem 145
Ergin, Mehmet 76
Ergin, Mustafa 105, 962
Ergintav, Semih 72, 79, 82
Ergüler, Güzide Kalyoncu 325
Ergüler, Zeynal Abiddin 325, 330
Eriş, Kadir 968
Eriş, K. Kadir 959
Erkan, Kamil 460
Erkeling, Gino 379
Erkman, Ahmet Cem 925
Erkoç, Hilmi 82
Erkül, Fuat 658
Eroğlu, Mahmut 739, 763
Erol, Gökhan 317
Er, Selman 313
Ersoy, Arzu Fırat 420
Ersoy, Emrah Yalçın 634
Ersoy, G. Gamze 736
Ersoy, Hakan 301
Ertekin, İbrahim K. 750
Ertop, Arzu 964
Ertunç, Güneş 416, 721
Ertürk, Mustafa 717
Erüz, Coşkun 125
Esat, Korhan 175, 853, 857
Esenoğlu, Hasan Hüseyin 371
Esina, Düzgün 515
Esirtgen, Tolga 191
Eskiköy, Figen 72
Eskiocak, Musa 838
Eski, Semih 67, 830, 832, 836, 859, 864
Esmer, Ekrem Murat 365
Essahlaoui, Narjisse 601
Evcimen, Özmen 167
Ezhkov, Yury Borisovich 806

F

Farımaz, İlay 82
Ferré, Eric 13
Franz, Gerhard 32
Fredj, Mohamed 513
Füsun Danacı 325

G

Garczynski, Bradley 367
Geçgil, Zülfükar Onur 752
Geçkin, Berna 834
Gedik, Dilek 416
Gemici, Ünsal 425
Genç, Deniz 515
Genç, Ş. Can 644
Genç, Yurdal 818
Gerdes, Axel 661
Gernert, Ullrich 32
Gizli, Hulde Tuğba 907
Glodny, Johannes 32
Glynn, Sarah 32
Goipov, Akram Bayramovich 796
Göçmengil, Gönenç 593, 621, 644, 673
Göçmenoğlu, Fırat 897
Gökçeoğlu, Candan 84

Gökgöz, Ali 976
Gökler, Mehmet Enes 985
Göncüoğlu, M. Cemal 875
Görmüş, Muhittin 899
Görüm, Tolga 369, 849
Gövercin, Gökhan 739
Göz, Ersel 975
Guillong, Marcel 673
Güleç, Nilgün 328, 654, 881
Gülen, Levent 449
Güler, Bahadır 515
Gül, Şükrü 1005
Gültekin, Ali Haydar 400
Gümüş, Burçin Aşkım 913
Günay, Kurtuluş 726, 728, 739, 742, 746, 750, 763
Günel, Handan 227, 234, 259
Güner, Elanur 225
Günes, Yağmur 367
Güneş, Coşkun 475, 783
Güneş, Yağmur 395, 400
Güneş, Yavuz 843
Güney, Ayşegül 956
Güngör, Halit 954
Güngör, Nusret 315, 316
Güngör, Yıldırım 579, 585, 591, 595
Günhan, Özgür 416
Güraslan, Işıl Nur 628, 630
Gürboğa, Şule 133, 145, 173, 826, 954
Gürbüz, Erhan 507
Gürbüz, Yusuf 416
Gür, Çağdaş 149
Gürsoy, Halil 449
Güvercin, Sezim 79
Güvercin, Sezim E. 72
Güzelçimen, Feyza 386

H

Hacısalihoğlu, Ömer 449
Hakyemez, Aynur 158, 178
Halton, Alison 153
Hanilçi, Nurullah 673
Hartmann, Gerald 30
Hashemian, Khadijeh 467
Hasözbek, Altuğ 42
Hassan, Abdourazakou Maman 420
Hayas, Mohammed 583
Helvacı, Cahit 699
Hofstra, Albert H. 288
Horgan, Briony 367
Hosseinzadehsabeti, Elham 13
Hoşgör, İzzet 894, 947

I

Ilgar, Ayhan 158
Ilgın, Ömer 787
Imamverdiyev, Nazim 656
Işık, Nihat Sinan 542
Ivanova, Daria K. 902
Ivanov, Dimiter 118
İçen, Abdullah 84
İleri, Özden 212
İmer, Ali 721, 731, 766
İmer, Ezgi Ünal 887
İnal, Didem 909
İnal, Sedat 646
İnaner, Hülya 581
İslamoğlu, Tunç 293
İsmayil, Coşqun 769
İşintek, İsmail 909
İşoğlu, Sami Serkan 277
İzmirli, Metin 469

K

Kabak, Şaban 913
Kadıoğlu, Yusuf Kağan 820
Kadiroğlu, Filiz Tuba 74
Kalafat, Doğan 843
Kalkan, Ekrem 536
Kamacı, Ömer 630
Kanaat, Gökhan 135
Kandemir, Raif 671
Karaarslan, Temel 857
Karabacak, Banu 212
Karabacak, Volkan 845
Karabulut, Hayrullah 72, 79, 82
Karacık, Zekiye 644, 991
Karadağlar, Macit 133, 173
Karadenizli, Levent 449

Karagöz, Oğuzcan 379, 381
Karagöz, Umut Can 509
Karagüzel, Remzi 547
Karakaş, Ahmet 297
Karakaş, Zehra Semra 229
Karakaya, Ali Esat 195
Karakaya, A. Onur 791
Karakaya, Ferdane 826
Karakaya, Onur 349, 351, 476
Karakuş, Erhan 960
Karakuş, Hüseyin 330
Karaman, Bilge 263
Kara, Mehmet 843
Kara, Meryem 826
Karaoğlan, Fatih 453
Karaoğlu, Özgür 603, 689
Karapınar, Dilek 306
Karataş, Burcu 744
Karayiğit, Ali İhsan 323
Karslı, Hakan 527
Karslıoğlu, Özge 673
Kartal, Pir Çağatay 954
Kartal, Recai Feyiz 74
Kasapçı, Cem 585, 595
Kavak, Aydın 522
Kaya, A. Mahir 857
Kayabalı, Kamil 499, 501
Kayabaşı, Ali 552, 565
Kayacılar, Cengiz 585
Kayadibi, Önder 64, 133, 147, 173, 355, 449
Kayakıran, İbrahim 293
Kaya, Melike 373
Kaya, Tuğçe Nagihan Arslan 107, 968
Kaygısız, Ersin 371, 386, 673
Kayğılı, Sibel 905
Kaypak, Bülent 847, 857
Kayseri, Mine Sezgül Özer 956
Kayseri-Özer, Mine Sezgül 323
Kedek, Sungur 524
Kekovalı, Kıvanç 843
Kelam, Arzu Arslan 520
Kenkmann, Thomas 381
Kesim, İsmail Batuhan 754, 785
Keskin, Mehmet 449, 639, 650
Khanolkar, Sonal 905
Khomenko, Vladimir 32
Kıbrıs, Mithat Emre 375, 377
Kılıç, Ali Murat 915, 956
Kılıç, Ali Rıza 449
Kılıç, Ayşe Didem 638
Kılıç, Elif 229
Kılıç, Nida 929
Kılıç, Nurgül Karlıoğlu 968
Kılıç, Önder 107
Kılıç, Sema 789
Kılıç, Sinan 603
Kınacı, Eyyüp Hikmet 235
Kıral, Nurcan Gümüş 206
Kırat, Uğur Zeki 954
Kırtıl, Murat 283
Kızılgöz, İ. Erdem 748
Kibaroğlu, Mustafa 30
Kibar, Ünal 359
Klügel, Andreas 30
Kocaharzen, Ali 283
Koç, Ayten 162, 952
Koçbulut, Fikret 67
Koçkar, Mustafa Kerem 84, 505, 520
Koh, Sang-Mo 728
Komut, Tolga 137
Konak, Ayşin 597
Konca, Özgün 72
Koralay, O. Ersin 661
Koralay, Osman Ersin 658, 664
Koral, Hayrettin 187
Koruyucu, Murat 139
Kozal, Ekin 30
Kozlu, Hüseyin 338
Köksal, Mehmet 750
Köküm, Mehmet 70, 72
Körüklü, Tuğrul 212
Köse, Murat 464
Kösesakal, Taylan 107
Kucak, Ramazan Alper 306
Kuebler, Corinne 646
Kumsar, Halil 509
Kumtepe, Pemra 139
Kurt, Mehmet Ali 107
Kurt, Yiğit 673
Kuru, Gülay Sezerer 393

Kusky, Timothy 15
Kuşcu, İlkay 760
Kuşçu, Ercan 752
Kutlu, Furkan Mecit 515
Küçüksümbül, Anıl 425, 445
Külahcı, Güllü Deniz Doğan 42
Kürçer, Akın 64, 133, 173, 355, 449, 826, 828

L

Lakova, Iskra 902
Lazarova, Maria 118
Less, Gyorgy 905
Li, Qiu-Li 664
Lüle, Çiğdem 229
Lyckberg, Peter 32
Lyons, Timothy 7

M

Maffione, Marco 95
Mahlstedt, Nicolaj 32
Mahmutoğlu, Yılmaz 306, 547, 559
Malazgirt, Alp 349, 351, 476, 791
Marzoli, Andrea 153, 669
Mathur, Ryan 715, 717, 748
Maurer-Rurack, Ute 24
McCaig, Andrew 697
Mehdipour, Vali 467
Menegon, Luca 188
Mennan, Aziz 950
Mercan, Çağrı 654, 881
Meriç, Niyazi 830, 832, 834
Mertz-Kraus, Regina 634
Mesci, Bekir Levent 925
Metin, Martin 221
Metin, Yüksel 67, 167
Metodiev, Lubomir 902
Moralı, Gülcan 297
Morris, Antony 188
Mosbrugger, Volker 885
Movlanov, Jakhongir Jurabekovich 793, 801
Movlanov, J. J. 793
Munduzova, Mavlyuda Akbarovna 806
Munoz, Margaret 349, 351
Mustafa, Deniz Dündar 988
Muşkara, Üftade 597
Mutlu, Halim 133, 173, 355, 726
Mutlu, Sunay 475, 857
Mülayim, Oğuz 894, 947
Mülazımoğlu, Necip Sabri 581

N

Nakache, Radouane 513
Nazik, Atike 877, 915, 956
Nurlu, Murat 62
Nurlu, Yıldız 139
Nurtaev, Bakhtier 758

O

Oberhaensli, Roland 664, 684
Oberhansli, Roland 661
Oberhänsli, Roland 93
Okay, Aral İ. 21, 89, 165, 171, 178, 892
Okay, Nilgün 197, 270
Okuyucu, Cengiz 875, 879
Olgun, Şeyda 826, 828
Orhan, Ayşe 772
Oruç, Bülent 857
Oskay, Rıza Görkem 323
Otlu, Nazmi 717
Oyan, Vural 654, 742, 746, 881
Oyman, Tolga 787
Ökeler, Ahmet 76
Önal, Betül Coşkun 1005
Önal, Kemal 752
Önal, Okan 859
Öncü, Umut 449
Öner, Ertuğ 608
Öngen, Ali Samet 330
Öngen, Sinan 371
Ön, Sena Akçer 959
Ören, Ali Hakan 859
Över, Demet 838
Özacar, Vehbi 939
Özaksoy, Volkan 826
Özalp, Selim 64, 826, 828
Özarpacı, Seda 72, 79, 82
Özbek, Ali Kılıç 416
Özbek, Ertuğrul 710

Özbek, Tuba Aydın 883
Özcan, Ekrem 701
Özcan, Ercan 873, 892, 905
Özçelik, Yoel Barış 632
Özdemir, Alpay 72, 79, 82
Özdemir, Ayfer 418
Özdemir, Ayşe Atakul 654, 875, 881
Özdemir, Ersin 826, 828
Özdemir, Ferit 277
Özdemir, Yavuz 654, 881
Özdemir, Zeynep 1005
Özden, Gürkan 859
Özel, Mehmet Emin 386
Özel, Sevda 202
Özen, Hülya 599
Özen, Sevgi 290
Özen, Yeşim 769
Özer, Caner Kaya 956
Özer, Sacit 889, 894, 947
Özgüner, K. Canan 133, 173
Özgüneylioğlu, Aysen 581
Özkan-Altıner, Sevinç 911
Özkan, Mutlu 153, 667, 669
Özkan, Recep 883
Özkara, Ayşe 212
Özkaymak, Çağlar 830, 832, 834, 864
Özkul, Mehmet 599, 976, 979
Özkurt, Şakir Önder 925
Özkümüş, Serkan 736
Özmen, Bülent 67
Özpolat, Emrah 849
Özsayın, Erman 490
Özşeker, Koray 125
Öztürk, Alican 235
Öztürk, Burak 371
Öztürk, Caner 457, 487, 524
Öztürk, Muhammed Zeynel 483
Öztürk, S. Melike 507
Öztürk, Tuğrul 464
Öztürk, Yeşim Yücel 40, 699
Özyavaş, Aziz 131
Özyol, Feride 939
Özyurt, Didem 509
Özyurt, Rabia 135

P

Paksoy, Emre 503
Palas, Serkan 281, 293, 319
Parlak, Oktay 286
Parlak, Osman 13, 91, 156, 188, 742
Pehlivan, Hakan 212
Pekkan, Emrah 475, 857
Pekşen, Ertan 857
Pernicka, Ernst 288
Petculescu, Alexandru 927
Petrova, Silviya 902
Pınarcı, Emre 518
Polat, Ali 15
Polat, Yağmur 460
Prelevic, Dejan 634

R

Reşber, Mehmet 509
Rızaoğlu, Tamer 13
Robertson, A. H. F. 91
Ruşen, Abdurrahman 247

S

Saadoun, Abderrazak 513
Saavedra, Oscar 349, 351
Sağlam, Ezgi 171
Sancar, Taylan 845
Sandıkkaya, Mustafa Abdullah 84
Sapancı, Özgür 476, 791
Saraswati, Pratul Kumar 905
Sarayköylü, Tuğba 509
Sarı, Bilal 894, 909, 931, 947
Sarı, Erol 107, 968
Sarıkavak, Kerim T. 847
Sarıkaya, M. Akif 945
Sarı, Ramazan 723, 736
Sarı, Seher Aloğlu 279
Satır, Muharrem 42
Savov, Ivan 697
Sayılı, İ. Sönmez 229, 789
Say, Yiğithan 509
Schmitt, Axel 42
Schmitt, Axel K. 636
Schulz, Hans-Martin 32

Seferoğlu, Şevkican 752, 754
Selçuk, Levent 295, 573
Semiz, Barış 613
Sevim, Mustafa 28
Seyitoğlu, Gürol 175, 853, 857
Sherlock, Sarah C. 153
Shumlyanksyy, Leonid 32
Shyam, Badri 42
Siebel, Wolfgang 42
Simonetti, Antonio 646
Simonetti, Stefanie 646
Skinner, Lawrie 42
Softa, Mustafa 112, 114, 830, 832, 834, 836, 855, 859
Solak, Cüneyd Nadir 120, 127, 128
Songören, O. Taner 227
Sonkaya, Emel 272
Sosson, Marc 97
Soycan, Havva 158
Soypak, Rıza 208
Sönmez, Fatma Nuran 723
Sönmez, Mehmet 522
Sönmez, Şafak Utku 756
Sönmez, Yunus 739
Sözbilir, Hasan 67, 830, 832, 834, 836, 859, 864
Sözer, Adil 917
Sözer, Belma Soydaş 815
Sözeri, Koray 227, 234, 259
Sparks, Steve 263
Spencer, Joel Q.G. 112, 114, 825, 830, 832, 834
Stoykova, Kristalina 902
Struck, Ullrich 32
Sudo, Masafumi 32, 684
Suludere, Yaşar 581
Sunal, Gürsel 628
Sümer, Ökmen 112, 114, 830, 832, 864
Şahiner, Eren 830, 832, 834, 849
Şahin, Sabah Yılmaz 223, 232, 632
Şahmaran, Mustafa 84
Şans, Gökhan 547
Şaroğlu, Fuat 60
Şekerci, Fatih 400
Şen, Adnan 937
Şen, Cüneyt 671
Şener, Mehmet Furkan 483
Şengör, A. M. Celâl 70
Şengüler, İlker 349, 351, 791
Şengün, Fırat 42
Şenkaya, Mustafa 527
Şen, Şamil 338
Şımşek, Mesut 483
Şimşek, Celalettin 939
Şimşek, Emre 212

T

Tandoğan, Ercüment E. 221
Tanık, Gamze 911
Tan, Sevilay 133, 149, 173
Tapırdamaz, M. Cengiz 76
Tarancıoğlu, Adil 76
Tarcan, Gültekin 425, 445
Tarhan, Niyazi 678
Taslı, Kemal 91, 894, 947
Tatar, Orhan 67, 355
Taubald, Heinrich 19
Tekin, Arman 116
Tekin, Senem 265, 268
Tekin, Tevfik Fikret 209
Temizel, İrfan 642
Tepe, Çiğdem 830, 864
Tercan, A. Erhan 721
Terzi, Mert 673
Tetiker, Sema 983
Timur, Erol 139
Tiryaki, Ali Murat 137
Tokat, Gürkan 476, 791
Tokatlı, Cem 120, 127, 128
Toker, Ceyhan Ertan 145
Toksoy-Köksal, Fatma 988
Tok, Turgut 167
Topak, Yusuf 452, 453
Topal, Candaş 559
Top, Gülcan 991
Toptanı, Ali Rıza 750
Topuz, Gültekin 35, 667
Torun, Şeyma 365
Trumbull, Robert B. 38
Tuğrul, Atiye 293, 313, 319

Tukaç, Ahmet 756
Tunca, Evren 917
Tuncay, Ercan 158, 191
Tuncer, Alaettin 907, 913
Tunçdemir, Vahdet 167
Tunoğlu, Cemal 907, 913
Turhal, Erhan 242
Turoğlu, Hüseyin 481, 485
Tutay, Yüksel Örgün 991
Tuzcu, Sevim 708
Tükel, Fatma Şişman 639, 673
Tün, Muammer 475, 857
Türkmen-Bozkurt, Banu 899
Türkmenoğlu, Asuman Günal 875
Türkmen, Özgür 954
Türkyılmaz, Nesrin Selcen 522
Tüysüz, Necati 642

U

Uçar, Arzu 476
Uçar, İbrahim 766
Uçarkuş, Gülsen 959
Uçurum, Ali 288, 715, 717, 748
Ulamış, Koray 212
Ulu, Emel 507
Ulugergerli, Emin U. 145, 464
Ulugergerli, Emin Uğur 466, 469
Ulusay, Reşat 497
Ulutaş, Burhan 272
Unutmaz, Berna 84
Ural, Melek 648
Ural, M. Nuri 237
Usanmaz, Merve 628
Ustaömer, Timur 91
Utescher, Torsten 885
Utlu, Mustafa 483
Uyanık, Ramazan 469
Uyguçgil, Hakan 783
Uytun, Hüseyin 836
Uzel, Bora 359, 361, 658, 832
Uzun, Fulya 673
Ünal, Alp 628, 630
Ünal, Egemen 985
Ünal, Murat 646
Ündül, Ömer 503
Üner, Burcu Çevik 232
Üner, Serkan 490
Üner, Tijen 156
Ünlügenç, Ulvi Can 950
Ünsal, Muammer Can 449

V

Vardar, Serdar 608
Vasile, Ştefan 927
Velioğlu, Tuğba 227, 234
Vencze, Marton 927
Venturi, Luis Antonio Bittar 409
Vural, Alaaddin 237

W

Wang, Jiamin 35
Wasoo, Muhammad Harbi 162
Wilde, Volker 885
Windley, Brian F. 15
Wirth, Richard 32
Woodhouse, Mark 263
Wulf, Gerwin 381

Y

Yağcıoğlu, Ufuk Celal 671
Yajam, Sanaz 589
Yalçın, Hilal Domaç 64
Yaman, Müjdat 507
Yarbaşı, Necmi 536
Yavuz, A. Bahadır 279
Yavuz, H. Çağrı 532
Yavuzoğlu, Aslı. Z. 847
Yavuzoğlu, Ayhan 826, 847, 954
Yazar, Emel Abdioğlu 642
Yazıcı, Deniz 369
Yazıcı, Müge 70
Yerli, Büşra 112, 114
Yeşiloz, Çetin 746
Yeşiltaş, Mehmet 371, 373
Yıldırım, Cengiz 369, 849, 945
Yıldırım, Esra 453, 728, 739, 742, 763
Yıldırım, Nail 64, 453, 728, 739, 742, 744, 763
Yıldız, Ahmet 277

Yıldız, Akın 135
Yıldız, Dursun 430, 435
Yıldız, Elif S. 532
Yılmaz, Ahmet 621
Yılmaz, Ali 200
Yılmaz, Deniz 499, 501
Yılmaz, Elif 120, 127, 128
Yılmaz, Hüseyin 723
Yılmaz, İsak 673, 892
Yılmaz, İsmail 143
Yılmaz, İsmail Ömer 45, 887, 894, 947, 956
Yılmaz, Murat 293, 319
Yılmaz, N. Pınar 501
Yılmaz, Yusuf Emrah 162, 952
Yiğitbaş, Erdinç 628, 630
Yiğitbaşıoğlu, Hakan 481
Yousefi-Bavil, Karim 505
Yörük, Ahmet 76
Yunatcı, Ali Anıl 511
Yurteri, Cansu 411
Yurteri, Cihan 212
Yüce, Galip 416
Yücel, Ali Osman 892, 905
Yücel, Cem 642
Yücel, Deniz Şanlıyüksel 110, 121
Yücel, Mehmet Ali 121
Yücel-Öztürk, Yeşim 634
Yümün, Zeki Ünal 915, 956

Z

Zabcı, Cengiz 70, 72, 79, 81, 82
Zack, Thomas 42, 667
Zhao, Jian-Xin 887
Zor, Ekrem 76
Zor, Emine Şeker 877
Zorlu, Kıvanç 529, 601