



**TMMOB**  
**JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI**

**UCTEA**  
The Chamber of Geological Engineers

58th Geological Congress of Turkey  
**58.** Türkiye  
**Jeoloji**  
Kurultayı

**11-17 Nisan**  
**April 11-17**

**58.** Türkiye Jeoloji Kurultayı

abstracts 2005

**bildiri özleri**

MTA  
Genel Müdürlüğü  
Kültür Sitesi  
ANAKARA  
Congress  
Center of General  
Directorate of MTA



# JEOTASARIM 2000 ZEMİN, KAYA VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUARLARI

DOĞRU YÖNDESİNİZ

ZEMİN

KAYA

YAPI MALZEMELERİ

LABORATUARLARI

ZEMİN, KAYA VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUARLARI



JEOTASARIM 2000

## ADRESLERİMİZ

### ANKARA MERKEZ

Emek Küçük Sanayi Sit. 646. Sok.  
No:7 İvedik O.S.B. Ostim/ ANKARA  
Tel: 0 312 395 48 75 Fax: 0 312 395 25 17  
GSM: 0 542 724 10 09 & 0 542 264 54 16

### BOLU ŞUBE

Kültür Mah.Ceviz Sok. No:7 / BOLU  
Tel : 0 374 270 27 07 & Fax: 0 374 217 51 15  
GSM : 0 532 352 35 00

### ADAPAZARI ŞUBE

Çeşme Meydanı Cad. Alpcan Apt.  
No: 116 / 6 ADAPAZARI  
Tel: 0 264 278 77 01 Fax: 0 264 278 77 01  
GSM: 0 532 717 57 77

### DÜZCE ŞUBE

Türkoğlu Sit. Bolu Cad. Dönence Sok.  
No: 8 DÜZCE  
Tel: 0 380 512 15 16 Fax: 0 380 523 34 14  
GSM: 0 533 256 58 86

e-mail : jeotasarim2000@hotmail.com



TMMOB  
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI  
*Chamber of Geological Engineers of Turkey*

TMMOB  
JEOLJİ  
MÜHENDİSLERİ  
ODASI



Türkiye  
Jeoloji  
Kurultayı

# Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı

*57th Geological Congress of Turkey*

*EXTENDED ABSTRACTS BOOK*

Yayına Hazırlayan  
İbrahim AKKUŞ  
Özcan DUMANLILAR

11 - 17 Nisan 2005  
(11 - 17, April, 2005)

MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi  
*Congress Center of General Directorate  
of Mineral Research and Exploration*

ANKARA



## TMMOB JMO YÖNETİM KURULU

İsmet CENGİZ - Başkan  
Dündar ÇAĞLAN - II. Başkan  
Bahattin Murat DEMİR - Yazman Üye  
Çetin KUROĞLU - Sayman Üye  
Mehmet ŞENER - Mesleki Uygulamalar Üyesi  
Veysel URKAN - Yayın Üyesi  
M. Ümit SEYREK - Sosyal İlişkiler Üyesi

## JMO BİLİMSEL VE TEKNİK KURUL

Taner ÜNLÜ - Başkan (Mesleki Etik Üyesi)  
Güven OZHAN - II. Başkan (Kıyı ve Deniz Jeolojisi Üyesi)  
Eşref ATABEY - Sekreter (Mesleki Eğitim AR-GE Üyesi)  
Neşat KONAK - Üye (Jeoloji Uygulamaları Üyesi)  
Dinçer ÇAĞLAN - Üye (Mühendislik Jeolojisi Üyesi)  
Tandoğan ENGİN - Üye (Maden Jeolojisi Üyesi)  
Hasan KIRMIZITAŞ - Üye (Hidrojeoloji Üyesi)  
Selami TOPRAK - Üye (Çevre Jeolojisi Üyesi)  
Erdal HERECE - Üye (Doğal Afetler Üyesi)  
Deniz İskender ÖNENÇ - Üye (Endüstriyel Hammaddeler Üyesi)  
Ali GÜNER - Üye (Enerji Hammaddeleri Üyesi)  
Hatice GENÇ - Üye (Yasa ve Yönetmelikler Üyesi)

ISSN 10190821

**TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası**  
**Bayındır Sokak No. 7/7 06444 Yenışehir / Ankara**  
**Tel : 0 312 434 36 01 • Fax : 0 312 434 23 88**

**Baskı**

**Berkay Ofset**

Ali Suavi Sokak No. 28 Maltepe / Ankara  
Tel : 0 312 231 28 42

**Kapak Tasarımı : Hatice ERBAY ÇALAĞAN**



## KURULTAY DÜZENLEME VE YÜRÜTME KURULU

### Başkan

Ergun GÖKTEN

### II. Başkan

Yusuf Z. ÖZKAN

### Sekreter

İbriham AKKUŞ  
Özcan DUMANLILAR

### Sayman

Hüseyin Tevhid ARICAN

### ÜYELER

#### Danışma

Ceyda ÇETİNKAYA - Nezaket DÖNMEZ - Yasemin KIRAN - Çiğdem YILDIZ

#### Basın

Beyit YILMAZ - Beyhan SAYIN

#### Kayıt

Nihal ENGÜR - Çiğdem EYRİK - Özge KALAY - Semra TARİH - Esra B. TEZER -  
Tuğba YILDIZ - Elmas TURGUT - Özlem GÜLERMAN

#### Sosyal ve Kültürel Etkinlikler

Mine Buket EFE - Zahide KÖKLÜ - F. Serap KURT - Esra KÜÇÜK - Özlem OZAN -  
Alper SAKİTAŞ

#### Teknik Sorumlular

Alp İLHAN - Yalçın ŞENTÜRK

#### Salon Sorumluları

Korhan ÇAKIR - Özlem ŞAHİN- Serdal ATILMIŞ - Elif CAYAN  
Murat ARSLAN - Murat DEMİR - Yılmaz ERDEM - Sedat DURAN  
Levent DUYGU - Özmen EVCİMEN - Fatih SAVAŞ - Hasan ELMACI  
Aslı KORKMAZ - Pınar ELER - Erkin Onur TARI



## BİLİMSEL DANIŞMA KURULU

Şükrü ACAR  
Funda AKGÜN  
Ünal AKMAN  
Ercan AKSOY  
Musa ALPARSLAN  
Alparslan ARIKAN  
Fehmi ARIKAN  
Niyazi AVŞAR  
Doğan AYDAL  
Can AYDAY  
İzzettin BARIŞ  
Serdar BAYARI  
Bülent BAYBURTOĞLU  
Emel BAYHAN  
Hasan BAYHAN  
Osman BEKTAŞ  
Berk BESBELLİ  
Ergüzer BİNGÖL  
Ahmet ÇAĞATAY  
Namık ÇAĞATAY  
Muazzez ÇELİK  
KARAKAYA  
Fazlı ÇOBAN  
Zeynel DEMİREL  
Cavit DEMİRKOL  
Ramazan DEMİRTAŞ  
Remzi DİLEK  
Kadir DİRİK  
Umran DOĞAN  
Vedat DOYURAN  
Mehmet EKMEKÇİ  
Burhan ERDOĞAN  
Tufan ERDOĞAN  
Mustafa ERGİN  
Yavuz ERKAN  
Şükrü ERSOY  
Aziz ERTUNÇ  
Atasever GEDİKOĞLU  
Yurdal GENÇ

Ali İhsan GEVREK  
Candan GÖKÇEOĞLU  
Cemal GÖNCÜOĞLU  
Nilgün GÜLEÇ  
Yıldırım GÜNGÖR  
Cahit HELVACI  
Uğur İNCİ  
Veysel IŞIK  
Fikret KAÇAROĞLU  
Selahattin KADİR  
Remzi KARAGÜZEL  
İsmail Hakkı  
KARAMANDERESİ  
Erçin KASAPOĞLU  
Gültekin KAVUŞAN  
Tanju KAYA  
Nizamettin KAZANCI  
Erdal KEREY  
Recep KILIÇ  
Ali KOÇAK  
Ali KOÇYİĞİT  
Osman KOPTAGEL  
İlkay KUŞÇU  
Engin MERİÇ  
Halim MUTLU  
Atike NAZİK  
Faruk OCAKOĞLU  
İlhan ODABAŞI  
Yavuz OKAN  
Aral OKAY  
Tahir ÖNGÜR  
Necdet ÖZGÜL  
Işık ÖZPEKER  
Aydın ÖZSAN  
Türker ÖZSAYAR  
Osman PARLAK  
Ahmet SAĞIROĞLU  
Cem SARAÇ  
Muharrem SATIR

Sönmez SAYILI  
Şih Ali SAYIN  
Gürol SEYİTOĞLU  
Ercüment SİREL  
Fikret SUNER  
Fuat ŞAROĞLU  
Erdal ŞEN  
Fahrettin ŞENER  
İlker ŞENGÜLER  
Şakir ŞİMŞEK  
Fikret TARHAN  
Abidin TEMEL  
Selçuk TOKEL  
Vedia TOKER  
Vedat TOPRAK  
Mahmut TUNÇ  
Cemal TUNOĞLU  
Ahmet TÜRKECAN  
Sedat TÜRKMEN  
Asuman TÜRKMENOĞLU  
Necati TÜYSÜZ  
Okan TÜYSÜZ  
Reşat ULUSAY  
Güner ÜNALAN  
Mahir VARDAR  
Baki VAROL  
Fuzuli YAĞMURLU  
Hüseyin YALÇIN  
Evren YAZGAN  
Hasan YAZICIGİL  
Selahattin YILDIRIM  
Ali YILMAZ  
Alparslan Arıkan YILMAZ  
Hüseyin YILMAZ  
Osman YILMAZ  
Yücel YILMAZ  
Halil YUSUFOĞLU  
Erdoğan YÜZER



# İÇİNDEKİLER

<b>JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU</b> .....	2
Gediz (Kütahya) Bölgesinin Jeotermal Olanakları ve Isı Kaynağı Araştırmaları, Batı Anadolu, Türkiye <b>Musa BURÇAK, Nazım YILDIRIM ve A. Rıza KILIÇ</b> .....	3
Düzce-Efteni Alanının Jeotermal Açısından İncelenmesi <b>Sinan SARP, Nazım YILDIRIM, Vatan DEMİREL ve Kürşat BEKAR</b> .....	5
Bakırçay (Bergama-İzmir) Jeotermal Alanında Etkin Olan Yapısal Unsurlara Dair Yeni Veriler <b>Servet AÇIKGÖZ, Gürsel ARSLAN ve Mustafa KÜÇÜK</b> .....	7
Denizli İlindeki Jeotermal Potansiyelin Kullanılabilirliği <b>İbrahim AKKUŞ, Hafize AKILLI, Önder AYDOĞDU ve Sinan SARP</b> .....	9
Jeotermal Alanlardaki Akışkanların Jeokimyasal Modellemesi ve <sup>14</sup> C ile Dolaşım Sürelerinin Belirlenmesinde Ar-Ge Çalışmasına Bir Örnek : Kızıldere Denizli <b>İsmail Noyan GÜNER ve Nazım YILDIRIM</b> .....	12
Çaybağı (Özalp-Van) Jeotermal Alanında Aramadan Sondaja Jeotermal Enerji Etüdü <b>Servet AÇIKGÖZ, Mustafa KÜÇÜK, Selim ARSLAN, Ömer HACISALİHOĞLU, İsmail KARA ve M. Nuri HAMUT</b> .....	15
Bir Jeotermal Sistemde Potansiyel Belirleme ve Entegre Üretim Tesisleri Planlama Çalışmaları <b>Nazife DİKENOĞLU YILMAZ</b> .....	17
Dayk Egemen Jeotermal Sisteme Bir Örnek : Sarmaşık (Ordu-Fatsa) Jeotermal Alanı <b>Servet AÇIKGÖZ, Mustafa KÜÇÜK, Ahmet ÜÇER ve Ali İhsan ERÇİN</b> .....	21
Merzifon-Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferinin Hidrojeokimyasal Evrimi <b>Arzu FIRAT ERSOY, Remzi DİLEK, Hakan ERSOY ve Mete TÜRKER</b> .....	22
<b>GENEL JEOLJİ OTURUMU</b> .....	25
Ulaş (Sivas) Batısında Deliler Fay Zonu'nun Tektonik Deformasyon Biçimi ve Kinematikiği <b>Ayhan SAĞIROĞLU ve Haluk TEMİZ</b> .....	26
Amasya-Bayburt Mikrolevhacığının (terrain) Tanımı ve Türkiye Jeolojisinde Mikrolevhacıkların Önemi <b>İsmet GEDİK</b> .....	28



Granitoidlerin Yer ve Zaman İlişkilerini Kullanarak Ortadoğu Anadolu Bölgesinin Jeodinamik Evrimine Yeni Bir Yaklaşım <b>Ramazan DOĞAN</b> .....	30
Doğu Pontid Ofiyolitik-Olistostromal Melanjı'nın Jeotektonik Anlamı <b>Dilek PUL ve Osman BEKTAŞ</b> .....	35
Tavşanlı Zonu'nun (Sivrihisar-Türkiye) Mavişist Tektonik Melanjında Yeralan Eklojitlerin Petrolojisi ve Jeolojisi <b>Mete ÇETİNKAPLAN, Osman CANDAN ve Roland OBERHÄNSLI</b> .....	37
Afyon Zonu Metamagmatik Kayaları : Neo-Tetis Okyanusunun Başlangıç Evresine Yaklaşım <b>Cüneyt AKAL, Osman CANDAN, Ersin KOROLAY, Roland OBERHÄNSLI ve Fukun CHEN</b> .....	39
Malatya-Pütürge Kesimindeki Maden Grubu Kayaçlarında Jeotektonik Konum İle Mineralojik ve Dokusal Evrim Arasındaki İlişkiler <b>Ömer BOZKAYA, Hüseyin YALÇIN ve Mustafa Kıvanç DÜNDAR</b> .....	42
Orhaneli (Bursa) Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrografik Özellikleri <b>Hayrettin ÖZEN, Ender SARIFAKIOĞLU, Özkan BAŞTA, Aydın ÇOLAKOĞLU, Hüseyin SAYAK ve Ö. Faruk GÜLTAŞLI</b> .....	47
Bigadiç Bor Havzasındaki İki Evreli Volkanizmaya Ait Veriler ve Bunların Batı Anadolu Tektoniğindeki Önemi <b>Fuat ERKÜL, Cahit HELVACI ve Hasan SÖZBİLİR</b> .....	50
Batı Anadolu'daki Transtansiyonel Tektonik Ortama Ait Yapısal Veriler: Kuvaterner Yaşlı Cumaovası Havzasından Bir Örnek <b>Bora UZEL ve Hasan SÖZBİLİR</b> .....	52
Babadağ Fayı'nın (Denizli Havzası GB Kenarı, Batı Anadolu) Morfotektonik Özellikleri <b>Faruk OCAKOĞLU, Sanem AÇIKALIN ve Kadir DİRİK</b> .....	54
Karakaya Kompleksinin Levha Tektoniği Yerleşimine Ankara Güneyinden Örneklerle Sedimanter Petrografik Bir Yaklaşım <b>Sanem AÇIKALIN ve Faruk OCAKOĞLU</b> .....	57
Gümüşhane-İkisu Yöresindeki Erken-Orta Jura Volkanitlerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri <b>Cüneyt ŞEN, Raif KANDEMİR, Cemil YILMAZ, Orhan KARSLI ve Faruk AYDIN</b> .....	61

<b>Prof. Dr. Önder ÖZTUNALI MADEN YATAKLARI VE JEOARKEOLOJİ OTURUMU . 63</b>	
Doğu Pontid'lerin Metalojenezi <b>İskender KURT, Şenol KARSLI, Mustafa ÖZKAN, Turgut ÇOLAK ve M. Kemal REVAN . . . . .</b>	64
Hasançelebi ve Karakuz (Malatya) Bölgeleri Demiroksit Yataklarında Alterasyon Zonlanması <b>İlkay KUŞÇU, Erkan YILMAZER, Gökhan DEMİRELA, Hacer GÖKÇE, Robert MARSCHIK, Nuretdin KAYMAKCI ve Nilgin GÜLEÇ . . . . .</b>	66
Bakırtepe (Kangal-Sivas) Altın Zuhurunda Sıvı Kapanım Çalışmaları <b>Gülây SEZERER KURU, Ömer KESGİN ve Sami POLAT. . . . .</b>	68
Orta Toros Dağlarında Bulunan Karbonatlara Bağlı Zn-Pb Cevherleşmelerinin Kükürt İzotop Nitelikleri <b>Berna YAVUZ ve Emin ÇİFTÇİ. . . . .</b>	69
Orta Toroslarda Bulunan Karbonatlara Bağlı Zn-Pb Yataklarının Baz ve Değerli Metal İçeriği <b>Ahmet ATAÇ ve Emin ÇİFTÇİ . . . . .</b>	71
Karadoru Granitoyidi'ne Bağlı Skarn Zonu Gelişimi Yenice-Çanakkale <b>Namık AYSAL, Sinan ÖNGEN ve Nurullah HANİLÇİ . . . . .</b>	73
Hasançelebi ve Karakuz (Malatya) Demiroksit Yataklarındaki Alterasyonların Kökeni : Tuzlu-Evaporitik Sularla Yıkanma Modeline Karşı Magmatik-Hidrotermal Model <b>İlkay KUŞÇU, Robert MARSCHIK, Nuretdin KAYMAKCI, Erkan YILMAZER, Gökhan DEMİREL, Hacer GÖKÇE ve Nilgün GÜLEÇ . . . . .</b>	75
Bitlis Masifinde (Hasbey-Van) Gözlenen Karbonat Yankayaçlı Pb-Zn Cevherleşmesine Yönelik Ön Bulgular <b>Ali Rıza ÇOLAKOĞLU . . . . .</b>	78
Yahyalı (Kayseri) Yöresi Karbonat Yankayaçlı Pb-Zn Cevherleşmelerinin Kurşun İzotopları İncelemesi <b>Osman KOPTAGEL, Ulvi ULUSOY ve Anthony E. FALLICK. . . . .</b>	82
Divriği-Çetinkaya Dolayındaki Demir Yataklarının Bölgesel Jeolojik Konumu <b>Hüseyin YILMAZ ve Ali YILMAZ . . . . .</b>	84
Orta Anadolu'daki Eski Altın Madenlerine Ait Arkeojeolojik Bulgular <b>Selahattin YILDIRIM, Necip PEHLİVAN, Zekai TEKİN, Yılmaz ALTUN ve Halil TÜRKMEN . . . . .</b>	86



Batı Anadolu'daki Eski Altın Madenlerine Ait Arkeojeolojik Bulgular ve Bunların Önemi <b>Selahattin YILDIRIM, İsmet CENGİZ, Mehmet KILIÇ, Mehmet AVŞAR, Ümit SEYREK ve Turan ALPAN</b> .....	88
Kıranardı (Kayseri) Kalay Cevherleşmesine Ait İlk Jeolojik ve Arkeojeolojik Bulgular <b>A. Necip PEHLİVAN, Selahattin YILDIRIM, Ertuğrul TUFAN, Oktay TUVAR, Erdoğan YİĞİT ve Evren YAZGAN</b> .....	91
Akoluk (Ulubey-Ordu) Epitermal Au-Ag-As-Sb Cevherleşmesinin Jeoloji ve Jeokimyası <b>Hüseyin YILMAZ, Zeki YILMAZ, Abdullah DURSUN ve Saliha SARAÇ</b> .....	94
Sfalerit Minerallerine Katodolüminesans Uygulaması - Kimyasal Dokusal ve Çökelsel Bilgiler Edinmek için Pratik Bir Teknik <b>Emin ÇİFTÇİ</b> .....	95
Akoluk (Ordu / KD Türkiye) Yatağındaki Sfalerit Cevherinde Yeni Bir Katodolüminesans Aktivator Elementi - Hg'nin Takdimidir <b>Emin ÇİFTÇİ</b> .....	97
Kuluncak (Malatya) Yöresindeki Fe-Oksitlere Bağlı Au, Ag, Cu, Pb, Th ve Nadir Toprak Elementleri (NTE) Oluşumları <b>Yunus AY, Selahattin YILDIRIM, Özcan DUMANLILAR, Hüseyin YILMAZ, Ömer TURGUT, Abdurrahman TABLACI, Halide DUMANLILAR ve Abdullah KOÇAK</b> .....	98
Hekimhan (Malatya) Kuzeyindeki Güvenç Lisvenitine Bağlı Au, Ag, Cu, Pb, Mo Cevherleşmeleri <b>Ömer TURGUT, Özcan DUMANLILAR, Yunus AY, Abdurrahman TABLACI, Abdullah KOÇAK, Hasan YILDIZ, Beyit YILMAZ ve Özcan TORUN</b> .....	100
Gümüşhane-Sobran (Arzular) Au Sahasının Jeolojisi <b>Sebahattin GÜNER ve Erdem Nejat YAZICI</b> .....	102
Kop Dağı Kromititlerinin Jeolojik ve Jeokimyasal Özellikleri <b>Hasan KOLAYLI, Hatice ERDAL, Emin ÇİFTÇİ, Yaşar ÇAKIR ve İsmet ÇAKMAK</b> ...	103
<b>SEDİMANTOLOJİ-KIYI VE DENİZ JEOLJİSİ OTURUMU</b> .....	105
Gölsel Delta Gelişimine Bir Örnek : Malak Formasyonu (Sivas, Türkiye) <b>Özgen KANGAL, Levent KARADENİZLİ ve Burcu BİLİCİ</b> .....	106

Ulubat Gölü Tortullarının Ağır Metal ve Bor İçeriği: Güney Marmara Bölgesi Akarsu Vadilerinin Yaşlandırılması İçin Olası Veriler <b>Nizamettin KAZANCI, Ö. TOPRAK, S.A.G. LEROY, S. ÖNCEL, Özden İLERİ, Öner EMRE, P. COSTA, K. ERTURAÇ ve E. McGEE</b> . . . . .	108
Büyük Menderes Deltası Kıyı Çizgisi Boyunca Sedimanların Tane Boyu Dağılımı <b>Alper FULAT ve Mehmet Lütfi SÜZEN</b> . . . . .	110
Eosen Kömürlerinin (Dümrek, Sivrihisar, Eskişehir) Kimyasal-Petrografikk Özellikleri ve Depolanma Ortamı <b>İlker ŞENGÜLER</b> . . . . .	111
Polatlı-Sivrihisar Neojen Baseni Gölsel Evaporitlerinin Sedimantolojisi <b>Baki VAROL, Erdoğan TEKİN, Turhan AYYILDIZ ve Zehra KARAKAŞ</b> . . . . .	113
Çökellerde Tektonik Kontrol : Gümüşhane Jura-Kretase İstifi <b>Cemil YILMAZ, Raif KANDEMİR ve Cüneyt ŞEN</b> . . . . .	118
Gökdere-Tersun Dağı (Gümüşhane) Yörelerindeki Erken-Orta Jura Çökellerinin Ortamsal Modellemesi <b>Raif KANDEMİR ve Cemil YILMAZ</b> . . . . .	119
Demirhisar (Mersin KD'su) Bölgesinde Yüzeyleyen Tersiyer Yaşlı Birimlerin Sedimantolojik ve Ortamsal Özellikleri <b>Ulaş İnan SEVİMLİ, Kemal GÜRBÜZ ve Güldemin ÖĞRÜNÇ</b> . . . . .	120
<b>AKTİF TEKTONİK-DEPREMSELLİK OTURUMU</b> . . . . .	122
1953 Yenice-Gönen Deprem (Mw: 7,2) Fayında Paleosismolojik İlk Sonuçlar <b>Akın KÜRÇER, Salih Zeki TUTKUN, Spyros PAVLIDES, Alexandros CHATZIPETROS ve Özkan ATEŞ</b> . . . . .	123
Erzurum Kent Merkezinin Depremelliği <b>Gökşin AKSOY, Necmi YARBAŞI, Mükerrerem YILMAZ, U. AYDIN ve A. KADİROV</b> . . . . .	125
Eskişehir İçin Olasılığa Dayalı Sismik Tehlike Analizi <b>Gence GENÇ ve Vedat DOYURAN</b> . . . . .	127
Antakya Çevresinin (Güney Amanoslar) Jeolojisi ve Aktif Tektoniği <b>Şerafettin ATEŞ, Mustafa KEÇER ve Refahat OSMANÇELEBİOĞLU</b> . . . . .	129
Aşkale (Erzurum) Depremleri ve Artçı Sarsıntıları <b>Ekrem KALKAN, Mükerrerem YILMAZ, Necmi YARBAŞI ve Gökşin AKSOY</b> . . . . .	131



<b>MİNERALOJİ-JEOKİMYA OTURUMU</b> .....	132
Eriklik (Bulancak, Giresun) Yöresi Kil Oluşuklarının Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri <b>Cemil BEYAZ, Emel ABDİOĞLU ve Mehmet ARSLAN</b> .....	133
Erciyes Volkanizmasına Bağlı Olarak Gelişen Kasiterit (Kalay) Mineralizasyonu ve Manyetit-Kasiterit-Yazganit-Tridimit Mineral Topluluğu Oluşum Koşulları <b>Evren YAZGAN</b> .....	135
Balıkesir ve Simav Cıvırı Zeolit Oluşuklarının Mineralojisi <b>Abdullah ÇUBUKÇU, Mustafa ALBAYRAK ve Ahmet ACAR</b> .....	139
Gördes ve Cıvırı Zeolitlerinin Mineralojisi <b>Alaaddin VURAL ve Mustafa ALBAYRAK</b> .....	140
Sivrihisar Kuzey Doğusundaki (Mülk-Demirci) Neojen Yaşlı Volkaniklerde Kil Mineralleşmesi <b>Zehra KARAKAŞ, Sonay BOYRAZ ve Baki VAROL</b> .....	142
Kıbrıs Killерinin Kaynak ve Özellikleri <b>Cavit ATALAR</b> .....	144
Jabal Sis, Kehlat (Şam, Suriye) Zeolit Oluşumlarının Mineralojisi ve Petrografisi <b>Haşim AĞRILI ve Mustafa ALBAYRAK</b> .....	149
Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri <b>Reyhana KARA GÜLBAY ve Sadettin KORKMAZ</b> .....	150
Karstik Karbonatlı Kayaçlar Üzerinde Gelişen Terra Rossa Oluşumlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, Anamasdağları, Isparta <b>Oya CENGİZ, Mustafa KUŞÇU ve Selahattin KADİR</b> .....	152
Türkiye'de Farklı Ortam ve Koşullarda Oluşmuş Sepiyolit-Paligorskit Minerallerinin Denge Koşulları <b>Ünal ÖZBAŞ ve Rezan BİRİSOY</b> .....	154
Farklı Sepiyolit-Paligorskit Oluşumlarının Taramalı Elektron Mikroskopta İncelenmesi <b>Ünal ÖZBAŞ ve Rezan BİRİSOY</b> .....	156
<b>MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ OTURUMU</b> .....	158
Akköprü Barajı ve HES Rezervuar Kaplama Alanı Perde Enjeksiyonu Deneme Çalışmaları <b>Mücahit EREN</b> .....	159

Mühendislik Projelerinde Seldâğnıklık Yönteminin Önemine Bir Örnek <b>İlyaz YILMAZER, Cem BİÇEK, Serdar TAŞDELEN,</b> <b>Servet ARMAÇ ve Nurcan ASLAN</b> . . . . .	161
Boğsak Tünelleri (Taşucu-Mersin) Gerilme-Deformasyonu Analizleri <b>Dursun ERİK, Aziz ERTUNÇ ve Mahmut MUTLUTÜRK</b> . . . . .	163
Jeoteknik İnceleme Raporlarının İstatistiksel Açından Değerlendirilmesi (Kütahya Örneği) <b>Ahmet HAŞİMOĞLU ve Yahya DABAN</b> . . . . .	165
İç Yapı Çökme Potansiyelinin Deneysel Yöntem ve Görgül Bir Yaklaşımla Belirlenmesi: Adana Yöresi Kalışları <b>Kıvanç ZORLU ve K. Erçin KASAPOĞLU</b> . . . . .	167
Boğsak Tünelleri (Taşucu-Mersin) Açık Kazı Alanları Şev Dizaynı <b>Dursun ERİK, Aziz ERTUNÇ ve Mahmut MUTLUTÜRK</b> . . . . .	168
Konaktepe Barajı ve HES Projesi (Ovacık-Tunceli) Kört Heyelanı İncelemesi <b>Orhan TANER ve Ayhan KOÇBAY</b> . . . . .	170
Arazi Kullanımının Heyelenlar Üzerindeki Etkileri: Arhavi Örneği (KD-Türkiye) <b>Ali YALÇIN ve Murat YILMAZ</b> . . . . .	172
Kaya Şevlerinde Olasılık Esaslı Yaklaşımla Duyarlılık Analizi : Bir Örnek Çalışma <b>Mutluhan AKIN, Müge AKIN ve Aydın ÖZSAN</b> . . . . .	174
Yüzeysel Temeller Üzerinde Rüzgar Türbinlerinin İnşasında Jeosentetiklerin Kullanımı: Örnek Bir Çalışma <b>Taner AYDOĞMUŞ, Ahmet Turan ARSLAN ve Zafer AKÇİĞ</b> . . . . .	176
Batman'da Ova Kurtarma ve Enerji Çalışmaları <b>M. Alper ŞENGÜL, İlyaz YILMAZER, Özgür YILMAZER ve Ali ÖZVAN</b> . . . . .	177
17.03.2005 Kuzulu (Sugözü-Koyulhisar-Sivas) Moloz Çığı <b>Dursun Erik ve Hüseyin YILMAZ</b> . . . . .	179
Tunceli'nin Kayadan Munzur'a İndirilme Nedeni <b>Servet ARMAÇ, Özgür YILMAZER, İlyaz YILMAZER, Nurcan ASLAN ve</b> <b>Suay KARAMAN</b> . . . . .	181
Karandu Kaymasının Jeoteknik Değerlendirmesi <b>İlyaz YILMAZER, Özgür YILMAZER, Coşkun BULUT,</b> <b>Evrin ULUADAM ve Sezen DİKER</b> . . . . .	182



<b>ÇEVRE JEOLJİSİ OTURUMU</b> .....	184
Katı Atık Depolama Yeri Seçiminde Matris Yönteminin Kullanılması ve İstatistiksel Yaklaşımlar <b>Hakan ERSOY ve Remzi DİLEK</b> .....	185
Munzur Su Kaynaklarını Bekleyen Tehlike <b>Servet ARMAÇ, İlyaz YILMAZER, Özgür YILMAZER, Ali ÖZVAN ve Serdar TAŞDELEN</b> .....	186
Denizli Organize Sanayi Bölgesi İlave Yapılaşma Alanının Jeoteknik Açısından İncelenmesi <b>Halil KUMSAR, Saffet YAGIZ, Mehmet ÖZKUL ve Gulmustafa ŞEN</b> .....	187
Yavrucak'ın Çevre Dostu Projelerinin Gizli Gücü : Başkale-Van <b>A. Hamdi ORHAN, A. Yüksel KARAHAN, Özgür YILMAZER ve Muzaffer ŞENOL</b> ...	189
Konya Obruklarının Oluşumunu Etkileyen Hidrojeokimyasal Süreçler <b>Emrah PEKKAN ve Serdar BAYARI</b> .....	191
<b>JEOLJİK MİRAS OTURUMU</b> .....	192
Bir Jeolojik Miras Unsurunun Anatomisi : Çora Maarı, Erciyes Volkanik Kompleksi <b>Gonca GENÇALİOĞLU KUŞÇU ve Cüneyt ATILLA</b> .....	193
Kapadokya Yeraltı Şehirlerinin Litolojik ve Morfolojik İncelemesi <b>Arda AYHAN ve Vedat TOPRAK</b> .....	195
Türkiye'deki "Jeosit" ve "Jeolojik Miras" Ögelerinin Tahrip Edilmesi Üzerine Durum Araştırması <b>Nizamettin KAZANCI, Fuat SAROGLU ve Ediz KIRMAN</b> .....	196
Marmaris Milli Parkı'nın Analitik Etüdü <b>Özkan BAŞTA</b> .....	197
<b>UZAKTAN ALGILAMA OTURUMU</b> .....	200
Aktif Fay Sistemlerinde Uzaktan Algılama : Sürgü Fay Zonu Örneği <b>Ayten KOÇ ve Nuretdin KAYMAKÇI</b> .....	201
Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Katı Atık Deponi Sahası Yer Seçimi İçin Kullanılması : Ankara Örneği <b>Başak ŞENER, Vedat DOYURAN ve M. Lütfi SÜZEN</b> .....	202

Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kuzeybatı Anadolu'da Alterasyon Minerallerinin Haritalanması ve Alterasyonları Kontrol Eden Yapısal Etmenler <b>Nuretdin KAYMAKÇI, Mehmet Lütfi SÜZEN, İlkay KUŞÇU, Vedat TOPRAK ve Fikri ZORTUL</b> . . . . .	204
Alunit ve Kaolen Minerallerinin ASTER Görüntüsü Yardımıyla Belirlenmesi <b>Bora GÜRÇAY, B. Taner SAN, Engin Ö. SÜMER ve Murat KORUYUCU</b> . . . . .	206
Uydu Görüntülerinden Çizgiselliklerin Belirlenmesi İçin Bir Yaklaşım <b>Gülcan SARP</b> . . . . .	207
Uzaktan Algılama ve Mineral Haritalama <b>Mehmet Lütfi SÜZEN, Nuretdin KAYMAKÇI ve İlkay KUŞÇU</b> . . . . .	208
Adana İli İçin Jeoteknik Veri Tabanlı Kent Bilgi Sisteminin Oluşturulması <b>İbrahim ÇOBANOĞLU, Şaziye BOZDAĞ, Levent ATATANIR ve Halil KUMSAR</b> . . . . .	210
ASTER Verisinden Üretilen Sayısal Yükseklik Modelinin Doğruluk Değerlendirmesi <b>B. Taner SAN ve M. Lütfi SÜZEN</b> . . . . .	212
Topoğrafik Parametrelerin Yerbilimleri Çalışmalarında Etkin Kullanımına Yönelik İstatistiksel Değerlendirmeler <b>Deniz GERÇEK</b> . . . . .	213
Katı Atık Yönteminde Coğrafi Bilgi Sisteminin Rolü <b>Hakan ERSOY ve Remzi DİLEK</b> . . . . .	216
Demiroksit-Bakır Altın (DOBA) Tipi Yatakların Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Haritalanması : Hasançelebi-Hekimhan (Malatya) Örneği <b>İlkay KUŞÇU, Nuretdin KAYMAKÇI ve Mehmet Lütfi SÜZEN</b> . . . . .	219
Kuzey Anadolu Fay Zonundan Ayrılan Aktif Fayların Bazı Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Bulunması ve Yorumlanması (Kd İç Anadolu) <b>Bora ROJAY ve Nuretdin KAYMAKÇI</b> . . . . .	221
Eskişehir Yerleşim Merkezi İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Mikrobölgeleme Haritası <b>Çağıl KOLAT, Vedat DOYURAN, Can AYDAY ve M. Lütfi SÜZEN</b> . . . . .	223
<b>Prof. Dr. Mehmet TOPKAYA ENDÜSTRİYEL HAMMADDE OTURUMU</b> . . . . .	225
Niğde Yöresi Bazaltların Petrografik ve Kimyasal Özelliklerinin Agrega Olarak Kullanımlarına Etkisi <b>Mustafa KORKANÇ ve Atiye TUĞRUL</b> . . . . .	226



Kırka (Eskişehir) Borat Yatağının Yöredeki Yüze ve Yeraltı Sularının Bor İçeriğine Etkilerinin Zamansal Değişimi <b>Didem UĞURLUOĞLU ve Galip YÜCE</b> . . . . .	227
Miyosen Volkanizmasına Bağlı Haloysit Mineralizasyonu, Kırıklar (Yenice-Çanakkale) <b>Davut LAÇIN ve Mefail YENİYOL</b> . . . . .	229
Miyosen Yaşlı Göl Karbonatları Jeolojisi, Petrografisi, Jeokimyasal ve Teknolojik Özellikleri (Güney İlçesinin Batısı-Denizli) <b>Eşref ATABEY, M. Cemal GÖNCÜOĞLU, Tamer TOPAL ve Cengiz ALPTEKİN</b> . . . . .	231
Bölükyaşı-Hizan (Bitlis Masifi) Çevresindeki Feldispatça Zengin Lökogranit ve Aplit Dayklarının Mineralojik ve Endüstriyel Özellikleri <b>Vural OYAN ve A. Ümit TOLLUOĞLU</b> . . . . .	233
Çelebili Köyü (Mersin) Dolayının Stratigrafisi ve Demirkazık Formasyonunun Malzeme Olarak Değerlendirilmesi <b>Ömür ÇAM, Cengiz YETİŞ, Altay ACAR ve İsmail DİNÇER</b> . . . . .	236
<b>VOLKANİZMA-MAGMATİZMA OTURUMU</b> . . . . .	238
Çora Maarı (Erciyes Volkanik Kompleksi) Taban Yayılım Ürünlerinin Tane Boyu Analizi <b>Cüneyt ATILLA ve Gonca GENÇALIOĞLU KUŞÇU</b> . . . . .	239
Ulubey (Ordu) Yöresi Felsik Domlarının Petrografik ve Petrokimyasal Özellikleri <b>İrfan TEMİZEL ve Mehmet ARSLAN</b> . . . . .	241
Evciler (Kazdağ-Çanakkale, KB Anadolu) Granitoidinin Petrojenezi ve Skarn Mineralizasyonu ile Jenetik İlişkisi <b>Yeşim YÜCEL ÖZTÜRK ve Cahit HELVACI</b> . . . . .	243
Kuzeybatı Türkiye’de Jura Öncesi “Karakaya Kompleksi”ndeki Volkanik Kayaların Jeokimyasal Karakterlerinin Karşılaştırılması <b>Kaan SAYIT ve M. Cemal GÖNCÜOĞLU</b> . . . . .	245
Çarpışmayla İlişkili Orta Miyosen Yaşlı Yamadağı (Doğu Anadolu) Kalkalkalin Volkanizmasının Jeokimyası <b>Taner EKİCİ, Musa ALPASLAN, Osman PARLAK ve Ali UÇURUM</b> . . . . .	246
<b>PALEONTOLOJİ OTURUMU</b> . . . . .	247
Tersiyer Planktik Foraminifer Morfolojilerinde Paleoekolojik Değişimlerin Etkileri <b>Tülay KÖKSOY</b> . . . . .	248

Adana Bölgesine Ait Geç Devoniyen ve En Erken Karbonifer İstifinde Palinolojik Tanımlamalar, Türkiye <b>Mine Sezgül KAYSERİ, Gonca NALCIOĞLU ve Şenol ÇAPKINOĞLU</b> . . . . .	250
Gemlik Körfezi'nin Yüzey Çökellerinin Foraminifer, Ostrakod ve Mollusk Faunası, Foraminifer Kavkılarında Gözlenen Morfolojik Anomaliler İle Bölgenin Sedimentolojik ve Jeokimyasal Özellikler <b>Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, Atike NAZİK, Bedri ALPAR, Baki YOKEŞ, İpek F. BARUT ve Selma ÜNLÜ</b> . . . . .	251
Eğirdere Kireçtaşı Blogunda (Bornova "Vahşi Filiş" Zonu, Batı Türkiye) Triyas (Resiyen)- Liyas Geçiş Aralığının Foraminifer ve Alg İçeriği : Orta Karaburun Yarımadası Karbonatlarının Tektonik Konumlarıyla İlişkilendirilmesi <b>İsmail İŞİNTEK ve Demir ALTINER</b> . . . . .	254
Çankırı-Çorum ve Sivas Havzalar'ının Miyosen Dönemindeki İklimsel Değişimlerinin Palinolojik Kanıtı (Orta ve Doğu Anadolu) <b>Mine Sezgül KAYSERİ ve Funda AKGÜN</b> . . . . .	256
<b>TIBBİ JEOLOJİ OTURUMU</b> . . . . .	258
Metalik Madenlerin Halk Sağlığına Etkisine Bir Örnek : Dulkadir Köyü (Kütahya) <b>Fetullah ARIK ve M. Tahir NALBATÇILAR</b> . . . . .	259
<b>TOROS OTURUMU</b> . . . . .	261
Doğu Toroslar'da (Göksun-Sarız-Elbistan) Allohton İstiflerin Tektono-Stratigrafik Özellikleri <b>Yavuz BEDİ, Doğan USTA, M. Kemal ÖZKAN, Metin BEYAZPİRİNÇ, Hasan YILDIZ ve Halil YUSUFOĞLU</b> . . . . .	262
Afşin-Elbistan Neojen Havzasının Tektonik Evrimi, Doğu Toroslar, Türkiye <b>Halil YUSUFOĞLU, Yavuz BEDİ, Doğan USTA, M. Kemal ÖZKAN, Metin BEYAZPİRİNÇ ve Hasan YILDIZ</b> . . . . .	264
Pınarbaşı-Gürün Arasındaki Allohton İstiflerin Stratigrafik ve Yapısal Özellikleri <b>Yüksel METİN, Özden VERGİLİ, Turgut TOK ve Adnan GÜVEN</b> . . . . .	266
Bolkar Dağları Güneybatı Kesiminin Jeolojisi <b>Tuyfun BİLGİÇ ve Ergun GÖKTEN</b> . . . . .	268
Hekimhan-Kuluncak (Malatya) Yöresindeki Ofiyolitik Kayaların Tektonostratigrafik Özellikleri <b>Hüseyin YILMAZ, Özcan DUMANLILAR, Yunus AY ve Ali YILMAZ</b> . . . . .	271

Aladağlar Bölgesinde Yüzeylelerin Bozkır Birliği İstiflerinin Tektono Stratigrafik Özellikleri <b>İsmet ALAN, Şenol ŞAHİN, Bülent BAKIRHAN, Halil KESKİN, İbrahim ALTUN, Alican KOP, Veli BALCI, Nevzat BÖKE ve Ömer Faruk ÇELİK</b> .....	273
<b>POSTERLER</b> .....	275
Dilek Yarımadası - Söke - Selçuk Çevresinin Neojen Öncesi Tektono-Stratigrafisi <b>Ali ÇAKMAKOĞLU</b> .....	276
Biga Yarımadası'nda Eosen Yaşlı Denizel İgnimbiritlerin Varlığı <b>Mustafa DÖNMEZ, Ali Ekber AKÇAY, Ş. Can GENÇ, Mehmet EYÜPOĞLU, Yelda Atıcı ILGAR, Şükrü ACAR ve Fatma YAVAŞ</b> .....	278
Akoluk (Ulubey-Ordu) Epitermal Altın Yatağına Ait Kütleli ve Jeokimyasal Değişimler <b>Gülten YAYLALI ve Necati TÜYSÜZ</b> .....	279
Vollastonit Minerali ve Türkiye'den Bir Örnek : Kırşehir - Kaman Bölgesi <b>Nihal (YEŞİLÖREN) GÖRMÜŞ ve Yavuz ERKAN</b> .....	281
Güzelyurt-Topaluşağı-Abbaslar (Kahramanmaraş) Yöresinin Petrografisi <b>Esin ÜNAL ve Fikret İŞLER</b> .....	284
Bitlis Masifi'ndeki (Yolcular Metamorfizmi) Amfibolitlerin Petrografik ve Jeokimyasal Karakteristikleri <b>Vural OYAN ve A. Ümit, TOLLUOĞLU</b> .....	185
Pontid Tektonik Kuşağı'nda Yüzeylelenen Tetonik Fasiyesteki Kireç Taşlarının Biyostratigrafik Karşılaştırması <b>Mehmet AKYAZI, Özlem TOPRAK ve Tülay GÜLER</b> .....	287
Paleolitik Dönemde Doğal Yerleşim Yerleri Olarak Kullanılan Anadolu Mağaraları <b>Ezgi ULUSOY ve Ediz KIRMAN</b> .....	289
Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü Kuvaterner İstifinin Palinolojisinde Ön Bulgular <b>Güldem KAMAR, Sefer ÖRÇEN, Mine Sezgül KAYSERİ ve Funda AKGÜN</b> .....	291
Adilcevaz Kireçtaşının (Van Gölü Kuzeyi) Paleocoğrafik Evrimi <b>Çetin YEŞİLOVA, Türker YAKUPOĞLU, Mustafa KARABIYIKOĞLU, Sefer ÖRÇEN ve Pelin GÜNGÖR</b> .....	293
Kesici Yapısına Göre Formasyona Uygun Matkap Seçimi <b>Tarık İSTER ve Adil ÖZDEMİR</b> .....	295



Nummulites Aturicus ve Nummulites Perforatus Soy Dizilerinin (Malatya Kuzeybatısı) Evrimsel Gelişimi ve Tetis Orta Eosen'indeki Yeri <b>Sefer ÖRÇEN, A. Feray GÖKDERE ve Güldem KAMAR</b> .....	297
Nummulites Migiurtinus - Nummulites Beaumonti Soy Dizisinin (Malatya Kuzeybatısı) Evrimsel Gelişimi ve Tetis Lütesiyen'indeki Yeri <b>Sefer ÖRÇEN, A. Feray GÖKDERE ve Güldem KAMAR</b> .....	299
Nummulites Beaumonti ve Nummulites Perforatus Gruplarının Orta Eosen Türkiye Tetis'inde Evrimsel Gelişimine Bir Yaklaşım <b>Sefer ÖRÇEN ve A. Feray GÖKDERE</b> .....	301
Mersin-Tarsus Otoyolunun 12+225-12+283 ve 21+276-22+280 Km'leri Arasındaki Şev Kaymalarının Mühendislik Jeolojisi İncelemesi <b>Nagehan BARKIN KAÇKA ve Sedat TÜRKMEN</b> .....	303
Jeopark Alanı Çalışmalarına Bir Örnek : Mut Miyosen Baseni (G Türkiye) <b>Gonca GÜRLER ve A. Sami DERMAN</b> .....	305
İnce Kesit Üzerinde Gözlenen Mineralin Görüntü Analizi Yöntemini Kullanarak Tanınması <b>Fatih ÜÇGÜN ve M. Gürhan YALÇIN</b> .....	308
<b>KONFERANS ÖZLERİ</b> .....	309
Jeolojik Tehlikelere Karşı Korunma Önlemleri Kapsamında Sismik Mikrobölgelendirme <b>Esen ARPAT</b> .....	310
21. Yüzyılın Enerjisi : Hidrojen Enerji Sistemi <b>T. Nejat VEZİROĞLU</b> .....	313
Orta Pontidler'in Yapısı ve Jeolojik Evrimi <b>Aral I. OKAY, Okan TÜYSÜZ, Muharrem SATIR, Sevinç-Özkan ALTINER, Demir ALTINER, Sarah SHERLCOK ve Recep H. EREN</b> .....	315
Marmara Denizi'nde Son 60 Bin Yıldaki Çökelleşme ve Çökellerdeki Önemli Çevresel Kayıtlar <b>Namık ÇAĞATAY</b> .....	317
26 Aralık 2004 Endonezya Depremi ve Tsunamisi Gözlemleri <b>Şükrü ERSOY, Doğan PERİNÇEK ve Ahmet Cevdet YALÇINER</b> .....	319

Tübingen Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Örneği ile “Bologno” Sonrası Avrupa Üniversitelerinde Reformlar <b>Muharrem SATIR</b> .....	320
Jeotermal Kaynaklar ve Yasal Karmaşa <b>Tahir ÖNGÜR</b> .....	321
Yer Bilimlerinde Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamaları <b>Okan TÜYSÜZ</b> .....	323
Tıbbi Jeoloji (Jeoloji ve Sağlık) <b>Eşref ATABEY</b> .....	324
Türkiye Heyelan Envanter Haritaları <b>Tamer Y. DUMAN, Tolga ÇAN, Hakan A. NEFESLİOĞLU, Şeyda OLGUN, Serap DURMAZ, Semi HAMZAÇEBİ, Candan GÖKÇEOĞLU, Ömer EMRE, Şerafettin ATEŞ, Ahmet DOĞAN, Şule ÇÖREKOĞLU, Mustafa KEÇER ve Reşat ULUSAY</b> .....	326

**JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU**  
*GEOHERMAL ENERGY SESSION*

## **Gediz (Kütahya) Bölgesinin Jeotermal Olanakları ve Isı Kaynağı Araştırmaları, Batı Anadolu, Türkiye**

### *Exploration of The Heat Source and Geothermal Possibilities of the Gediz (Kütahya) Region, Western Anatolia, Turkey*

**Musa BURÇAK\***, **Nazım YILDIRIM\*** ve **A. Rıza KILIÇ\*\***

\*MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara, Türkiye (burcak@mta.gov.tr)

\*\*MTA Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi, 06520, Ankara, Türkiye

**ÖZ.-** Çalışma alanı Kütahya ili, Gediz ilçesi batısı ile Şaphanedağ arasını içine alır. Bölgede temeli, Menderes masifinin kuzey kenarına ait Paleozoyik yaşlı gnays, şist ve mermerleri oluşturur. Menderes masifi kayaçlarının oluşturduğu bu temel kayaçlar Kretase yaşlı Dağardı ofiyolitik melanji tarafından tektonik olarak üzerlemektedir. Tüm bu kayaç birimleri Neojen – Kuvaterner yaşlı sedimanter ve volkanik kayaçlarla diskordan olarak örtülmektedir.

Gediz jeotermal alanı batı Anadolu'da yer alan orta entalpili sahalar arasında yer alır. Sahada yer alan kaynakların sıcaklığı 70-76 °C arasındadır. Alanda 78- 93 °C sıcaklıklarda akışkanın üretildiği üç üretim kuyusu (301-542-752m) yer alır. Sahada sıcak kaynak ve sondajlardan üretilen akışkanlara ait toplam termal potansiyel 27.57 MWt'dir. Alandan üretilen akışkan kaplıcalarda kullanılmaktadır. Gediz sahasından üretilen akışkanın, sıcaklığı itibariyle (2700 konut eş değeri) alan ısıtılmasında kullanılması mümkündür.

Çalışma alanında saha jeolojisi, uzaktan algılama, fotojeoloji, manyetotellürik(MT), hidrotermal alterasyon, su kimyası, hidrolojik izotop çalışmaları yapılmıştır.

Sahada gnaysın kırık zonları ve mermerler rezervuar seviyelerini oluşturmaktadır. Jeotermal sistemin örtü kayacını ise KB-GD doğrultulu graben havzasında çökelmiş, Neojen yaşlı gölsel çökellere ait, kil ve marnlı seviyeler ile tüfler oluşturmaktadır.

Jeotermal ısı kaynağının ve derin rezervuar varlığının araştırılması amacıyla, iki profil boyunca 30 noktada manyetotellürik(MT) yöntemi uygulanmıştır. MT araştırma sonuçlarına göre, iki bölgede 5-6 km derinlikte yer alan düşük rezistiviteli kütle, jeotermal ısı kaynağını oluşturabilecek, sıcaklığını henüz kaybetmemiş mağmatik intrüzyonlara yorumlanmıştır. Bu anomalilerden birincisi Gediz jeotermal sahası yakınında, diğeri ise bundan 6-8 km kuzey, kuzeybatıda yer almaktadır. Manyetotellürik çalışmalarla alanın kuzey kesimlerinde örtü kalınlığının 700-1000 m'ye kadar ulaştığı belirlenmiş olup, 1000-1500 m derinlikte derin rezervuarın varlığına işaret eden veriler elde edilmiştir.

Hidrotermal alterasyon çalışmaları için, 15 adet numune üzerinde X-Ray Diffractometre (XRD) ve X-Ray Fleuroscence (XRF) analizleri uygulanmıştır. Hidrotermal alterasyona uğrayan ana kayaçlar, Kuvaterner yaşlı bazalt ve Paleozoyik yaşlı gnaystır. Kimyasal analizler, primer mineral topluluğunu belirlemek amacıyla, ana kayaçlardan alınan iki adet petrografik numune ile desteklenmiştir. XRD sonuçlarına göre belirlenen hidrotermal alterasyon topluluğu, kuvars – kaolinit – smektit – illite - kalsit - dolomit ve hematittir. Yüzeysel hidrotermal alterasyonu mineral topluluğu, alterasyona ne-



den olan jeotermal akışkanların, alterasyonu olduğu zamanda, yaklaşık 150-175 °C sıcaklıkta ve nötr- zayıf asit pH koşullarında olduğunu göstermiştir. Yüzeysel hidrotermal alterasyonunun işaret ettiği bu sıcaklık (150-175 °C) günümüz sıcaklık koşulları ile karşılaştırıldığında, 150-175 °C'lerden yüzeysel koşullarında 76 °C'ye, yer altında ise 93 °C'lere kadar düştüğü belirlenmiştir. Benzer pH koşullarının günümüzde de etkin olduğu söylenebilir.

Alanda yer alan sıcak ve soğuk suların, kimyasal karakteristiklerinin belirlenmesi ve jeotermometre uygulanarak rezervuar sıcaklığına yaklaşımda bulunulması amacıyla kimyasal analizleri yapılmıştır. Su kimyası çalışmalarına göre alanda yer alan sıcak sular, Na-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> tipte, soğuk sular ise Ca-HCO<sub>3</sub> tiptedir.

Alanda yer alan sıcak suların beslenme alanı, su kayaç ilişkisi ve yer altında geçiş süresi gibi bilgilerin elde edilmesi amacıyla duraylı (Oksijen-18 and döteryum) ve radyoaktif (trityum) izotop çalışmaları uygulanmıştır. Duraylı izotop çalışmaları, eş-Cl ve eş-SiO<sub>2</sub> konsantrasyon haritaları beslenme alanının kuzeyde (Şaphanedağ) olduğunu, Trityum analizleri ise jeotermal suların yaşının 5-10 yıl olduğunu göstermiştir.

Elde edilen tüm verilerle, alanın kuzey ve kuzeybatısında geçirimsiz, kalın örtü altında derin jeotermal rezervuarın varlığına işaret eden umut verici sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Silis jeotermometre (kuvars) hesaplamalarına göre, rezervuarın derin zonlarında 127-134 °C rezervuar sıcaklığı beklenmektedir.

**ABSTRACT.-** *The studied area is located between Gediz and Şaphanedağ at Kütahya province in Western Anatolia. The basement rocks of studied area comprise Paleozoic aged gneiss, schist and marble which belong to north- north-eastern margin of the Menderes massif. These basement rocks are tectonically overlain by Cretaceous aged Dağardı ophiolitic melange. All these units covered by Neogene Quaternary aged sedimentary and volcanic rocks.*

*Gediz geothermal area is one of the medium enthalpy geothermal areas in the western Anatolia. The hot spring temperature is 70-76 °C in the area. There are three production wells (301-542-752m) which have 78-93 °C geothermal fluid. Total thermal energy potential of the Gediz area is 27.57 MWt. Geothermal fluids have been used for thermal bath facilities. It can be suitable for district heating (equivalent 2700 dwellings).*

*Field geology, remote sensing, aerial photo studies, magneto-telluric, hydrothermal alteration, hydro chemistry and hydrological isotope studies have been carried out in the study area.*

*The fractured zones of gneiss and marble form the main reservoir in the area. The cap rock of the geothermal reservoir is clay and marl stratas belonging Neogene aged lacustrine sediments and tuff deposited in NW-SE directional graben structure.*

*To clarify the geothermal heat source possibilities and deep reservoir exploration magnetotelluric method has been used along two profiles at thirty stations. On the basis of Magnetotelluric (MT) studies, two low resistivity anomalies defined as intrusions have not lost its heat at 5-6 km depth which*

can be interpreted as a heat source in two regions. One of them is near Gediz geothermal area and other is at the about 6- 8 km north-north-eastern from this field. Magneto-telluric methods studies indicate increasing the thickness of impermeable cap rocks from south to the north and reached 700-1000 m in the graben and presence of deep reservoir approximately 1000-1500 m depth.

Hydrothermal alteration study has been carried on fifteen samples using XRD and XRF analyses. The host rock of hydrothermal samples is Quaternary aged basalt and Paleozoic aged gneiss. Analyses have supported with two petrographical analyses to define primer mineral assemblages in the fresh basalt. Hydrothermal mineral assemblages are quartz – kaolinite – smectite-illite-calcite-dolomite and hematite. Surface hydrothermal alteration studies indicate that, geothermal fluids caused the alteration had a temperature about 150 to 175 °C and weakly acidic to neutral pH condition when the alteration occurred. When the temperature (150-175) which indicated surface hydrothermal alteration compare with recent hot water temperature (76-93 °C) which has been found that the surface temperature have been decreased from 150-175.

150-175 °C to 76 °C at the surface and 93 at the subsurface. Recent pH condition is very similar to pH condition which indicated by hydrothermal alteration.

Water chemistry studies have been carried out to define chemical characteristics and estimate reservoir temperature using geothermometre calculation. On the basis of water chemistry studies hot waters have been classified as Na-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> type and cold waters Ca HCO<sub>3</sub> type.

Stable (Oxygen-18 and deuterium) and radioactive isotopes (tritium) studies have been carried out to learn about recharge area and travel times. Stable isotope studies, chloride and SiO<sub>2</sub> iso-concentration maps indicate that the recharge area is at the north (Şaphanedağ). Tritium analyses showed that the travel time of the waters from recharge area to discharge area are 5-10 years.

All of the data have collected from the area show promising result indicating existence of possible deep reservoir under the thick impermeable cap rocks at the north and northwestern region of the area. Water chemistry studies indicate that, 127-134 °C reservoir temperature has been expected in the deeper zone of the reservoir according to silica (quartz) geothermometre.

## Düzce-Efteni Alanının Jeotermal Açından İncelenmesi *Geothermal Investigation of the Düzce - Efteni Area*

**Sinan SARP\*, Nazım YILDIRIM\*, Vatan DEMİREL\* ve Kürşat BEKAR\*\***

\*MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara, Türkiye (sarp@mta.gov.tr, nazim@mta.gov.tr)

\*\*MTA Trabzon Bölge Müdürlüğü

**ÖZ.-** Efteni jeotermal alanı Düzce ili, Gölyaka ilçesi, Efteni gölü kenarında (KB Türkiye), Kuzey Anadolu Fay zonunda bulunan Düzce fayının Efteni segmenti üzerinde bulunmaktadır. Alanın jeotermal özelliklerini aydınlatmak amacıyla 2000 ve 2001 yıllarında MTA Genel Müdürlüğü'nün Enerji Aramaları Projeleri kapsamında çalışılmıştır. Efteni kaplıcasında 43,6°C sıcaklıkta, hafif kükürt kokulu, gazlı ve yaklaşık 4-5 lt/sn debide akışkan çıkmaktadır. Kaynağın debi ve fizikokimyasal özellikleri olası depremlere hassasiyet göstermektedir.

Alanda temeli Perakambriyen yaşlı metagranitoyitler oluşturmaktadır. Bu temel üzerinde, konglomera-kumtaşı-marn-tüfit ardalanmasından oluşan Eosen yaşlı volkanosedimanter birim uyumsuz olarak bulunmaktadır. Gevşek tutturulmuş konglomera-kumtaşı-çamurtaşından oluşan Pliyo-Kuvaterner yaşlı sedimanter birim ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar en genç birimlerdir.

Efteni kaplıca alanındaki sıcak suların pH'ları 6,4 ile 7,3, EC'leri 325-3054 BS/cm arasında değişmektedir. Alandaki sıcak sular Na+K>Ca>Mg ve HCO<sub>3</sub>>Cl>SO<sub>4</sub> şeklinde kompozisyon göstermektedir. Silis jeotermometrelerine göre rezervuar sıcaklığı 50-90 °C arasında hesaplanmıştır. Jeolojik gözlemler, radon gazı ölçümleri ile rezistivite değerlerine göre alanda yoğun aktif kırık sistemlerin olduğu, akışkanın kırık-çatlak sisteminden geldiği, sahada ölçülebilen derinliklerde sıcak akışkanın yayılım yapmadığı belirlenmiştir. Meteorik kökenli suların süzülerek derinlere inip ısıdıktan sonra kırık hatlarını takip ederek yüzeye çıkmakta olduğu belirlenmiştir.

**ABSTRACT.-** *The Efteni geothermal area is located on the Efteni segment of the Düzce fault found in the North Anatolian Fault Zone, on the coast of the Efteni lake, Gölyaka county, Düzce town. Studies have been carried out within the scope of Energy Research Projects of MTA General Directorate in order to clarify the geothermal properties of the area in the years 2000 and 2001. In the Efteni thermal spring, there is a fluid of 43.6 °C, which is gaseous has light sulphur odor and a flow rate of approximately 4-5 lt/sec. The flow rate and physico-chemical properties of the source are sensitive to probable earthquakes.*

*In the area, the basement rock consists of Precambrian aged metagranite. An Eocene aged volcano sedimentary unit consisting of conglomerate – sandstone – marn – tuffite sequence unconformably overlies this basement. The Plio – Quaternary aged sedimentary unit consisting of loosely – attached conglomerate – sandstone – mudstone and the Quaternary aged alluvions are the youngest units.*

*The pH and the EC of the hot waters in the Efteni thermal spring area range from 6.4 to 7.3 and from 325 to 3054 BS/cm respectively. The hot water in the area have a composition of Na + K > Ca > Mg and HCO<sub>3</sub> > Cl > SO<sub>4</sub>. The reservoir temperature has been calculated to be between 50–90 °C according to silica geothermometers. According to geological observations, radon gas measurements*

*and resistivity values, there are intense active fault systems in the area, the fluid comes from the this system and that the hot fluid is not spread in measurable depths in the area. It has been determined that waters of meteoric origin flow to the deep and after becoming hot, follow the fracture lines and reach the surface.*



## **Bakırçay (Bergama-İzmir) Jeotermal Alanında Etkin Olan Yapısal Unsurlara Dair Yeni Veriler**

### *New Evidence of Structural Elements That Dominate At Bakırçay (Bergama-İzmir) Geothermal Area*

**Servet AÇIKGÖZ\*, Gürsel ARSLAN\*\* ve Mustafa KÜÇÜK\*\*\***

\*MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara

\*\*MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, 01360-Adana

\*\*\*MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Dairesi, 06520-Ankara

**ÖZ.-** İnceleme alanını da içine alan Batı Anadolu Grabenler bölgesinde Orta Miyosen'de başlayan çarpışmanın sonucu olarak etkili olan, K-G yönlü gelişen, sıkışma tektonik rejimi genelde tüm bölgenin ve inceleme alanının jeodinamik evriminde en etkili yapısal unsurdur. Üst Miyosenden sonra D-B olarak değişen sıkışma tektonik stil dinamiklerine göre Neotektonik dönemde yapısal unsurlar karakterlerini ve yönlerini değiştirmişler ve bölgenin tektonik evrimine, mağmatizmasına, çökel tipleri ve havza oluşumuna neden olan bu jeotektonik sivil dinamiği günümüzde gerilmeye dönüştürerek devam etmektedir.

İnceleme alanında bu tektonik dinamik içerisinde gözlemlenen eğim atımlı faylar yaklaşık D-B uzanımlıdır. Sindel köyü civarında iyi şekilde gözlemlendiği için bu isim ile anılan fay bölgenin tektonik siviline göre düşünüldüğünde üst Miyosen'den daha genç olmalıdır. 42°lik bir eğime sahip fay, havzanın grabenleşmesinde etkili olan fay sistemleri ile paralellik gösterir. Ancak havzada tam anlamıyla bir grabenleşmeden söz edecek yeterli veri gözlenememiştir. Bu nedenle Bakırçay havzasından yarım graben olarak söz etmek eldeki verilerle en doğru tanım olarak değerlendirilmelidir. Havzanın güneyinde yer alan Sindel fayına karşılık havzanın kuzeyinde bu tür fayın verileri gözlenememiştir. Bölgedeki grabenleşme yaşı ile ilgili değişik araştırmacılar tarafından Orta Miyosen-Kuvaterner aralığında yaşlar verilmiştir. Bu çalışmada bu tür bir havzayı oluşturabilecek faylanmanın Üst Miyosen'den sonra geliştiği gözlenmiştir.

Bölgesel çalışmalardan, jeofizik verilerden ve sıcak su çıkışlarının dağılımlarından inceleme alanının tektoniği ile ilgili varılabilecek bir sonuçta; gelişen yarım grabenin düşen bloğunda değişik bölmelerde değişik miktarlarda gerilmesiyle ana faya dik doğrultuda yanal atımlı, kopmuş faylar oluşmuştur. Bitişik bölmelere göre kendi içinde daha az gerilmeye uğramış olan bölme ana horsta göre daha uzağa giden, komşu bölmelere göre daha aşağı çökerek ana graben ve horst dışında kesişen horst ve kesişen graben yapıları gelişmiştir. KD-GB doğrultulu yapılarla ilgili jeolojik ve jeofizik veriler elde edilmiş olup bölgedeki sıcak su boşalımları bu yapılarla ilişkilidir.

*Anahtar kelimeler: Yarım graben, kesişen horst, kesişen graben, Bakırçay, jeotermal sahası*

**ABSTRACT.-** In Western Anatolia Grabens district comprising the field study, In the Middle Miocene N-S directional compressional tectonic regime developed as a result of collision has greatly determined the geodynamic evolution of the region in general and investigation area. After the

*Upper Miocene with the variation of the compressing direction as E-W, the extensions and characters of the structural elements developed in the Neotectonic Period also changed direction accordingly this geotectonic style dynamics which caused the deformation of basin and sediment types, magmatism and tectonic evolution of the region, is still continuing today, being transformed to stress.*

*The deep slip faults observed within the tectonic dynamics in the investigated area are approximately E-W extensional. The deep slip fault to which the name of the Sindel village has been given because it can be observed well around this village must be younger than Upper Miocene when considered according to the tectonic evolution of the region. The fault which has a dip of 42°, is parallel to the fault system which affect the graben forming mechanism of the basin. However, no sufficient data has been observed to fully talk about a grabenization in the basin. Therefore to mention the Bakırçay basin as a half graben should be evaluated as the most correct definition, considering the available data. Contrary to the Sindel fault of this type have not been observed in the North of the basin. Ages varying from Middle Miocene to Quaternary have been given by various researchers regarding the grabenization age in the region. In this study, it has been observed that a faulting that can form such a basin developed after the Upper Miocene.*

*One other conclusion that could be reached regarding the tectonics of the investigated area from distribution of hot water discharges, regional studies and geophysical studies is fallin block of the developed half graben, lateral deep broken off faults vertical to the main fault have been formed with the tension in various parts in various amounts. The part which has undergone less tension within itself compared to adjoining parts has developed cross horst and cross graben structures besides the main graben and horst by collapsing further below the neighboring parts and which has gone farther with respect to the main horst. The geological and geophysical data of NE-SW extensional structures has been obtained that the hot water discharges are related with these structure.*

*Key words: Half graben, Cross graben, Cross horst, Bakırçay, geothermal area*

## Denizli İlindeki Jeotermal Potansiyelin Kullanılabilirliği *Usability of Geothermal Potential In Denizli Province*

**İbrahim AKKUŞ, Hafize AKILLI, Önder AYDOĞDU ve Sinan SARP**

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara  
(akkus@mta.gov.tr, akilli@mta.gov.tr, ondera@mta.gov.tr, sarp@mta.gov.tr)

**ÖZ.-** Ülkemizin sahip olduğu jeotermal enerji potansiyeline karşılık bu enerji kaynağının kullanımı hak ettiği düzeyde değildir. Bunun en önemli nedeni yetersiz araştırma olanakları, bütçe, potansiyel bilgileri ve yasal boşluktur. Önceleri özellikle bu iki sorun yüzünden çekinceli davranan yatırımcıların, son yıllarda bu konudaki olumlu gelişmeler üzerine jeotermal enerjiye dayalı yatırım girişimlerinde hızlı bir artış gözlenmektedir. Yatırımcıları doğru yönlendirmek amacıyla yapılan bu incelemede seçilen Denizli ili, jeotermal potansiyel yönünden Türkiye'nin en zengin yerlerinden birisidir. Ege graben sistemine bağlı olarak oluşmuş B. Menderes ve Gediz grabeni ile bunların kesiştiği yerde bulunan Çürüksu grabeninde çok sayıda jeotermal alan bulunmaktadır. Jeotermal alanlarda yapılan çalışmalarda elde edilen bilgiler, Denizli ilinde önemli bir potansiyelin olduğunu göstermektedir. Denizli-Kızıldere alanı 242°C rezervuar sıcaklığı ile Türkiye'nin en yüksek sıcaklığa sahip sahasıdır. Denizli'de yer alan jeotermal alanlardaki kaynak ve alan sayısı, Türkiye'nin en yüksek sıcaklıktaki rezervuara sahip olması gibi öne çıkan özellikler nedeniyle jeotermal potansiyel bakımından oldukça ilgi çekmektedir. Denizli ilindeki jeotermal kaynaklar çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Kızıldere'de 15 MWe kurulu güce sahip santralde ortalama net 12,5 MW elektrik üretilmekte, elektrik üretiminin yanı sıra buhar içinde kondanse edilemeyen gazlardan CO<sub>2</sub> alınarak kuru buz üretimi yapılmaktadır. Atık akışkandan ise Sarayköy ilçesinin ısıtılmasında yararlanılmaktadır. Denizli'de kullanılabilir durumdaki potansiyelden yararlanma ekonomik boyutlarda değildir. Jeotermal amaçlı çalışmalar belirli alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu jeotermal alanlar yanında diğer jeotermal alanlarda da araştırma-geliştirme çalışmaları yapılması halinde mevcut potansiyelden çok daha yüksek potansiyel değerlerine ulaşılabilecektir. Elde edilecek potansiyel kullanım çeşitliliğini sağlayacak ve daha ekonomik yararlanma seçeneklerini geliştirebilecektir. Özellikle Kızıldere sahasının devamında yer alan Karataş alanında arama/üretim sondajları açılarak Kızıldere alanında üretilen sıcaklıkta akışkan elde edilebilecektir. Günümüzde, teknolojinin gelişmesiyle teorik olarak 80-110 °C sıcaklığındaki jeotermal akışkandan elektrik üretilebilmektedir. Gölemezli alanında açılan kuyulardaki sıcaklık ve debi değerleri bu alanda önemli bir potansiyelin olduğunu göstermektedir. Havza kenarında açılan sığ kuyulardan üretilen akışkan sıcaklıkları ısıtma uygulaması için uygun değerlerde olmakla birlikte açılacak derin kuyulardan elektrik üretimine uygun sıcaklıkta akışkan üretimi sürpriz olmayacaktır. Yapılan hidrojeokimyasal analiz sonuçları ova içerisinde yapılacak derin kuyularda bu bekiyenti güçlendirmektedir. Sarayköy sahasındaki potansiyelden elektrik üretimi yanında diğer uygulamalarda da yararlanılabilir. Tekkehamam jeotermal alanında yapılan sondaj ve jeokimya çalışmaları sonucu rezervuar sıcaklığının 220 °C olduğu hesaplanmıştır. Bu nedenle Kızıldere jeotermal alanına alternatif en ümitli sahadır. Yenice ve Karahayit sahalardan üretilecek akışkan, ısıtma uygulamasında yararlanılabilecek niteliktedir. Diğer sahalardan üretilecek jeotermal akışkandan elektrik üretimi ve ısıtma uygulaması dışındaki kullanımlarda ekonomik olarak yararlanılabilir.

Denizli'de yer alan jeotermal alanlarda başta elektrik üretimi olmak üzere çok çeşitli kullanım seçenekleri sunan önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Ancak Türkiye genelinde olduğu gibi Denizli

ilindeki jeotermal alanlarda da koruma önlemlerinin alınması kaynağın sürdürülebilirliği ve potansiyelin kullanılabilirliği açısından son derece önemlidir. Kontrolsüz, denetimsiz ve tekniğine uygun olarak açılmayan kuyular ve yapılan uygulamalar nedeniyle Karahayıt örneğinde yaşandığı gibi kaynağın sürdürülebilirliği riske atılmakta, rezervuarın dengesi bozulmaktadır. Dolayısıyla önemli bir potansiyele sahip Denizli ilindeki jeotermal potansiyelin ekonomik kullanımı ve sürdürülebilir özelliğinin sağlanması için öncelikle potansiyelin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmaların yapılması, yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerinin korunması gerekmektedir.

**ABSTRACT.-** *Contrary to the geothermal energy potential in Turkey the usage of this energy resource is not at the level it deserves. The most important reason for this is insufficient potential information and law arrangements. Previously, although the investors acted timidly especially because two problems, a rapid increase has been observed in their investments on geothermal energy upon positive developments about the matter in recent years. The province of Denizli, chosen in this study carried out to direct correctly the investors, is one of the richest place in Turkey in terms of geothermal potential. There are many geothermal areas in B. Menderes and Gediz grabens which were formed in relation to the Eagean graben systems and in the Çürüksu graben which is located where these two grabens intersect. The information obtained from the studies carried out in the geothermal areas show that there is an important potential in Denizli province. The Denizli-Kızıldere area has the highest reservoir temperature in Turkey with 242 °C. Denizli attracts quite a lot of attention regarding geothermal energy because of the numbers of resource and area in the geothermal areas, and its having the reservoir of highest temperature in Turkey. The geothermal resources are being used for various purposes in Denizli. At the Kızıldere power station which has 15 MWe installed capacity, net 12,5 MW electricity is produced in addition to dry ice production which is made by taking CO<sub>2</sub> from non-condansable gases in vapor. On the other hand, waste fluid is being used for heating the Sarayköy town. Making use of usable potential in Denizli does not bear economic dimension. Studies of geothermal purposes are intense in certain areas. Potential values much higer than the present potential will be obtained if research-development studies are carried out in other geothermal areas besides the ones mentione above. The potential to be obtained will provide usage differences and can develop more economic usage alternatives. Especially in the Karataş area which is located in the continuation of the Kızıldere area fluid having the same temperature as that produced in the Kızıldere area can be obtained by opening production drillings. Today, electricity can be produced theoritically from geothermal fluids which have 80-110 °C temperature and flow rate of the wells which were opened in Gölemezli show that there is a significant potential in this area. Although the temperature values of the fluid which was obtained from the shallow wells that were opened near the basin is suitable for heating purposes, obtaining fluids from deep wells to be opened which have suitable temperature for electricity production will not be surprising. The results of the hydro-geochemical analysis strengthen this expectation in deep wells which will be drilled in the plain. The potential in the Sarayköy area can be utilized in other applications besides the electricity production. As a result of drilling and geochemistry studies carried out in the Tekkehamam geothermal area the reservoir temperature was calculated to be 220 °C. Therefore it is the most promising area as an alternative to the Kızıldere geothermal area. The fluid which will be produced from the Yenice and Karahayıt areas has the quality of being utilized in heating application. The geothermal fluid which*



*will be produced from other areas can be utilized economically in applications other than electricity production and heating.*

*In the geothermal areas located in Denizli there is a significant potential presenting various application areas, especially electricity production. However, taking protective measures in the geothermal areas in Denizli is utterly important for the utilization of the potential and sustainability of the resources, which is the case in the whole of Turkey. Due to wells opened without control, inspection and without conforming to the necessary techniques and applications carried out, the sustainability of the resource becomes risky and the balance of the reservoir is upset, which was the case in the Karahayıt example. Therefore, in Denizli, in order to obtain the sustainability and economic usage of the geothermal potential, which is significant, firstly studies to determine the potential must be carried out, and renewability and sustainability properties must be protected.*

**Jeotermal Alanlardaki Akışkanların Jeokimyasal Modellemesi ve  $^{14}\text{C}$  İle Dolaşım Sürelerinin Belirlenmesinde Ar-Ge Çalışmasına bir Örnek :Kızıldere Denizli**  
*Geochemical Modelling of Fluids in Geothermal Sites and an R and D Example for the Circulation Period Determination Using  $^{14}\text{C}$ ;*

*Kızıldere, Denizli*

**İsmail Noyan GÜNER ve Nazım YILDIRIM**

*MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi, AR-GE Birim Yöneticiliği Eskişehir Yolu 5 km. 06520 Çukurambar Ankara, (n.guner@mta.gov.tr)*

Ege Bölgesinde yer alan Büyük Menderes grabeninin doğusunda, Buharkent-Yenice-Pamukkale arasında kalan bölgedeki çok sayıda kaynak ve kuyuda jeotermal akışkan bulunmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen “Büyük Menderes Grabeninde Yeralan Yüksek Sıcaklıklı Jeotermal Akışkanlarda Yaş ve Köken Tayini” projesinin bir parçası olan bu çalışma, bölge ile ilgili izotop ve hidrojeokimyasal verilerle çalışma kapsamı içinde yer alan kaynakların beslenme ve sirkülasyon sürelerinin belirlenmesini, hedeflemektedir. Bu amaçla bölgede yer alan sıcaklıkları  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $242\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında değişen akışkanları gruplandırmak, yeraltında geçirmiş olduğu jeokimyasal süreçler ile kökenlerini belirlemek, beslenme yüksekliklerini hesaplamak ve dolaşım sürelerini tesbit etmek için sukimyası,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $\delta^{34}\text{S-SO}_4$  ve  $\delta^{18}\text{O-SO}_4$  izotop örneklemeleri yapılmıştır.

Enel (1988) ve Yıldırım ve Güner (2002)’de verilen hidrokiyem verilerine göre toplam 10 değişik tipte hidrojeokimyasal karakterle sınıflandırılmıştır. Bu sulardan altı tanesi  $242\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıklı 4. türde  $\text{Na-HCO}_3$ ’lü ( $<90\text{ TDS}<130\text{ meq/l}$ ) Kızıldere termal suları ile 1. türde  $\text{Ca-HCO}_3$  (TDS $<30\text{ meq/l}$ ), 2. türde  $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$  (TDS  $\sim 110\text{ meq/l}$ ) ve 3. türde  $\text{Na-SO}_4$ ’lü (TDS  $\sim 70\text{ meq/l}$ ) suların çeşitli oranlardaki karışımlarından oluşmaktadır.

Yıldırım ve Güner (2002), sığ dolaşımli soğuk su kaynaklarının döteryum-yükseklik değişimine göre Kızıldere ve Tekkehamam jeotermal termal sularının ortalama 1300-1900 m kotları arasından beslendiğini,  $\delta^{34}\text{S-SO}_4$  ile  $\delta^{18}\text{O-SO}_4$  izotop analiz sonuçlarına göre Tekkehamam termal kaynakları ile yakın çevresinde bulunan termal kaynakların sularında bulunan  $\text{SO}_4$  iyonunun kökeninin Şimşek (1984) tarafından adlandırılan Pliyosen yaşlı Kolonkaya formasyonu içinde bulunan jipsler olduğunu ve Kızıldere jeotermal elektrik santralindeki derin kuyulardan çıkan jeotermal suların  $\delta^{18}\text{O-SO}_4$  izotop içeriğinde yüksek sıcaklıktan dolayı  $\delta^{18}\text{O-H}_2\text{O}$  ile meydana gelen değişim miktarı %46-84 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Kızıldere jeotermal elektrik santralindeki kuyulardan boşalan suların Plummer, ve diğerleri (1996) tarafından geliştirilen NETPATH jeokimyasal modelleme programında yapılan değerlendirilmelere göre, Kızıldere sahasındaki değişik kuyulardan boşalan jeotermal akışkanın  $^{14}\text{C}$  izotopuna göre dolaşım süresi 22.500-27.500 yıl arasında değişmektedir. Yıldırım ve Ölmez, (1999), Tekkehamam jeotermal alanındaki suların kuzeydeki Kızıldere jeotermal sahasından güneye doğru yer altından akışa

geçen jeotermal akışkanın Tekkehamamdaki sığ yer altı suları ile karışması sonucu meydana geldiğini belirtmiştir. Söz konusu karışım modeli baz alınarak yapılan  $^{14}\text{C}$  izotopu; dolaşım yaşı R-1 kuyusu için 31.000 yıl, Tekkehamam jeotermal alanında yer alan Babacık ve İnaltı kaynakları için 35.000 yıl olarak hesaplanmıştır.

**ABSTRACT.-** Many geothermal fluids are encountered in numerous springs and wells in the area between Buharkent – Yenice – Pamukkale located in the Aegean Region to the east of the Büyük Menderes Graben. This study, constituting a part of the project called “Age and Origin Determination of the High Temperature Geothermal Fluids in the Büyük Menderes graben” and directed by the MTA General Directorate, aims the recharge and circulation period verification of related resources by means of interpreting isotopic and hydrochemical data of the above mentioned region. For this purpose, water chemistry,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $\delta^{34}\text{S-SO}_4$  ve  $\delta^{18}\text{O-SO}_4$  isotope sampling have been realized in order to determine the geochemical processes taken underground as well as origin, recharge altitudes and circulation periods while grouping the fluids with temperatures between 35 °C - 242 °C located in the region.

Enel (1988) and Yıldırım and Güner (2002), had classified these hydrochemically characted waters in 10 different types, according to the given chemical data. They have indicated that, six of the classification are constituted from the mixtures of waters at 242 °C and 4<sup>th</sup> type Na-HCO<sub>3</sub> belonging to Kızıldere thermal waters (<90 TDS<130 meq/l), 1<sup>st</sup> type Ca-HCO<sub>3</sub> (TDS<30 meq/l) waters, 2<sup>nd</sup> type Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> (TDS ~110 meq/l) waters and 3<sup>rd</sup> type Na-SO<sub>4</sub> (TDS ~70 meq/l) waters.

Yıldırım and Güner (2002) have indicated that, Kızıldere and Tekkehamam geothermal waters are recharged from an altitude of 1300 – 1900 m according to the deuterium – elevation variation of the shallow circulating water resources. They also have mentioned that, according to the  $\delta^{34}\text{S-SO}_4$  and  $\delta^{18}\text{O-SO}_4$  isotope analysis, the SO<sub>4</sub> ion found in thermal springs, located in Tekkehamam and province, originated from gypsiums of the Pliocene aged lithology, named by Şimşek (1984) as Kolonkaya formation. The  $\delta^{18}\text{O-SO}_4$  content of the geothermal waters, discharging from deep wells in the Kızıldere geothermal electric plant site, has changed at a 46 – 84% ration due to  $\delta^{18}\text{O-H}_2\text{O}$  exchange at high temperatures.

According to the evaluation of the  $^{14}\text{C}$  isotope using NETPATH geochemical modeling programme, generated by Plummer, et-al. (1996), the geothermal fluid discharging from the Kızıldere power plant, corresponds to turnovertime of 22.500 – 27.500 years. Yıldırım and Ölmez (1999) inform that, waters of the Tekkehamam geothermal field originate from the mixture of shallow groundwaters encountered in site with geothermal fluids underflowing from the Kızıldere geothermal field, located north, towards south. Taken into consideration this mentioned mixture model, the  $^{14}\text{C}$  isotope indicates turnovertime of 31.000 years for R-1 geothermal well and 35.000 years for the Babacık and İnaltı springs, located in the Tekkehamam geothermal field.

**DEĞİNİLEN BELGELER :**

- Enel, (1988), *Optimization And Development of The Kızıldere, Geothermal Field, Appendix 3, Integrative, Prospectings Geochemical Report, Pisa, Italy.*
- Plummer, L. N., Prestemon E.C., and Parkhurst D.L., 1996, *An interactive code for modeling net geochemical reactions along a flow path (netpath) Version 2.0, U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 94-4169, 130 pp.*
- Şimşek, Ş., (1984), *Denizli-Sarayköy-Buldan alanlarının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Yerbilimleri Fak., İstanbul.*
- Yıldırım, N., and Güner, N.I., (2002), *Büyük Menderes Grabeninin doğusunda yer alan jeotermal sahalarında bulunan suların izotopik ve hidrojeokimyasal özellikleri, Hidrolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, 79-88, (Editörler) M. Sayın, C. Çifter, S. Özcan Eyüpoğlu, A. Temel Dilaver, I. Yalçın, DSİ, Adana, Türkiye.*
- Yıldırım, N., and Ölmez, (1999), *Hydrogeochemical relationship between newly drilled wells (R1 and TH2) and former production wells in Kızıldere geothermal field, 1st Western Anatolian Raw Material Symposium, pp 336-345, (1999).*

## Çaybağı (Özalp-Van) Jeotermal Alanında Aramadan Sondaja Jeotermal Enerji Etüdü *Geothermal Energy Investigation (from Exploration to Drilling) of Çaybağı (Özalp –Van) Geothermal Field (Eastern Turkey)*

**Servet AÇIKGÖZ\***, **Mustafa KÜÇÜK\*\***, **Selim ARSLAN\*\***, **Ömer HACISALİHOĞLU\*\*\***,  
**İsmail KARA\*\*\*\* ve M. Nuri HAMUT\***

\*MTA Genel Müdürlüğü-Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi, 06520-Ankara, (e-mail: servetacikgoz@tnn.net)

\*\*MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Dairesi, 06520- Ankara

\*\*\*MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61200-Trabzon

\*\*\*\*MTA Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, 42152-Konya

**ÖZ.-** İnceleme alanını da içine alan Doğu Anadolu Bölgesi'nde Neotektonik dönem Orta Miyo-sen'de kıta-kıta çarpışması ile başlamıştır. Çarpışma sonucu gelişen sıkışma tektonik rejimi genelde tüm bölgenin jeodinamik evrimini büyük ölçüde belirlemiştir. Bu tektonik rejime bağlı olarak kav-ramsal modele uygun şekilde önemli yapılar gelişmiştir. Sıcak akışkanın boşalım yaptığı kaynak ya-kınında E-W yönlü, sağ yönlü doğrultu atımlı Çaybağı fayı inceleme alanının önemli yapılarından bi-risidir.

Sıkışma tektoniğine eşlik eden Neovolkanizma çarpışma ile kökensel ilişkilidir. Doğu Anadolu'da kalınlaşan kabuğun kısmi ergimesi sonucu oluşan magma ile üst manto malzemesinin karışma ürü-nü genç volkanitler geniş bir yayılıma sahip olup alkali ve kalkalakali niteliktedir.

Neotektonizma'nın etkin olduğu jeotermal alanda, 59 °C sıcaklığa sahip ve 0.04 l/s debide boşalım yapan kaynak mevcuttur. Kaynaktan alınan sıcak su numunelerinin analiz değerlerine uygulanan SiO<sub>2</sub> jeotermometresine göre rezervuar sıcaklığı 120-130 °C arasında hesaplanmıştır. Sıcak akışkan jeo-kimyasal açıdan, yüksek B, F ve silisik asit içeren Na-HCO<sub>3</sub>-Cl'li sular sınıfına girer..

İnceleme alanında, Haziran 2001 de jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalar, 2002 Haziran-Temmuz ay-larında da jeofizik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Jeofizik çalışmalar, gravite, manyetik ve rezistivi-te (DES) olmak üzere üç ayrı yöntem uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Jeofizik veriler değişik bilgi-sayar programları kullanılarak, araziye yönelik yorumlar detaylı olarak yapılmıştır.

Elde edilen veriler ışığında sıcak akışkan eldesine yönelik olarak yapılan sondaj kuyusu ile ilgili lo-kasyon belirlenmiş ve Temmuz-2003'de belirlenen bu lokasyonda 452.35 m derinlikte gerçekleştir-ilen bu sondajda, 87 °C sıcaklıkta, 80 l/s gayserli, 30 l/s sürekli akan debiye sahip akışkan elde edil-miştir.

*Anahtar kelimeler : Neotektonizma, Çaybağı-Van, Jeofizik, Sondaj, Sıcak akışkan*

**ABSTRACT.-** In Eastern Anatolia comprising the investigated area, in the Middle Miocene the Ne-otectonic period starting with continent-continent collision, the compressional tectonic regime deve-loped as a result of collision, has greatly determined the geodynamic evolution of the region in ge-



neral. Depending on this tectonic regime important structural elements have developed in accordance with the conceptual model. E-W trending right lateral strike slip Çaybağı fault near hot spring is the important structural element in the investigated area.

Neovolcanism accompanied the neotectonic regime is collision related. The young volcanics being a mixture product of the upper mantle material and magma formed as a result of partial melting of the lower parts of the thickened continental crust in the Eastern Anatolia are widely spread and have alkaline characteristic.

In geothermal system developed in the area where neotectonism is efficient, geothermal fluid from a spring having a temperature of 59 °C and flow rate 0.04 l/s is discharge. According to the SiO<sub>2</sub> geothermometer of the hot water samples gathered; reservoir rock temperatures ranging from 120 °C to 130 °C have been calculated. Hydrochemical characterization of the thermal water shows that it is Na-HCO<sub>3</sub>Cl type with high B, F and silicic acid content.

Geological and hydrogeological investigation of field was performed in June 2001 and then geophysical investigation of field was performed in June-July period of year 2002. Geophysical surveys have been made using three different kinds of geophysical methods in Van-Özalp-Çaybağı area. In this investigations; gravity, magnetic and resistivity (VES) measurement have taken on specified stations had been taken geophysical measurements. Geophysical measurements have been processed with different computer programs and finally the investigations were interpreted in detail.

As a result very little warm place has been formed near the hot springs. At the end of geological and geophysical investigation results, well drilled with a depth of 452.35 m in July 2003, and taken out hot fluid of 87°C. The well's flow rate is about 80 l/s with geyser, 33 l/s with sustained flow.

*Key words: Neotectonism, Çaybağı-Van, Geophysics, Drilling, Hot fluid*

## **Bir Jeotermal Sistemde Potansiyel Belirleme ve Entegre Üretim Tesisleri Plânlama Çalışmaları**

### *Determination of Potential and Planning of Integrated Production Plants in Geothermal Systems*

**Nazife DİKENOĞLU YILMAZ**

*EİE Genel Müdürlüğü (nyilmaz@eie.gov.tr)*

Kurumumuz, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ), 24 Haziran 1935 tarihli, 2819 sayılı “Kuruluş Yasası”nın Madde 2, “A” bendindeki “Memlekette mevcut su kuvvetleri ve sair enerji membalarını tetkik edecek elektrik istihsaline en elverişli olanları tespit etmek” ifadesine uygun olarak, 69 yıldır “hidrolik enerji” potansiyelini belirlemek için akarsu havzalarında yaptığı ilk etüt, master plân, yapılabirlik ve kesin proje çalışmalarıyla halihazırda kullanımda olan %35’lik potansiyelin %85’inde emeği geçmiştir. Ayrıca, henüz kullanımda olmayan %65’lik kısmın proje çalışmaları ile akarsularımızın henüz değerlendirilmeyen yan kolları ve küçük akarsuları kapsayan “İlave HES Potansiyeli Belirleme İlk Etüt Çalışmaları”nı yürütmektedir.

Akarsu gücünden yararlanılırken, günümüzde, EİE ve DSİ her akarsu havzasını uzun yıllar bilgi birikimi ve deneyimleri sayesinde bilimsel olarak araştırıp, plânlayıp en optimum faydayı sağlama yoluna gitmektedir. Havzanın master plânı yapılmadan hiçbir yatırımcıya kullanım izni verilmemektedir.

Bir akarsu havzanın master plânı tamamlandığında tesis yerleri tek tek veya toplu halde 4628 sayılı kanuna ve su kullanım hakkı yönetmeliğine uygun olarak başvuran yatırımcıya DSİ’ce açılır. Başvuru olmadığı takdirde tesis yerlerinin fizibilite çalışmaları yetkin kurumlar olan EİE veya DSİ’ce yapılır. Aynı anlayış jeotermal kaynakların kullanımında da egemen olmalıdır.

Jeotermal sistemlerin dört boyutlu (x, y, z ve zaman-yaş-) konumu ve potansiyeli tam olarak belirlenmeden jeotermal kaynağın planlaması yapılmamalıdır. Her iki alanda uzman kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör kuruluşları iş birliği yapmalıdır.

Ülkemizde henüz arama safhasında olan sahalarda bile büyük yatırımlara girişilmekte, aceleci davranan ve yanlış yönlendirilen yatırımcılar farkında olmadan yatırımlarını büyük risklerle karşı karşıya bırakmaktadırlar. Riski artıran bir diğer faktör de rezervuar parametrelerinin belirlenmeden, sistemin modellenmesi yapılmadan aynı sahada birden fazla girişimcinin jeotermal enerjiye dayalı yatırım yapmak istemesi halinde ortaya çıkmaktadır. Jeotermal sistemlerde optimum üretim koşullarına uyulmadığında rezervuar dengesi olumsuz olarak etkilenmektedir.

Jeotermal kaynakların yüzeysel emareleri dikkate alınarak rezervuarın asıl yeri, jeolojik-stratigrafik model ışığında litolojiler arasındaki geçirgenlik dikkate alınarak da hazne kayaçların yerleri tahmin edilir. Jeolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik model çalışmaları sonucunda muhtemel rezervuar sistem(ler)i sondajlı araştırmalarla araştırılarak yerleri kesinleştirilir.

Boya deneyleri ve/veya izotop izleme teknikleri yardımıyla rezervuara giren-çıkan su miktarı hesaplanır. Jeotermal sisteme gereğinden az suyun girdiği tesbit edilirse, kaynağı fazla soğutmayacak şe-

kilde, akışkan çekim miktarını artırmak için gerektiğinde yüzey gölcükleri (baraj, gölet vb. yapılar) yardımıyla sızma miktarı artırılır. Sisteme fazla suların giriş-çıkış yaparak sistemi soğuttuğu belirlenirse suyun giriş yaptığı jeolojik birimler belirlenerek akış yukarısında yapılacak kapanlar ve su iletim yapılarıyla, rezervuara giriş yapmadan sistemin dışına atılabilir.

Master plân çalışmalarıyla suların doğal yolla, beslenim-boşalım miktarı ve akışkanın sıcaklık potansiyelinin belirleyerek, bir jeotermal sistemden nasıl yararlanılacağı belirlemek için “Fizibilite Çalışmaları”na başlanır. Fizibilite çalışmalarında, sistemin özelliklerine göre, aşağıda maddeler halinde verilen kullanım alanlarının hangisi ve/veya hangilerinin uygun olabileceğine karar verilir.

- a) Akışkanın sıcaklığı uygunsa öncelikle elektrik enerjisi elde edilmesine,
- b) Elektrik enerjisi elde edildikten sonra, türbinden çıkan sıcak buharın ve ayırıcı ile ayrılan sıcak suyun, yakında varsa, yerleşim birimlerindeki binaların ısıtmasına,
- c) Binaların merkezi ısıtma ile ısıtılmasından sonra sistemden dönen sıcak suların termal havuzlarda biriktirilerek değerlendirilmesine,
- d) Termal havuzlardan ayrılan suların, çevrede varsa sera amacıyla düzenlenen toprakların ısıtılmasına,
- e) Sera sistemlerinden dönen sularda kültür balıkçılığı imkânları araştırılmasına,
- f) Kültür balıkçılığı için kurulan havuzlardan ayrılan suların, çevre kirliliğine yol açmaması için rezervuara yeniden enjekte (reenjeksiyon) edilmesine karar verilir.

Yukarıdaki araştırma aşamaları tamamlanmadan, sistemin modeli kesinleşmeden, rezervuar sahasında yatırımcılara sondajlı araştırmalara izin verilmemesi, böylece kaynağın bozulmaması sağlanmalıdır. Bir jeotermal sistemde potansiyel belirleme çalışmaları teknik, ekonomik ve idari nedenlerle uzun sürecekse, yatırımcılara, araştırmaları potansiyel belirleme çalışmalarının bir parçası olmak kaydıyla izin verilebilir.

Entegre tesislerin tamamı veya bir kısmı için başvuran yatırımcılara ruhsat verildikten sonra, rezervuarı kullanma ve kurulacak tesislerin devamlılığı ve ekonomik verimliliği için yetkin kuruluşlar tarafından sürekli denetim çalışmaları yapılmalıdır.

**ABSTRACT.-** Our institution, General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration (EIE) had spent all its efforts on the 85 % of presently used 35 % potential with preliminary study (pre study), master plan, executability and exact project works in order to evaluate “hydroelectric energy” potential in river basins for 69 years in accordance with the statement in Clause 2, Article “A” of June 24, 1935 dated and 2819 numbered “Foundation Law” which suggests to “investigate all nationwide water forces and other energy sources and identify the most suitable ones for electricity production”. In addition, it has administered the project works for remaining non-used potential and “Pre Study Works for Extra HEPP Potential Evaluation” which includes small rivers and branches which are non-utilized.

*If the power of river were like that, today EIE and DSI choose to research and plan scientifically with their knowledge and experience for long years to provide the optimum benefit from every river basin. No investors are given rights of usage before the master plan of the domain is completed.*

*After completing master planning of the sites of plants, they are opened by one or totally to the investors who applied for these plants in according with the No.4628 law and the specifications related to water usage rights. In case of no applications, feasibility works related to the projects of the sites of facilities are carried out by specialized organizations such as EIE and DSI. The same mentality should be dominant in the usage of geothermal resources, too.*

*Planning of geothermal resource should not be made before the 4-dimensional (x, y, z and time -age) location and potential of the geothermal fields is completely determined. Cooperation with public institutions specialized in both areas is needed.*

*In country, great investments are being applied even to the sites which are at the stage of exploration and thus by acting quickly investors who are directed wrongly put their investments in to great risks. Another factor which is increased to the risk, in case of many investors want investment which is according to geothermal energy in same fields, before the reservoir parameters is not determined. When it is not conditions of optimal production in geothermal fields, equilibrium of reservoir is negative effected.*

*Place of reservoir is estimated by geological-hydrogeological models and surface parameters of geothermal resources in according to study of geological, hydrologic-hydrogeological models. Probably reservoir systems are determined by drilling investigations.*

*By tracers and isotope tests amount of input and output water in reservoir is computed. When the incapable waters through to in the geothermal systems, amount of fluid discharges is increased by surface water points (dams, small dams and other water structures etc.).*

*In reservoirs where geothermal waters naturally flows in and out and heat potential of the fluids is known "Master Planning" and "Feasibility Studies" are started. In there;*

- a) If the heat of the fluid is appropriate generation of electrical energy should be considered first.*
- b) After electrical energy is produced, hot steam obtained from turbine and hot water separated by means of separators should be utilized in heating the buildings in the near vicinity.*
- c) After heating buildings, the hot water restored from the systems should be evaluated by accumulating them in pools.*
- d) Thermal waters accumulated in pools can be used in heating the soils in greenhouses.*
- e) Culture fishing possibilities should be researched for the thermal waters returning from greenhouses systems.*
- f) Thermal waters accumulated in pools for culture fishing should be reenjected to the reservoir in order not to cause any environmental pollution.*

*Before the investigations mentioned above are completed, no permission of drilling in the reservoir area should be given to investors for the reason that thermal source can be spoiled. If potential determination works for a geothermal area will last long because of technical, economical and administrative reasons under these conditions permission to investors can only be given if their investigations form a part of the general investigations carried out for the determination of thermal potential.*

*After investors received permissions for a part or whole of integrated plants, they should be supervised by specialized organizations for the purpose of appropriate usage of reservoir and safety of plants.*

**Dayk Egemen Jeotermal Sisteme Bir Örnek :**  
**Sarmaşık (Ordu-Fatsa) Jeotermal Alanı**  
*An Example of Dyke Dominated Geothermal System:*  
*Sarmaşık (Ordu-Fatsa) Geothermal Field*

**Servet AÇIKGÖZ\***, **Mustafa KÜÇÜK\*\***, **Ahmet ÜÇER\*\*** ve **Ali İhsan ERÇİN\*\*\***

\*MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammaddeleri Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06520- Ankara

\*\*MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06520-Ankara

\*\*\*MTA DOĞU Karadeniz Bölge Müdürlüğü, 61200-Trabzon

**ÖZ.-** Doğu Pontid tektonik kuşağının en batısında, Türkiye'nin tali neotektonik bölgelerinden sayılan ve Karadeniz kıyı bölgesi olarak tanımlanan bölgede yer alan inceleme alanında en yaşlı kaya birimi Türoniyen-Santoniyen yaşlı bazaltlardır. Alt seviyelerde kumtaşı, kırmızı renkli kireçtaşı, çamurtaşı, kiltası, silttaşı, kumlu killi kireçtaşı, piroklastik ara seviyeleri ve lav seviyeleri ile temsil edilen blok ve kül akması Santoniyen-Maestrihtiyen yaşlıdır. Maestrihtiyen-Tenesiyen yaşındaki fliş karakterindeki birim stratigrafi içinde gözlenen diğer bir formasyondur. İstifin tümü bazik dayklarla kesilmiştir.

İnceleme alanının jeodinamik evrimini, yapısal unsurlarını ortaya koyacak ve deformasyon tipini belirleyecek veriler oldukça azdır. Kavramsal jeotermal modelin en önemli unsurlarından birisi de sahada yaygın olarak gözlemlenen daykların yerleşimini sağlayan dinamizm etkisi ile oluşan unsurlardır. Daykların yerleşimi sırasında çevresinde gözenekli ve geçirgen bir zon oluşturabilmekte ve bu zonlar zaman zaman bir fay sistemi gibi çalışarak akışkanın taşınmasını sağlayabilmektedir.

İnceleme alanındaki kavramsal jeotermal modelde önemli bir unsur olan aktif daykların jeolojik konumunu ve dokanak zonlarını belirlemek için manyetik ve Gamma-Ray spektrometre uygulamaları yapılmıştır.

**ABSTRACT.-** Investigation area which is located in the region of Black Sea coast, at the west side of East Pontides tectonic zone that confess the subordinate Neotectonic regions of Turkey. In the area the oldest lithology represents by basalts which is Turonian-Santonian ages. Block and ash flows which is Maestrichtian-Santonian ages in down level Sandstone, consequently reddish limestone, mudstone, clay stone, sandy and clayey limestone and interstratified piroclastic and lava level. Flysch characterized unit which is Maestrichtian-Thantetian ages is the other formation in study area. All stratigraphic units area cut by basic dykes.

Geological datas are seldom and not enough to determination geodynamic evolution, structural elements and type of deformation. Conceptual geothermal model consisting of element dykes taken from dynamic effect are very important element. Sometimes dykes can cause permeable and pore zone which act as a fault system to transport fluid in it.

Magnetic and Gamma-Ray spectrometry studies mayed to specify geological site and boundary of active dykes which is important element of conceptual geothermal model at investigation area.



## Merzifon-Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferinin Hidrojeokimyasal Evrimi *Hydrogeochemical Evolution of Merzifon-Gümüşhacıköy (Amasya) Aquifer*

Arzu FIRAT ERSOY\*, Remzi DİLEK\*, Hakan ERSOY\* ve Mete TÜRKER\*\*

\* Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği 61080 Trabzon (firat@ktu.edu.tr, dilek@ktu.edu.tr, ersoy@ktu.edu.tr)

\*\* DSİ VII. Bölge Müdürlüğü, Samsun, meteturker@mynet.com

**ÖZ.-** Tatlı-tuzlu su girişi nedeniyle katyon değişiminin meydana geldiği kireçtaşı-kumtaşından oluşan kıyı akiferleri için geliştirilen Stuyzand sınıflama sistemi bir akiferdeki farklı su tiplerinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu sınıflamanın amacı yer altı suyundaki katyon değişiminin meydana gelip gelmediğini belirleyerek akiferin hidrojeokimyasal gelişimini ortaya koymaktır.

Bu çalışmada, Stuyzand Sınıflama Sistemi Merzifon-Gümüşhacıköy (AMASYA) akiferine uygulanmıştır. Akifer alanı yaklaşık 470 km<sup>2</sup>'dir ve Kuvaterner alüvyon ile Pliyosen gevşek yapılı kil, kum ve çakıldan oluşan iki birimden oluşmaktadır.

Ovada 1951-1972 yılları arasında açılan kuyularda DSİ VII. Bölge Müdürlüğü tarafından su analizleri yapılmış ve bu analizlerin sonuçları kullanılarak Stuyzand sınıflama sistemi hazırlanmıştır. Daha sonra havzada revizyon çalışmalarına başlanmış ve ilk veriler 2003-2004 yıllarında elde edilmiştir. Çalışmalar sırasında ovada bulunan kuyu sularından örnek alınarak kimyasal analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları ile Stuyzand sınıflama sistemi Merzifon-Gümüşhacıköy akiferi için yeniden hazırlanmıştır. Sonuçta her iki sınıflama arasındaki farklılıklar ortaya konularak ovanın hidrojeokimyasal evrimi belirlenmiştir.

Stuyzand sınıflama sisteminde 4 farklı bileşen kullanılarak sonuca ulaşılmaktadır. Bu bileşenler sırasıyla Cl<sup>-</sup> içeriği, toplam sertlik (FS), baskın anyon-katyon çifti ve katyon değişim kodudur. 1951-1972 yılları arasında yapılan analiz sonuçları kullanıldığında, Merzifon-Gümüşhacıköy yer altı suyu Cl<sup>-</sup> içeriği bakımından "tatlı su" sınıfında bulunmaktadır. Toplam sertlik açısından "yumuşak" ile "çok sert" su arasında değişim göstermektedir. Hakim anyon-katyon çiftine göre yer altı suyunun CaHCO<sub>3</sub>, Na-karışım, Ca-karışım ve CaCl su tipinde olduğu belirlenmiştir. Katyon değişim koduna göre ise akiferde katyon değişiminin meydana geldiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre yer altı suyunun NaHCO<sub>3</sub> su tipinden CaHCO<sub>3</sub> su tipine doğru geliştiği ve zaman içerisinde yer altı suyunda tipik bir yıkanmanın hakim olduğu belirlenmiştir. Havzadaki kayalar içerisinde bulunan kil minerallerindeki Na<sup>+</sup> iyonu, beslenme ile havzaya giren yağmur ve kar sularında bulunan Ca<sup>2+</sup> iyonu ile yer değiştirmiş ve Na<sup>+</sup> zamanla azalmış Ca<sup>2+</sup> ise artış göstermiştir. Bunun sonucu olarak yer altı suyu NaHCO<sub>3</sub> su tipinden CaHCO<sub>3</sub> su tipine doğru gelişim göstermiştir.

2003-2004 yıllarında elde edilen kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde yer altı suyunun Cl<sup>-</sup> içeriği açısından "tatlı su" sınıfında bulunduğu belirlenmiştir. Toplam sertlik bakımından "çok yumuşak" ile "çok sert" su aralığında değişim göstermektedir. Hakim anyon-katyon çiftine göre yer altı suyunun NaHCO<sub>3</sub>, MgHCO<sub>3</sub> ve CaHCO<sub>3</sub> su tipinde olduğu belirlenmiştir. Katyon değişim koduna göre ise akiferde katyon değişiminin meydana geldiği belirlenmiştir. Bu sonuçlardan akiferde zaman içerisinde yıkanmanın devam ettiği ve yeraltı suyunun NaHCO<sub>3</sub> su tipinden CaHCO<sub>3</sub> su tipine doğru geliştiği görülmektedir.

Merzifon-Gümüşhacıköy akiferi için iki farklı tarihte yapılan analiz sonuçları ile hazırlanan Stuyfzand Sınıflama Sistemi karşılaştırıldığında yer altı suyunun Cl<sup>-</sup> içeriği ve toplam sertlik açısından fazla bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Yer altı suyunda yıkanmanın varlığından söz edilmektedir. Bu yıkanma sürecinde yer altı suyundaki Ca<sup>+2</sup> içeriği artmaktadır. Ca<sup>+2</sup>'nin kaynağı ise büyük ölçüde havzaya beslenme şeklinde giren yağmur ve kar sularıdır. Yine her iki sınıflama karşılaştırıldığında yer altı suyunda katyon değişiminin meydana geldiği görülmektedir. Bu da ortama tatlı su girişi ile gerçekleşen bir olaydır. Akifere giren tatlı su bünyesinde bulunan Ca<sup>+2</sup> ortamda bulunan Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Mg<sup>+2</sup> iyonları yer değiştirmekte ve katyon değişimi meydana gelmektedir.

**ABSTRACT.-** *Stuyfzand classification system which developed for a limestone-sandstone aquifer system in where cation exchange occurs because of salt-fresh water intrusion, is based on determination of different water types in an aquifer. The aim of this classification is to determine whether the cation exchange occurs and to investigate the hydroge geochemical evolution of aquifer system.*

*In this study, Stuyfzand classification system was applied for Merzifon-Gümüşhacıköy aquifer. Aquifer plain is about 470 km<sup>2</sup> and consists of two Quaternary alluvium and Pliocene clay, sand and gravel.*

*The wells in the basin were drilled in 1951-1972 and well waters were analysed and the Stuyfzand Classification system was prepared by using the analyses results. When revision study was started in 2002, the first data was collected in 2003-2004. In the study, the well waters were analysed again in the aquifer. With these results, Stuyfzand classification system was renewed for the aquifer. These two different classifications were compared and hydrogeochemical evolution of Merzifon-Gümüşhacıköy groundwater was obtained.*

*The four different components were used in Stuyfzand classification system. These components are; Cl<sup>-</sup> content, total hardness, dominant anion-cation pairs and cation exchange code. Considering the results of 1951-1972 period, it is shown that Merzifon-Gümüşhacıköy groundwater is "fresh water" according to the Cl<sup>-</sup> concentration. Groundwater is changed between "soft" and "very hard" considering total hardness. According to the dominant anion-cation pairs the groundwater is defined as CaHCO<sub>3</sub>, Na-mixed, Ca-mixed and CaCl water type. The cation exchange process is occurred in aquifer considering cation exchange code. Groundwater is evaluated from NaHCO<sub>3</sub> to CaHCO<sub>3</sub> water type and a typical freshening has occurred in the time as a result of this analyses. The Ca<sup>++</sup> ion in the rain and snow takes place the Na<sup>+</sup> ion in clay minerals in the plain and thus Na<sup>+</sup> ion is decrease in the time but Ca<sup>++</sup> ion is increase. As a result of this sequence, it is seen that the groundwater content is changed from NaHCO<sub>3</sub> to CaHCO<sub>3</sub> water type.*

*When analyses results in 2003-2004 years are assessment, the Merzifon-Gümüşhacıköy groundwater is "fresh water" according to the Cl<sup>-</sup> content. The water is changed between "very soft" and "very hard" considering total hardness. To the dominant anion-cation pairs, it is defined as NaHCO<sub>3</sub>, MgHCO<sub>3</sub> and CaHCO<sub>3</sub>. According to the cation exchange code, there is cation exchange in the aquifer. Result of this process again the groundwater have changed from NaHCO<sub>3</sub> to CaHCO<sub>3</sub> water type.*

*When we comprise with of these two analyse results, we could say that there is no change according to the Cl<sup>-</sup> content and total hardness. Typical freshening is going on in the aquifer. Ca<sup>++</sup> content is increasing in this process. The origin of Ca<sup>++</sup> is recharge waters as rain and snow. Cation exchange has occurred. This phenomena is occurred as a result of fresh water entering to the media. Ca<sup>++</sup> ion contained in the fresh water is exchanged Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Mg<sup>++</sup> ions contained in the media and cation exchange process is occurred.*

**GENEL JEOLJİ OTURUMU**  
*PHYSICAL GEOLOGY SESSION*

## Ulaş (Sivas) Batısında Deliler Fay Zonunun Tektonik Deformasyon Biçimi ve Kinematığı

### *Tectonic Deformation Style and Kinematics of the Deliler Fault Zone in the Western Part of Ulaş (Sivas)*

**Ayhan SAĞIROĞLU\* ve Haluk TEMİZ\*\***

\*Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 58080 SIVAS (e-mail: sagroglu2002@yahoo.com)

\*\*Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58080 SIVAS (e-mail: temiz@cumhuriyet.edu.tr)

**ÖZ.-** Bu çalışmada, Sivas Tersiyer havzasının güney kenarının Ulaş (Sivas) batısındaki kesiminin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölgede temeli Alt-Orta Eosen yaşlı epiklastik kayalar ve olistrostromal seviyeler içeren Kaleköy ve Bozbel formasyonları oluşturmaktadır. Bu birimler, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı karasal kırıntılı kayalardan oluşan Altınyayla formasyonu üzerinde Deliler (Mudasarın) fayı boyunca tektonik dokanaklı olarak yer alır. Bu kaya birimleri Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı, göl ortamında çökelmiş Uzunyayla formasyonu, iyi pekişmemiş akarsu çökelmelerinden oluşan Pliyo-Kuvaterner yaşlı Örenlice Formasyonu ve alüvyonlar tarafından uyumsuzlukla örtülür.

Önceki çalışmalarda Deliler fayı olarak tanımlanan bölge boyunca yapılan çalışmalar, fayın tek bir fay değil, birbirine yaklaşık olarak koştur D-B doğrultulu dört bindirme fayından oluştuğunu ortaya koymuştur. Bu faylar kuzeyden güneye doğru sıra ile Boğazdere, Kaletepe, Alaca ve Kazanpınar bindirmesi olarak tanımlanmıştır.

Kuzeye eğimli Boğazdere bindirmesi boyunca Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonuna ait serpantin ve kireçtaşı olistolitleri, Oligosen – Alt Miyosen yaşlı Altınyayla formasyonu kumtaşları üzerine bindirmiştir. Alaca kuzeyinde kör bindirme özelliği gösteren Kaletepe bindirmesinin tavan bloğunda Bozbel formasyonu, taban bloğunda ise Altınyayla formasyonu yer almaktadır. Kaletepe bindirmesinin güneyinde yer alan Alaca ve Kazanpınar bindirmeleri kuzeye eğimlidir. Bu bindirmeler boyunca Bozbel formasyonuna ait serpantin olistolitleri Altınyayla formasyonu üzerine bindirmiştir.

Alt-Orta Eosen yaşlı Bozbel formasyonu içerisinde yer alan Ziyarettepe kireçtaşı üyesinin kılavuz seviye olarak kullanılmasıyla ayrılma fayının (detachment) derinliği 2.4 km, kısalma miktarı ise %14.7 olarak saptanmıştır.

Deliler fayı boyunca Kurtlukaya köyü dolayında Uzunyayla formasyonunun eğim kazanması ve Alaca kuzeydoğusunda kırılmanması, fayın bu bölümünün Pliyosen'de yeniden hareketlendiğini göstermektedir. Deliler fayı'nın tavan blok kayalarında ölçülen fay düzlemi, kırım eksenini, eklem, yapraklanma ve gibi kinematik veriler KKB-GGD doğrultulu sıkışma yönünü göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen veriler, Deliler fayının sol yanal doğrultu atımlı faydan daha çok kuzeyden güneye doğru gelişen bindirme faylarından oluşan bir bindirme yelpazesi olduğunu göstermektedir.

*Anahtar kelimeler: Deliler Fayı, Neotektonik, Sivas havzası*

**ABSTRACT.-** *The aim of this study is to determine geologic features of the southern margin of the Sivas Tertiary basin in the western part of the Ulaş (Sivas). The basement rocks of the basin is composed of epiclastic rocks and olistostroms of the Early-Middle Eocene Kaleköy and Bozbel formations. These formations are thrust on to the Oligocene-Early Miocene Altınyayla formation including continental clastics along the Deliler (Mudarasın) fault. These formations are unconformably overlain by Late Miocene-Early Pliocene Uzunyayla formation, poorly consolidated conglomerates of the Plio-Quaternary Örenlice formation and alluviums.*

*The new observations along the Deliler fault indicate that the fault is not single fault, but characterized by E-W trending four thrust faults which are parallel to each other. These thrusts are called as Boğazdere, Kaletepe, Alaca and Kazanpınar from north to south.*

*The serpentinite and limestone olistholites of the Bozbel formation are thrust onto the Oligocene-Early Miocene Altınyayla formation along the north-dipping Boğazdere thrust. The Kaletepe thrust show a blind thrust character in the north of Alaca. The hangingwall of Kaletepe thrust is made up by the Bozbel formation and the footwall is made up by the Altınyayla formation. The Alaca and Kazanpınar thrusts which are located in the south of the Kaletepe thrust, are dipping to the north. The serpentinite olistholites of the Bozbel formation are thrust on to the Altınyayla formation along these thrusts.*

*The depth of detachment fault was estimated approximately 2.4 km and the total shortening as %14.7 by using Ziyarettepe member of Bozbel formation as a key level.*

*Limestones in the Uzunyayla formation were folded along the Deliler fault in the northeast of Alaca and around the Kurtlukaya village suggesting that the eastern part of the Deliler fault was reactivated during Pliocene. The kinematic data such as minor fault plane, fold axis, joints and foliations collected from the hangingwall rocks of the Deliler fault reflect NNW-SSE directed compression. Our field data indicate that the Deliler fault is an imbricated fan including southeast-verging thrusts rather than a left lateral strike-slip fault.*

*Key words: Deliler fault, Neotectonic, Sivas basin*



## **Amasya-Bayburt Mikrolevhacığının (terrain) Tanımı ve Türkiye Jeolojisinde Mikrolevhacıkların Önemi**

### *Definition of the Amasya Bayburt Terrain and the Importance of Terrain Structure in Geology of Turkey*

**İsmet Gedik**

*K.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon (isgedik@ktu.edu.tr)*

**ÖZ.-** Amasya'dan Bayburt'a kadar uzanan Pontid kuşağında, Geç Jura – Erken Kretase istif, Berdiga formasyonu denilen neritik karbonatlardan oluşur. Güneye doğru ilerledikçe, Neritik fasiyesli oluşumlar tedrici olarak Calpionella'lı pelâjik kireçtaşlarına geçerler. Fasiyesteki bu değişim, levhacığın kıta yamacının güneye doğru olduğunu gösterir.

Geç Jura – Erken Kretase yaşlı istif, bu levhacığın kuzey kenarı boyunca da değişik bir fasiyeste görülür. Örneğin Maçka (Trabzon) yöresinde yüzlerce metre kalınlığındaki bir tüffit üzerine gelen yüzlerce metre kalınlığında marnlar Berdiga formasyonunun karşılığını oluştururlar. O halde levhacığın kuzey kenarı da, şelf ortamını değil de, daha derince ve de volkanik etkinliğe yakın bir ortamı temsil etmektedir.

Amasya'nın batısında kalan bölgede, kıyaslanılabilecek istif olarak türbiditik fasiyeste gelişmiş olan Erken Kretase yaşlı Çağlayan formasyonu bulunur. Bu formasyonun özellikleri de, levhacığın batı sınırının, en azından Erken Kretase süresince, aktif bir faylanma ile sınırlandığını gösterir.

Bayburt'un doğusunda kalan bölgedeki Geç Jura- Erken Kretase istifleri ise, yine çok faylanmalı ve de volkanik faaliyetlere yakın bir ortamı yansıtır.

Anlaşılabileceği üzere, Geç Jura - Erken Kretase süresince, Amasya Bayburt arasını kapsayan bölge, çevresinden tamamen derince ortamlarla ayrılmış, özel bir okyanusal plâto olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu okyanusal plâtonun oluşumuna yol açan Liyas riftleşmesine bakacak olursak, bu riftleşmenin de, levhacığın güney ve doğu kenarlarında binlerce metreye ulaşan, yani çok fazla açılmış ve derinleşmiş ortamları yansıttıkları, halbuki levhacığın orta kesimlerindeki riftleşme çökellerinin bir-kaç yüz metrelik istiflerle temsil edildiği görülür.

Yukarıdaki iki farklı kriter birlikte değerlendirildiğinde, Amasya-Bayburt arasını oluşturan bölgenin, jeolojik geçmişte, çevresinden bağımsız ayrı bir okyanusal plato (terrain) olarak yer aldığı ve jeolojik olaylara katıldığı anlaşılır.

Türkiye jeolojisine bakıldığında, ülkemizin Amasya-Bayburt mikrolevhacığına benzer türde, daha birçok farklı mikrolevhacıklar şeklinde Tetis okyanusunda yer alan, çeşitli boyutlarda okyanusal plato veya daha farklı türlerde terrain'lerden oluştukları ortaya çıkar. Geç Kretase başlarından itibaren, farklı boyut ve kalınlıklardaki bu mikrolevhacıklar bir birleriyle çarpışmaya başlarlar ve Alpin orojenezi denilen süreci başlatırlar.

**ABSTRACT.-** *In the area between Amasya and Bayburt, the Late Jurassic – Early Cretaceous sequences consist of neritic carbonates, called Berdiga formation. Southward of this region, the neritic facies are transient in to thin-bedded pelagic limestones with calpionellids. This change in facies indicates a continental slope dipping towards the South.*

*Alongside of the northern border of this plate the facies change from neritic carbonates to deeper environmental facies, being developed here as tuffites and marls of many hundreds m., as can be seen in Maçka, Trabzon. Hence, the northern margin of this plate is thinning towards north, where volcanic activity was seemingly very active during this time interval.*

*In the West of Amasya, there is only Çağlayan formation, which can be correlated with Berdiga formation. This turbiditic formation indicates again that western border of Amasya-Berdiga region was a deep faulted zone, at least during Early Cretaceous.*

*East of Bayburt, there are again clastic rocks with volcanic intercalations deposited during late Jurassic- Early Cretaceous, indicating a very faulted and volcanically active region.*

*It is obvious that Amasya-Bayburt area was an oceanic plateau during Late Jurassic – Early Cretaceous period, separated with deep furrows from its surroundings.*

*When we look at the Early Jurassic rifting giving rise to the development of this oceanic plateau, we see that there are many thousand meters thick sequences alongside of southern and eastern lift borders, whereas in central parts only very thin sequences are developed.*

*When we evaluate these both criteria, we can be sure that the area between Amasya and Bayburt was an individual microplates (terrain) in the geologic history.*

*When we look at the geologic data, we see that there area multitude of microplates of different size and thickness contributing to the geological structures of current Turkey. At the begin of Late Cretaceous, these different microplates begun to collide and geologic development of Alpine orogeny gets its start.*

## **Granitoidlerin Yer ve Zaman İlişkilerini Kullanarak Ortadoğu Anadolu Bölgesinin Jeodinamik Evrimine Yeni Bir Yaklaşım** *A New Approach To The Geodynamic Evaluation of the Central Anatolia Using Space and Time Relations of the Granitoids*

**Ramazan Doğan**

*MTA Genel Müdürlüğü, Ankara (rdogan@mta.gov.tr)*

**ÖZ.-** Orta Anadolu Bölgesinin jeodinamik evrimine ilişkin iki farklı ana görüş bulunmaktadır. Bir görüşe göre Orta Anadolu Bölgesi Kırşehir Bloğu olarak tanımlanmakta ve granitoidlerin yitim zonu magmatizması sonucunda oluştuklarına inanılmaktadır (Görür ve diğ., 1998; Okay ve Tüysüz, 1999). Diğer görüşe göre ise kuzeyde bulunan ofiyolitlerin güneye doğru bindirdiği, kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak granitlerin çarpışma ile eş zamanda ve çarpışma sonrasında olduğu kabul edilmektedir (Göncüoğlu ve Türel, 1994; Boztuğ, 1998). Bölgede 2000 yılından beri sürdürülen çalışmalarda granitoidler yer ve zaman ilişkilerine göre haritalanmış ve bölgenin jeodinamik evrimine yönelik yeni bilgiler elde edilmiştir (Doğan, 2001; 2002; 2003; 2004).

Orta Anadolu Bölgesi'nde bileşimi gabrodan granite ve siyenite kadar değişen çok çeşitli granitoidler bulunmaktadır. Önceki çalışmalarda genellikle bölgede bulunan gabro ve bazaltların kuzeydeki Ankara-Erzincan suture zonu ofiyolitlerinin bir parçası oldukları ve güneye doğru olan bindirmelerle bugünkü konuma geldikleri ileri sürülmüştür (Göncüoğlu ve diğ., 1991; Göncüoğlu ve Türel, 1994; Yalınız ve diğ., 1996; Boztuğ, 1998). Ancak bölgede 2000 yılından beri yapılan çalışmalarda bazaltik kayalarla birlikte ofiyolitlerin en önemli unsuru olan ne herhangi bir ultramafik kayaca, ne de bindirmeyi oluşturabilecek herhangi bir yapısal unsura rastlanmıştır; aksine, bazaltik kayalarla diğer granitoidler arasında kökensel olarak yakın ilişkiler olduğu sık sık gözlenmiştir. Bölgede tanımlanmış birçok magmatik serinin ilk fazı çoğunlukla gabrolar olup, magmatik kayaların bileşimi periyodik bir şekilde serilerin merkezine doğru asidikleşmektedir. Gabrolar ayrıca, daha eski magmatik serileri dayklar veya stoklar şeklinde kesmekte veya yer yer onları anklav halinde içermektedir.

Gabro ve diğer bazaltik kayalar Kızılırmak nehrinin kuzeyinde ve güneyinde iki ayrı merkezde yoğun olarak yüzeylenirler ve genel olarak Kızılırmak kuzeyinde doğukuzeydoğu-batıgüneybatı yönde, güneyinde ise kuzeybatı-güneydoğu yönde diğer granitoidlerle uyumlu bir şekilde uzanım gösterirler. Aşağıda belirtilen diğer özellikler de göz önüne alınırsa Orta Anadolu Granitoidleri (OAG), Kızılırmak Kuzeyi Granitoidleri (KKG) ve Kızılırmak Güneyi Granitoidleri (KGG) olarak iki ana bölüm halinde incelenebilir.

KKG, Kasımağa (Keskin güneydoğusu) civarında kuzeybatı ve güneydoğu yönde iki kola ayrılarak üç kollu bir yıldız şeklini alır. Normal atımlı faylarla birlikte gabroların oluşturduğu bu yıldızın iç kısımlarında bazaltik dayk ve lavlarla volkanoklastik kayalar; dış kısımlarında ise, KKG'lerinin kuzeyinde, metagranitoidler, magmatizmanın ilk aşamalarında oluşmuş kıtasal kabuk kökenli lökograditler (Kırıkkale, Sulakyurt, Sarıhacılı, Yücebaca) ve KKG'lerinin güneyinde, düzensiz K-feldispat dağılımı gösteren ve tedrici dokunak ilişkili kuvars monzonitler ( Cefalık dağ, Kırşehir güneyi ve Kızılırmak yakınları) yüzeylenirler. Özet olarak, Kasımağa merkez olmak üzere, dışa doğru volkanok-

lastik kayaç, bazalt, gabro, S-tipi granitoid ve metagranitoidlerin bulunduğu bir magmatik zonlanma gözlenmiştir.

Kızılırmak kuzeyinde magmatizmanın etkili olduğu alan zaman içinde daralmış, granitoidlerin alkali oranları magmatizma ile birlikte sistematik olarak artmış ve sırası ile monzonitik, siyenitik ve fonolitik seriler oluşmuştur. Bu serilerin arazideki dağılımı daha önceki seriler gibi üç kollu bir yıldız şeklindedir. Yıldızın merkezinde Akçakent, doğukuzeydoğu kolunda Kerkenez dağı (Yozgat güneyi), kuzeybatı kolunda Dinekdağı (Kırıkkale güneydoğusu) ve güneybatı kolunda Baranadağ (Akpınar yakınları) bulunmaktadır. Bu iki yıldızın merkezleri arasındaki mesafe yaklaşık 40 km dir.

KGK'nde de benzer şekilde doğuya doğru hem magmatizmada gençleşme ve hem de magmatik kayaçların alkali oranlarında artış gözlenmektedir. En eski kayaçlar Aksaray yakınlarında sünümlü deformasyon gösteren gabro ve granitlerdir. Ekecik dağındaki ve Niğde güneyindeki lökogradit ve diğer granitik kayaçlar yüzeylenir. Domsal yapı gösteren gabrolarla bazaltik day ve lavlar (Akmezar, Sarıkaraman, Nevşehir) ve daha genç monzonitik siyenitik ve daha alkali dayklar daha doğuda bulunur (Terlemez, Nevşehir, İdiş dağı).

Hem KKG, hem de KGG içinde doğuya doğru magmatizmanın gençleşmesi ve alkali oranlarının artması; önceleri kuzeyde Kasımağa ve güneyde Akmezar'da bulunan sabit iki manto yükseliminin, daha sonra Kırşehir Bloğu'nun batıya doğru hareketi ve magma odalarındaki farklılaşmalarla ve/veya yan kayaçlarla olan kirlenmeler sonucunda kuzeyde Akçakent ve güneyde Nevşehir yakınlarında etkili olmaları ile açıklanmaktadır. Jeokimyasal analizlerde görülen levha içi granitoidlerin varlığı, bölgesel jeofizik anomalilerin (manyetik, gravite, radyoaktivite, ısı akışı gibi) dağılımı ve cevherleşme özellikleri (mangan, çinko, florit, uranyum, pegmatit damarları gibi) de Kızılırmak kuzeyinde ve güneyinde iki ayrı manto yükseliminin bulunduğu görüşünü desteklemektedir. Manto yükselimlerinin ilk aşamalarında, OAG'nin sokulumundan ve bölgenin yükselmesinden önce, zayıf zonlara doğru hareket eden bazaltik magmatizma ve yüksek ısı akışı kıta kabuğu içinde, derinlerde, bölgesel metamorfizma ve kısmi ergimelere neden olmuştur. Ayrıca, magmatik seriler içindeki normal fayların ve daykların uzanım yönlerindeki değişimler Kırşehir bloğunun batıya doğru hareketi esnasında satin tersi yönünde yaklaşık 20 derece dönmesi ile açıklanmıştır.

Kırşehir bloğu kenarında ona sonradan eklenmiş halde veya blok içinde diğer granitoidleri keser durumda bulunan kuzeybatıdaki (Kesikköprü-Çelebi yakınları, Behrek dağı ve Dinek dağı kuzeyi) ve güney-güneydoğudaki (Bolkardağı, Karamadazi, Yozgat batoliti güneyi, Akdağmadeni, Divriği, Ilıç) toleyitik, kalk-alkali ve alkali karakterli magmatik kayaçların dağılımını ve oluşumunu yukarıda açıklanan jeodinamik mekanizmaya bağlamak oldukça güçtür. Bölgede bulunan metalik cevherleşmelerden çoğu bu tür genç granitoidlerle ilgilidir. Demir, kuvars-diyorit ve tonalitlerin; kurşun-çinko, granit ve granodiyoritlerin; molibden ise alkali granitlerin hidrotermal fazları ile skarn, damar ve porfiri tip maden yatakları oluşturmuşlardır. Bu tip magmatizma ve cevherleşme yitim zonlarının tipik karakteri olup bu özellik jeokimyasal diyagramlarda da (Avcı ve Boztuğ, 1993; Gençalioğlu-Kuşcu et al., 2001; İlbeyli, 2001) açık bir şekilde görülmektedir. Orta Anadolu yay magmatizması ve cevherleşmesi yitim zonu doğrultusu boyunca segmentler halinde değişim göstermektedir. Yitim zonu, KKG'nin batısında ve KGG'nin güneyinde ana gerilme hatlarına dik yönde gelişmiştir.

Özet olarak Orta Anadolu Granitoidleri dünyadaki diğer bazı bölgelerde olduğu gibi (Clark, 1992; Ryan ve Soper, 2001) önce manto yükselimlerine bağlı olarak gelişmiş farklı özellikteki riftleşmeler

boyunca kıta-içi magmatizma özelliğinde meydana gelmiştir (Doğan,2002; Doğan,2003; Whitney ve diğ., 2003). Diğer taraftan, Kırşehir Bloğu etrafında ve içinde görülen metalik madenlerce zengin daha genç granitoidler yitim zonu boyunca oluşmuş yay magmatizması karakterindedir (Doğan, 2002; Doğan, 2004).

**ABSTRACT.-** *Two different main ideas have generally been stated about the geodynamic evaluation of the Central Anatolia . According to the one idea, the Central Anatolia is considered as Kırşehir Block and the granitoids were formed as a result of subduction around the block (Görüir et all., 1998; Okan ve Tüysüz, 1999). Accordindg to the other idea, the ophiolites at the north were trusted southwards and the granitoids were formed as a result of increasing thickness of the crust (Göncüoğlu and Türeli, 1994; Boztuğ, 1998). The granitoids in the region have been mapped by the studies conducted since 2000, their space and time relationships were considered and new informations related to the geodynamic evaluation of the area have been gathered (Doğan, 2001; 2002; 2003; 2004).*

*There are many kinds of granitoids in the Central Anatolia whose composition changing from gabbro to granite and to syenite. Previous studies generally consider that the gabbro and basaltic rocks in the area are members of the Ankara-Erzincan suture zone ophiolites which were trusted southwards (Göncüoğlu et all., 1991; Göncüoğlu and Türeli, 1994; Yalınız et all., 1996; Boztuğ, 1998). But, during the studies performed since 2000, neither any ultramafic rock, which is an important constituent of ophiolites, nor any structural element, which is related to mentioned trust, have been come across in the area; rather some kinds of close genetic relations between basaltic rocks and other granitoids have often been observed. Gabbros are usually the precursors of many magmatic series defined in the region and composition of the magmatic rocks change periodically to acidic phases towards the center of the series. Besides, the gabbros cut older magmatic series as dikes and stocks or include those as enclaves here and there.*

*Gabbros and other basaltic rocks are concentrated in two centers; at the north and south of Kızılırmak river and they show confomable orientation with other granitoids, extending eastnortheast-westsouthwestward in the north and northwest-southeastwards in the south. When also considering the other features stated below, the Central Anatolian Granitoids (CAG) can be investigated in two sectors: Northern Kızılırmak Granitoids (NKG) and Southern Kızılırmak Granitoids (SKG).*

*NKG change their orientation northwestwards and southeastwards around Kasımağa (southeast of Keskin) showing triple star shape. Gabbros accompanied by normal faults making up the star, interior part of which occupied with basaltic dikes and lavas together with volcanoclastic rocks and outside the star shape, at the northern part of NKG, meta-granitoids, leucogranites derived from the continental crust at the begining of magmatism (Kırkkale, Sulakyurt, Sarıhacılı, Yücebaca) and at the southen part of NKG, quartz-monzonites showing irregular K-feldspar distribution and gradual contact relations (Cefalık dağ, south of Kırşehir and along Kızılırmak) outcrop. As a summary, a magmatic zonation is observed around Kasımağa, from the center outwards; volcanoclastic rocks, basalts, gabbros, S-type granitoids and meta-granitoids.*

*The area effected by the magmatism got smaller in time; alkaline content of the igneous rocks enriched and monzonitic, syenitic and phonolitic series formed in this order. The field distribution of the-*

*se series also show a similar triple star shape like the older series. The center of the star is Akçakent; at the northeast, Kerkenez dağı (south of Yozgat); at the northwest, Dinek dağı (southeast of Kırıkkale); and at the southwest Baranadağ (around Akpınar) are placed. The interval between the center of these two stars is approximately 40 km.*

*Similarly to NKG, the age of the magmatic rocks gets younger and their alkaline content increases eastwards within SKG. The oldest rocks are gabbros and granites near Aksaray, showing ductile deformation. Leucogranites and other granitic rocks outcrop around Ekecik dağ and south of Niğde. Gabbros showing dome structure and basaltic dike and lavas (Akmezar, Sarıkaraman, Nevşehir) and monzonitic, syenitic and more alkaline dikes are younger and found in the east (Terlemez, Nevşehir, İdiş dağı).*

*Age of the igneous activity gets younger and alkaline content of the granitoids increases eastward both in NKG and in SKG, which can be interpreted as that two stationary mantle uprisings were active beneath Kasımağa at the north, and Akmezar at the south at the beginning of magmatism; and they later placed under Akçakent and Nevşehir by moving the Kırşehir Block westwards and changed their composition by magmas producing more fractionated and/or assimilated phases. Within-plate granitoids observed in the geochemical diagrams, distributions of the geophysical anomalies (magnetic, gravity, radioactivity, heat flow and so on) and ore mineralisations (manganese, zinc, fluorite, uranium, pegmatite veins and so on) are all in favour of the idea about the presence of two mantle uprisings in the north and south of Kızılırmak. At the beginning of mantle uprisings, before intrusion of CAG and uplifting the area, the basaltic magmas and high heat flow ascending in the crust caused regional metamorphism and partial melting in deeper zones. Changes in the orientation of normal faults and extension of dikes in the magmatic series can also be explained by about 20 degrees anticlockwise turning of the Kırşehir block during the westward movement.*

*Younger toleitic, calc-alkaline and alkaline granitoids found at the edge of or inside the Kırşehir block, at the northwest (around Kesikköprü-Çelebi, Behrek dağı, Dinek dağı) and at the south-southeast (Bolkardağı, Karamadazi, south of Yozgat batholith, Akdağmadeni, Divriği, Iliç) are distributed discomformably and appear to be formed by a different geodynamic process stated above. The metallic ore mineralisation found in the region are usually related to these granitoids. Iron, lead-zinc and molybdenum are generally associated with the acidic phases of tonalites, granite-granodiorite and alkali-granite, respectively, making up skarn, vein and porphyry type of mineralisations. This type of magmatism and mineralisation is typical features of subduction zones which is also clearly seen in geochemical variation diagrams (Avcı and Boztuğ, 1993; Gençalioglu-Kuşcu et al., 2001; İlbeyli, 2001). The Central Anatolian arc magmatism and mineralisation show some kind of variations in segments along the extension of subduction. The subduction zones are vertical to the main extension zones at the west of NKG and at the south of SKG.*

*As a conclusion, the earlier Central Anatolian Granitoids are believed to be formed as a result of mantle uprisings along the various rift structures and show within-plate character (Doğan,2002; Doğan,2003; Whitney ve diğ., 2003) similar to those described in other regions (Clark, 1992; Ryan ve Soper, 2001). On the other hand, the younger granitoids rich in metallic ores and seen around and inside the Kırşehir Block are thought to be originated from subduction and show arc character (Doğan, 2002; Doğan, 2004).*

### DEĞİNİLEN BELGELER:

- Avcı, N.ve Boztuğ, D.,1993,Çatlı Granitoidinin (İliç-Ercincan) Petrolojisi. *Yerbilimleri*,16,167-192.
- Boztuğ, D., 1998, Orta Anadolu Çarpışma İnrüzifleri, Boztuğ ve diğ.(ed.), *Ofiyolit-Granitoid ilişkisiyle Gelişen Demir yataklarıSempozyumu Bildiriler Kitabı*. 10-13 Eylül 1998, Sivas.
- Doğan, R., 2001, Asidik Magmatizmaya Bağlı Maden Yatakları: Genel Kavramlar ve Türkiye'den bazı örnekler, in Boztuğ ve Otlu (eds.) *Magmatik Petojenez, TÜBİTAK Lisans üstü Yaz Okulu*, 7-12 Haziran 2001, Akçakoca-Düzce, 474-494.
- Doğan, R., 2002, Kırşehir Masifi Kuzeyinin tektonik ve magmatik evrimi konusunda bazı düşünceler, 55. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s. 66-69.
- Doğan, R., 2003, Orta Anadolu'daki Bazaltik Magmatik Kayaçlar ve Oluşum Mekanizmaları, 56. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, s. 22-25.
- Doğan, R., 2004, Sivas-Malatya-Erzincan Arasındaki Magmatizma, Cevherleşme ve Bölgenin Jeodinamik evrimine Yeni Bir Yaklaşım, 57.*Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildi Özleri Kitabı*, s.235-237.
- Clarke, D. B., 1992, *Granitoid rocks*, Chapman and Hall, London, 283 p.
- Gençaliolu-Kuşcu, G., Göncüoğlu, M.C. ve Kuşcu, İ., 2001, *Post-Collisional Magmatism on the Northern Margin of the Taurides and its Geological Implications: Geology and Petrology of the Yahyalı-Karamadaı Granitoid*, *Turkish J. Earth Sci.*, Vol.10, p. 103-119.
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, G.M.V., Kuşcu; İ., Erler, A. ve Olgun, E., 1991,Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm:1: *ODTÜ-TPAO Poje Raporu*, 140s., yayınlanmamış.
- Göncüoğlu, M.C. ve Türelı, K.T., 1994, *Alpine collisional-type granitoids from Westen Central Anatolian Crystalline Complex*, *Turkey. Jour. of Kocaeli Uni. Earth Sci.* 1, 39-46.
- Görür, N., Tüysüz, O. ve Şengör, A.M.C., 1998, *Tectonic Evolution of the Central Anatolian Basins*, *International Geology Review*, 40, 831-850.
- İlbeyli, N., 2001, *Genesis of collision-related plutonic rocks in the central Anatolian masif (Turkey)*, *Forth İnt. Turkish Geo. Sym. (ITGS IV)*.p. 201.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O., 1999, *Tethyan sutures of northern Turkey*. In: *Duran, B.,Jolivet, L., Horvath, F. and Seranne, M. (eds) The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. *Geoloical Society, London, Special Publications*, 156, 475-515.
- Ryan, P.D. ve Soper, N.J., 2001, *Modelling anatexis in intra-cratonic rift basins: an example from the Neoproterozoic rocks of the Scottish Highlands: Geological Magazine*, 138, 577-588.
- Whitney, D.L., Teyssier, C., Fayon, A.K., Hamilton, M.A. ve Heizler, M., 2003, *Tectonic controls on metamorphism, partial melting, and intrusion: timing and duration of regional metamorphism and magmatism in the Niğde Masif, Turkey*. *Tectonophysics*, 376, 37-60.
- Yalınız, M.K., Floyd, P.A. ve Göncüoğlu, M.C., 1996, *Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarıkaraman Ophiolite*, *Aksaay, Turkey. Mineralogical Magazine*, 60, 402, 697-710.



## Doğu Pontid Ofiyolitik-Olistostromal Melanjının Jeotektonik Anlamı *Geotectonic Significance of the Ophiolitic-Olistostromal Melange in the Pontides*

**Dilek PUL ve Osman BEKTAŞ**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, TRABZON (dpul@ktu.edu.tr, obektaş@ktu.edu.tr)

**ÖZ.-** Kretase boyunca Doğu Karadeniz magmatik yayının güneye doğru yitim polaritesi kuzey zonda toleyitik yay volkanizmasını, güney ve eksen zonunda (yay gerisi) kalk-alkali şoşonitik volkanizmayı gösterir. Doğu Karadeniz magmatik yayının güney ve eksen zonlarında yüzeyleyen ofiyolitik-olistostromal melanj Amasya'dan Bayburt-Kelkit'e kadar uzanır. Birçok araştırma ofiyolitik-olistostromal melanjın, kuzeye doğru yitime bağlı olarak gelişen bir eklenir prizma olduğu görüşünü savunur. Bu görüşlere göre kuzeye doğru yitim, Doğu Pontid magmatik yayının yay önünde kompresif rejim ile gelişir. Oysa arazi gözlemlerimize göre, Doğu Karadeniz magmatik yayının yay gerisinde gelişen ofiyolitik-olistostromal melanj ekstansiyonel rejime bağlı olarak gelişmiştir.

Doğu Karadeniz magmatik yayında çok fazlı riftleşme, Liyas döneminde detachment (ayrılma) faylarının kontrolünde üç yönlü ekstansiyonel deformasyon, Kretase döneminde asimetrik gerilmelerle ile gelişir. Çok fazlı riftleşme ile Neotetisin merkezinde okyanus tabanı yayılması ile alt kıtasal manto kayaları yüzeyler. Karbonat plâformunda gelişen neptüniyen dayklar ve Orta Kretase'de tekrar havzaya aktarılan karbonatların tane boyunda ve katman kalınlığında azalmalar, Kretase döneminde gelişen riftleşmeyi kanıtlar. Derin deniz pelajik kireçtaşları ve radyolaritler gibi riftleşme sonrası oluşan çökeller, Orta Kretase döneminde Neotetis'in okyanus tabanı yayılmasını gösterir. Ofiyolitik-olistostromal melanjın oluşumunda peridotitlerden oluşan deniz altı tepelerinden ve şelfden türemiş denizaltı heyelanları ve kütle kaymaları ana rol oynar. Yay gerisi ortamda oluşmuş ofiyolitik melanjın içinde yer alan bazaltik kayaların iz ve nadir toprak element içeriklerinin % 1-2.5 arasında değişim göstermesi farklı kısmi ergime koşullarını yada farklı ortam koşullarını yansıtır. Bu görüşü, ofiyolitik melanjı üzerleyen Paleosen yaşlı şoşonitik özellikli andezitik-bazaltik volkanizmanın varlığı destekler.

**ABSTRACT.-** During the upper Cretaceous, an apparent southward subduction polarity of the eastern Black Sea magmatic arc is manifested by the tholeitic arc volcanism in the Northern zone, and calc-alkali, shoshonitic volcanism in the southern- and axial zones (back-arc). In the southern- and axial zones of the eastern Black Sea magmatic arc, olistostromal ophiolitic mélange of the middle Cretaceous extends from Amasya to Bayburt. According to a widely accepted theory, the ophiolitic melange in the region represents an accretionary prism belonging to the northward subduction that were developed through a compressive tectonic regime in the fore-arc of the Eastern Black Sea magmatic arc. Our field observations, however, suggest an extensional tectonic regime during the formation of the olistostromal ophiolitic mélange in the back-arc of the Eastern Black Sea magmatic arc. Polyphase rifting of the magmatic arc evolved from tri-axial extensional deformation during the Liassic to the detachment-controlled, asymmetric stretching during the Cretaceous, and resulted in

*complete exhumation of subcontinental mantle rocks to the sea floor of the Neotethys. The rifting in Cretaceous is evidenced by the presence of Neptunian dykes in the carbonate platform and the overlying thinning-and-fining-upward sequence of redeposited carbonates of the middle Cretaceous. The precipitation of the post-rift sediments, such as deep red pelagic limestones and radiolarites, implies that sea-floor spreading just began in the deep troughs of the Neotethys in the middle Cretaceous. Submarine landslides and mass flows derived from the shelf and submarine highs of the peridotites, might have played a main role in the formation of the olistostromal ophiolitic mélangé.  $TiO_2$  contents of the basaltic rocks outcropping in the ophiolitic mélangé vary from 1 to 2.5 % reflecting different source and/or different partial melting conditions in the back-arc environment. This is supported by the existence of the shoshonitic basaltic-andesitic volcanism of the Paleocene that makes up the uppermost cover of the ophiolitic mélangé.*

## Tavşanlı Zonunun (Sivrihisar-Türkiye) Mavişist Tektonik Melanjında Yer Alan Eklojitlerin Petrolojisi ve Jeolojisi

*Geology and Petrology of the Eclogites in the Blueschist Tectonic Mélange of Tavşanlı  
Zone-Sivrihisar / Turkey*

**Mete ÇETİNKAPLAN\*, Osman CANDAN\* ve Roland OBERHÄNSLI\*\***

\*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35100 Bornova-İzmir/Türkiye  
(mete.cetinkaplan@deu.edu.tr, osman.candan@deu.edu.tr)

\*\*Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany (roob@geo.uni-potsdam.de)

**ÖZ.-** Anatolit –Torid plâtfomunun kuzey kenarının dalmış ve yüzeylenmiş kesimine karşılık gelen Tavşanlı zonu mavişist ve eklojit fasiyesi metamorfizmasına uğramış deforme kayaların yüzlek verdiği bir kuşaktır. Alttan üste doğru, düzenli seri (metaklastikler ve uyumlu dokanakla üzerleyen platform tipi mermer), tektonik melanj, peridotit dilimi ve granodiyorit sokulumları Tavşanlı zonunun Sivrihisar bölgesindeki ana üniteleri oluşturur. Tektonik melanj düzenli mavişist serisi ve peridotit dilimi arasında tektonik bir unite olarak yer alır. Tektonik melanj, ‘mavişist tektonik melanjı’ ve ‘karbonat tektonik melanjı’ olmak üzere iki alt üniteye ayrılabilir. Mavişist tektonik melanjı ileri derecede makaslama mavişist matriksi içerisinde yer alan metabazit, metaklastik, metagabro, eklojit, metaserpantin, granat-glokofan şist, çört, çörtlü mermer mercleklerinden oluşur. Eklojit merclekleri içerisinde eklojit ve mavişist fasiyesi metamorfizmalarının birbirleriyle olan yakın ilişkisini görmek mümkündür. Mavişist-I ve eklojit fasiyesi mineral toplulukları eklojit mercleklerinin zayıf deforme olmuş çekirdek bölgesinde gözlenir. İlerleyen mavişist-I evresi, granat-I’in çekirdeğindeki S-yapılı glokofan-I ve klinozoisit inklüzyonlarıyla temsil edilir. Epidot, omfasit-I (Jd=28-30 mol%), granat-II, hornblend, fengit-I ve rutil prograd eklojit evresinin dengedeki mineral topluluğunu oluşturur. Eklojit mercleklerinin çekirdekten kenara doğru olan orta kesimlerinde gözlenen, glokofan-II, lavsonit, omfasit-II (Jd=23-24 mol%), granat-III, fengit-II den yapılı mineral topluluğu gerileyen evre sürecinde eklojitten mavişiste geçişi tanımlamaktadır. Mercleklerin kenar kesimindeki, lavsonit, glokofan-II ve klorit topluluğu gerileyen mavişist-II evresinin karakteristik mineralleridir. Mavişist tektonik melanjı ile tektonik dokanağa sahip olan karbonat tektonik melanjı ileri derecede makaslama kalkışist matriks içinde neritik metakarbonat / şist aralanmalı blok ve mercleklerinden oluşur. Karbonat tektonik melanjının matriksi içerisinde lavsonit pseudomorflarının varlığı söz konusu birimin mavişist fasiyesi metamorfizmasına uğradığını göstermektedir. Granat – klinopiroksen - fengit jeobarometresi ve granat - klinopiroksen jeotermometrelerine dayalı olarak, eklojit evresinin basınç-sıcaklık koşulları 22 kbar / 400-410 °C olarak hesaplanmıştır. Eklojitler Tavşanlı zonunun yüzeylenmesi sırasında mavişist fasiyesi koşullarında yeniden dengelenmiştir. Tavşanlı zonunun (Orhaneli’nin batısı) düzenli serisindeki sodik metapelitlerde  $20\pm 2$  kbar basıncı ve  $430\pm 30^\circ\text{C}$  sıcaklığı temsil eden ‘yadeyit+glokofan’ ve ‘kloritoyid+glokofan’ birlikteliği Okay ve Kelley (1994) tarafından saptanmıştır. Orhaneli bölgesi ile denestirilebilecek benzer mineral topluluğu, çalışma alanındaki düzenli serinin metaklastik kayaçlarında da belirlenmiştir. Mavişist tektonik melanjı ve onu altlayan düzenli seriden elde edilen basınç-sıcaklık koşulları bu iki ünitenin Neo-Tetis okyanusunun kapanması sürecinde benzer derinliğe gömülmüş olduklarını ortaya koymaktadır. Bu veriye dayanarak sözkonusu iki ünitenin Tavşanlı zonunun yükselimi evresinde tektonik olarak biraraya geldikleri söylenebilir.

**ABSTRACT.-** Tavşanlı zone, representing subducted and exhumed northern continental margin of Anatolide-Tauride platform, is an exposed belt of deformed rocks undergone by blueschist-eclogite facies metamorphism. Coherent sequence (metaclastics and conformably overlying platform type marble), tectonic *mélange*, peridotite slab and granodiorite intrusions, in ascending order, form the main units of Sivrihisar region. Tectonic *mélange* is sandwiched between peridotite slab and coherent blueschist sequence. Tectonic *mélange* can be divided into two subunits; blueschist tectonic *mélange* and carbonate tectonic *mélange*. Blueschist tectonic *mélange* consists of metabasite, metaclastic, metagabbro, eclogite, metaserpentinite, garnet-glaucophane schist, chert and cherty marble lenses occurring in a strongly sheared-blueschist matrix. Eclogite lenses show an intimate association of eclogite and blueschist facies metamorphism. The mineral assemblage of blueschist-I and eclogite facies metamorphism are observed in the less deformed core of eclogite lenses. Prograde blueschist-I stage is represented by S-shaped inclusion patterns of clinozoisite and glaucophane-I in the core of garnet (garnet-I). Whereas, the mineral assemblage which is stable during prograde eclogite stage, is epidote, omphacite-I (Jd=28-30 mol%), garnet-II, hornblende, phengite-I and rutile. In middle part of eclogite lenses, the mineral assemblage indicating transition from eclogite to blueschist-II facies during the retrograde stage, is glaucophane-II, lawsonite, omphacite-II (Jd=23-24 mol%), garnet-III, phengite-II. In rims of lenses, lawsonite, glaucophane-II and chlorite are characteristic minerals of retrograde blueschist-II stage. Carbonate tectonic *mélange* which is composed of the blocks and lenses of neritic metacarbonate / schist intercalation and strongly sheared lawsonite-bearing calcschist matrix, is tectonically bounded by blueschist tectonic *mélange*. Lawsonite pseudomorphs are the only evidence of blueschist facies metamorphism detected in carbonate tectonic *mélange*. According to garnet – clinopyroxene – phengite geobarometric and garnet - clinopyroxene geothermometric calibrations, PT-conditions of eclogite stage are estimated at 22 kbar pressure and 400-410 °C temperature. Eclogites are re-equilibrated in blueschist facies conditions during the exhumation. Coexistence of 'jadeite+glaucophane' and 'chloritoid+glaucophane' in coherent sequence around Orhaneli region, representing metamorphic pressure of  $20 \pm 2$  kbar and temperature of  $430 \pm 30$  °C, is reported by Okay & Kelley (1994). Similar mineral assemblage is recognized in metaclastic rocks of the coherent sequence of study area which can be correlated to Orhaneli region. P-T estimations obtained from blueschist tectonic *mélange* and underlying coherent sequence reveal that they were buried to the similar depths during the consumption of the Neo-Tethys. These two units may have been tectonically juxtaposed during the exhumation stage of the Tavşanlı zone.

## DEĞİNİLEN BELGELER :

Okay, A.İ. ve Kelley.S.P., (1994) Tectonic setting, petrology and geochronology of jadeite + glaucophane and chloritoid + glaucophane schist from northwest Turkey. *Journal of Metamorphic Geology*, 12, 455-466.

**Afyon Zonu Metamagmatik Kayaları:  
Neo-Tetis Okyanusunun Başlangıç Evresine Yaklaşım**  
*Metamagmatics in Afyon Zone: An approach to initiation stage of  
Neo-Tethyan Ocean*

**Cüneyt AKAL\***, **Osman CANDAN\***, **Ersin KORALAY\***, **Roland OBERHÄNSLI\*** ve **Fukun CHEN\*\***

\*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bornova / İzmir

\*\*Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam, Postfach 601553, Potsdam 14415, Germany

\*\*\*Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences P.O. Box. 9825 Beijing, 100029, China

**ÖZ.-** Türkiye'nin tektonik çatısı içindeki Anatolidler, kuzeyden güneye doğru Tavşanlı zonu, Afyon zonu, Menderes masifi ve Likya Napılarından yapıları alt tektonik zonlardan oluşmaktadır. İlk kez Okay (1984) tarafından tanımlanan Afyon zonu, kuzeyde Tavşanlı zonu, güneyde ise Menderes masifi ile tektonik olarak sınırlandırılmaktadır. Afyon zonunun geneline ait metamorfik kaya istifi ana hatlarıyla; 1) Pan-Afrikan yaşlı temel, 2) Geç Paleozoik yaşlı bloklu seri ve 3) Triyas – Erken Tersiyer yaşlı örtü serilerinden oluşmaktadır. Afyon bölgesinde Mesozoik ve Tersiyer sedimanter ve volkanik kayalarının altında farklı boyutlarda saçınmış şekillerde yüzlek veren Pan-Afrikan temel, yersel kuvarsit düzeyleri içeren, homojen yapıda granat-mika şistlerden oluşmaktadır. Karbonat düzeyleri kapsayan bu metakirintili seri glaukofan içeren, stok ve damar karakterinde metagabrolar ve Menderes masifindeki Triyasik lökokratik ortognayslarla korale edilebilecek lökokratik metagranitler tarafından kesilmektedir (Candan ve diğ. 2003).

Konya / Sızma–Avdan–Meydan bölgesinde gözlenen Geç Paleozoik yaşlı bloklu seri, düşük dereceli metamorfizmaya uğramış şely-kumtaşı-çakıltaşı ardalımalı bir matris ve bunun içerisinde yer alan bazaltik ve dasitik bileşimdeki metavolkanit düzeyleri ve Karbonifer kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Triyas – Erken Paleosen (Göncüoğlu ve diğ., 1992) yaşlı örtü serileri, Afyon zonu genelinde tabanda karasal ortamı tanımlayan konglomeralar ile başlamaktadır. Kuvarsit ve karbonat çakıllarından yapıları, olasılıkla riftleşme ve bunla bağlantılı hızlı yükselimi tanımlayan metakonglomeralar dereceli olarak kuvarsit düzeyli mor renkli kuvarsit fillit ve fillitlere geçmektedir. Metakirintili seri, 100m kalınlık sunan sarı dolomit – kuvarsit – fillit ardalımasıyla tanımlanan uyumlu ve geçişli bir dokanakla Anatolid-Torid plâtfonunun masif karbonatları tarafından üzerlenmektedir. İstif Erken Tersiyer yaşlı bloklu bir seri ile son bulmaktadır (Candan ve diğ. 2003).

Bu genel istife karşın Simav'dan başlayarak Eğrigöz, Kütahya üzerinden Konya / Avdan-Sızma-Meydan Köy'e kadar uzanan alanda birçok bölgede Mesozoik istif tabanda metavolkanitlerle başlamaktadır. Bazik, ortaç ve asidik bileşimdeki metavolkanikler yanal yönde Alt Triyas yaşlı metakonglomera ve/veya fillitlere geçişler göstermektedir. Bu istif üst düzeylerinde Anatolid – Torid plâtfonuna ait masif mermerlere geçmektedir.

Kütahya / Simav bölgesinde, Menderes masifini tektonik dokanakla üzerleyen Mesozoik örtü serileri, tabanda mermer mercikli metaçakıltaşları ile yanal geçişli metariyolit, riyolitik metavolkaniklastik ve metabazalttan ve bunlar içerisine sokulmuş, olası Triyas yaşlı granitik kökenli gözlü gnays

ve metagranitlerden oluşmaktadır. Kütahya / Eğrigöz-Budağan Dağ bölgesindeki metavolkanik istif, riyolitik, trakiandezitik, bazaltik lav ve onların volkanoklastiklerinden yapıldır. Konya/Ilgın-Avdan çevresinde metavolkanikler, Karbonifer kireçtaşı bloklarını kesen ve örten olivin ve sanidin kristalli alkali metamagmatiklerle başlamakta, metariyolit lav domları ve onların metavolkaniklastiklerinden oluşan, ilksel yapıları iyi korunmuş bir istifle devam etmektedir.

Konya / Sızma-Kadınhanı çevresinde metavolkanitler, Mezosoik istifin tabanındaki Triyas yaşlı filitlerle yanal geçişli dokanak sunan metatrakiandezit/metavolkanoklastiklerden oluşmaktadır. Bölgedeki Siluriyen-Devoniyen metakarbonatlarını kesen metatonalit dayklarının da bu magmatizmaya ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Mesozoik örtünün tabanındaki metavolkaniklerin jeokimyasalına dayalı olarak yapılan sınıflama, metabazaltiklerin kıta içi ortamda, alkali / P-tipi MORB özelliği sunan bir bazaltik magmadan kaynaklandığını göstermektedir. Yaygın olarak gözlenen peralümina metariyolitler, dağ oluşumu sonrası kıta içi ortamda (Avdan metariyolitleri) ve volkanik adayayı (Simav metariyolitleri) ortamlarında gelişmiş asidik magmatizmanın ürünleridir. Sızma metalümina metatrakiandezitler, plâka içi ortamda gelişmiş alkali volkanizmayı işaret etmektedirler.

Metamagmatiklerin Afyon zonu içindeki Alt Triyas yaşlı metakırıntılılar ile olan stratigrafik konumları ve dokanak ilişkileri, Paleotetis okyanusunun güneye dalarak kapanmasıyla bağlantılı olarak, Gondvana'nın kuzey kesiminde bir yay arkası riftleşmesiyle açılmaya başlayan, Neotetis okyanusunun başlangıç evresi ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

**ABSTRACT.-** *In the general tectonic framework of Turkey, Anatolides comprise several tectonic zones in the western Anatolia, from north to south: Tavşanlı zone, Afyon zone, Menderes massif, and Lycian nappes. Afyon zone, which has been first described by Okay (1984), is tectonically bounded to the north by the Tavşanlı zone and to the south by the Menderes massif. The generalized metamorphic rock succession of the Afyon zone can be divided into three groups: 1) Pan-African basement, 2) Late Palaeozoic blocky unit and 3) Triassic-Early Tertiary cover sequence.*

*In Afyon region, Pan-African basement exposed as scattered outcrops of varying size below Mesozoic and Tertiary sedimentary and volcanic rocks, is predominantly made up of homogeneous garnet-mica schists with minor quartzite layers. This meta-clastic sequence which is conspicuously free of carbonate layers, is intruded by glaucophane-bearing metagabbroic stocks and leucocratic metagranites which can be correlated with Triassic leucocratic orthogneisses of the Menderes massif (Candan et al. 2003). In Konya / Sızma – Avdan - Meydan region, the Late Palaeozoic blocky unit which was metamorphosed under very low-grade conditions, consists of basaltic and dacitic metavolcanic layers and Carboniferous limestone blocks embedded in matrix of shale, sandstone and conglomerate. In the general of the Afyon zone, the Triassic to Early Palaeocene (Göncüoğlu et al 1992) cover series starts with a basal metaconglomerates deposited in a terrestrial environment. The metaconglomerates with quartzite and carbonate pebbles, which can be interpreted to reflect rifting and rapid uplift, gradually pass into phyllite-quartz phyllite intercalations with quartzite layers. The metaclastic sequence is conformably overlain, through a transition zone represented by 100-m-thick yellow dolomite - quartzite – phyllite – metabasite intercalation, by massive metacarbonates of the Anatolide-Tauride platform. The cover sequence ends with Early Tertiary blocky unit (Candan et al 2003).*

*In spite of this general stratigraphic sequence, in several localities such as Simav / Eğrigöz – Kütahya, Konya / Avdan – Sızma - Meydan, Triassic-Early Tertiary cover sequence starts with metavolcanics at the lowest level. Basic, intermediate and acidic metavolcanics laterally pass into the lower Triassic metaconglomerates and/or phyllites. This sequence is overlain with a gradual contact by the massif marbles of the Anatolide-Tauride platform.*

*In the Kütahya / Simav region, the Mesozoic cover series which rests upon the Menderes massif with a tectonic contact; is predominantly composed of metarhyolite, rhyolitic metavolcaniclastics and metabasalts which pass laterally into the metaconglomerates with minor marble layers. The lowest levels of this volcanosedimentary sequence are intruded by probably Triassic orthogneisses and metagranites. Metavolcanic sequence in the Kütahya / Eğrigöz-Budağan Dağ region is composed of rhyolitic, trachyandesitic and basaltic lavas and their volcaniclastic successions. In Konya / Ilgın-Avdan region, the metavolcanics with very well- preserved original structure and texture cut and/or covers the Carboniferous marble blocks of the blocky unit. This volcanic sequence consists of olivine and sanidine-bearing alkaline metamagmatics, metarhyolite lava domes and their volcaniclastic successions. The metavolcanic sequence of Konya / Sızma - Kadınhanı region is composed of metatrachyandesite and their metavolcaniclastics successions and passes laterally into the Triassic phyllites of the Mesozoic cover series. The metatonalite dykes in this region, cutting Silurian – Devonian metacarbonates, are also thought to be related with this magmatism.*

*Based on the geochemical classification of the metavolcanics occurring in the lower parts of Mesozoic cover series, it can be concluded that the metabasic rocks are generated from an alkaline / P-type MORB basaltic magma representing a within plate setting. Peraluminous metarhyolites in the Afyon zone are originated from acidic magmatism representing the post-orogenic within plate (Avdan metarhyolites) and volcanic arc (Simav metarhyolites) environments. Similarly, metaluminous metatrachyandesites in Sızma region indicates alkaline volcanism developed in the within plate environment.*

*Considering the combined geochemical and close stratigraphical evidence between metavolcanics and Lower Triassic meta-clastic series, it can be suggested that this regional volcanism can be attributed to the initial phase of the opening of the Neotethyan Ocean as a consequence of back-arc rifting on the northern margin of the Gondwana during the southward subduction of the Palaeotethyan Ocean.*

#### **DEĞİNİLEN BELGELER :**

Candan, O., Oberhänsli, R., Çetinkaplan, M., Rimmelé, G. ve Akal, C. 2003 Afyon zonuna ait Triyas Yaşlı Metasedimentlerde Bölgesel Fe-Mg Karfolit Oluşumu ve Metamorfik Evrimdeki Anlamı 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı

Göncüoğlu, M. C., Özcan A., Turhan, N. ve Işık A., 1992 Stratigraphy of Kütahya region. ISGB-92 Field guide book, 3-11, MTA Publ., Ankara

Okay, A., 1984 Batı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar. Ketin sempozyumu, 83-92.



## **Malatya-Pütürge Kesimindeki Maden Grubu Kayaçlarında Jeotektonik Konum İle Mineralojik ve Dokusal Evrim Arasındaki İlişkiler** *Relationships Between Geotectonic Setting and Mineralogic and Tektural Evolution in the Rocks of Maden Group From Malatya-Pütürge Area*

**Ömer BOZKAYA\*, Hüseyin YALÇIN\* ve Mustafa Kıvanç DÜNDAR\*\***

\*Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas (bozkaya@cumhuriyet.edu.tr, yalcin@cumhuriyet.edu.tr)

\*\*Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140 Sivas

**ÖZ.-** Bu çalışmada, Malatya-Pütürge arasında yüzeyleyen Maden grubu birimlerine ait kayaçların dokusal ve mineralojik özellikleri (mineral bollukları ve birliktelikleri, fillosilikatların kristalokimyası) üzerinde jeotektonik konumun etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, ölçülü kesitler boyunca alınan örnekler üzerinde ince-kesit petrografisi ve X-ışınları difraksiyonu çözümlenmeleri (tüm kayaç ve kil fraksiyonu, kristalinite, politipi, b) gerçekleştirilmiştir.

Orta Eosen yaşlı Maden Grubu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi orojenik kuşağında, Arap plâformu kayaçlarının kuzeyindeki Nap Bölgesi kayaçları içerisinde yer almakta olup (Yılmaz, 1993), metamorfik ve ofiyolitik kayaçlar üzerine uyumsuzlukla gelmektedir.

Maden grubu altta konglomera-kumtaşı-şeyl (Ceffan formasyonu), üste doğru kireçtaşı-tüfit-(meta)şeyl (Arbo Formasyonu) ve kristalize kireçtaşı blokları içeren sleyt/fillit-metaçamurtaşı-metakumtaşı-lidit-radyolarit (Melafan formasyonu), en üstte de bozuşmuş bazalt ve andezitten (Karadere formasyonu) oluşmaktadır. Ceffan ve Arbo formasyonları sıg ve kısmen derin, Melafan formasyonu ise bütünüyle derin denizel ortamı temsil etmektedir. Bu dizilim, birimin hızla derinleşen bir ortamdaki transgresif çökelimini yansıtmaktadır. Alt seviyelerde metamorfik kayaçlardan türeyen kırıntılı kayaçlar bulunmakta, artan derinleşmeyle birlikte sırasıyla karbonat kayaçlarına, ince taneli kırıntılı ve yer yer silisli kimyasal kayaçlara geçilmektedir. Tektonik duraysızlık ve artan derinleşmeyle birlikte Arbo formasyonu kireçtaşları, Melafan formasyonu çökelimleri içerisinde kayarak olistolit oluşturmuştur. Bunu izleyen dönemde bazaltik-andezitik bileşimli lavlar deniz tabanına yayılmaya başlamış ve yer yer yastık yapılı spilitik kayaçlar üretilmiştir.

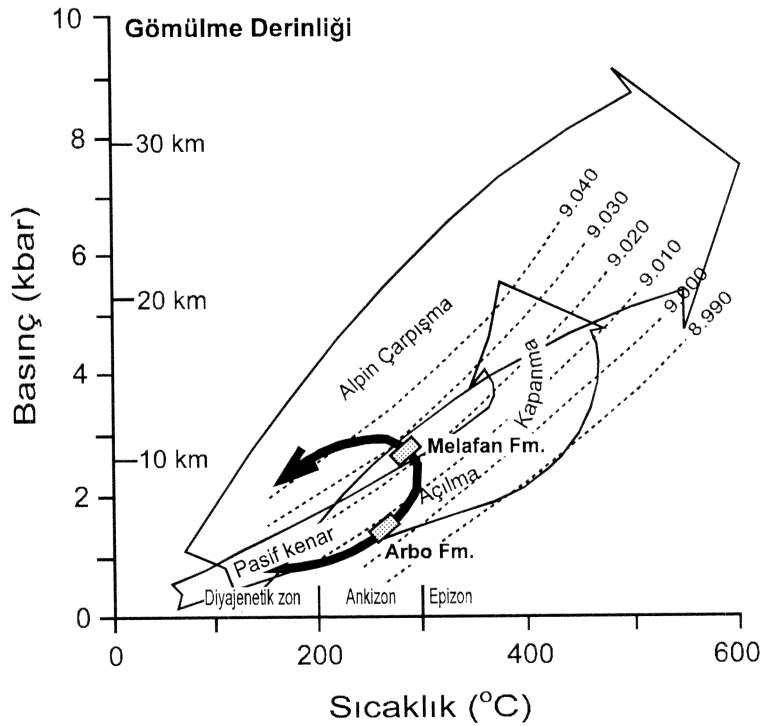
Ceffan ve Arbo formasyonlarına ait kayaçlar ilksel sedimanter dokularını büyük ölçüde korumuş olup, zayıf yönlü doku, buna karşın Melafan formasyonu kayaçlarında yaygın olarak sleyt dilinimi, yer yer buruşma kıvrım ve dilinimleri gözlenir. Karadere formasyonu volkanik kayaçlarında ise kayaç-deniz suyu etkileşimiyle ilişkili bozuşmalar gelişmiş ve böylece matrikste ve amigdallerde fillosilikat, silika, karbonat ve Fe-oksit mineralleri oluşmuştur.

Maden grubu kayaçları başlıca kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, hematit ve fillosilikat ( $2M_1+1M+1M_d$  ve  $2M_1+1M_d$  illit/muskovit, Iib klorit, paragonit, C-S, C-V, I-C, I-V, I-S, smektit) mineralleri içermektedir. Arbo formasyonu'nda karbonatın, Melafan ve Karadere formasyonlarında ise feldispat ve hematitin miktarı artmaktadır. Fillosilikat minerallerinden I-C Ceffan, I-V Arbo, paragonit Melafan, klorit Karadere formasyonu için belirteçtir.

İllit/mikaların Kübler İndeksi verilerine göre (aralık ve ortalama  $\Delta^\circ 2\theta$ ); Ceffan (0.24-0.34, 0.29), Arbo (0.23-0.42, 0.33) ve Melafan (0.24-0.44, 0.32) formasyonları ankimetamorfizma, Karadere

Formasyonu (0.41-0.68, 0.52) ise geç diyajenez derecesine işaret etmektedir. İllit/muskovitlerin  $b$  değerleri (aralık ve ortalama Å) ise (Ceffan 9.027-9.034, 9.031; Arbo 9.003-9.013, 9.008; Melafan 9.005-9.040, 9.026; Karadere 9.014-9.017, 9.016) düşük-orta basınç fasiyesi koşullarına karşılık gelmektedir. Ceffan formasyonunda kırıntılı ve Karadere formasyonunda volkanik kökenli olan illit/K-mikaların farklı kristalinite ve  $b_0$  değerleri, Maden grubunun ilerleyen diyajenetik-metamorfik evrimi ile bütünüyle ilişkili gözükmemektedir.

Mineral birliktelikleri, kristalinite, politipi ve  $b_0$  verileri; Maden grubu kayaçlarının yeşilşist fasiyesinde (yaklaşık 200-300 °C ve 2-3 kbar), basenin açılmasıyla birlikte önce sıcaklığın, basenin kapanması/terslenmesi sırasında da basıncın etkin olduğu P-T-t'nin tersi yönünde bir metamorfizma geçirdiğini ortaya koymaktadır (Şek. 1). Bu tür metamorfizma yay-ardı açılmalı basenler için karakteristik olup (Robinson, 1987; Merriman ve Frey, 1999), Maden grubunun bu jeotektonik konuma sahip olduğunu ileri süren araştırmacıların (Yiğitbaş ve Yılmaz, 1996 ve içindeki referanslar) görüşünü desteklemektedir.



Şek. 1. Maden grubu kayaçlarının hipotetik basınç-sıcaklık ve zaman (P-T-t) evrimi (Tektonik ortamlar: Merriman ve Frey, 1999; İllit/muskovit  $b$  çizgileri : Guidotti ve Sassi, 1986)

**ABSTRACT.-** *In this study, the influence of geotectonic setting on the textural and mineralogic properties (mineral abundances and associations, crystallochemistry of phyllosilicates) of the rocks from Maden Group outcropping between Malatya and Pütürge were investigated. In this context, thin-section petrography and X-ray diffraction analyses (whole rock and clay fraction, crystallinity, polytypes and b) were carried out on the samples taken from the measured sections.*

*Middle Eocene Maden group is situated within the Nappe Region located in the north of the Arabian Platform rocks from the Southeast Anatolian Orogenic Belt (Yılmaz, 1993), and it unconformably overlies the metamorphic and ophiolitic rocks.*

*The Maden group is made up of conglomerate-sandstone-shale (Ceffan formation) at the lower parts, limestone-tuffite-(meta)shale (Arbo formation) and slate/phyllite-metamudstone-metasandstone-lydite-radiolarite (Melafan formation) towards upper parts, and altered basalt and andesite (Karadere formation) at the uppermost parts. Ceffan and Arbo formations are represented by shallow and partly deeper marine environment, whereas Melafan formation has completely deep marine features. This sequence reflects the transgressive deposition of the unit in a rapidly deepening environment. Clastic rocks derived from metamorphic rocks are found in the lower parts of the unit, which respectively pass into carbonate rocks, fine-grained clastic and partly siliceous chemical rocks together with increasing of the depth. Limestones of Arbo formation had olistolite formed by sliding within the sediments of Melafan formation due to tectonic unstability and increasing depth. In following period, lavas in basaltic-andesitic composition spread on the sea floor and pillow lavas were also produced.*

*The rocks of Ceffan and Arbo formations highly preserve their primary sedimentary textures with poor fabric, on the contrary, the slaty cleavage, crenulation folds and cleavages are commonly observed in the rocks of Melafan formation. The alterations related to rock-sea water interactions were developed in the volcanic rocks from Karadere formation, and thus phyllosilicate, silica, carbonate and Fe-oxide minerals were precipitated in the matrix and amygdals.*

*Maden Group rocks mainly contain quartz, feldspar, calcite, dolomite, hematite and phyllosilicate ( $2M_1+1M+1M_d$  ve  $2M_1+1M_d$  illite/muscovite, Iib chlorite, paragonite, C-S, C-V, I-C, I-V, I-S, smectite). The amount of carbonate minerals is higher in Arbo formation, whereas the contents of feldspar and hematite increase in Melafan and Karadere formations. I-C, I-V, paragonite and chlorite from phyllosilicate minerals are distinctive for Ceffan, Arbo, Melafan and Karadere formations, respectively.*

*According to Kübler Index data of illite/micas (range and mean  $\Delta^{\circ}2\theta$ ); Ceffan (0.24-0.34, 0.29), Arbo (0.23-0.42, 0.33) and Melafan (0.24-0.44, 0.32) formations indicate the anchimetamorphism, but Karadere Formation (0.41-0.68, 0.52) has late diagenetic grade. b cell dimensions of illite/muscovites (range and mean Å: Ceffan 9.027-9.034, 9.031; Arbo 9.003-9.013, 9.008; Melafan 9.005-9.040, 9.026; Karadere 9.014-9.017, 9.016) correspond to low-intermediate pressure facies conditions. Different crystalinities and b values of illite/K-micas, which are clastic origin in Ceffan formation and volcanic origin in Karadere formation, do not wholly seem to be related to progressive diagenetic-metamorphic evolution of the Maden group.*

Mineral assemblages, crystallinity, polytype and *b* values suggest that the rocks of the Maden group were metamorphosed in counterclockwise *P-T-t* paths under greenschist facies conditions (approximately 200-300 °C ve 2-3 kbar), in which temperature associated with the the extension was first effective and subsequently pressure was dominant during the contraction/inversion of the basin (Fig. 1). This type of metamorphism is characteristic for back-arc extensional basins (Robinson, 1987; Merriman and Frey, 1999) that support the opinion of the authors suggesting the Maden group has this type of the geotectonic setting (Yiğitbaş and Yılmaz, 1996 and references therein).

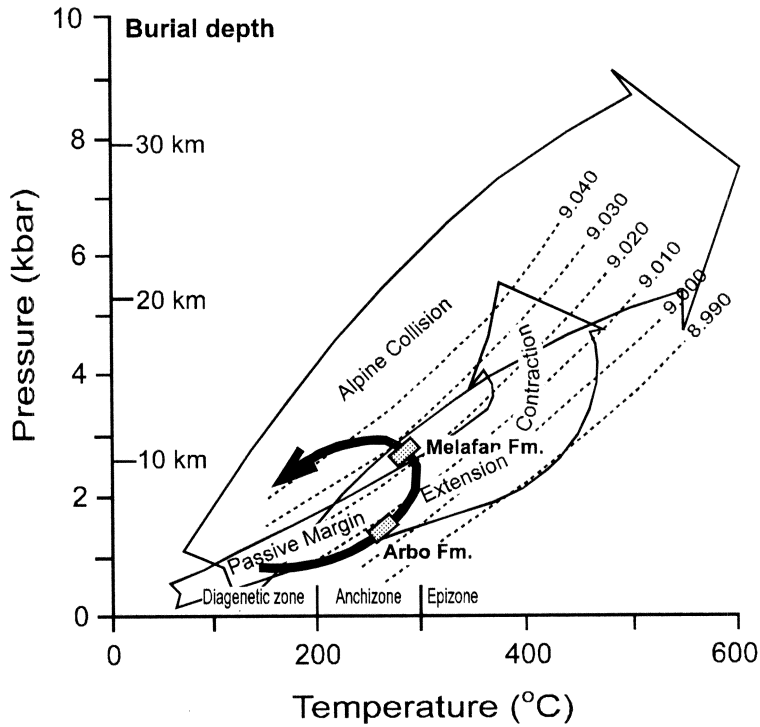


Fig. 1. Hypotetic pressure-temperature and time (*P-T-t*) evolution of Maden Group (Tectonic settings: Merriman and Frey, 1999; *b* lines of illite/muscovite: Guidotti and Sassi, 1986).

### DEĞİNİLEN BELGELER :

Guidotti, C.V., Sassi, F.P., 1986. Classification and correlation of metamorphic facies series by means of muscovite *b<sub>0</sub>* data from low-grade metapelites. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 153, 363-380.

Merriman, R.J., Frey, M., 1999. Patterns of very low-grade metamorphism in metapelitic rocks. In : *Low-Grade Metamorphism* (Ed: M.Frey, D. Robinson). Blackwell Science, 61-107.

- Robinson D., 1987. Transition from diagenesis to metamorphism in extensional and collision settings. Geology 15, 866-869.*
- Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Geological Society of American Bulletin., 105, 251-271.*
- Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y., 1996. New evidence and solution to the Maden complex controversy of the Southeast Anatolian Orogenic Belt (Turkey). Geologische Rundschau, 85, 250-263.*

## Orhaneli ( Bursa ) Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrografik Özellikleri *The Geology and Petrographical Features of Orhaneli (Bursa) Ophiolite*

**Hayrettin ÖZEN\***, **Ender SARIFAKIOĞLU\*\***, **Özkan BAŞTA\***, **Aydın ÇOLAKOĞLU\***,  
**Hüseyin SAYAK\*** ve **Ö.Faruk GÜLTAŞLI\*\*\***,

\*MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara

\*\*MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

\*\*\*MTA İzmir Bölge Müdürlüğü

**ÖZ.-** Bursa-Kütahya-Eskişehir bölgesinde bulunan Üst Kretase yaşlı ofiyolit napları, Alp Orojenez Kuşağı içerisinde yer alır. Bölgeye ekay dilimleri olarak yerleşen ofiyolitler, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet zonunda yer alır. Her bir ofiyolit napı eksikli bir dizi sunar. Ofiyolitlerin tektonik hareketler sonucunda ilksel konumlarını kaybettikleri ve düzensiz yapı sundukları gözlenmektedir.

Neotetis Okyanusunun kuzey kolu içerisinde gelişen dalma-batma zonu ürünü olan ofiyolitler, kuzeydeki Sakarya Kıtasına ait metamorfizmin üzerine retroşaryajla yerleşmiş, güneydeki Anatolid-Torid plâtfomuna ait metamorfizmi üzerlemişlerdir.

Orhaneli Ofiyolitinde genelde, kümülatlara ait ultramafik-mafik kayalar gözlenir. Ultramafik kümülatlar, diğer kayalara nazaran daha yaygındır. Sahada çoğunlukla sarımsı kahverengi ayrışma yüzeyi ile kümülat dunitler izlenir. Yumuşak topoğrafya sunan dunitlerin üzerinde bazen 10 m. kalınlığa ulaşan lateritik zonlar gelişmiştir. Bu zonlardan Ni analizi için alınan örnekler, %1'in altında değerler vermiştir. Kimyasal bileşim açısından, olivin kristallerindeki Mg iyonunun yerini alan Ni elementinin çok düşük değerler vermesi, bu alterasyon zonlarının ultramafik harzburjitlerden ziyade kümülat dunitlerde geliştiğini işaret eder. İnceleme alanında izlenen ultramafik kayalardan biri de verlitlerdir. Arazi ve mikroskopik gözlemlerde, dunitlerle verlitler arasında dereceli bir geçiş izlenir. Verlitler, olivin-mezokümülat doku sunar. Yuvarlağımsı olivin kümülüs kristalleri arasında, özşekilsiz klinopiroksenler, interkümülat kristaller halindedir. % 90-60 olivin, % 10-40 klinopiroksen, %3 ortopiroksen ve çok az tali minerallerden (uvarovit, kromit, manyetit) oluşur. Ca'ca fakir klinopiroksenler (klienostatit, pijonit) ve Ca'ca zengin klinopiroksenler (diopsit-ojit) olmak üzere iki tip klinopiroksen tespit edilmiştir. XRD analizi ile klienostatit minerallerinin varlığı saptanmıştır. Çok az gözlenen ortopiroksen kristalleri, klinopiroksen eksolüsyon lamelleri içermektedir. Kayaçı oluşturan mafik mineraller kısmen altere olmuştur. Alterasyon mineralleri olarak; serpantin, klorit, tremolit, talk, ikincil karbonat, ikincil opak (manyetit) ve demiroksit mineralleri gözlenmiştir.

Arazide dunit ve verlitler, ince klinopiroksenit seviyelerine geçiş gösterir. Bu ultramafik kümülatların birbirleriyle yanal ve dikey geçişler gösterdiği tespit edilmiştir. Mafik kümülatları temsil eden katmanlı gabrolar, arazide çok az gözlenir. Kısmen veya tamamen altere olmuş plajiyoklas ve klinopiroksen kristalleri içeren gabrolarda, düşük dereceli okyanus tabanı metamorfizma koşullarında oluşan aktinolit, klorit, hibşit ve ikincil karbonat mineralleri gözlenmiştir. Ultramafik kümülatlar, bazen izole diyabaz daykları tarafından kesilir. Bu daykların bir kısmı rodenjite dönüşmüştür.

Saha çalışmaları ve petrografik gözlemlere göre, Orhaneli Ofiyoliti bölgeye ekay dilimleri olarak yerleşen ofiyolitlerin daha çok kümülat kısımlarını temsil eder. Arazide ultramafik kümülatlardan

mafik kümülatlara tedrici bir geçiş vardır. Bu durum, çalışma alanında sismik MOHO'nun varlığını işaret eder. İncelenen ultramafik-mafik kümülatların bazik magma odasında,  $\text{CaSiO}_3$ - $\text{MgSiO}_3$ - $\text{FeSiO}_3$  sistemi içerisinde yüksek sıcaklıkta, yavaş soğuma sonucu fraksiyonel kristallenme ile meydana geldiği düşünülmektedir. Başlangıçta ferromagnezyen kümülüs olivin kristallerinin oluştuğu, bunu Ca'ca fakir klinopiroksenlerden ( klinoenstatit serisi ) Ca'ca zengin klinopiroksenlere doğru devam eden bir serinin izlediği ve residual magmadan itibaren plajiyoklaslı mafik kümülatların oluştuğu söylenebilir.

**ABSTRACT.-** *Upper Cretaceous Ophiolite nappes in the Bursa-Kütahya- Eskişehir region are found within Alpine Orogenic Belt. The investigated ophiolites have been emplaced as the fragments of oceanic lithosphere onto İzmir-Ankara-Erzincan Suture zone. Each ophiolite nappe displays a dismembered ophiolite suite and its initial suite has disappeared. Ophiolites show a disordered suture due to tectonic deformation.*

*These ophiolites generated above an intra-oceanic subduction zone within the northern branch of Neotethyan Ocean emplaced with overthrust onto metamorphic rocks of Sakarya zone in North and obducted onto the marble and blueschistes of Anatolide-Tauride Platform in South.*

*Orhaneli Ophiolite consists mostly of ultramafic-mafic rocks belonging to the cumulates. Ultramafic cumulates crop out extensively in respect to mafic cumulates. In the field, yellowish brown coloured dunites commonly observed and on them, lateritic zone having sometimes 10 m. of thickness have formed. Ni content of the samples collected from lateritic zone is less than 1%. Low values of Ni which commuted by Mg ion in the Mg rich minerals like olivine and orthopyroxene indicate that the lateritic zone have developed on the cumulate dunites with smoother topography than ultramafic harzburgites.*

*One of ultramafic cumulates observed in the field also is werhlites. According to field and microscopic observation, there is a transition between dunites and werhlites. Werhlites exhibit olivine-mesocumulate texture. Intercumulus clinopyroxene crystals are found among rounded cumulus olivine crystals. Werhlites contain 90-60% olivine, 10-40% clinopyroxene, 3% orthopyroxene and secondary minerals (uvarovite, chromite, magnetite). Ca-poor clinopyroxene minerals (clinoenstatite, pigeonite) and Ca-rich clinopyroxene minerals (diopside-augite) have been determined. Clinoenstatites have been noticed in XRD analyses. Orthopyroxene crystals with exsolution lamellae of clinopyroxene are minor. Mafic minerals of the werhlites are partly altered to serpentine, actinolite, chlorite, talc, secondary calcite minerals, secondary opaque (magnetite) minerals and iron oxides.*

*Dunites, werhlites grade into thin clinopyroxene bands. These ultramafic cumulates grade into each other laterally and vertically. Layered gabbros have much less coverage than ultramafic cumulates. The gabbros underwent ocean floor-type metamorphism having alteration minerals such as actinolite, chlorite, hibschite and secondary calcite minerals. Ultramafic cumulates are cut by isolated diabase dikes. The dikes have been sometimes altered to rodingite.*

*Finally, Orhaneli Ophiolite emplaced as slices represent cumulate rocks of ophiolite sequence. Cumulates consist commonly of ultramafic rocks which pass to mafic cumulates. This observation indicates that there is Seismic Moho in the studied area. From the field and petrographical data, in the  $\text{CaSiO}_3\text{-MgSiO}_3\text{-FeSiO}_3$  system of magma chamber, under condition of slow cooling at high temperatures, at first, ferromagnesium cumulus olivines crystallized. The crystal series formed from Ca-poor clinopyroxenes (clinoenstatite series) to Ca-rich clinopyroxenes (diopside-augite series) followed. Layered gabbros occurred due to fractional crystallization from residual magma.*



## **Bigadiç Bor Havzasındaki İki Evreli Volkanizmaya Ait Veriler ve Bunların Batı Anadolu Tektoniğindeki Önemi**

*Evidence for two episodes of volcanism in the Bigadiç borate basin and its  
tectonic implications in western Turkey*

**Fuat ERKÜL, Cahit HELVACI ve Hasan SÖZBİLİR**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova – İZMİR*

**ÖZ.-** Batı Anadolu, Miyosen'den beri K-G açılma rejiminin etkisindedir. K-G açılmanın nedeni, başlama zamanı ve bununla ilişkili havza oluşumu uzun süren bir tartışmaya konu olmuştur. Bigadiç bor havzasından elde edilen veriler bu problemin çözümüne yeni bir bakış açısı getirmektedir. Havza, Üst Kretase-Paleosen yaşlı çarpışma ile ilişkili Tetyan orojenezi sırasında gelişen ve KD uzanımlı bir transfer zonu içinde oluşan Bornova Filiş zonu üzerinde açılmıştır. KD uzanımlı transfer zonu, Batı Anadolu'daki farklı yapısal evrim geçirmiş iki orojenik topluluğu bir araya getiren yeniden aktif hale geçmiş bir zonu belirtmektedir.

Bigadiç'teki volkanizma, birbirlerinden açılma uyumsuzlukla ayrılan, farklı evrelerde yerleşmiş iki kaya birimi ile temsil edilir: (1) 23 milyon yıl K/Ar yaşı veren Kocaışkan volkanitleri ve (2) 20.6 ile 17.8 milyon yıl arasında yaşlar veren Bigadiç volkano-sedimenter serisidir. İki birim de Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı kırmızı renkli tortullar tarafından uyumsuz olarak üstlenir. Kocaışkan volkanitleri, karasal sokulumlar, domlar, lav akıntıları ve piroklastik kayaçların aşınmasından türeyen kalın volkanojenik tortullardan oluşmaktadır. İkinci evre volkanizma, gölsel-evaporitik çökeltiye eşlik eden bazalttan riyolite kadar değişen bileşimlerdeki lav akıntıları ve piroklastik çökeller ile temsil edilmektedir. Dasit-riyolit bileşimli Sındırgı volkanitleri, KD uzanımlı sokulumlar, domlar, lav akıntıları, ignimbritler, kül yağış çökelleri ve volkanojenik tortul kayaçlardan yapıldır. Diğer KD uzanımlı olivin bazalt ve trakiandezit bileşimli sokulumlar ve beraberindeki lav akıntıları, gölsel tortullar içerisine yerleşmişlerdir. Sokulumlar ile tortul dokanağı ise tortullaşmayla eş yaşlı yerleşimi ifade eden peperitik kayaçlar ile simgelenir.

İlk evreye ait Kocaışkan volkanitleri, bölge K-G yönlü sıkışmaya maruz iken KD doğrultulu zon boyunca yerleşmişlerdir. İki volkanik evreye ait çökeller arasındaki açılma uyumsuzluk, K-G yönlü çarpışma ile ilişkili sıkışma rejiminden, sıyrılmaya fayları boyunca Ege dalma-batma zonunun güneye doğru göçü ile ilişkili K-G açılma rejimine geçişi ifade etmektedir. Bigadiç volkano-sedimenter serisi içindeki kuzeye hareket veren bindirme fayları ve KD doğrultulu düşeyeye yakın kıvrım eksenleri, tortullaşma sonrasında KB-GD doğrultulu sıkışmanın tekrar etkin olduğunu ortaya koymaktadır.

Bigadiç'ten elde edilen jeokimyasal veriler, ikinci volkanik evrede eş yaşlı kalk-alkalin ve alkalin kayaçlarla temsil edilen bimodal volkanizma ile açılma rejiminin varlığını desteklemektedir. Radyometrik olarak  $19.7 \pm 0.4$  milyon yıl yaşlandırılan alkalin kayaçların, Batı Anadolu'da K-G açılma rejiminin başlaması ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir.

**ABSTRACT.-** *The western Turkey has been dominated by an N-S extension since the Miocene. The timing and cause of N-S extension and related basin formation have been the subject of the long lasting debate. The data from the Bigadiç borate basin provide new insights to solve this controversy. The basin is located on the Bornova Flysch Zone, which had thought to be formed as a major NE-trending transform zone during the Late Cretaceous-Palaeocene collisional Tethyan orogenesis and reactivated as a transfer zone of weakness separating two orogenic domains of different structural evolution in the western Turkey.*

*The volcanism in the Bigadiç area is characterised by two episodic rock units that are separated by an angular unconformity. These are: (1) Kocaiskan volcanics that gave K/Ar ages of 23 Ma, and (2) Bigadiç volcano-sedimentary succession that yielded ages of 20.5 to 17.8 Ma. Both units are unconformably overlain by Upper Miocene-Pliocene continental red clastics. The Kocaiskan volcanics related to first episode of volcanic activity comprise thick volcanogenic sedimentary rocks derived from primary subaerial andesitic intrusions, domes, lava flows and pyroclastic rocks. The second episode of volcanic activity, which is represented by basaltic to rhyolitic lavas and pyroclastic rocks, accompanied the lacustrine-evaporitic sedimentation. The dacitic to rhyolitic volcanics, called Sındırgı volcanics, comprise NE-trending intrusions producing primary volcanic rocks, including lava flows, ignimbrites, ash-fall deposits and associated volcanogenic sedimentary rocks. Other NE-trending olivine basaltic (Gölcük basalt) and trachyandesitic (Kayırlar volcanics) intrusions and lava flows were synchronously emplaced into the lacustrine sediments and commonly display peperitic margins between lava and sediment.*

*The oldest volcanic episode occurred in the NE-trending zone when the region was still suffering a N-S compression. The angular unconformity between two volcanic episodes marks an abrupt transition from N-S directed and collision related convergence to N-S directed extension that was related to retreating of the Aegean subduction zone to the south along an extensional detachment. Several thrust faults with top-to-the-north sense of shear and a series of anticlines and synclines with subvertical NE-striking axial planes observed in the Bigadiç volcano-sedimentary succession suggest that NW-SE compression was reactivated after the sedimentation.*

*Geochemical data from the Bigadiç area also support validity of extensional regime which is characterised by a bimodal volcanism related to extrusion of coeval alkaline and calc-alkaline volcanic rocks. The formation of alkaline volcanic rocks dated as  $19.7 \pm 0.4$  Ma can be directly related to onset of N-S extensional regime in the western Turkey.*

## **Batı Anadolu'daki Transtansiyonel Tektonik Ortama Ait Yapısal Veriler: Kuvaterner Yaşlı Cumaovası Havzasından Bir Örnek**

*Structural Evidence for Transtensional Tectonic Setting in Western Anatolia:  
An Example from the Quaternary Cumaovası Basin*

**Bora UZEL ve Hasan SÖZBİLİR**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir (bora.uzel@deu.edu.tr)*

**ÖZ.-** Bu çalışmanın ana amacı Cumaovası havzasının yapısal evrimini yeniden inceleyerek bu evrimi Batı Anadolu genişleme bölgesi içerisindeki konumunu karşılaştırmaktır. Çalışma, farklı stres alanlarının özelliklerini ve ilişkili yapıların kinematik tanımlamalarını içerir.

Cumaovası havzasının orta ve kuzey kesimleri normal faylarla şekillenirken, havzanın batı kesimi ana doğrultu atımlı faylarla deforme olmaktadır. Normal fay topluluğu D-B ve KD-GB doğrultulu iken doğrultu atımlı fay topluluğu KB-GD ve KD-GB doğrultuludur. Sağ yanal doğrultu atımlı fay karakteri gösteren fay topluluğu baskın olarak KD-GB uzanımlıdır. Sol yanal doğrultu atımlı fay karakterindeki fay topluluğu ise KB-GD uzanım sunar.

Hareket yönünü belirlemede kullanılan fay yüzeyi verileri ana gerilme eksenlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Fay yüzeyi verileri Angelier stres ters çözümleme metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Havzanın batı sınırına ait sonuçlar, yaklaşık yatay, 193° doğrultulu ve 01° dalımlı olan -3 değeri ile ilişkili KKD-GGB açılma ve BKB-DGD sıkışmayı işaret etmektedir. Bununla ilgili -1 ve -2 değerleri de 283°/42° ve 101°/48° olarak hesaplanmıştır. -1 değeri 231° doğrultulu ve 77° dalımlı olan KD-GB açılma ile ilişkili yüksek açılı normal faylara ait hesaplamalar sonucu -2 ve -3 değerleri 107°/03° ve 016°/12° olarak hesaplanmıştır. Son olarak havzanın güneybatı sınırına ait veriler düşeye yakın -1 ve 169° doğrultulu -3 stres değerleri BKB-DGD sıkışma ile ilişkili KKB-GGD açılmayı işaret etmektedir.

Cumaovası havzasından elde edilen yapısal veriler, havzanın KKD-GGB genişlemesiyle birlikte yaklaşık D-B sıkışmasıyla oluşmuş ve doğrultu atımlı ve normal fayların birlikte işlediği bir transtansiyonel tektonik rejim altında şekil değiştirdiğini göstermektedir. Aktifliği belirten fay düzlemleri ve sığ deprem odak mekanizması çözümleri bu transtansiyonel rejimin sürdüğünü göstermektedir.

**ABSTRACT.-** *Main objective of this study is to reconstruct the structural evolution of the Cumaovası basin, combined with correlation of the west Anatolia extensional province. This involves characterising the various stress fields and identifying the associated directional and kinematic group of structures.*

*Central and northern parts of the Cumaovası basin are shaped by normal faults while western part of basin is deformed by major strike-slip faults. The normal fault population strikes E-W and NE-SW. Whereas, strike-slip fault population trends in NW-SE and NE-SW directions. Dextral strike-slip population has a clear pattern with a predominant NE-SW orientation. Sinistral strike-slip faults have also a clear pattern with a NW-SE direction.*

*Striated fault planes, of which the relative sense of movement was determined, were used for quantitative determination of the main principal stress directions. Fault slip data are analysed using stress inversion method of Angelier. Computed results of fault slip data in the western margin of the basin define a nearly horizontal stress -3 trending in  $193^\circ$  and plunging  $01^\circ$  that is consistent with NNE-SSW extension and WNW-ESE compression. Average orientation of -1 and -2 axes is  $283^\circ/42^\circ$  and  $101^\circ/48^\circ$  respectively. We observed high angle normal faults that are consistent with NNE-SSW extension, the calculated -1 trends in  $231^\circ$  and plunges at  $77^\circ$ , whereas -2 and -3 axes have attitudes of  $107^\circ/03^\circ$  and  $016^\circ/12^\circ$ , respectively. The last result is calculated using data from the southwestern part of the basin. Here, stress -1 is very steep and -3 is oriented  $169^\circ$  suggesting a NNW-SSE directed extension associated with WNW-ESE compression.*

*The structural data obtained from the Cumaovası basin support a mixture of normal and strike-slip movement in a transtensional tectonic regime that formed under a NNE-SSW extensional direction associated with an approximately E-W compression. This transtensional phase is still ongoing in the region, as indicated by active fault planes and focal mechanisms of shallow earthquakes.*

**Babadağ Fayının (Denizli Havzası GB Kenarı,  
Batı Anadolu) Morfotektonik Özellikleri**  
*The Morphotectonic Characteristics of the Babadağ Fault  
(SW Boundary of Denizli Basin, West Anatolia)*

**Faruk OCAKOĞLU\*, Sanem AÇIKALIN\* ve Kadir DİRİK\*\***

\*Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, focak@ogu.edu.tr (sanema@ogu.edu.tr)

\*\*Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, kdirik@hacettepe.edu.tr

**ÖZ.-** Denizli çöküntüsünün güneybatı kenarına karşılık gelen Babadağ fayının batıda İncirpınar ile doğuda Başkarcı arasında kalan yaklaşık 22 km'lik bir kesimi morfotektonik açıdan incelenmiştir. Bu fay havza kenar fayı olması sıfatıyla güneydeki Babadağ horstunun yükselim hızı ve yaşına ilişkin önemli veriler sağlayabileceğinden bölgesel bir öneme sahiptir.

İncelenen bölümde Babadağ fayı farklı doğrultulara sahip üç segmentten oluşur. İlk segment Kıraner batısında K30B doğrultusunda 5 km kadar uzanır. Yoğun örtü yüzünden fayın jeolojik kanıtları izlenememiştir; ancak fay sarplığı boyunca Armutlar dere ve Karanlık derenin, yataklarını Babadağ horstunun 1500 m'lerdeki zirvelerine kadar 2-3 km geriye aşındırdığı gözlenir. Sarplık boyunca façetalar orta derecede gelişmiştir. Anılan dereler kuzeydoğuda düşen blok üzerindeki gölsel Pliyosen çökellerini derin vadilerle etkin olarak kazımaktadır.

İkinci segment Manastır mahallesinin 1 km batısından başlar ve doğuda Güveçlik'e kadar 13 km boyunca uzanır. Büyük ölçekte doğrultusu D-B olmakla birlikte yerel olarak bu doğrultudan K70B ve K70D'ya kadar sapmalar mümkündür. Segment boyunca güneye 20° kadar eğimli Pliyosen gölsel çökelleri (baskın olarak beyaz marn ve kireçtaşı) içine kazınmış kaba taneli alüvyal yelpaze çökelleri metamorfik temelle tektonik olarak dokanağa gelir. Fay düzlemine, kalınlığı 80 cm'ye ulaşan bir fay kili de eşlik eder. Segment üzerinde Yeniköy, Kelleci ve Altındere civarındaki fay düzlemi ölçümleri eğimin 30-70° arasında değiştiğini, hareketin önemli ölçüde sağ yanal bileşenli normal karakterde olduğunu göstermektedir. Kelleci ve Altındere civarında kaba taneli alüvyal yelpaze istifleri morfolojik bir kimlik kazanarak 750-850 m yükseltileri arasında belirgin düzlükler oluştururlar. Bu eski yelpaze çökelleri faya yakın kesimlerde sistematik bir şekilde kuzeye 15-20° kadar eğimli olup yer yer formasyonu uyumsuzluklar sergilerler. Faya dik olarak gelişen akarsu sistemleri (başlıca Yeniköy dere, Kelleci dere ve Karaaslan dere) horst üzerinde 7-10 km kadar güneye doğru geriye kazanmıştır. Segmenti kat eden koşut vadiler arasında devasa façetalar (örneğin Dikmen tepe ve Pınarcık tepede) çok iyi gelişmiştir ve en az 500 m'lik bir düşey atımı gösterirler.

Güveçlik batısında üçüncü segment K40B doğrultusunda güneydoğuya doğru uzanır. İkinci segmentten farklı olarak bunun fay sarplığı daha az kemirilmiş ve tepesinde Gök tepenin (1632 m) bulunduğu, en az 800 m'lik bir düşey atımı gösteren çok büyük bir façeta gelişmiştir. Düşen blok üzerinde yakınsak kısımları 800 m yükseltisinde bulunan halen zayıfça deşilen bir dizi alüvyal yelpaze bulunur. Bu çökellerin metamorfik temelle olan dokanağı hep tektoniktir. Bunlar ikinci segmentte ancak artıkları gözlenen kaba kırıntılıların eş değeri olmalıdırlar.

Pliyosen çökellerinin güneye (fay düzlemine doğru) eğimlenmesiyle birlikte, yükselen blok üzerindeki büyük boyutlu façetalar ve olasılıkla Kuvaterner yaşlı yelpaze çökelleri Babadağ fayının morfo-tektonik ve stratigrafik kaydını oluştururlar. Bu kayıda göre Babadağ fayı Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı olmalıdır. Fayın oluşumunu izleyen bir dönemde bir yandan Pliyosen çökelleri güneye eğimlenirken ve tüm Pliyosen coğrafyası ve henüz gelişen fay sarplığı aşınırken bir yandan da düşen blok üzerinde alüvyial yelpaze çökelleri gelişmeye başlamış olmalıdır. Yelpaze çökellerinin metamorfiklerle olan tektonik dokanağındaki fay kilinin kalınlığı ve devasa fay façetaları yelpazelerin uzun bir düşey yolculuk (>500m) yaptığına işaret edebilir. Kuvaterner yaşlı bu yelpaze kompleksinin neden ve ne zaman deşilmeye başladığı, Babadağ fayı ile kuzeydeki Büyük Menderes Grabeni faylarının bağlı aktivitelerinin anlaşılması açısından gelecekte önemli veriler şunacaktır.

**ABSTRACT.-** *The Babadağ fault corresponds to the southwest boundary of the Denizli depression and the morphotectonic peculiarities of this fault has been examined in an approximately 22 km long part between İncirpınar in the west and Başarcı in the east. This fault as basin border fault is regionally significant since it may potentially provide valuable information on the uplift rate and age for neighbouring Babadağ horst.*

*In the studied zone, the Babadağ fault is made up of three segments with distinct orientations. The first segment trends in N30W direction and extends for 5 km to the west of Kiranyer. The geological evidences of this segment can not be observed due to heavy cover, but along the scarp the backward erosion of Armutlar dere and Karanlık dere on the footwall for 2-3 km up to 1500 m heights of Babadağ horst is observed. Throughout the fault scarp triangular facets have been also moderately developed. The mentioned streams on the footwall is incised into the Pliocene lacustrine sediments at northeast on the hanging wall as well.*

*The second segment appears at 1 km west of the Manastır district and extends eastward to Güveçlik for 13 km. Although it has an E-W orientation, the fault direction may locally deviate up to N70W and N70E. Throughout the segment, coarse-grained alluvial fan sediments that incised into the Pliocene aged lacustrine sediments (dominantly whitish marl and limestone) dipping 20° to the south are tectonically juxtaposed with the basement metamorphics. On the fault plane, a 80 cm-thick fault gauge has been also developed. Fault plane and slickenline measurements in vicinity of Yeniköy, Kelleci and Altındere villages show that the master fault is a normal fault with a considerable right-lateral component and dips between 30°-75°. The coarse-grained alluvial fan successions around Kelleci and Altındere gain a morphological identity as prominent surfaces between 750-850 m altitudes. These older fan deposits dip systematically 15°-20° to the north near the fault and indicate locally some intraformational unconformities. Drainage system (e.g. Yeniköy, Kelleci and Karaaslan creeks) developed perpendicular to the fault trend incised into the footwall about 7-10 km backward to the south. Between these parallel valleys crossing the fault trace some gigantic triangular facets (e.g. Dikmen and Pınarcık hills) were very well developed and indicate at least a 550 m vertical offset.*

*The third segment runs with a strike of N40W from Güveçlik towards southeast. Dissimilar to second segment, this has a prominent fault scarp with less drainage. Nevertheless, a gigantic triangular fa-*

*cet with summit of Gök tepe (1632 m) has been developed indicating a vertical offset of at least 800 m. On the hanging wall a series of coalescing alluvial fans with proximal parts at 800 m altitude are still weakly being eroded. Their contact with the basement is always faulted. They should correspond to the remnants of coarse-grained clastics observed on the neighbouring second segment.*

*Tilting of Pliocene deposits towards the fault plane, large scale triangular facets on the footwall and probably Quaternary-aged alluvial fan deposits the morphotectonic and stratigraphic record of the Babadağ Fault. According to these evidences, the age of Babadağ Fault should be Late Pliocene-Quaternary. After the initiation of the fault, while the Pliocene deposits were progressively tilting southward, the whole Pliocene palaeogeographic terrain and the newly uplifted fault scarp were eroding; on the hanging wall alluvial fan sediments must have been developed. The considerable thickness of fault gauge on the fault zone between alluvial conglomerates and the basement metamorphics, and huge triangular facets may indicate that the alluvial fans travelled a long (> 500 m) vertical way. The timing and causes of incision of these Quaternary alluvial fan complex could provide significant data in the future about the relative activities of Babadağ and Büyük Menderes graben faults.*

## **Karakaya Kompleksinin Levha Tektoniği Yerleşimine Ankara Güneyinden Örneklerle Sedimanter Petrografik Bir Yaklaşım** *An approach to tectonic setting of Karakaya Complex by using sedimentary petrographic properties of samples from the southern Ankara*

**Sanem AÇIKALIN ve Faruk OCAKOĞLU**

*Osmanğazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26040 Eskişehir*

**ÖZ.-** Batıda Biga yarımadasından başlayan; Bursa, Eskişehir, Ankara üzerinden doğuya doğru Kafkaslara kadar uzanan Karakaya Orojenik Kuşağı (Koçyiğit, 1987) birçok araştırmacı tarafından farklı amaçlarla incelenmiştir. Karakaya kompleksi olarak da adlandırılan bu kuşak Alt ve Üst kompleks olarak 2 kısma ayrılmıştır (Okay ve Göncüoğlu, 2004). Geç Paleozoyik – Triyas yaşlı Alt Karakaya kompleksi yeşil şist-mavi şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş mafik lav, piroklastik kayaç, şeyl ve kireçtaşlarından; Permian – Triyas yaşlı Üst Karakaya kompleksi ise klastik, volkanoklastik ve volkanik kayaçlardan oluşur. Literatürde Karakaya kompleksinin oluşum ortamı ve tektonik gelişimi iki alternatif modelle (“rift” ve “dalma-batma-eklenme” modelleri) açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çalışma, Üst Karakaya kompleksi içinde, farklı bileşimlerdeki litarenit/grovak, silttaşı, şeyl ardalamasından oluşan bir birimin (Okay ve Göncüoğlu (2004)’nun “grovak serileri”; Erol (1956)’un Elmadağ bloklu serisi; Norman (1973)’in Kireçtaşı bloklu melanji, Okan (1982)’in Elmadağ formasyonu, Koçyiğit (1987)’in Kısıkküstü Formasyonu) sedimanter petrografik özelliklerini ortaya çıkararak kompleksin levha tektoniği yerleşimini aydınlatmayı amaçlamaktadır. Karakaya kompleksinin büyük yayılımına karşın örnekleme dar bir alanda yapılması ve örnekleme seviyelerinin stratigrafik konumlarının belirsizliği çalışmanın başlıca engelleri olarak sayılabilir. Çalışma kapsamında Ankara şehir merkezi güneyinden Konya yolu, Dikmen, Beytepe, Çayyolu olmak üzere 4 farklı alandan alınan ve metamorfizma etkisi sınırlı ölçüde gözlenen kumtaşı örneklerinin sedimanter petrografik özellikleri incelenmiş, kayaçlar mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri göz önüne alınarak sınıflandırılmış, içerdikleri tanelerin küresellik ve köşelilik indisleri ile tane boyu parametreleri belirlenmiştir.

Kayaçların modal mineralojik bileşimleri her kesitte 150 adet noktanın sayılması ile elde edilmiştir. Örnekler mineralojik bileşimlerine göre sınıflandırılmış ve Dickinson ve Suczek (1979)’un önerdiği levha tektoniği yerleşimi diyagramlarına yerleştirilmiştir. İçerdikleri tanelerin köşelilikleri Powers (1953)’e göre abaklarla karşılaştırılarak görsel olarak değerlendirilmiş; küresellikleri ise tanelere dıştan teğet en küçük ve içten teğet en büyük çemberlerin yarıçaplarının oranı olarak ifade edilmiştir. Kayaçların tane boyu parametreleri (ortalama tane boyu, boylanma, yamukluk, kurtosis) her kesitte 150 adet tanelenin hatlar boyunca en uzun eksenlerinin ölçülmesi, tane boyu dağılım grafiklerinin çizilmesi ve bu grafiklerden itibaren Folk ve Ward (1957)’in önerdiği formüller kullanılarak belirlenmiştir.

İncelenen 53 adet kumtaşı örneği ana bileşen olarak monokuvvars, polikuvvars, feldispat, muskovit, biyotit ve kayaç parçaları içermektedir. Bazı örneklerde fosil kırıklarına da rastlanmıştır. Örneklerin içerdiği kayaç parçaları oldukça çeşitlilik göstermektedir. Kireçtaşı ve volkanik kayaç parçaları ile beraber düşük metamorfizmalı kayaç parçaları (sleyt ve fillit) ve mikaşistler yaygın olarak gözlen-



mehtedir. Farklı alanlardan alınan örnekler birbirlerine göre çok önemli farklılıklar göstermemesine karşın, Beytepe ve Çayyolu'na ait kumtaşları ile Dikmen kumtaşları arasında mineralojik bileşim ve tanelerin küreselliği açılarından dikkat çekici farklılıklar bulunur. Modal mineralojik bileşimleri temelinde Pettijohn ve diğ. (1987)'ne göre sınıflandırıldıklarında tüm örnekler litik grovak sınıfına girerler. Ancak Çayyolu ve Beytepe'den alınan kumtaşlarında feldispat miktarı diğerlerine göre daha fazladır.

İnceleme alanındaki kumtaşlarının modal mineralojik bileşimleri Dickinson ve Suczek (1979)'in önerdiği tektonik yerleşim diyagramlarında baskın olarak yeniden çevrimlenmiş orojen kaynağına (çarpışma orojeni kaynağı) karşılık gelmektedir. QFL ve QmFLt üçgen diyagramlarında Beytepe ve Çayyolu örnekleri diğer iki alana ait örneklerden çört parçalarının azlığı nedeniyle belirgin şekilde ayrılmaktadır. Kumtaşlarını oluşturan bileşenlerin ortalama köşelilikleri farklı alanlarda birbirine oldukça yakındır ve "yarı köşeli" sınıfına girer. Bileşenlerin küresellik indisleri ise alandan alana değişir. Beytepe ve Çayyolu kumtaşları daha küresel (subelongate) taneler içerirken, Konya yolu ve Dikmen kumtaşlarını oluşturan tanelerin küresellik indisleri daha düşüktür (very elongate). Mineralojik bileşim ve tanelerin küreselliklerindeki bu farklılıklar nedeni ile, karmaşık tektonik yüzünden stratigrafik konumları belirsiz Beytepe ve Çayyolu kumtaşları ile Dikmen ve Konya yolu kumtaşlarının istifin farklı kısımlarına karşılık geldiği düşünülebilir. Tane boyu parametrelerinden boylanma açısından tüm örnekler orta-kötü derecede boylanmış iken yamukluk açısından simetrikten çok inceye yamuğa kadar değişen özellikler sunarlar.

Üst Karakaya kompleksine ait grovakların mineralojik bileşimleri levha tektoniği yerleşimi açısından değerlendirildiğinde, kaynak bölgede magmatik kayaların yoğun olarak bulunmadığı anlaşılmaktadır. Tanelerin yarı köşeli oluşları ve küresellik indislerinin küresele çok yakın olmamaları göz önüne alınırsa kaynak bölgenin çok uzak olmadığı da düşünülebilir. Tüm bu veriler ışığında, Karakaya kompleksinin önceki bir çarpışma orojenini kaynak bölge kabul eden yakın bir havzada geliştiği ileri sürülebilir. Bu sonuç, Karakaya kompleksinin tektonik yerleşimine ilişkin önceki modellerden "rift modeli"ne daha uygun düşmektedir.

**ABSTRACT.-** *The Karakaya Orogenic Belt extends from the Biga Peninsula at the west to the Caucasus to the east through Bursa, Eskişehir and Ankara (Koçyiğit, 1987), and was investigated by many researchers for different objectives. This belt, also known as the Karakaya complex, was divided into 2 parts, the Lower and Upper complexes (Okay ve Göncüoğlu, 2004). While the Late Paleozoic – Triassic aged Lower Karakaya complex comprises green and blue schist metamorphics derived from mafic lava, pyroclastics, shale and limestones; the Permian – Triassic aged Upper Karakaya complex includes clastics, volcanoclastics and volcanic rocks. In the literature, the depositional environment and tectonic evolution of the Karakaya complex are described by two alternative models ("rift" and "subduction-accretion" models). This study aims to describe the sedimentary petrographic peculiarities and to evaluate the plate tectonic setting of a unit ("graywacke series" of Okay ve Göncüoğlu (2004); the Elmadağ Blocky series of Erol (1956); Melange with limestone block of Norman (1975); Elmadağ formation of Okan (1982); Kısıküüstü formation of Koçyiğit (1987)) regarded as part of the Upper Karakaya complex. The investigated unit is formed from the alternation of different litologies such as litarenite/greywacke, siltstone and shale. The fact that the*

*samples considered represents a limited area with respect to extensive Karakaya Complex, and lack of well-constructed stratigraphy are the main obstacles of this study. In the scope of this investigation, the sandstone samples without significant metamorphic features which were collected from 4 different areas in the south of the Ankara city, namely Konya yolu, Dikmen, Beytepe, Çayyolu, were investigated with respect to sedimentary petrographic properties. The samples were classified according to their mineralogical composition. Furthermore, the textural properties of grains such as angularity, sphericity and granulometric parameters were also determined.*

*Modal mineralogical composition of the sampled rocks were determined by counting 150 points in each sample. Samples were classified according to their mineralogical composition and plotted on the plate tectonics setting diagrams by Dickinson and Suczek (1979). Angularity of grains are evaluated by visual comparison with Powers (1953)'s diagrams; sphericities are expressed as the ratio of the diameter of the largest circle to that of smallest circle that could be drawn tangentially in and out on each individual grain. Granulometric parameters of grains (i.e. graphic mean, sorting, skewness and kurtosis) are determined by measuring the long axes of 150 grains at each sample, drawing cumulative frequency curves and calculating the formulas suggested by Folk and Ward (1957).*

*The investigated 53 sandstone samples contain monoquartz, polyquartz, feldspar, muscovite, biotite and rock fragment as main components. In some samples broken fossils are also observed. Types of rock fragments vary considerably. Limestones, volcanic rock fragments, low-grade metamorphics (slate and phyllite) as well as micaschists are the most common rock fragments encountered. In spite of the lack of important differences between samples from different areas, there are conceivable differences in terms of mineralogical composition and sphericity of grains between the two groups, namely the Beytepe plus Çayyolu and the Dikmen areas. When samples are plotted according to their modal mineralogical composition on the diagrams of Pettijohn et al (1987), all samples are placed in lithic greywacke class. But samples from the Beytepe and Çayyolu areas, the amount of feldspar is significantly higher than the others.*

*The modal mineralogical composition of sandstones dominantly correspond to the recycled orogen provenance (more specifically the collision orogen) when they placed on the Dickinson and Suczek (1979) diagrams. On the OFL and OmFLt diagrams the Beytepe and Çayyolu samples are distinctly separated from the others due to less amount of chert grains. Mean angularity of grains in all areas are very similar to each other and all are dominantly subangular. Sphericity of grains significantly varies from one area to other. While the Beytepe and Çayyolu samples contain more spherical (subelongate) grains, the Konya yolu and Dikmen samples tend to have lower sphericity indices (very elongate). Because of the difference in mineralogical composition and sphericity indices from the two groups (i.e. the Beytepe and Çayyolu and the Konya yolu and Dikmen), it is suggested that they correspond to different stratigraphic levels of this highly deformed unit. With respect to the granulometric parameters, all samples are poorly to moderately sorted and their skewness are mostly situated between symmetrically skewed and strongly fine skewed.*

*When mineralogical composition of greywackes from the Upper Karakaya complex are evaluated in terms of plate tectonic setting, it is obvious that the magmatic rocks are lacking in provenance. It can also be suggested that the provenance was not remote when considered the amount of subangular and elongate grains. All these findings strongly suggest that the Karakaya complex is formed in a*

basin whose provenance was close and comprised of remnants of a collisional orogen. This conclusion mostly fits the "rift model" previously suggested for the tectonic setting of Karakaya complex.

### **DEĞİNİLEN BELGELER :**

- Dickinson, R. W. ve Suczek, A. C., 1979, *Plate Tectonics and Sandstone Composition*, *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, V.63, No.12, S. 2164 – 2182.
- Erol, O., 1956, *Ankara Güneydoğusundaki Elmadağı ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Üzerinde Bir Araştırma*, MTA Yayınları, Seri.D, No.9.
- Folk, R.L., Ward ve W. C., 1957, *Brozas River bar: A Study in Significance of Grain Size Parameters*, *Jour. Sediment. Petrol.*, V.27, S. 3 – 26.
- Koçyiğit, A., 1987, *Hasanoğlan (Ankara) Yöresinin Tektono – Stratigrafisi: Karakaya Orojenik Kuşağının Evrimi*, *Yerbilimleri*, 14, S. 269 – 293.
- Norman, T., 1973, *Ankara Melanjının Yapısı Hakkında*, *Cumh. 50.yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri dergisi*, MTA Yayınları, S. 77 – 94.
- Pettijohn, F. J.; Potter, P. E. ve Siever, R., 1987, *Sand and Sandstones*, Springer Verlag, Berlin, 533 s.
- Powers, M. C., 1953, *A New Roundness Scale for Sedimentary Particles*, *Jour. Sediment. Petrol.*, V.23, s. 117 – 119.
- Okan, Y., 1982, *Elmadağ Formasyonunun Yaşı ve Alt Bölümleri*, *TJK Bülteni*, 25/2, S.95 – 104.
- Okay, A. İ. ve Göncüoğlu, M. C., 2004, *The Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts*, *Turkish J. Earth Sci.*, V.13, S. 77 – 95.

## Gümüşhane-İkisu Yöresindeki Erken-Orta Jura Volkanitlerinin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri

### *Petrography and Geochemistry of the Early-Mid Jurassic Volcanites in the Gümüşhane-İkisu Area*

**Cüneyt ŞEN\***, **Raif KANDEMİR\*\***, **Cemil YILMAZ\***, **Orhan KARSLI\*\*** ve **Faruk AYDIN\*\*\***,

\*KTÜ, MMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon, (csen@ktu.edu.tr, cyilmaz@ktu.edu.tr)

\*\*KTÜ, GMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, (raif@ktu.edu.tr, okarsli@ktu.edu.tr)

\*\*\*Niğde Üniv., MMF, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde, faydin@nigde.edu.tr

**ÖZ.-** Jura yaşlı kayalar Doğu Karadeniz dağlarının hem kuzeye bakan yamaçlarında, hem de güneye bakan yamaçlarında yüzeylenir. Ancak, stratigrafik olarak güneydeki yüzeylemelerin alt-üst sınırları belirgin olmasına karşın, söz konusu havzaların çoğunluğunda piroklastik veya epiklastik kayalar hakimdir. Gümüşhane-Torul-İkisu yöresi güneyde yer alan ve ender volkanik kayaların baskın olduğu lokasyonlardan biridir. Bu nedenle, bu kayaların jeokimyasal karakteristiklerinin anlaşılması önemlidir. Çalışma alanındaki yüzlek, bazalt, andezit, bunların piroklastitleri ve bunlardan türemiş epiklastik kayalardan oluşur. Bazaltlar yastık lavlar şeklindedir ve tabanda bulunur. İri plajiyoklas içeren andezitler piroklastik kayalar içerisinde kafalar halinde görülür ve radiolarit içeren ara katmanlar içerir. Kalınlığı 50 metreye ulaşan patlama breşleri, boyutları 20 cm'ye ulaşan oval bazalt çakıllardan ve çakıllarla hemen hemen aynı mineraller içeren bağlayıcı matriksten oluşmuştur. Kaba derecelenme gösteren epiklastik kayalar, karbonatlı kayalarla ardanarak Kalloviyen yaşlı karbonatlara geçer. Mikrolitik-porfirik, entersertal doku gösteren bazaltlarda, yer yer albitleşmiş, zeolitlenmiş plajiyoklas; çoğunlukla uralitlenmiş ojit ve tamamen serpantinleşmiş olivin fenokristalleri ve yer yer ayrılmış plajiyoklas mikrolitleri ve opak mineraller birincil mineral oluşumlarını; karbonatlar, kil mineralleri, kloritler, aktinolit, zeolitler, serisitler, serpantin mineralleri ise fenokristallerin ve/veya hamurun ayrışması sonucu ve/veya boşluk dolgusunu oluşturur. Andezitler mikrolitik porfirik dokulu olup, genellikle az ayrılmış iri plajiyoklas (1 cm'ye varan) fenokristallerinden ve matrikstekki mikrolitlerden oluşmuştur bazaltlara benzer, ancak daha az oranda boşluk ve ayrışma minerallerinden oluşur. Piroklastitler genellikle tuf, lapilli tuf boyutlarında olup, mikroskobik olarak kristal tüftür. Epiklastik kayaları oluşturan malzemenin tamamına yakını alttaki volkanitlerden türemiştir. Ancak, üst seviyelere doğru matrikstekki karbonat oranı artar.

İncelene kayaların tümü az veya çok deniz suyu hidrotermal alterasyonuna uğramıştır. Kayalardaki alterasyonun şiddeti kayalardaki klinopiroksenlerin alterasyonu ile doğru orantılıdır. Mikroskobik olarak, en az ayrılmış piroksenlerin bulunduğu kayalar baz alındığında, ayrılmış kayaların Si ve Fe kaybına uğradıkları, Na, K, Ca (özellikle daha sonraki kalsitleşmeden dolayı) kazandıkları, Al, Ti, P içeriklerinin çok fazla değişmediği saptanmıştır. Buna karşın büyük iyon yarıçaplı elementler içeriklerinde büyük artış veya azalış yönünde değişimler gözlenmiştir. Yüksek alan enerjili ve nadir toprak element (NTE) içerikleriyse çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir.

Okyanus ortası sırtı (OOS) bazalttı normalleştirilmiş örümcek diyagramında, örnekler tipik Nb-Ta, P ve Ti negatif anomalileri ve pozitif Pb anomalisi göstermektedir. Kondirit normalleştirilmiş NTE yönsemeleri, iri plajiyoklaslı andezitlerin göstermiş olduğu pozitif Eu anomalisi dışında birbirine pa-

raleldir. Hafif NTE'ler kondirite göre 50-120, ağır NTE'ler ise 8-12 kez zenginleşmiştir. (La/Lu)<sub>N</sub> oranı 8-10'dur. Cr-Ni içeriklerinden itibaren yapılan hesaplamalardan, örneklerin % 7-15 olivin (ol), %2-7 klinopiroksen (kpr); V-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriklerinden, yaklaşık % 5 magnetit (mag) diferansiyasyonu sonucu oluştuğunu hesaplanmıştır. Tüm bu veriler toparlandığında, İkisü volkanitleri yitim bileşeni izlerini taşıyan bir magmadan itibaren ol+kpr+mag diferansiyasyonu sonucu oluştuğu söylenebilir.

**ABSTRACT.-** Out crops of Jurassic rocks in the eastern Black Sea Region Mountains are seen on both northern and southern slopes. Although lower and upper boundaries of southern out crops are clear, pyroclastic or epiclastic rocks dominate in most of the Jurassic basin at south. Gümüshane-Torul-İkisü is one of the rare locations at the south where volcanic rocks dominate. Out crop of study area consists of basalt, andesite, their pyroclastics and epiclastics that originated from them. At the bottom of the sequence, pillow lava basalts are seen. Large plagioclase phenocryst bearing andesites are found in thick pyroclastic piles and intercalates with radiolarite bearing sediments. Explosion breccias that are approximately 50 m thick, consist of oval basaltic gravels (up to 20 cm in size) and the matrix that have almost the same mineralogical composition with gravels. Carbonate intercalated rough graduated epiclastics pass through Callovian carbonates at the top of sequence. Basalts show microlitic porphyric- entesertal structures with plagioclase mostly altered to albite and/or zeolite; augite commonly turned to uralite, olivine wholly serpantized, and plagioclase and oxide microliths. Carbonates, clay minerals, chlorite, actinolite, zeolite, sericite are secondary minerals that form either alteration of phenocrysts or matrix, or filled in vesicles. Andesites show microlitic porphyric structures with large plagioclase (up to 1 cm) and plagioclase microliths in the matrix. It contains similar alteration and vesicles filling mineral assemblages with basalts. Pyroclastics are tuff and lapilli tuff in size and are microscopically crystalline tuff. Materials that make epiclastics mainly originated underlying volcanic rocks and carbonate content increase towards to top.

All rocks investigated weakly or intensively altered by seawater hydrothermal alteration. The intensity of alteration can be correlated with the extent to that primary clinopyroxene has been preserved. When the altered clinopyroxene bearing samples is taken references, altered samples loss their some of Si and Fe, in contrast gain some Na, K and Ca (with late calcite crystallization) but no different with their Al, Ti, P contents. Although large ion lithophile elements show irregular changes, high field strength elements and rare earth elements (REE) do not show significant differences.

In the mid-ocean ridge basalt normalized trace element patterns, negative Nb-Ta, P and Ti and positive Pb anomalies are characteristically shown. The average chondrite normalized pattern parallel to each other and only large plagioclase bearing andesite show positive Eu anomaly. Light REEs 50 to 120 times and heavy REEs 8 to 10 times enriched according to chondrite and (La/Lu)<sub>N</sub> ratio range 8 to 10. From Ni-Cr contents, 7-15% olivine (ol), 2-7% clinopyroxene (cpx); and from V-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compositions approximately 5% magnetite (mg) differentiations were calculated. All these data indicate that İkisü volcanics originated from a magma that bears subduction input, with ol+cpx+mag differentiation.

**Prof. Dr. Önder ÖZTUNALI**  
**MADEN YATAKLARI VE JEOARKEOLOJİ OTURUMU**  
*ORE DEPOSITS AND GEOARCHAEOLOGY SESSION*

## Doğu Pontid'lerin Metalojenezi *Metallogeny of Eastern Pontides*

İskender KURT\*, Şenol KARSLI\*, Mustafa ÖZKAN\*, Turgut ÇOLAK\*, M. Kemal REVAN\*\*

\*MTA Trabzon Bölge Müdürlüğü, 61200 Trabzon

\*\*MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt Dairesi, 06520 Ankara

**ÖZ.-** Doğu Pontidlerde yay volkanizması Jura ve/veya Jura öncesinden itibaren başlamış olmasına karşın bölgenin metalojenezi Geç Kretase ve sonrası volkanizmayla şekillenmiştir.

Pontid tip volkanojenik masif sülfid (VMS) yatakları yay ardı havzalarda oluşmuştur. Apsiyen döneminde kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu transfer faylar boyunca bölgeye yerleşmeye başlayan yay volkanizması, Türoniyen döneminde olgunlaşarak maksimum şiddetine ulaşır. Geç Türoniyen'de yay eksenini boyunca yukarıya doğru ilerleyen granit plütonları nedeniyle yay eksenini hızla yükselir. Bu yükselme Doğu Pontid'lerin kuzeyindeki yay ardı havzasının oluşumuna yol açar. O dönemde yay eksenine granit batolitleri olarak yerleşen magmatizma yay ardı derin çöküntü alanlarında asitik volkanikler şeklinde yerleşmiştir. Önceki çalışmacılardan bazıları tarafından "kaldere" olarak tanımlanmış bu tektonik çöküntü alanlarında asitik volkaniklere bağlı olarak yüksek tenörlü, kalkopiritçe zengin sinjenetik masif sülfid yatakları oluşmuştur (Çayeli, Cerattepe, Lahanos). Doğu Pontid'lerde bu yatakların yayılımı ve büyüklüğü ile magmatizmanın yoğunluğu arasında sıkı bir ilişki vardır.

Kısa bir suskunluk döneminden sonra Santoniyen'de yeniden başlayan volkanizma Türoniyen dönemi volkanizmasından farklı olarak çok belirgin bimodal karakter sunar. Başlangıç aşamasında genellikle bazaltik ve riyolitik olan bu volkanizma da Geç Santoniyen döneminde baskın riyolitik-riyodasitik bir karakter kazanır. Birinci magmatik döneme göre daha az da olsa Doğu Pontid'lerde yeni bir yükselmeye, dolayısıyla yay ardı veya yay içi havzada yeni bir çökmeye neden olan bu magmatik dönemde çöküntü alanlarının çok iyi gelişmemesi nedeniyle genellikle çok az masif kısımları olan, sfaleritçe zengin, düşük tenörlü stokvork ve saçınım tip maden yatakları gelişmiştir (Peronit, Kutullar, Köprübaşı). Doğu Pontid'lerdeki bilinen Mn yataklarını da oluşturan bu volkanizmanın sıg denizel-olası karasal (?) yerleşimleri genellikle kil ve epitermal altın yataklarını oluşturmuştur (Akoluk).

Geç Eosen'de güneydeki kalkalkalin magmatik yerleşimi epitermal altın ve baz metal cevherleşmelerinin oluşumuna yol açarken (Olucak, Mastra, Midi) kuzeyde, alkali gabro ve diyoritlerle temsil edilen bu magmatik dönemde ekonomik olabilecek bir cevherleşme görülmez.

Geç Kretase ve sonrası en az üç farklı zamanda gelişmiş magmatik faaliyetler neticesinde porfiri tip yataklarının oluştuğu (Balcılı, Güzelyayla) Pontid'lerde Tersiyer sonrası cevherleşmelerin varlığı tartışmalıdır.

**ABSTRACT.-** *In the Eastern Pontides, although arc volcanism begins since pre-Jurassic or Jurassic, metallogeny of the region has been formed by Cretaceous and its subsequent period volcanic activities.*

*Pontide type volcanogenic massive sulfide deposits occur in back-arc basins. Arc volcanism that has started to settle in region along NE-SW trending transfer faults during the Aptian, became grow and reached its highest intensity in Turonian. Granite plutons that have started to rise, ascend arc axis considerably fast. This uplifting result in formation of back-arc basins in the north of Eastern Pontides. The syngenetic massive sulfide deposits where high grade chalcopyrite dominates, related to acidic volcanism (Çayeli, Cerattepe, Lahanos), occurs in tectonic depression basins which have been termed "caldera" by previous workers. The size and distribution of these deposits are closely associated with intensity of volcanism in Eastern Pontides.*

*After a short term quiescence in volcanic activity, volcanism renewed at Santoniyen is bimodal in character. Basaltic and rhyolitic volcanism at the initial stage change gradually into predominant rhyodacite in Late Santonian. Due to undeveloped collapse basins at that stage, low grade, sphalerite dominates stockwork and disseminated ore deposits occurs (e.g., Peronit, Kutlular, Köprübaşı). Above mentioned volcanism which also gave rise manganese deposits known in Eastern Pontides display marine and terrestrial features in a large area. Clay deposits are caused by a shallow emplacement of this acidic volcanism (Akoluk).*

*In the Late Eocene, calc-alkaline igneous emplacement provides an explanation for the formation of epithermal gold and base metal mineralization to the South (e.g., Olucak, Mastra, Midi). In the north, however, we don't summarize implications for any economic mineralization at this magmatic stage represented by alkaline gabbro and diorite. Latest Cretaceous and its subsequent magmatic activities which are formed at least three different stage host porphyry type deposits (e.g., Balcılı, Güzelyayla). Presence of post-Tertiary mineralization is still controversial.*



## Hasançelebi ve Karakuz (Malatya) Bölgeleri Demiroksit Yataklarında Alterasyon Zonlanması

### *The Alteration Zoning Within the Iron Oxide Deposits of the Hasançelebi and Karakuz (Malatya) Regions*

**İlkay KUŞCU\***, **Erkan YILMAZER\*\***, **Gökhan DEMİRELA\*\***, **Hacer GÖKÇE\***,  
**Robert MARSCHIK\*\*\***, **Nuretdin KAYMAKCI\*\*** ve **Nilgün GÜLEÇ\*\***

\* Niğde Üniversitesi, Aksaray Müh. Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Aksaray, ilkaykuscusu@superonline.com

\*\* Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

\*\*\* Ludwigs-Maximilians Üniversitesi, Yer ve Çevre Bilimleri Bölümü, Luisenstrasse 37, D-80333, Münih-Almanya.

**ÖZ.-** Hasançelebi ve Karakuz bölgelerinde yapılan çalışmalar her iki bölgede de Na-Ca metasomatizmasına uğrayan iki farklı yan kayacın bulunduğunu, her yan kayaçta farklı metasomatik zonların oluştuğunu ortaya koymaktadır. Çalışma alanında oldukça geniş alanlar boyunca yüzeyleyen trakitik ve siyenitik kayaçlar kendi alterasyon zonları ve desenlerini geliştirmektedir. Her iki kayaç içinde gelişmiş olan alterasyon zonlarında hem makro hem de mikro farklılıklar bulunmakta ve arazide her iki kayaca ait alterasyonlar birbirlerinden kolaylıkla ayrılmaktadır.

Trakitik kayaçlar içinde, serpantin dokanağından taze trakitik kayaçlara doğru, aktinolit- skapolit ±manyetit±hematit, skapolit-aktinolit-filogopit±manyetit, ve serizit-hematit±kuvars zonu olmak üzere daha sonra sülfid damarlarının geliştiği 3 ana zon; siyenitik kayaçlar içinde ise serpantinitten taze trakitik kayaçlara doğru ezik-altere skapolit, skapolit-spekülarit, skapolit-piroksen-granat zonu ve filogopit±skapolit-manyetit damarlı zon olmak üzere 4 ana zon tespit edilmiştir.

Aktinolit sadece trakitik kayaçlar içinde damarlar halinde skapolit ile birlikte gözlenen bir mineral olarak kendini belli ederken daha orta tane boyulu olması ve skapolit ve diyopsitlerle tarak dokusu oluşturacak şekilde büyümesi ayırtman özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan, siyenitik kayaçlar içinde gelişen skapolitler genellikle çok iri tane boyulu (en fazla 25-30 cm) ve tipik pembe ve yeşilimsi renkleriyle belirginleşirken hiç bir zaman aktinolitlerle birlikte gözlenmezler. Siyenitik kayaçlar içinde gözlenen skapolitler ya filogopit ya da piroksen-granat mineralleriyle birlikte baskın ve iri taneli mineraller olarak gözlenirler. Trakitik ve siyenitik kayaçlarda gözlenen alterasyon zonlarının bir başka belirgin özelliği, manyetit-hematit cevherleşmelerinin genellikle trakitik kayaçlar içinde daha zengin olması, siyenitik kayaçlarda ise manyetit-hematit cevherleşmelerinin ekonomik olmayan damar ya da damarcıklar halinde bulunmasıdır. Cevherleşmeler ya ekonomik olmayan damarlar ya da alterasyon zonlarında küçük mercerler olarak bulunurlar.

Sülfid cevherleşmeleri genellikle çok az silisleşmiş trakitik kayaçlar içinde tek tük kalkopirit saçınımları, veya ve serisitleşmiş-killeşmiş oksidize skapolit-filogopitli zonlar içinde malakit damarları/boyamaları şeklindedir. Piritleşme manyetit-filogopit-skapolit kayacını ornatır şekilde olan kalsit-pirit damarları halindedir. Bu çalışma kapsamında yürütülen arazi çalışmaları ve petrografik analizler, Hasançelebi ve Karakuz demiroksit yataklarına yankayaçlık eden alterasyonların ve bu alterasyonlar içinde yer alan mineral topluluklarının Demir Oksit Bakır-Altın (DOBA) tipi yataklarda gözlenen topluluklara ve alterasyon desenlerine benzediğini göstermektedir.

**ABSTRACT.-** *The studies at Hasançelebi and Karakuz region show that the two different types of rocks, trachyte and syenite are exposed in these regions, and these have been subjected to a pervasive Na-Ca metasomatism. The metasomatic zones are of two types depending on the type of the rock being metasomatized, and these two zones are easily detected in the field based on their mineralogical characteristics and spatial distributions.*

*From serpentinites to fresh trachytic rocks, the trachytic rocks are the host to three main alteration zones as: actinolite-scapolite±magnetite±hematite, scapolite-actinolite-phlogopite± magnetite, and sericite-hematite±quartz which were later veined by sulfides. The syenitic rocks, on the other hand, consist of four main zones as sheared-altered scapolite, scapolite-specularite, scapolite-pyroxene-garnet, and phlogopite±scapolite-magnetite veined zones. Actinolite accompanied by scapolite is the index mineral along the veins that typify the alteration zones in the trachytic rocks, and occur as medium grained crystals forming comb textures. However, the scapolites with distinct pinkish to greenish colors developed within the syenitic rocks are characterized by a larger grain size up to 25-30 cm, and are never associated with the actinolites. They appear as dominant and coarser grained minerals accompanied either by pyroxene-garnet, or phlogopite within the syenitic rocks. Another significant characteristic of the alteration zones within trachytic and syenitic rocks is the spatial distribution and location of the magnetite-hematite mineralization in a way that the mineralization usually is hosted by trachytic rocks, while the syenitic rocks are associated with sub-economic magnetite-hematite veins and/or veinlets.*

*The sulfide mineralization is generally in the form of sporadic chalcopyrite disseminations within slightly silicified trachytic rocks, or within a sericitized to argillitized, oxidized scapolite-phlogopite zones as malachite veins or staining along the fracture zones. The pyrite mineralizations usually occur as calcite-pyrite veins replacing the magnetite. The field works and petrographical analyses in this study have revealed that, the alterations and alteration assemblages hosting the Hasançelebi-Karakuz iron oxide deposits display similarities with those defined in Iron Oxide-Copper-Gold (IOCG) type deposits.*

## **Bakırtepe (Kangal-Sivas) Altın Zuhurunda Sıvı Kapanım Çalışmaları** *Fluid Inclusion Studies in the Bakırtepe Gold Prospect (Kangal- Sivas)*

**Gülay SEZERER KURU\*, Ömer KESGİN\*\*ve Sami POLAT\*\***

\*MTA Genel Müd., MAT Dai., Bşk., 06520, Ankara

\*\*MTA Orta Anadolu. Bölge Müd., 065, Sivas

**ÖZ.-** Bakırtepe (Sivas) Altın zuhuruna, Bakırtepe'nin kuzeyindeki Paleozoyik yaşlı kuvarsitleri kesen kuvars damarlarında ve Bakırtepe'nin güneyindeki Paleozoyik yaşlı şistler ile kuvarsitler arasındaki faylı dokanakta gelişmiş olan ankeritik zonları kesen kuvars damarlarında rastlanmaktadır.

Kuvarsitleri kesen kuvars damarları KD-GB doğrultulu ve dike yakın GD'ya eğimlidir. Bu kuvars damarlarının altın değerleri 2,5-99,3 gr/ton arasındadır. 60.70m. boyutlarındaki ankeritik zonu kesen kuvars damarları, KD-GB doğrultulu ve KB'ya eğimlidirler. Bu kuvars damarlarının altın değerleri ise 1,88-2,4 gr/ton arasındadır.

Kuvars damarlarından alınan yüzey örneklerinde sıvı kapanım analiz çalışmaları yapılmıştır. Bu analiz çalışmaları sonucu altın cevherleşmesinin ; I.evre (100-160°C) , 2.evre (200- 290 °C) ve 3. evre (350->350°C) olmak üzere üç ayrı evrede oluştuğu gözlenmektedir. Ortamın tuzluluk değerlerinin ise (% NaCl eş değeri olarak) % 2-12 arasında yer aldığı gözlenmektedir.

Altın oluşumunda, H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub> çözelti sisteminin etkili olduğu düşünülmektedir.

**ABSTRACT.-** Bakırtepe Gold Prospects ( Sivas) are formed in the quartz veins which are occurred in fracture zones of Paleozoic aged quartzite, seen at the north of the Bakırtepe and ankeritik zones that are developed in the fault zone between the Paleozoic aged schists and quartzites seen at the south of the Bakırtepe. Quartz veins in quartzite trending NE-SW, have 90° slopes SE. The gold grades of these quartz veins are between % 2,5 -99,3 gram/ton. Quartz veins in ankeritik zone which are 70. 2.5 m. in size have slopes NW and they trend towards NE-SW .The gold grades of these quartz veins are between % 1,88 -2,4 gram/ton.

Fluid inclusion studies were carried on the surface samples which were taken from the quartz veins. Gold mineralization formed in three stage ; first stage(100 -160°C), second stage ( 200-290°C) and third stage( 350->350°C) .The salinity values are between % 2-12 (NaCl) equivalent.

It can be assumed that H<sub>2</sub>O-NaCl-CaCl<sub>2</sub> salt system has affected occurrence of gold deposit.

## Orta Toros Dağlarında Bulunan Karbonatlara Bağlı Zn-Pb Cevherleşmelerinin Kükürt İzotop Nitelikleri

*Sulfur Isotope Characteristics of Carbonate-Hosted Pb-Zn Deposits Occurring  
in the Central Taurus Mountains (Southern Central Turkey)*

**Berna YAVUZ ve Emin ÇİFTÇİ**

*Niğde Üniversitesi, M.M.F. Jeoloji Müh. Böl., 51200 Niğde*

**ÖZ.-** Orta Toros Dağlarında, çok sayıda karbonatlara bağlı, Pb-Zn cevherleşmeleri bulunmaktadır. Bu yatakların ekseriyeti esas olarak kurşun ve çinko için, az bir kısmı da altın ve gümüş için potansiyel taşımaktadır. Bu çalışmada, Yahyalı (Kayseri)'dan Anamur (Mersin)'a uzanan bir alan içinde bulunan tüm cevherleşmeler kükürt izotop analizleri için örneklenmiştir.

Yatakların çoğu Aladağlar ve Bolkardağ olarak bilinen ve birbirinden Gülek boğazı ile ayrılan bir alan içinde yer almaktadır. Yaklaşık 22 yatak kaydedilmiştir. Yatakların çoğunda analiz için, yoğun oksidasyona rağmen nispeten yüksek direnci nedeni ile dayanmış olan galen kristalleri seçilmiştir. Galenin bulunmadığı durumlarda sfalerit veya pirit kullanılmıştır.

Örnek hazırlamada iki yöntem kullanılmıştır. Bir grup örnek için, ufalanmış cevher numunelerinden stereo-mikroskop altında cımbız yardımıyla kristaller ayıklanmıştır. İkinci set içinse, parlak kesit ve ya el-boyutundaki cevher dilimlerinden mikro-sondaj yoluyla numuneler hazırlanmıştır. Aynı örnekleri temsil eden numunelerden elde edilen kükürt izotop değerleri birbirleriyle oldukça uyumludur. <sup>34</sup>S değerleri + 0.46 ve + 11.5 ‰ arasında değişim göstermektedir. Değerlerin çoğu dar magmatik aralıkta kabul edilmektedir. Daha yüksek değerler ise oksidasyon ve/veya bölge kayaçları içinde bulunan çeşitli formasyonların katkıları nedeniyle <sup>32</sup>S'ce zenginleşmeye bağlanmaktadır. Horozköy cevherleşmesinin farklı bir cevher mineral parajenezi ile farklı kökene sahip olduğu kabul edilmiştir.

*Anahtar sözcükler: Toros Dağları, Pb-Zn damar yatakları, karbonat-mekan kayaçlı, Aladağlar, Bolkardağ, kükürt izotop*

*A great number of carbonate-hosted Pb-Zn mineralizations occur in the central Taurus Mountains. Majority of these deposits mainly have potentials for lead and zinc, to a lesser extent, for gold and silver. In this study, all the mineralizations occurring from Yahyalı (Kayseri) to Anamur (Mersin) area have been sampled for sulfur isotope analyses.*

*Most of the deposits occur in an area known as Aladağlar and Bolkardağ districts, which are divided by the Gülek through. About 22 occurrences have been recorded. For most deposits, galena was selected for the analyses since it is the only primary sulfide mineral survived pervasive oxidation due mainly to its relatively higher resistance. Where it is not found or present either pyrite or sphalerite was employed.*

*Two methods were utilized for sample preparation. For one set of samples, target crystals were picked under a stereomicroscope with the aid of tweezers from crushed/semi-powdered samples. For the*

*second set, samples were acquired from polished plugs or hand-size slabs by employing a micro-driller. Sulfur isotope results from both sets representing identical samples well agreed.  $^{34}\text{S}$  values range between + 0.46 and + 11.5 ‰. Most of the values are considered within a narrow magmatic range. Higher values are attributed to enrichment in  $^{32}\text{S}$  due to oxidation and/or contribution of various formations contained by the regions rocks. The Horozköy mineralization was considered to be of distinct origin with different ore mineral paragenesis.*

*Key words: Taurus mountains, Pb-Zn vein deposits, carbonate-hosted, Aladağlar, Bolkardağ, sulfur isotope*

## **Orta Toroslarda Bulunan Karbonatlara Bağlı Zn-Pb Yataklarının Baz ve Değerli Metal İçeriği\***

*Base and Precious Metal Contents of Carbonate-Hosted Zn-Pb Deposits  
Occurring in the Central Taurus Mountains (Southern Central Turkey)\**

**Ahmet ATAÇ ve Emin ÇİFTÇİ**

*Niğde Üniversitesi, M.M.F., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51200 Niğde (eciftci@nigde.edu.tr)*

**ÖZ.-** Orta Toroslar silsilesi, Devoniyen-Alt Kretase yaşlı allokton Yahyalı, Siyah Aladağ, Minarete-peler, Çataloturan, Beyaz Aladağ napları, ofyolitik melanj, Belemelik sekansı, Tersiyer yaşlı çökel-ler ve morenlerden oluşmaktadır.

Cevherleşmeler esas olarak, genellikle K-G, KD-GB doğrultulu fay ve kırık zonlarında, ve karstik mağaralarda görülen Zn-Pb tipi damar şeklinde görülen birincil sülfür ve ikincil oksihidroksit ve kar-bonatlardan oluşmaktadır.

Cevher mineral parajenezi, birincil sülfür olarak sfalerit, galen ve pirit ile ikincil oksihidroksit-kar-bonat mineralleri olarak serüzit, smitsonit, anglezit, hemimorfite, hidrozinkit, götite, lepidokrosit ve kovelitten meydana gelmektedir. Bunlarla birlikte, minörden esere kalkopirit, arsenopirit, pirarjirit ve markazit de gözlenmiştir. Yoğun oksidasyon özellikle serüzit, smitsonit ve demir oksihidroksit-lerin oluşmasına neden olmuştur. Galen, diğer birincil sülfür minerallerine oranla, böylesi oldukça yük-sek oksidasyon ortamındaki nispeten yüksek duraylılığı nedeniyle, en yaygın bulunan sülfür mi-neralidir. Bolkardağ bölümündeki yataklarda çinko baskınken, Aladağlarda kurşun daha bol bulunur.

Seçilmiş cevher örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analizler, altın ve gümüş içeriklerinin oldukça yüksek olduğunu ve sırasıyla 20 ve 200 ppm'e kadar ulaşabildiğini göstermektedir. Cevher mikros-kobu incelemelerinde, 150 mikrona varan büyüklüklerde altın kristallerinin varlığı gözlenmiştir. Se-çilmiş örnekler üzerinde yapılan sınırlı sayıda elektron mikroprob analizleri (EPMA), bazı sülfür fazlarında yüksek gümüş ve germanyum varlığını belirlemiştir.

Birincil cevherleşmeler yapısal kontrollü hidrotermal mineralleşmeler olarak kabul edilebilir. Ancak yoğun oksidasyonun karstlaşma ile eşzamanlı olarak oluştuğu ve özellikle yüksek rakımlı (> ~2000 m) cevherleşmeleri yeniden hareketli hale getirerek, oldukça çeşitli ikincil cevher minerallerinin oluşumuna neden olduğu kabul edilmektedir.

*Anahtar sözcükler: Bolkardağ, Aladağlar, Orta Toros Dağları, cevher mineralleri, cevher mikrosko-bisi, baz metal, değerli metal*

*\*Bu proje Tübitak tarafından desteklenmektedir (Proje No: YDABAG-102Y130)*

**ABSTRACT.-** *Mid Taurus range is consisted of allocthonous nappes including Yahyalı, Siyah Aladağ, Minaretepeler, Çataloturan, Beyaz Aladağ, ophiolitic mélangé, Belemelik sequence of Devonian-Lower Cretaceous age, Tertiary deposits and moraines. Ore mineralizations are mainly Zn-Pb-type vein deposits occurring in fault and fracture zones (striking principally N-S, NE-SW) and karstic caves as primary sulfides and secondary carbonates, sulfates and oxyhydroxides.*

*In this project, 23 major occurrences have been investigated with respect to their base and precious metal potentials. Ore mineral paragenesis is consisted of sphalerite, galena, and pyrite as primary sulfides and cerussite, smithsonite, anglesite, hemimorphite, hydrozincite, goethite, lepidocrocite and covellite as secondary oxide-hydroxide-carbonate minerals. Minor to trace amounts of chalcopyrite, arsenopyrite, freibergite and marcasite were also observed. Intense oxidation resulted in formations particularly of smithsonite, iron-oxides-hydroxides and cerussite. Galena is the most common sulfide mineral in comparison to the other sulfides due to its relatively high stability in such environments. In the Bolkardağ segment, zinc is predominant whereas lead becomes dominant in the Aladağlar segment.*

*Chemical analyses carried out on the selected ore samples indicated that gold and silver contents are significantly high and may reach up to 20 ppm and 200 ppm, respectively. Ore microscopy investigations on polished mounts showed that gold grains may reach up to 150 micron in across. Limited number of electron probe microanalyses (EPMA) carried out on selected samples indicated presence of high silver and germanium contents in some sulfide phases.*

*Primary ore mineralizations are considered to be structurally controlled mesothermal mineralizations. But intense oxidation occurred concurrently with the karstification and remobilized mineralizations occurring particularly at high elevations (> ~2000 m) and resulted in formation of highly diverse secondary ore minerals.*

*Keywords: Bolkardağ, Aladağlar, Mid Taurus Mountains, ore minerals, ore microscopy, base metal, precious metal*

*\*This project is fully supported by Tübitak (YDABAG 102Y130).*

## **Karadoru Granitoyidi'ne Bağlı Skarn Zonu Gelişimi** **Yenice - Çanakkale** *Skarn Zone Formation Related with the Karadoru Granitoid* *Yenice - Çanakkale*

**Namık AYSAL, Sinan ÖNGEN ve Nurullah HANILÇI**

*i.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar/İstanbul (aysal@istanbul.edu.tr)*

**ÖZ.-** Yenice (Çanakkale) kuzeyinde farklı büyüklüklerde granitoyid sokulumları (Karadoru, Nevruz-Çakıroba, Sofular, Soğucak, Yenice, Namazgah) bulunmaktadır. Bu sokulumların çevresinde kontak metamorfizma ve skarn zonları gelişmiştir. Karadoru Granitoyidi dar bir alanda mostra vermesine rağmen, sokulumun çevresinde yaklaşık 7 km<sup>2</sup> gibi geniş bir alanda kontak metamorfizma ve skarn zonu oluşturmuştur.

Karadoru Granitoyidi, Oligosen sonunda Karakaya kompleksinin Nilüfer ve Hodul birimleri içine sokulum yapmış ve birimlerde kontak metamorfizmaya neden olmuştur. Kontak metamorfizma derecesinin, albit-epidot hornfels fasiyesinden hornblend hornfels fasiyesine kadar ilerlediği mineral parajenezleri ile belirlenmiştir. Karadoru köy merkezinde ve doğusunda granit-mermer kontakları boyunca granat-epidot skarn, kuvars-epidot skarn ve diyopsit-granat skarn zonları oluşmuştur. Skarn zonlarındaki granatlar genellikle andradit türündedir. Demir'in granat bünyesinde tutulması nedeniyle skarn zonlarında küçük manyetit oluşukları dışında önemli bir cevher oluşumu meydana gelmemiştir.

Epidot skarn zonuna ait sıvı kapanım verileri, skarn oluşumunun 505 °C gibi yüksek sıcaklıkta başladığını, 333 °C'ye kadar devam ettiğini ve çözeltide Li, K ve Mg'un önemli oranda varlığını göstermektedir. Yüksek sıcaklıktaki (505 °C) solüsyonların %16-16,8 NaCl eşdeğeri tuzluluğa sahip oldukları ve sıcaklığın azalmasıyla birlikte (350-400 °C) genel olarak tuzluluğun da %10-12 NaCl eşdeğere azaldığı gözlenmektedir. Bu süreçteki tuzluluğun azalması, muhtemelen skarn oluşumun gereileyen evresinde tuzluluğu az olan meteorik suyun sisteme katıldığına işaret etmektedir.

*Anahtar kelimeler : Skarn, sıvı kapanım, Karadoru granitoyidi, Yenice.*

**ABSTRACT.-** *There are several granitoid bodies, different sizes (i.e. Nevruz-Çakıroba, Sofular, Soğucak, Yenice, Namazgah) in northern Yenice (Çanakkale). Extensive contact metamorphism and skarn zones were developed along the contacts of these granitoides. Although the Karadoru granitoid is exposed in a narrow area, around the granitoid a contact metamorphic and skarn zone is present in an area of approximately 7 km<sup>2</sup>.*

*In late Oligocene, the Karadoru Granitoid intruded into the Nilüfer and Hodul units of the Karakaya complex, and caused contact metamorphism in these units. It is determined by mineral paragenesis that the contact metamorphism progressed from albit-epidote hornfels to hornblend hornfels facies. Garnet-epidote skarn, quartz-epidote skarn and diopside-garnet skarn zones formed along the*



*contact of the granite and marble in northern and central parts of the Karadoru village. Garnets are of generally andradite composition in the skarn zones. As iron was fixed by garnets, no significant mineralisation was formed in the skarn zones except small magnetite occurrences.*

*Fluid inclusion data concerning epidote skarn zone show that the formation of the skarn zone began at a high temperature around 505 °C and decreased to 333 °C, and the presence of significant Li, K, and Mg in the solution. It is observed that solutions of high temperatures (505 °C) have salinity of 16-16,8 % equivalent of NaCl, and with lowering of temperatures (between 350 and 400 °C) salinity of the solutions decreases to 10-12 % equivalent of NaCl. It is suggested that, with the decreasing of salinity in this process meteoric water that had lower salinity entered into the system in a regressive phase of the formation of the skarn zone.*

*Key words: Skarn, Fluid inclusion, Karadoru Granitoid, Yenice.*

## **Hasançelebi Ve Karakuz (Malatya) Demiroksit Yataklarındaki Alterasyonların Kökeni: Tuzlu-Evaporitik Sularla Yıkanma Modeline Karşı Magmatik-Hidrotermal Model**

*Genesis Of The Alteration Zones In Ironoxide Deposits of Hasançelebi ve Karakuz (Malatya): Leaching By Evaporatic Brines Versus Magmatic-Hydrothermal Models*

**İlkay KUŞCU\***, **Robert MARSCHIK\*\*\***, **Nuretdin KAYMAKCI\***, **Erkan YILMAZER\*\***,  
**Gökhan DEMİRELA\*\***, **Hacer GÖKÇE\*** ve **Nilgün GÜLEÇ\*\***

\*Niğde Üniversitesi, Aksaray Müh. Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Aksaray (ilkaykusc@superonline.com)

\*\*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara

\*\*\*Ludwigs-Maximilians Üniversitesi, Yer ve Çevre Bilimleri Bölümü, Luisenstrasse 37, D-80333, Münih-Almanya.

**ÖZ.-** Hasançelebi ve Karakuz bölgelerinde bulunan demiroksit yatakları oldukça yaygın sodik alterasyon zonu içinde bulunan Türkiye'nin önemli demir yatakları olarak bilinir. Bu yataklar son yıllarda popüler bir cevherleşme modeli olan Demir Oksit-Bakır-Altın (DOBA) (Kuşcu ve diğ., 2002; 2003a; 2003b; Kuşcu, 2003) açısından değerlendirilmekte ve yataklarla DOBA sistemleri arasında bir bağ oluşturulmaktadır.

DOBA sistemlerinin alterasyon desenleri ve alterasyon ve cevherleşme arasındaki uzay-zaman ilişkisi konusunda uluslararası literatürde hemen hemen tam bir uyum ve fikir birliği olmasına rağmen, bu alterasyonların oluşum mekanizması ve alterasyonları oluşturan sıvıların kökeni hakkında farklı görüşler vardır. Bu tartışmaların merkezinde yer alan iki önemli görüş alterasyonları oluşturan akışkanların (1) CO<sub>2</sub>'ce zengin magmalardan salgılandığı (Perring ve diğ., 1999; 2000; Pollard, 2000; 2001) ve (2) akışkanların evaporitik bir kaynaktan türediği (Barton ve diğ., 1998; Barton ve Johnson, 2000) şeklindedir. Her iki görüşün de haklı olduğu yanlar olmasına rağmen, henüz alterasyonların kökeni konusunda bir görüş birliği sağlanamamıştır.

Bu çalışmada ele alınan konu da yukarıdaki tartışmalara yeni boyut getirmek veya Hasançelebi ve Karakuz bölgelerinde yaklaşık 60 km<sup>2</sup> gibi oldukça geniş bir alanda gözlenen alterasyonların olası kökeni hakkında bir yargıya varmak yerine alterasyonlara neden olabilecek olayları ve akışkan türlerinin neler olabileceğini eldeki jeolojik veriler ve bölgesel jeodinamik evrimi de gözeterik konunun tartışılmasını sağlamaktır.

**ABSTRACT.-** *The ironoxide deposits hosted by a pervasive sodic alteration within the Hasançelebi-Karakuz (Malatya) region is known to be one of the most important iron-producing deposits in Turkey. These have been evaluated in terms of IOCG (Iron Oxide-Copper-Gold), a popular mineralization model, (Kuşcu et al., 2002; 2003a; 2003b; Kuşcu, 2003), and a link with (IOCG) type deposits has been established.*

*Although there is almost a universal consent about the alteration patterns and space-time relationships between alteration and mineralizations in the literature, the genesis and origin of these altera-*

tions are still debatable, and are subject to ongoing discussions. Two significant ideas form the basis for discussions, are the alterations are caused by the fluids derived from (1) CO<sub>2</sub>-rich magmas (Perring et al., 1999; 2000; Pollard, 2000; 2001), and (2) evaporitic brines that leach the wall rocks (Barton et al., 1998; Barton and Johnson, 2000). In spite of the fact that there occur significant evidence supporting both arguments, no consensus has been developed yet.

The scope of this work is not to make an approach to the discussions above, or to come to a conclusion about a model explaining the genesis and origin of the alterations exposed in an area of 60 km<sup>2</sup>, but to discuss and contribute to the possible mechanism(s) of alteration by evaluating the geological events and the types of causative fluids according to the data available.

### DEĞİNİLEN BELGELER :

Barton, M.D., Johnson, D.A., ve Hanson, B.R., 1998. Evaluation of possible roles of non-magmatic brines in igneous-related Fe oxide-(Cu-Au-REE) deposits. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 30, s.127.

Barton, M.D., ve Johnson, D.A., 2000. Alternative brine sources for Fe-oxide (-Cu-Au) systems: Implications for hydrothermal alteration and metals. *T.M: Porter (eds), Hydrothermal iron oxide copper-gold and related deposits: A global perspective, vol. 1, 43-60.*

Kuşcu, İ., Yılmaz, E., ve Demirela, G., 2002. "Sivas-Divriği Bölgesi Skarn Tipi Demir Oksit Yataklarına Fe-oksit-Cu-Au (Olympic Dam tipi) Perspektifinden Yeni Bir Bakış" 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, 171-173

Kuşcu, İ., 2003. "Fe-oksit-Cu-Au-REE (Olympic Dam) Tipi Yataklar: Genel Özellikleri-Oluşum Modeli ve Orta Anadolu Potansiyelinin Bir Değerlendirmesi". Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 20.Yıl Jeoloji Sempozyumu, Bildiri Özleri, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No. 73, 176

Kuşcu, İ., Yılmaz, E., ve Demirela, G., 2003a. "Orta Anadolu'da Yeni Bir Maden Yatağı Türü: Fe-oksit-Cu-Au (DOBA) Yatakları ve Orta Anadolu'nun Bakır-Altın Potansiyeli" 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 126-128.

Kuşcu, İ., Gençlioğlu-Kuşcu, G., ve Soylu, M., 2003b. Post-collisional H-type Granitoid Magmatism in Central Anatolia and Time-space Relation with Fe-oxide Mineralization, Mineral Exploration and Sustainable Development, vol. 1, Eliopoulos ve diğ., (Eds.), Proc. of the 7th Biennial SGA Meeting, 307-311, Athens Millpress, Rotterdam

Perring, C.S., Pollard, P.J., Blake, K.L., Dong, G., ve Nunn, A.J., 1999. Metallogeny of the Lightning Creek Cu-Au prospect. Mount Isa Inlier, Australia. C.J. Stanley, A.H. Rankin ve R.J., Bodnar (eds.) *Mineral deposits: process to processing, vol. 1, Balkema, Rotterdam, 413-416.*

Perring, C.S., Pollard, P.J., Dong, G., ve Nunn, A.J., 2000. The lightning Creek sill complex, Clun-corry district, northwest Queensland: a source of fluids for Fe-oxide-Cu-Au mineralization and sodic-calcic alteration, *Econ. Geol.*, 95, 1067-1090.

- Pollard, P.J., 2000. Evidence of a magmatic fluid and metal source for Fe-oxide-Cu-Au mineralization. T.M: Porter (eds), Hydrothermal iron oxide copper-gold and related deposits: A global perspective, 1, 27-42.*
- Pollard, P.J., 2001. Sodic (-calcic) alteration in Fe-oxide-Cu-Au districts: an origin via unmixing of magmatic  $H_2O-CO_2-NaCl\pm CaCl_2-KCl$  fluids. Mineralium Deposita, 36, 93-100.*

## Bitlis Masifinde (Hasbey-Van) Gözlenen Karbonat Yankayaçlı Pb-Zn Cevherleşmesine Yönelik Ön Bulgular

*Early Findings on Pb-Zn Mineralization With Carbonate Wallrock, Observed in Bitlis Massif (Hasbey-Van)*

**Ali Rıza ÇOLAKOĞLU**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080-Van (arc.geologist@yyu.edu.tr)

**ÖZ.-** İnceleme alanı Van gölünün güneyinde, Gevaş ilçesinin yaklaşık 20 kilometre batısında Hasbey köyünün kuzey eteğinde bulunmaktadır. Bu alan bindirme tektoniğinin, eklem takımları ve fayların yoğun olduğu Bitlis-Zagros Kenet zonu kuşağının kuzey ucunda yer alır.

Bitlis Masifi açısız uyumsuzlukla birbirlerinden ayrılan Alt Birlik (çekirdek kayaçları) ve Üst Birlikten (örtü kayaçları) oluşmuştur. Üst Birlik, Devoniyen-Kretase zaman aralığında çökelmiş kuvarşist, kuvarşit, klorit-şist, kloritoyid-mika-şist ile genellikle karbonatlı kayaçlarla temsil edilen yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş birimlerden meydana gelmiştir (Boray, 1975; Şengün 1984; Çağlayan ve Şengün 2003). Jeolojik olarak Bitlis masifinin orta-kuzey kesiminde yer alan çalışma alanında, mermer, siyah renkli rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı gibi karbonatlı kayaçlar ile kuvarşit, kloritoyid-muskovit şist türünde kayaçlar gözlenir. Bu kayaçlar bir bütün olarak Eosen yaşlı kırıntılı kayaçlar üzerine itilmektedir.

Hasbey yöresi karbonat yankayaçlı Pb-Zn cevherleşmeleri henüz yeni keşfedilmiş bir cevherleşme olup, oluşum koşulları araştırılmaktadır. Bitlis masifi içindeki karbonatlı kayaçlarda benzer özellikte cevherleşmeler bilinmesine karşın, bölgede güvenlik nedenleriyle uzun yıllardan beri incelenmemiştir. Daha çok Orta-Doğu Toroslarda (Aladağlar) yer alan benzer yataklar, çeşitli araştırmacılar tarafından detaylı olarak incelenmiş ancak oluşumlarına yönelik birbirinden farklı görüşler ileri sürülmüştür. Bu yataklar için eksalatif sedimanter (Vache, 1964), hidrotermal (Gümüş, 1964), tektonizma ve magmatik ilişkili hidrotermal (İmreh, 1965), birincil olarak granodiyoritlere bağlı hidrotermal ve sonrasında karstlaşma (Ayhan, 1983; Çopuroğlu, 1996), yüzeysel yıkanma ile karstik (Lengranlı, 1986a; 1986b), ilksel cevherleşmelerden taşınma yoluyla oluşmuş karstik (Çevrim ve diğ., 1986), deniz suyundaki metal iyon konsantrasyonlarının artması ile ilksel kimyasal sedimanter süreçlerle oluşmuş cevherleşmelerin daha sonradan karstik boşluklarda ve ayrıca fay zonlarında ikincil zenginleşme (Koptagel ve diğ., 1998; 2001) kökenli oluşum türlerine yönelik görüşler savunulmaktadır. Magmatik kayaçlar ile doğrudan herhangi bir ilişkisi bulunmayan Pb-Zn yataklar Sawkins (1984) tarafından "Riftleşme İle İlişkili Karbonat Anakayaçlı Pb-Zn Yatakları" olarak ele alınmaktadır. Bu tür yatakların köken ve oluşumları oldukça tartışmalı olup, temel özellikleri dikkate alındığında farklı sınıflamalar yapılarak Mississippi Vadisi Tip (MVT), Alpin Tip ve İrlanda Tipi şeklinde sınıflandırılmaktadır (Sangster, 1976; Edward ve Atkinson, 1986).

Hasbey cevherleşmesi yer yer breşleşmiş dolomitik kayaçlar içindeki açık boşluklarda damar ve damarcık şeklinde gözlenmektedir. Dolomitik mermerler içersinde gözlenen damarların çevresinde yer yer 2-4 metre genişlikte kırmızı renkli hematitik alterasyon kuşağı yer alır. Hasbey cevherleşmesinde izlenen en önemli birincil cevher minerali galenittir daha az olarak ise sfelarit, pirit, bournonit,

tetraedrit-frayberjit, arjantit, pirarjit, kalkopirit, kalkosin, dijenit, markazit ve arsenopirit izlenmektedir. Seruzit, simitsonit, anglezit, kovellin, malakit, götit, lepidokrozit, bindhemit, kalkofanit ve hidrozinkit ise oksidasyon koşullarına bağlı ve/veya ikincil oluşumlar şeklinde gözlenir. Kuvars, dolomit, kalsit ise cevherleşmenin gang minerallerini oluşturmaktadır.

Çalışma alanında çarpışma sonrası gelişen bindirmeler ve bindirmelere bağlı gelişen sürüklenme kıvrımları net olarak izlenir. Genel bindirme yönü kuzeyden güneye doğrudur. Cevherleşme içinde gözlenen yoğun kataklaz etkileri cevherleşmenin oluşumundan sonra da tektonik olayların devam ettiğine işaret etmektedir. İnceleme alanında K70-B-K20-B ve K20-D doğrultulu faylar cevherleşme ile ilgili olarak gözlenir. Cevherleşmenin de içinde bulunduğu kayaçlar küçük ölçekli simetrik olmayan senklinal ve antiklinallerden oluşmaktadır. Cevherleşmeler genelde bu antiklinallerin ana eksenleri içerisinde açılmış kırıklarda ve bu fayların makaslama zonlarında ikincil olarak zenginleşmiştir. Sülfürlü cevherleşmeler daha sonradan gelişen süreçlerinde etkisinde kalarak sülfatlaşmış ve karbonatlaşmışlardır.

Arazi gözlemleri ve mikroskobik incelemelerden elde edilen bulgular, Hasbey cevherleşmesinin orojen sıkışma ve gelişen bindirme hareketlerine bağlı olarak oluştuğunu göstermektedir. Cevherleşme bu süreçler sonucunda mevcut birincil kaynaklardan mobilizasyonla yüksek geçirgenli karbonatlı kayaçlar içinde ve fay zonlarında ikincil olarak zenginleşmiştir. Sonuç olarak cevherleşmenin "Orojen İlişkili MVT" tipi yatak özelliğine sahip olduğu düşünülmektedir.

**ABSTRACT.-** *The study area is situated at northern flank of the Hasbey Village about 20 km west of the Gevaş county, south of the Van Lake. This area is located at northern tip of the Bitlis Zagros Suture Zone, at a place which is intensively thrust, faulted and jointed systems.*

*Bitlis massif is composed of two different units separated by an angular unconformity: Lower Units (core rocks) and Upper Units (cover rocks). Upper Units were deposited during Devonian-Cretaceous time interval and metamorphosed at green schist facies. The units consist of quartz-schist, quartzite, chlorite-schist, chloritoid-mica-schist and generally are represented with carbonate rocks (Boray, 1975; Şengün 1984; Çağlayan ve Şengün 2003). Our study area is located at the north-center of the Bitlis Massif, mainly consist of carbonate rocks such as marble, black coloured recrystallized limestone and dolomitic limestone also interlayered with quartzite, chloritoid-muscovite-schist type rocks. All these metamorphic rocks are thrust over the sedimentary rocks of Eocene in age.*

*The occurrence of carbonate hosted Pb-Zn mineralization of Hasbey region was discovered very recently, and ore forming conditions are still being investigated. Although similar type of mineralizations are known to have occurred in carbonate rocks of Bitlis massif, the region has not been investigated due to some security risk for a long time.*

*The occurrence of similar mineralization is known to have occurred elsewhere in the country, for example in the region Middle-East Touride (Aladağ Mountains) and has been studied in detail by several outcrops. However there is still considerable debate regarding to its genesis. For example: exhalative sedimentary (Vache, 1964), hydrothermal (Gümüş, 1964), tectonic and magmatic related*

hydrothermal (İmreh, 1965), hydrothermal related to granodiorites, and then karstic (Ayhan, 1983; Çopuroğlu, 1996), karstic by surface leaching (Lengranlı, 1986a; 1986b), karstic formed by remobilization of primary ore (Çevrim ve diğ., 1986), formed by chemical precipitation from seawater saturated in metal ions and then secondary enrichment in karstic and fault zones (Koptagel ve diğ., 1998; 2001) have been suggested. Pb-Zn deposits which do not have any relationship with magmatic rocks have been considered as "Rift-related, carbonate-hosted Pb-Zn Deposits" by Sawkins (1984). Ore forming processes of carbonate-hosted Pb-Zn deposits are still in debate. Depending on their fundamental characteristics of the deposits, they are classified as Mississippi Valley Type (MVT), Alpin Type and ve Irland Type Pb-Zn deposits (Sangster, 1976; Edward and Atkinson, 1986).

The Hasbey mineralisation is observed partly in dolomitic carbonate rocks as vein and veintles in some open spaces. 2-4 meter wide red coloured hematitic alteration zone exists around vein in dolomitic carbonate rocks. The ore mineralogy of Hasbey mineralisation is dominated by galena and lesser amounts of sphalarite, pyrite, bournonite, tetrahedrite-fraybergite, argentite, pyrargyrite, chalcopyrite, chalcocite, digenite, marcasite and arsenopyrite. Cerrusite, simitsonite, anglesite, covellite, malachite, goethite, lepidocrocite, bindheimite, chalcophanite and hydrozincite are formed by oxidation and secondary processes. The dominant gaunge minerals are quartz, dolomite and calcite.

In the study area thrust faults formed after collision and thrust-propagation folds formed as a result of collision are easily observed. The general thrust direction is moving from north to south. The cataclastic texture observed in ore deposits indicates that the tectonic events also post-dates the ore formation. In the study area, the faults related to the ores have the direction N70-W-N20-W ve N20-E. The ore bearing rocks show small-scale but non-symmetric synclines and anticlines. The ore has been generally observed in joints of the main axis of anticlines and within shear zones of these faults. Primary sulphidic mineralizations are sulphated and carbonated after oxidation processes.

According to the field observations and microscopic data indicate that Hasbey mineralization has occurred as result of regional tectonic compaction and related thrusting events. Ore bearing fluids was migrated and deposited in highly porous suitable carbonated rocks and in the fault zones as secondary enrichment. Therefore, the ore formation is considered namely "Orogen Related MVT" type deposits.

## **DEĞİNİLEN BELGELER :**

Ayhan, A., 1983. Aladağ (Yahyalı-Çamardı) yöresi karbonatlı çinko-kurşun yatakları. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26 (2), 107-116.

Boray, A., 1975. Bitlis dolayının yapısı ve metamorfizması. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 18 (1), 81-84.

Çağlayan, A., ve Şengün, M., 2003. Bitlis Masifi Tatvan-Şirvan çevresinin jeolojisi. Doğu Anadolu Endüstriyel Hammadde Çalıştayı Bildiri Özleri Kitabı, 27-30 Ağustos, Van, s. 74-93.

Çevrim, M., Eehle, W. ve Friedrich, G., 1986. Aladağlarda paleokarstlaşmaya bağlı Zn-Pb mineralizasyonu. Türkiye Jeoloji Bülteni, 29 (1), 27-42.