

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2007 Cilt 50 Sayı 1
April 2007 Volume 50 Number 1

ISSN 1016-9164



TMMOB JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

YÖNETİM KURULU / EXECUTIVE BOARD

CENGİZ İsmet	Başkan / President
DEMİR Bahattin Murat	İkinci Başkan / Vice President
ÇAĞLAN Dündar	Yazman / Secretary
KURTOĞLU Çetin	Sayman / Treasurer
ALAN Hüseyin	Mesleki Uygulamalar Üyesi / Member of Professional Activities
YARARBAŞ Ecemiş Buket	Yayın Üyesi / Member of Publication
DURMAZ Serap	Sosyal İlişkiler Üyesi / Member of Social Affairs

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ
Geological Bulletin of Turkey

Yayın Kurulu / Publication Board

Editörler / Editors	Yardımcı Editör / Assistant Editor
Cemal TUNOĞLU, Hacettepe Üniversitesi tunay@hacettepe.edu.tr	İbrahim Kadri ERTEKİN, Hacettepe Üniversitesi iertekin@hacettepe.edu.tr
Kadir DİRİK, Hacettepe Üniversitesi kdirik@hacettepe.edu.tr	İngilizce Editörü / English Editor Margaret SÖNMEZ

Yazı İnceleme Kurulu / Editorial Board

ALTINER Demir (Ankara, Türkiye)	OKAY Aral (İstanbul, Türkiye)
BAYHAN Hasan (Ankara, Türkiye)	PAKTUNÇ Doğan (Ontario, Kanada)
BESBELLİ Berk (Ankara, Türkiye)	ROBERTSON Alastair (Edinburg, UK)
BOZKURT Erdin (Ankara, Türkiye)	SAKINÇ Mehmet (İstanbul, Türkiye)
DEMİREL İsmail Hakkı (Ankara, Türkiye)	SATIR Muharrem (Tübingen, Almanya)
GENÇ Yurdal (Ankara, Türkiye)	ŞEN Şevket (Paris, Fransa)
GÖKÇE Ahmet (Sivas, Türkiye)	TATAR Orhan (Sivas, Türkiye)
GÖKTEN Ergun (Ankara, Türkiye)	TEKİN U. Kağan (Ankara, Türkiye)
GÖNCÜOĞLUM. Cemal (Ankara, Türkiye)	TEMEL Abidin (Ankara, Türkiye)
GÜLEÇ Nilgün (Ankara, Türkiye)	TÜYSÜZ Okan (İstanbul, Türkiye)
HELVACI Cahit (İzmir, Türkiye)	ÜNLÜ Taner (Ankara, Türkiye)
KARAKAYA Muazzez Çelik (Konya, Türkiye)	ÜNLÜGENÇ Ulvi Can (Adana, Türkiye)
KARAYİĞİT Ali İhsan (Ankara, Türkiye)	USTAÖMER Timur (İstanbul, Türkiye)
KELLING Gilbert (Staffordshire, UK)	VASELLI Orlando (Florans, İtalya)
MAMEDOV Musa (Baku, Azerbaycan)	WALASZCZYK Ireneusz (Warszawa, Polonya)
NOKAMAN M. Eran (İzmir, Türkiye)	YALÇIN Hüseyin (Sivas, Türkiye)
NAZİK Atiye (Adana, Türkiye)	YAVUZ Fuat (İstanbul, Türkiye)
ÖZER Sacit (İzmir, Türkiye)	YILMAZ İsmail Ömer (Ankara, Türkiye)
PIPIK Radovan Kyska (B. Bystrica, Slovakya)	YİĞİTBAŞ Erdinç (Çanakkale, Türkiye)
	YÜRÜR M. Tekin (Ankara, Türkiye)

Yazışma Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara
Tel: (312) 434 36 01
Faks: (312) 434 23 88
E-posta: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Correspondence Address

UÇTEA Chamber of Geological Engineers of TURKEY
PO Box 464 Yenışehir, TR-06410 Ankara
Phone: +90 312 434 36 01
Fax: +90 312 434 23 88
E-mail: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Yayın Türü	: Yerel Süreli Yayın
Baskı (Printed by)	: Berkay Ofset Ali Suavi Sokak No: 1/27 Maltepe-ANKARA Tel: 0.312 231 28 42
Baskı Tarihi	: 26 / 03 / 2007
Baskı Adedi	: 3000

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2007 Cilt 50 Sayı 1
April 2007 Volume 50 Number 1

ISSN 1016-9164

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ŞENGÜN F. - ÇALIK A.

Çamlıca Metamorfitlelerinin (Bıga Yarımadası, KB Türkiye) Metamorfizma Özellikleri ve Korelasyonu

Metamorphic Features and Correlation of the Çamlıca Metamorphics (Biga Peninsula, NW Turkey)..... 1

ÇELEBİ D. - KÖPRÜBAŞIN.

Kefken - Kerpe Dolayında (Kocaeli) Yüzeylenen Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Karakteristikleri

Geochemical Characteristics of Volcanic Rocks Around the Kefken-Kerpe Area (Kocaeli)..... 17

YEŞİLOVA Ç. - YAKUPOĞLUT.

Adilcevaz Kireçtaşının (Van Gölü Kuzeyi) Mikrofasiyes Özellikleri

Microfacies Properties of Adilcevaz Limestone (North of Lake Van)..... 27

KUTERDEM N. K. - DİRİK K.

Determination of the Morpho-Tectonic Features and Stress-State of a Region Using Geographic Information Techniques: A Case Study from the İsmetpaşa-Gerede Segment of the North Anatolian Fault Zone

Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Bir Bölgenin Morfo-Tektonik Karakteristiklerinin ve Gerilme Durumunun Belirlenmesi: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İsmetpaşa-Gerede Kesiminden Örnek Bir Çalışma..... 41

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM
Veri tabanlarında yer almaktadır

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database

TÜRKİYE JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI

Chamber of Geological Engineers of Turkey



Çamlıca Metamorfitlerinin (Biga Yarımadası, KB Türkiye) Metamorfizma Özellikleri ve Korelasyonu

Metamorphic Features and Correlation of the Çamlıca Metamorphics (Biga Peninsula, NW Turkey)

Fırat ŞENGÜN Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale (firsatsengun@comu.edu.tr)
Ayten ÇALIK Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale

ÖZ

Biga Yarımadası'nın batı kesiminde yeralan Çamlıca metamorfik topluluğu yaklaşık olarak 196 km² lik bir alanı kaplamaktadır. Bu topluluğu oluşturan kaya birimleri kendi içerisinde ilk kez bu çalışmada kısmen tanımlanabilen iç yapısı, alt-üst ilişkisi ve haritalanabilir olması nedeniyle formasyon aşamasında tanıtılmış ve bu formasyonlar alttan üste doğru sırasıyla; metalav, metatüf ve metapelitten oluşan ve arazide kahverengi, yeşil, sarımsı yeşil renkte gözlenen Andıktaş formasyonu; muskovit-kuvars şist, granat-mika şist, albit-epidot-klorit şist, kalkşist, siyah mermer, amfibolit ve eklojitten oluşan Dedetepe formasyonu ve en üstte ise fillit, mermer ve kalkşist ardalanmasından oluşan Salihler formasyonundan oluşmaktadır. Büyük bölümü serpantinleşmiş peridotitlerden oluşan Denizgören ofiyoliti tektonik olarak Çamlıca metamorfik topluluğunun üzerinde yer almaktadır.

Petrografik çalışmalar sonucunda üç formasyonda gözlenen albit-epidot-granat-klorit parajenezi Çamlıca metamorfik topluluğunun yeşilşist fasiyesinde metamorfizmayı temsil etmektedir. Eklojitlerde yüksek basınç metamorfizmasını gösteren yaygın granat + omfasit + glokofan + zoisit + amfibol ± sfen mineral topluluğu saptanmıştır. Bu mineral topluluğu daha sonra gelişen amfibolit fasiyesinde ve en son olarak yeşilşist fasiyesinde retrograd bir metamorfizmaya uğramıştır. Çamlıca metamorfik topluluğu litolojik ve stratigrafik nitelikleri ile metamorfizma özellikleri bakımından Sakarya Zonu içerisinde yüzlek veren İznik metamorfik topluluğunun eşleniği olabilecek özellikler içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biga Yarımadası, eklojit, bölgesel metamorfizma, İznik metamorfitleri

ABSTRACT

The Çamlıca metamorphic association located on the western part of the Biga Peninsula covers an area of about 196 km². The rock units of the Çamlıca metamorphic association are separated into three units, which are described as formations based on the partly determined internal structure, on contact relationships, and on a mappable unit. These formations from bottom to top are, respectively: the Andıktaş formation which comprises metalava, metatuff, and metapelite and that appears brown, green, and yellowish green-coloured in the field; the Dedetepe formation which is mainly made up of quartz-muscovite schist, garnet-muscovite schist, garnet-albite-chlorite schist and albite-chlorite-epidote schist, black marble, calc-schist, amphibolite and eclogite. On the top, the Salihler formation is composed mainly of phyllite, calc schist and white marble intercalations. The Denizgören ophiolite, including serpentinised peridotite, tectonically overlies the Çamlıca metamorphic association.

Petrographical investigations, using index minerals of albite - garnet - epidote - chlorite observed in three different formations, indicate that the Çamlıca metamorphic association was subjected to the greenschist - facies metamorphism. An early eclogite - facies mineral assemblage of garnet + omphacite + glaucophane + amphibole has been determined. These mineral associations were subjected to amphibolite-facies metamorphism and finally to retrograded greenschist-facies metamorphism. The Çamlıca metamorphic association is, then, probably an equivalent of the Iznik metamorphics located in the Sakarya Zone in terms of lithostratigraphy, stratigraphy and metamorphic characteristics.

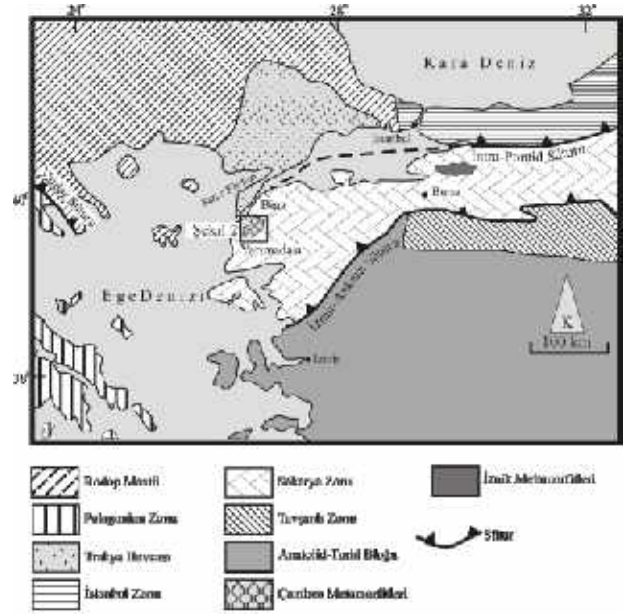
Key Words: Biga Peninsula, eclogite, regional metamorphism, the Iznik metamorphics.

GİRİŞ

Kuzeybatı Anadolu'da Biga Yarımadası'nda Ezine'nin kuzeyinde yüzeyleyen metamorfik kayalar Biga Yarımadası'nın jeolojisinin anlaşılmasında önemli yer tutmaktadır. Bölgede yapılan ayrıntılı arazi çalışmaları sonucunda kaya birimleri kendi içerisinde ilk kez bu çalışmada formasyon aşamasında tanımlanmış ve üç farklı birime ayrılarak haritalanmıştır.

Türkiye'nin batı bölümü Erken Tersiyer zamanında kıta-kıta çarpışmasıyla oluşmuş farklı yapısal, stratigrafik ve metamorfik özelliklere sahip birkaç kıtasal parçadan meydana gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1989). Bu kıtasal parçalardan biri olan Sakarya Zonu, Geç Triyas'da metamorfizma ve deformasyona uğramış volkanik ve kırıntılı kayalardan oluşmuştur. Bu kayalar Jurasik-Kretase yaşlı sedimanter bir istif tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Okay ve diğ., 1990; Yılmaz, 1997).

Kuzeybatı Anadolu'da Sakarya Zonu'nun en batı ucunda bulunan Biga Yarımadası kuzeyden güneye doğru sırasıyla Intra-Pontid ofiyolit kuşağı, Sakarya Kıtası, İzmir-Ankara ofiyolit kuşağı ve Torid-Anatolid bloğuyla tektonik olarak sınırlanmaktadır (Şekil 1). Bu tektonik sınırlar, Geç Kretase-Eosen zaman aralığında birbiriyle sınır yapan kıtasal parçaların çarpışmasından kaynaklanan Tetis okyanus tabanının yitirilmesi sonucu oluşmuştur (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981). Biga Yarımadası doğuya doğru Geç Kretase - Paleosen yaşlı ofiyolitik kayalar ve çok geniş alanda yayılım gösteren volkanik-sedimanter kayalarla devam etmektedir.



Şekil 1. Rodop Masifi, Çamlıca ve İznik Metamorfik kayaç yüzlemlerini gösteren Kuzey Ege'nin sadeleştirilmiş tektonik haritası (Okay ve Satır, 2000a; Bozkurt ve Mittwede, 2001'den değiştirilmiştir).

Figure 1. Simplified tectonic map of the northern Aegean showing the outcrops of metamorphic rocks of the Rhodope Massif, Çamlıca and İznik (Modified after Okay and Satır, 2000a; Bozkurt and Mittwede, 2001).

Biga Yarımadası'nda baskın olarak Tersiyer'de gerilmeli tektonik rejimle ilişkili olarak oluşmuş plutonik ve volkanik kayalar bulunmaktadır (Borsi ve diğ., 1972; Ercan, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Ercan ve Günay, 1984; Yılmaz, 1989; Okay ve diğ., 1990; Karacık, 1995; Ercan ve diğ., 1995; Genç, 1998; Karacık ve Yılmaz, 1998; Yılmaz ve diğ., 1997; Aldanmaz ve diğ., 2000; Yılmaz ve diğ., 2001). Magmatik kayalardan farklı olarak Biga Yarımadası'nın temelini oluşturan en yaşlı kayaç

topluluğu Kazdağ Grubu olarak adlandırılmakta (Bingöl, 1968) ve kıtasal kabuğa ait Paleozoyik yaşlı metagranitler, granitler, yüksek dereceli metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Okay ve Satır, 2000a, b; Duru ve diğ., 2004; Yücel-Öztürk ve diğ., 2005). Biga Yarımadası'nın batı kesiminde yer alan ve metamorfik kayaların yaygın olarak izlendiği çalışma alanı, Sakarya Zonu olarak bilinen tektonik zon içerisinde yer almaktadır (Okay ve diğ., 1990, 1996; Okay ve Satır, 2000a, b).

Oldukça karmaşık bir jeolojiye sahip Biga Yarımadası'nda bulunan Çamlıca metamorfik topluluğu ile ilgili yapılan çalışmaların azlığından ve de genel amaçlı olmasından dolayı bu bölgenin metamorfizma özellikleri ve tektonik önemi yeterince anlaşılammıştır. Bu çalışmanın amacı, Çamlıca metamorfik topluluğuna ait kaya birimlerinin temel jeolojik ve petrografik özelliklerini ortaya koymaktır. Tektonik evrimine bir yaklaşımda bulunulması amacıyla da litolojik ve stratigrafik dizilimden yararlanılarak Rodop metamorfik kompleksi (Papanikolaou ve Panagopoulos, 1981; Liati ve Mposkos, 1990) ve Sakarya Zonunun içerisinde yüzlek veren İznik metamorfitleriyle (Göncüoğlu ve diğ., 1992; Yılmaz ve diğ., 1995) bir karşılaştırma yapılmıştır.

STRATİGRAFİ

Ezine'nin kuzeyinde yeralan çalışma alanında yüzlek veren kayalar saha nitelikleri ve önceki araştırmaların bulguları da dikkate alınarak üç tektono-stratigrafik birime ayrılmıştır. Bunlar; (1) Çamlıca metamorfik topluluğu, (2) büyük bölümü serpantinleşmiş ultramafik kayalardan oluşan ofiyolitik topluluk (Denizgören ofiyoliti), (3) çalışma alanındaki tüm birimleri uyumsuz olarak üzerleyen Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter örtü kayalarıdır (Şekil 2).

Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan kaya toplulukları saha gözlemlerine ve stratigrafik özelliklerine göre üç litostratigrafik birime ayrılmıştır. Topluluğu oluşturan bu üç farklı birim kısmen tanımlanabilir iç düzeni, ve alt - üst ilişkisi, haritalanabilir olması nedeniyle formasyon aşamasında adlanarak tanıtılmışlardır (Şengün ve diğ., 2005). Alttan üste doğru sırasıyla; (1) Andıktaş

formasyonu; (2) Dedetepe formasyonu ve en üstte ise (3) Salihler formasyonu bulunmaktadır (Şekil 3).

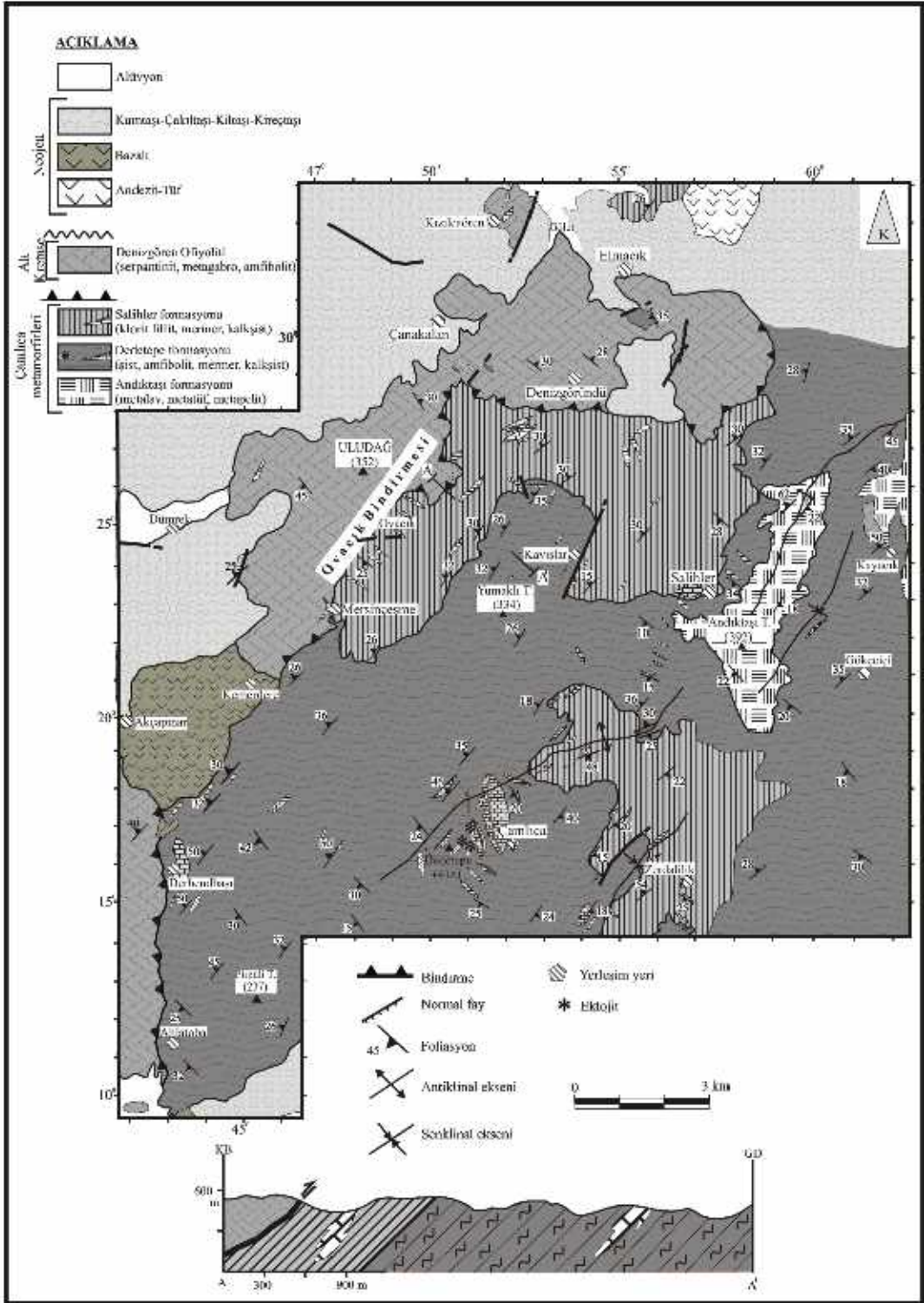
İnceleme alanında oldukça kalın bir istifte temsil edilen Çamlıca metamorfik topluluğu, tektonik bir dokanakla ofiyolitik topluluk tarafından üzerlenmektedir. Bu ofiyolit topluluğu önceki çalışmalarda Denizgören ofiyoliti olarak adlandırılmıştır (Okay, 1987). Çalışma alanındaki tüm birimlerin üzerine uyumsuz bir dokanakla Neojen yaşlı volkanik kayalar ve Pliyosen-Kuvaterner yaşlı genç tortullar gelmektedir. Yukarıda belirtilen kaya-stratigrafik birimlerinin tanımlaması ve karakteristik özellikleri aşağıda ayrıntılı olarak verilmektedir.

Andıktaş formasyonu

Birim inceleme alanının güneydoğusunda bulunan Andıktaş civarındaki tipik yüzeyleme göstermesi nedeniyle Şengün ve diğ., (2005) tarafından Andıktaş formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2). Çamlıca metamorfik topluluğun temelini oluşturan metavolkanik topluluk kahverengi, yeşil, sarımsı yeşil renkte metalav, metatüf ve metapelitten oluşmaktadır. Arazide makroskobik olarak düzensiz kırıklı, kötü yapraklanmalı ve masif bir yapı sunmaktadır. Andıktaş formasyonunun tabanı inceleme alanında yüzlek vermediğinden gözlenmemektedir. Andıktaş formasyonu, Salihler köyü civarında KD-GB gidişli bir antiklinalin merkezinde yüzeylemekte ve yaklaşık olarak 1.5 km kalınlık sunmaktadır. Bu formasyonu oluşturan metavolkanik topluluk baskın olarak metalavlardan oluşmaktadır. Arazide makroskobik olarak açık yeşil renkli olarak gözlenen metalavlar asidik karakteri, koyu kahve-yeşil renkli olanlar ise bazik karakteri yansıtmaktadır. Andıktaş formasyonu, üzerine gelen ve ardalanmalı bir istif sunan Dedetepe formasyonuna ait şistlerle uyumluluk göstermektedir.

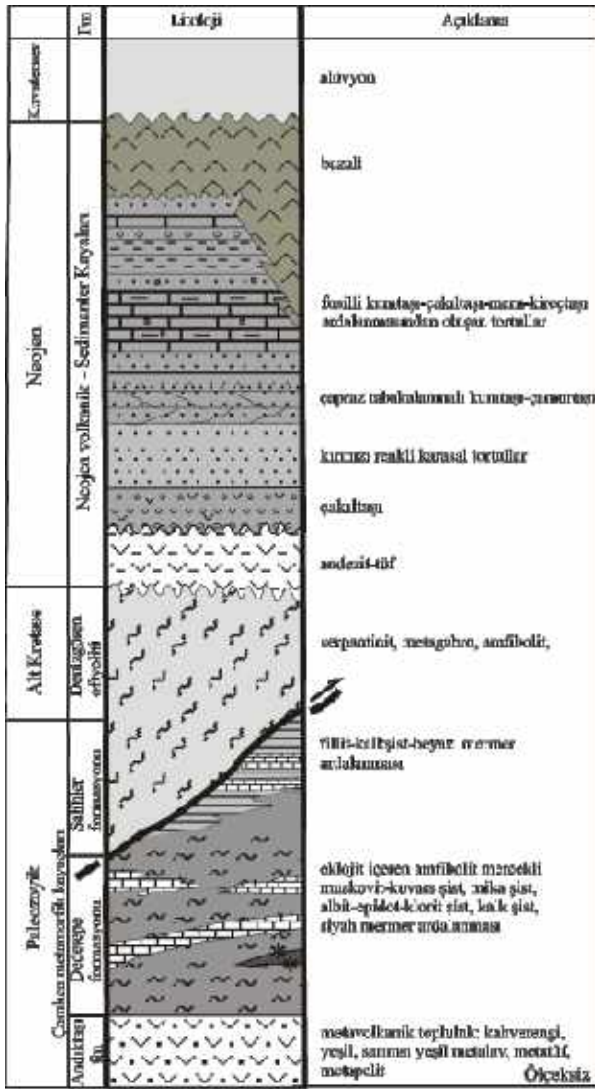
Dedetepe formasyonu

Dedetepe formasyonu, Şengün ve diğ., (2005) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon adını, Çamlıca köyünün güneyinde bulunan Dedetepe civarında en tipik mostralarnı verdiğinden bu bölgeden almıştır (Şekil 2). İnceleme alanında gri, kahverengi, kirli beyaz, yeşilimsi kahve renkli, iyi foliasyon ve



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.

Figure 2. Geological map of the study area.



Şekil 3. Çalışma alanındaki birimlerin jeolojik kolon kesiti (Ölçeksiz).

Figure 3. Geological columnar section of the study area (not to scale).

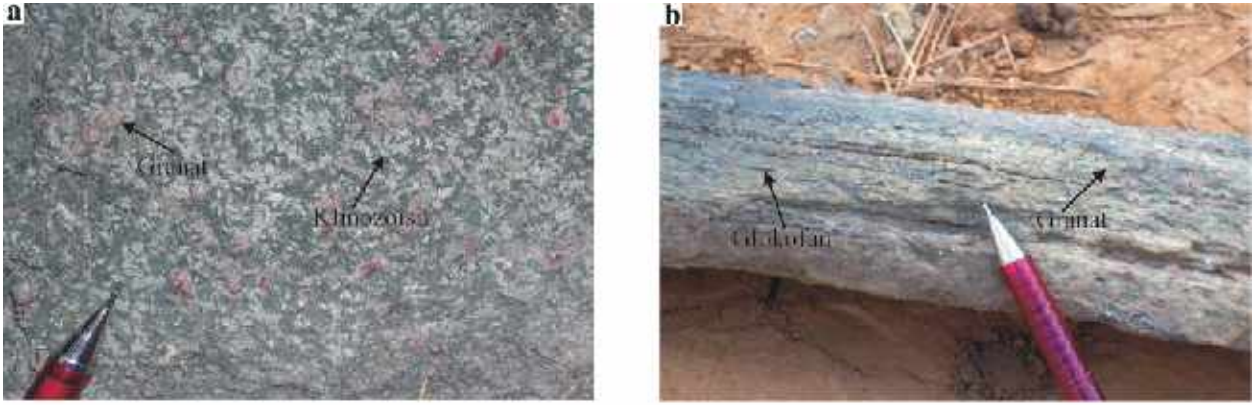
lineasyon gösteren başlıca muskovit-kuvars şist, granat-muskovit şist, granat-epidot şist, amfibolit-eklojit, mermer ve kalkışist ardalanmasından oluşan istif Dedetepe formasyonu adı altında toplanmıştır. Bu formasyon içerisinde değişik kalınlıkta ve boyutlarda mermer, kalkışist ve amfibolit-eklojit mercekleri bulunmaktadır. Dedetepe formasyonu'nda en geniş yayılma sahip olan muskovit-kuvars şistler mermer ve kalkışistlerle ardalanmalı olarak gözlenmektedir.

Arazide, mermerler ile muskovit-kuvars şistler arasında mermerlere doğru şistlerin mineral bileşiminin kalkışistler şeklinde değiştiği gözlenmiştir. Şistlerin içerisinde yüzlek veren bu mermer ve kalkışist merceklerinin şistlerle olan dokanağı uyumlu ve geçişli olup şistlerle ardalanmalı bir istif oluşturmaktadır. Dedetepe formasyonu içerisinde gözlenen mermerler, kalınlıkları ortalama 50-300 m arasında değişen mercekler şeklinde bulunmaktadır. Bu mercekler yanal olarak şistlere doğru geçiş göstermektedir. Muskovit-kuvars şistlerden sonra en yaygın olarak gözlenen albit-klorit-epidot şistler, arazide koyu yeşil renkleri, iyi şistoziteli ve içerisindeki mikro kıvrımlarla dikkati çekmektedirler. Makroskobik olarak el örneklerinde 1-2 mm büyüklüğünde albit porfiroblastları gözle ayırt edilebilmektedir. Mercek şeklinde gözlenen bir başka birim ise amfibolit-eklojitlerdir. Bu kayalar yeşil renkli, masif görünümlü olup granat, tremolit/aktinolit türü amfibol mineralleri ve klorit mineralleri gözle ayırt edilebilmektedir. Makroskobik olarak bu kayalar 0.3-0.5 cm granat kristalleri içermektedir. Arazide özellikle Çamlıca köyü çıkışında Dedetepe batısında yüzlek veren 20-50 m kalınlığa sahip amfibolit merceklerinde eklojitik kesimler gözlenmiştir. Eklojitler arazide açık yeşil renkleri, granat içermesi ve çok dayanıklı olmasıyla kolaylıkla tanınabilmektedir. Makroskobik olarak glokofan ve granat mineralleri gözle ayırt edilebilmektedir (Şekil 4).

Kuzeyde ve güneyde Dedetepe formasyonu, uyumlu ve geçişli bir dokanakra Salihler formasyonu tarafından üzerlenmektedir (Şekil 2). Formasyon, çalışma alanının batısında yüksek açılı bir bindirmeyle Denizgören ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Dedetepe formasyonu kuzeybatıda ise Geç Miyosen - Pliyosen yaşlı Taştepe bazaltı (Ercan ve diğ., 1995) tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Salihler formasyonu

İlk kez Şengün ve diğ., (2005) tarafından adlandırılmış olan Salihler formasyonu adını en tipik yüzleklerini Salihler köyü çevresinde verdiği için bu bölgeden almıştır (Şekil 2). Dedetepe formasyonu üzerine uyumlu ve geçişli bir dokanakra gelen ve fillit, mermer, kalkışist ardalanmasından oluşan yeşil, gri,



Şekil 4. Metabazitlerin arazi görünüşleri. (a) Arazide yeşil renkli amfibolit mercleklerinin içerisinde 1-2 mm boyutunda granat ve klinozoisit kristalleri gözlenmektedir, (b) glokofan ve granat mineralleri içeren eklojit. Kalem 13 cm boyundadır.

Figure 4. Field views of metabazites. (a) green-coloured amphibolite lenses include garnet and clinozoisite crystals 1-2 mm in size, (b) eclogite including garnet and glaucophane minerals. The pencil is 13-cm long.

beyaz, kirli sarı renklerde olan ince taneli kayalar bu çalışmada Salihler formasyonu adı altında incelenmiştir. Büyük bir bölümü fillitlerden oluşan Salihler formasyonu, baskın olarak formasyona adını veren Salihler köyünde, Zerdalilik köyü çevresinde, Ovacık ve Mersinçeşme doğusunda, Kayışlar köyü kuzeyinde ve Denizgörüdü köyü güneyinde yüzlek vermektedir. Bu tür kayalarda mika minerallerinin diziliminden kaynaklanan iyi gelişmiş bir foliasyon gözlenmektedir. Salihler Formasyonu kuzey ve kuzeybatıda Denizgören ofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Mermer ve kalkşistler, fillitlerin içerisinde değişik kalınlıkta mercak ve bandlar şeklinde bulunmaktadır.

PETROGRAFI

Çamlıca metamorfik topluluğu yaklaşık olarak 196 km² lik bir alanı kaplamaktadır ve büyük bir bölümünü Dedetepe formasyonu oluşturmaktadır. İnceleme alanı içindeki kaya türlerinden yeterli sayıda alınan numunelerin dokusal özellikleri ve mineralojik bileşimleri aşağıda özetlenmiştir.

Andıktaş formasyonu içerisinde yaygın olarak gözlenen metalavların genel mineral bileşimi kuvars + klorit + epidot + albit + aktinolit + kalsit ± sfen ± zirkondan oluşmaktadır. Makroskobik olarak metalavlarda epidotlar sarımsı yeşil renkleriyle belirgindir. Metalavlarda metamorfizma derecesinin yüksekliğine bağlı olarak volkanik karakteri

yansıtabak kalıntı porfirik dokusal özellikler (Şengün, 2006) gözlenmekte ve genellikle zayıf foliasyon gelişmiştir. Küçük kristaller halinde gözlenen kuvars özşekilsiz ve dalgalı sönme göstermektedir. Metalavların içerisinde yaygın olarak gözlenen ve kayaç bileşimine en çok katılan mineral albittir. Kayaç içerisinde iri porfiroblastlar halinde gözlenen albitler kayacın yaklaşık % 40-50 sini oluşturmaktadır. Açık yeşil pleokroizma gösteren kloritler ise lifsi ve saçaksı bir doku sunarlar. Epidot, genellikle küçük mineral tanelerinin oluşturduğu yığılım yada kümeler halinde gözlenir. Canlı girişim renkleri ve yüksek rölyefleriyle diğer minerallerden kolaylıkla ayrılmaktadır. Metalavlarda ender görülen aktinolitler uzun çubuksu kristaller şeklinde olup çok zayıf mavimsi pleokroizmalıdır. Kalsitler genellikle ikincil olup alterasyon ürünüdür ve deformasyon ikizlenmesi göstermektedir.

Oldukça kalın bir istif sunan Dedetepe formasyonu petrografik incelemelere göre muskovit-kuvars şist, granat-mika şist, granat-klorit-epidot şist, albit-klorit-epidot şist, klorit-muskovit-kuvars şist, amfibolit-eklojit, mermer ve kalkşist birimlerinden meydana gelmektedir. Dedetepe formasyonu'na ait şistlerin genel mineral topluluğu kuvars + muskovit + albit + granat + aktinolit + epidot + klorit ± zirkon ± sfenden meydana gelmektedir. Muskovit-kuvars şistlerin mikroskop altında incelenen tüm kesitlerinde kuvars ana bileşendir. Kuvarslar birbirleriyle düzensiz, girintili-çıkıntılı dokanak halindedirler.

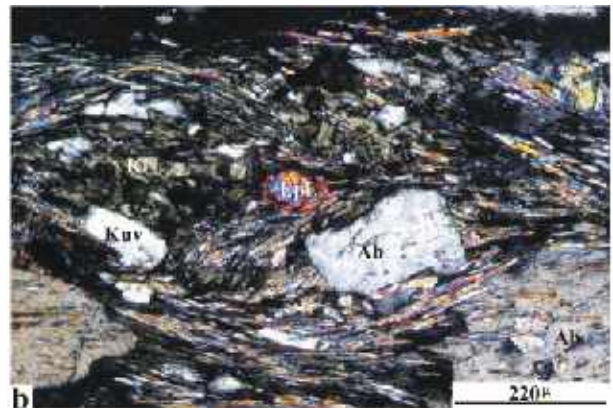
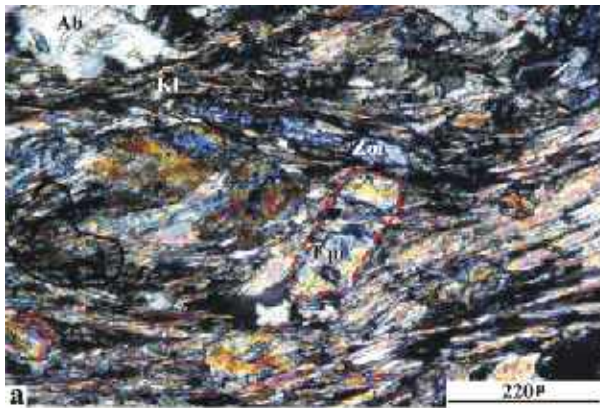
Muskovitler yüksek girişim renkleri ve şistoziteye paralel uzanımıyla karakteristiktir. Kloritler ise kayaç içerisinde lifsi ve yapraklı olarak bulunmaktadır. Bazı kloritlerin muskovitten retrograd metamorfizmayla dönüşmüş olduğu gözlenmektedir. Muskovit-kuvars şistlerde muskovit minerallerinin yönlemesinden kaynaklanan en yaygın doku türü olarak lepidoblastik doku gelişmiştir. Bunun yanında eş boyutlu kuvars kristallerinden kaynaklanan granoblastik doku da gözlenmektedir.

Albit-epidot-klorit şistlerde kayaç bileşiminde ana bileşeni oluşturan epidotlar sarımsı yeşil, mavi renkli küçük kristaller halinde olmasıyla, tek yönde dilinimi ve yüksek rölyefiyle karakteristiktir. Kayaç içerisinde deformasyonla eş yaşlı olarak büyümüş sin-tektomatik ve deformasyon sonrası gelişmiş post-tektomatik epidot kristalleri yaygın olarak bulunmaktadır (Şekil 5). Post-tektomatik epidot kristalleri gelişigüzel dağılmışlardır. Albitler, mikrolitik muskovit ve klorit inklüzyonları içermektedir. Albit porfiroblastları yarı öz şekilli olup muskovit ve kloritlerle sarılmışlardır. Albit-klorit-epidot şistlerde muskovit ve klorit minerallerinin yönlenmelerinden kaynaklanan lepidoblastik doku, albit ve epidot porfiroblastlarından dolayı ise porfiroblastik doku gözlenmektedir.

Amfibolitlerin genel mineral bileşimleri granat + tremolit/aktinolit + hornblend + klinozoisit + epidot + albit + kuvars + klorit olarak saptanmıştır. Amfibolitlerin ana bileşenini oluşturan hornblendler

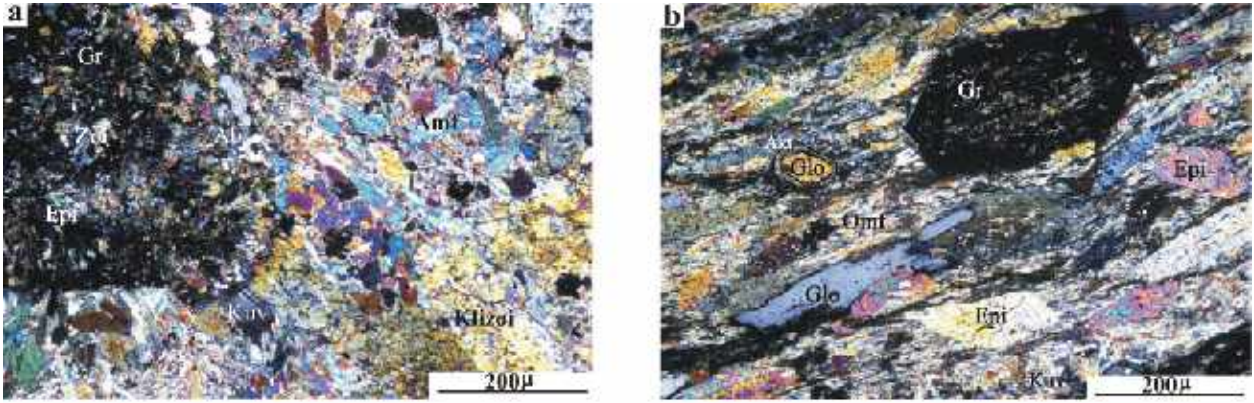
çubuksu, prizmatik kristalleri, çift yönde dilinimi ve belirgin yeşil pleokroizmasıyla karakteristiktir. Tremolit/aktinolit türü amfiboller ise çift nikelde yeşilimsi mavi girişim renkleri, çubuksu, ışınal kristalleri, açık yeşil, mavimsi pleokroizması ve yüksek rölyefiyle diğer minerallerden ayrılmaktadır. Granatlar öz şekilli ve dokanaklarında kloritleşme gözlenmektedir. Albit, hornblend ve kuvars granat içerisinde inklüzyonları oluşturur. Amfibolitlerde hornblend, tremolit/aktinolit ve klinozoisit gibi prizmatik minerallerden kaynaklanan bu kayaçlara özgü tipik nematoblastik doku gözlenmektedir (Şekil 6). Amfibolitler tipik retrograd eklojit dokuları içermektedir (Okay ve Satır, 2000a).

Eklojitlerin genel mineral bileşimleri omfasit + granat + zoisit + fengit + glokofan + sfen olarak saptanmıştır (Şekil 6). Eklojitlerde gözlenen granatlar öz şekilli olup kayaç içerisinde poiklitik porfiroblastları oluşturmaktadır. Granat porfiroblastlarının içerisinde epidot ve kuvars inklüzyonları bulunmaktadır. Granat porfiroblastları zoisit mineralleri tarafından replase edilmişlerdir (Şengün ve diğ., 2005). Kayaçta ana bileşeni oluşturan omfasitler soluk yeşil renkli, yeşilimsi zayıf pleokroizması ve yüksek rölyefiyle ayırt edilebilmektedir. Bol miktarda bulunan fengitler ise çubuksu, öz şekilli kristaller şeklinde dağınık halde gözlenmektedir.



Şekil 5. Albit-epidot-klorit şistlerin mikroskop altındaki görünümü. (a) sin-tektomatik epidot kristalleri kayacın şistozitesine uyumluluk göstermekte, (b) post-tektomatik epidot kristalleri (Çift nikel, Kuv: kuvars, Epi: epidot, Zoi: zoisit, Ab: albit, Kl:klorit).

Figure 5. Photomicrographs of albite-epidote-chlorite schist. (a) syn-tectonic epidote porphyroblasts showing continuity parallel to schistosity, (b) post-tectonic epidote porphyroblasts (Cross Nicol, Kuv: quartz, Epi: epidote, Zoi: zoisite, Kl: chlorite).



Şekil 6. (a) Amfibolitlerin mikroskop altında genel görünümü. Büyük granat tanesi albit-kuvars-epidot-zoisit inklüzyonları içermektedir. (b) eklojitlerin mikroskop altında genel görünümü. Glokofan mineralinin etrafında kayacın yeşilşist fasiyesi metamorfizmasına uğradığını gösteren aktinolit kuşağı gelişmiştir. (Çift nikol, Gr: granat, Ab: albit, Amf: amfibol, Klzoi: klinkzoisit, Zoi: zoisit, Epi: epidot, Kuv: kuvars, Glo:glokofan, Omf: omfasit).

Figure 6. (a) Photomicrograph of amphibolite. A large garnet grain comprises inclusions of albite-quartz-epidote-zoisite. (b) Photomicrograph of eclogites. Glaucophane mineral is surrounded by an actinolite rim showing greenschist facies overprint (Cross Nicol, Gr: garnet, Ab: albite, Amf: amphibole, Klzoi: clinozoisite, Zoi: zoisite, Epi: epidote, Kuv: quartz, Glo: glaucophane, Omf: omphacite).

Mikroskobik çalışmalar sonucunda klorit fillitlerin genel mineral bileşimleri muskovit + klorit + kuvars + epidot olarak belirlenmiştir. Kayaç içerisinde muskovit ve klorit mineralleri birbirine paralel olarak dizilmiş ve kayaçta şiztositeyi oluşturmuşlardır. Kloritler açık yeşil pleokroizmalarıyla ve diğer minerallere oranla lifsi, küçük kristaller oluşturmalarıyla kolaylıkla tanınırlar. Klorit fillitlerde mika minerallerinin yönlenmelerinden kaynaklanan lepidoblastik doku gelişmiştir.

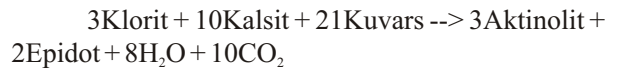
METAMORFİZMA

Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan birimlerde gelişen mineral topluluklarına göre metamorfizma özellikleri belirlenerek bu metamorfizmlerde gelişen metamorfik fasiyesler ortaya çıkarılmıştır.

Çamlıca metamorfik topluluğu'nun temelini oluşturan Andıktaş formasyonu'nda görülen albit + epidot + klorit + aktinolit parajenezini Andıktaş formasyonu'nun Barrow tipi fasiyes serisinin yeşilşist fasiyesinin biotit zonuna kadar yükseldiğini göstermektedir (Miyashiro, 1973). Kayalarda aktinolit bulunmaması bu kayaların yeşilşist fasiyesinin klorit zonu koşullarında gelişmiş olabileceğini, aktinolit görülmeyle başlanmasıyla klorit zonunun aşılıp biotit zonu koşullarına

erişildiğini göstermektedir.

Andıktaş formasyonu üzerine uyumlu bir şekilde gelen ve çalışma alanında oldukça kalın bir metasedimanter istifli oluşturan Dedetepe formasyonu metamorfizma derecesi için karakteristik olabilecek yaygın indeks mineralleri içermektedir. Şistlerde albit + epidot parajenezinin gözlenmesi orta basınç / orta sıcaklıkta gelişen yeşilşist fasiyesini göstermektedir. Yeşilşist fasiyesi bu tür kayalarda klorit zonu ile başlamaktadır. Kloritin ortadan kaybolup albit ve epidotun ortaya çıkmasıyla biotit zonu koşullarına ulaşılmıştır. Barrow tipi metamorfizma sırasında yüksek gaz basıncı altında bu zonun başlangıç sıcaklığı 450-470 °C civarında olduğu saptanmıştır (Turner ve Verhoogen, 1960). Bu sıcaklıklarda kalsit, kuvars ile reaksiyon yapmaz fakat klorit ve kuvars ile beraber aktinolit + epidotu oluşturur (Miyashiro, 1973).



Albit + epidot parajenezine granat mineralinin eklenmesiyle de granat zonu gelişmiştir. Yeşilşist fasiyesinin en yüksek sıcaklıklı bu alt fasiyesi, bu tür kayalarda kloritlerin yerini granatın almasıyla karakterize olmaktadır (Miyashiro, 1973).

Dedetepe formasyonu içerisinde değişik kalınlıklarda mercekler şeklinde bulunan amfibolitlerde gözlenen mineral parajenezi bu kayalarda gelişen metamorfizma koşullarının amfibolit fasiyesine ulaştığını göstermektedir. Amfibollerde ani bileşimsel değişimler gözlenmektedir. Bu durumda bu tür kayalarda aktinolit yerini alüminyumca daha zengin olan hornblend almaktadır.

Amfibolit merceklerinde gözlenen eklojitlerde ise albitin yok olup omfazit oluşması metamorfizma koşullarının eklojit fasiyesi koşullarına ulaştığını göstermektedir. Amfibolitlerde retrograd eklojit dokusu gözlenmesi kayaların yüksek basınç metamorfizmasına uğradığını belirtmektedir. Eklojitlerde gözlenen glokofan mineralinin etrafında tremolit/aktinolit koronası gelişmiştir. Bu durum eklojitlerin retrograd metamorfizmaya uğradığını gösteren en önemli veridir (Şekil 6). Daha sonra tüm kayalar yeşilşist fasiyesinde retrograd metamorfizmaya uğramışlardır.

Dedetepe formasyonu üzerine uyumlu ve geçişli dokanakla gelen Salihler formasyonu'nda yeşilşist fasiyesi klorit zonuyla başlamakta ve epidotun ortaya çıkmasıyla da biotit zonu koşullarına ulaşılmıştır.

Petrografik ve mineralojik veriler Çamlıca metamorfik topluluğu'nda orta basınçta Barrow tipi metamorfizmanın yeşilşist fasiyesine ait üç alt fasiyes zonları (klorit, biotit, granat zonu), amfibolit fasiyesi ve eklojit fasiyesi meydana gelmiştir. Çamlıca metamorfik topluluğu başlangıçta eklojit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş ve daha sonra tüm birimler amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde retrograd metamorfizmaya uğramışlardır. Çalışma alanında bulunan metamorfik kayaçlarda yer alan minerallerin ortaya çıkış ve kayboluşları Çizelge 1 de verilmektedir.

Metamorfik kayaçların içerdiği indeks minerallere göre yapılan metamorfik fasiyes haritasında kuşaklar arasındaki sınırlar çizilirken indeks mineralleri içeren kayaçların arazideki yayılımları dikkate alınmıştır (Şekil 7). Fasiyes haritasına göre Çamlıca metamorfik topluluğu'nda metamorfizma derecesi kuzeyden güneye doğru artmakta, çalışma alanının ortasında, Çamlıca

köyünün batısında, en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Barrow-tipi fasiyes serisinin yeşilşist fasiyesi ve üç alt fasiyes zonu çalışma alanının genelinde baskın olarak bulunmaktadır. Amfibolit ve eklojit fasiyesi ise daha sınırlı alanlarda görülmektedir. Yeşilşist fasiyesinin klorit zonu çalışma alanının büyük bölümünde özellikle Salihler ve Zerdalilik köyünün kuzeyinde, Derbendbaşı, Ahlatoba köyleri çevresinde gelişmiştir. Biotit zonu dar bir zon şeklinde ve Salihler köyü çevresinde, Zerdalilik köyü batı ve güneyinde gözlenmektedir. Granat zonu Çamlıca metamorfik topluluğunun orta bölümünde geniş bir alanda gelişmiş olup bu bölümde bulunan antiklinalin her iki kanadında yayılım göstermektedir. Çamlıca köyü batısında sınırlı bir alanda gelişmiş olan amfibolit ve eklojit fasiyesi antiklinalin çekirdeğinde yer almaktadır.

Çamlıca metamorfik topluluğu'nda yer alan metamorfik fasiyeslerin gelişmesinde yapısal elemanlar rol oynamıştır. Yüksek dereceli metamorfik fasiyesler Çamlıca köyünün batısından geçen antiklinalin çekirdeğinde bulunmaktadır (Şekil 7). Düşük dereceli metamorfik fasiyesler ise antiklinalin kanatlarında gelişmiştir. Bu kıvrım kanatlarında bulunan metamorfik fasiyeslerin ve antiklinalin çekirdeğinin aşınmasıyla yüksek dereceli fasiyesler ortaya çıkmıştır.

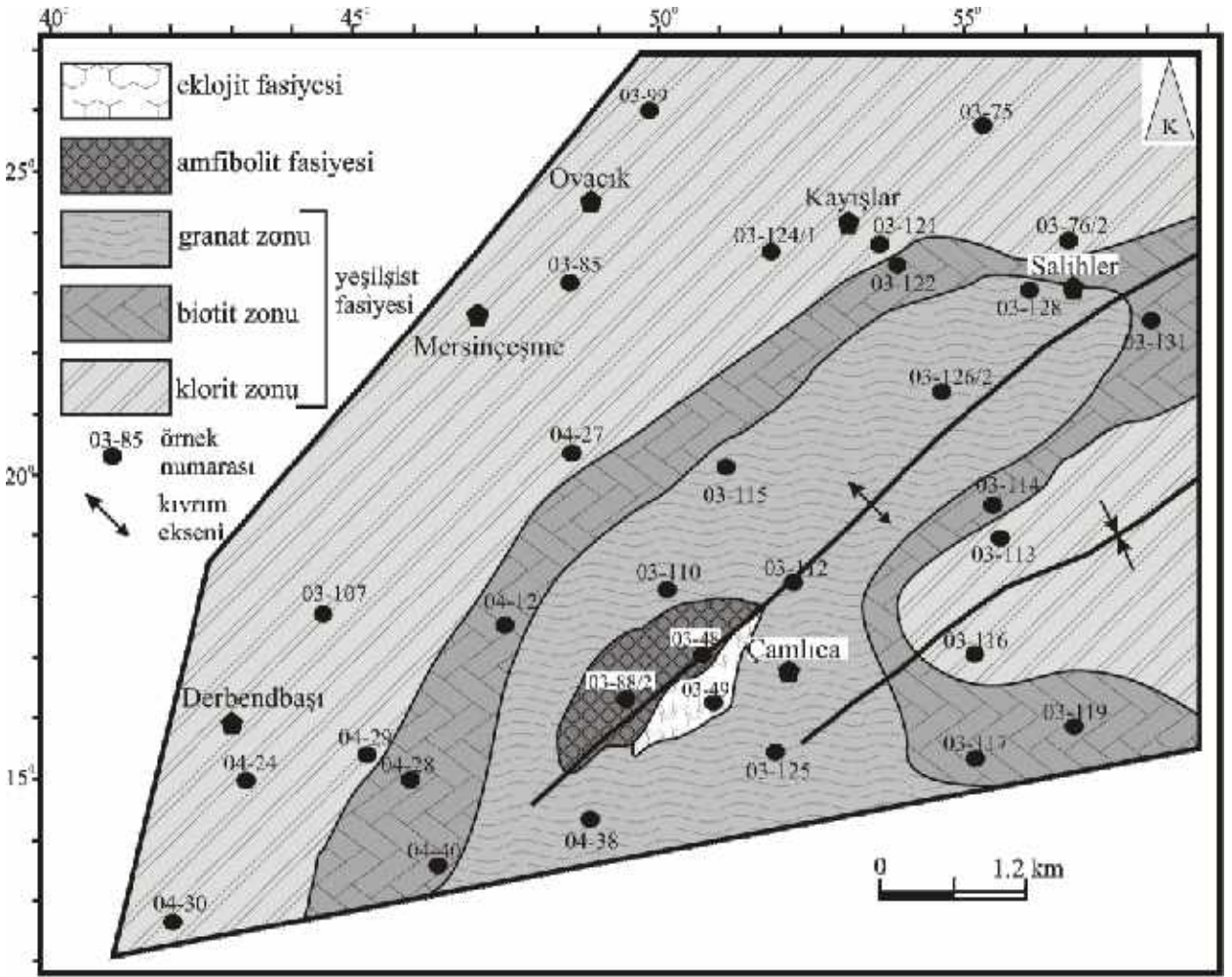
ÇAMLICA METAMORFİTLERİNİN KORELASYONU

Çamlıca metamorfik topluluğunun kökeni ve tektonik yerleşimi konusunda günümüze kadar iki farklı görüşü ileri sürülmüştür. Kalafatçıoğlu (1963) ve Bilgin (1999) tarafından savunulan birinci görüşe göre Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan kayaçlar, Kazdağ Masifi'nin çekirdeğinde yer alan kayaçların üzerindeki istife ve her iki bölgede de yapısal elemanların benzerlik göstermesinden dolayı Çamlıca metamorfik topluluğu, Kazdağ Masifi'nin örtü kayaçları olarak kabul edilmektedir. Kazdağ Masifi'nin genel yapısına bakıldığında yüksek dereceli gnays, meta-ultramafik, amfibolit ve mermerlerden oluşan KD yönelimli bir dom şeklindedir (Okay ve diğ., 1990, 1996; Pickett ve Robertson, 1996; Okay ve Satır, 2000b; Duru ve diğ., 2004; Yücel-Öztürk ve diğ., 2005). Domun çekirdeğinde meta-ultramafikler ve meta-gabrolar

Metamorfik Fasiyes	Yeşilşist			Amfibolit	Eklojit
	Klorit	Biotit	Granat		
Fasiyes Zonları					
Mineral					
Kuvars	—————	—————	—————	-----	
Albit		—————	—————	—————	
Muskovit	—————	—————			
Klorit	—————	— — —	— — —		
Kalsit	— — —	—————	— — —		
Granat		— — —	—————	—————	—————
Epidot		— — —	—————	—————	— — —
Fengit				— — —	— — —
Tremolit/Aktinolit		— — —	—————	—————	
Hornblend				—————	— — —
Omfasit					—————
Klinozoisit				—————	
Zoisit					—————
Glaukofan					-----

Çizelge 1. Çamlıca metamorfik topluluğu'nda yüzlek veren metamorfik kayalardan elde edilen verilere göre meydana gelen mineral değişimleri.

Table 1. Mineral variations obtained from the metamorphic rocks within the Çamlıca metamorphic association during metamorphism.



Şekil 7. Çamlıca metamorfik topluluğunu oluşturan metamorfik kayaların içerisindeki indeks minerallere göre metamorfik fasiyeslerin dağılımını gösteren harita

Figure 7. A map showing the distribution of metamorphic facies based on the index minerals within the Çamlıca metamorphic association.

bulunmaktadır. Bu dom mermerce zengin bir istif tarafından çevrelenmektedir. Kazdağ Masifi kayalarındaki biotit ve muskovitten elde edilen Rb/Sr ve K/Ar yaşları bu kayaların Geç Oligosen'de 640 ± 500 C ve 5 ± 1 kbar basınçta metamorfizma geçirdiğini göstermektedir (Okay ve Satır, 2000b). İnceleme alanı genel olarak yeşilsist fasiyesinde retrograd metamorfizma geçirmiş şist-fillit-mermer-metabazit ardalanmasından oluşan düzenli bir istif olmasına rağmen Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait şistlerin içerisinde mercekler şeklinde bulunan eklojitler bu bölgenin başlangıçta eklojit fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini göstermektedir. Sonuçta

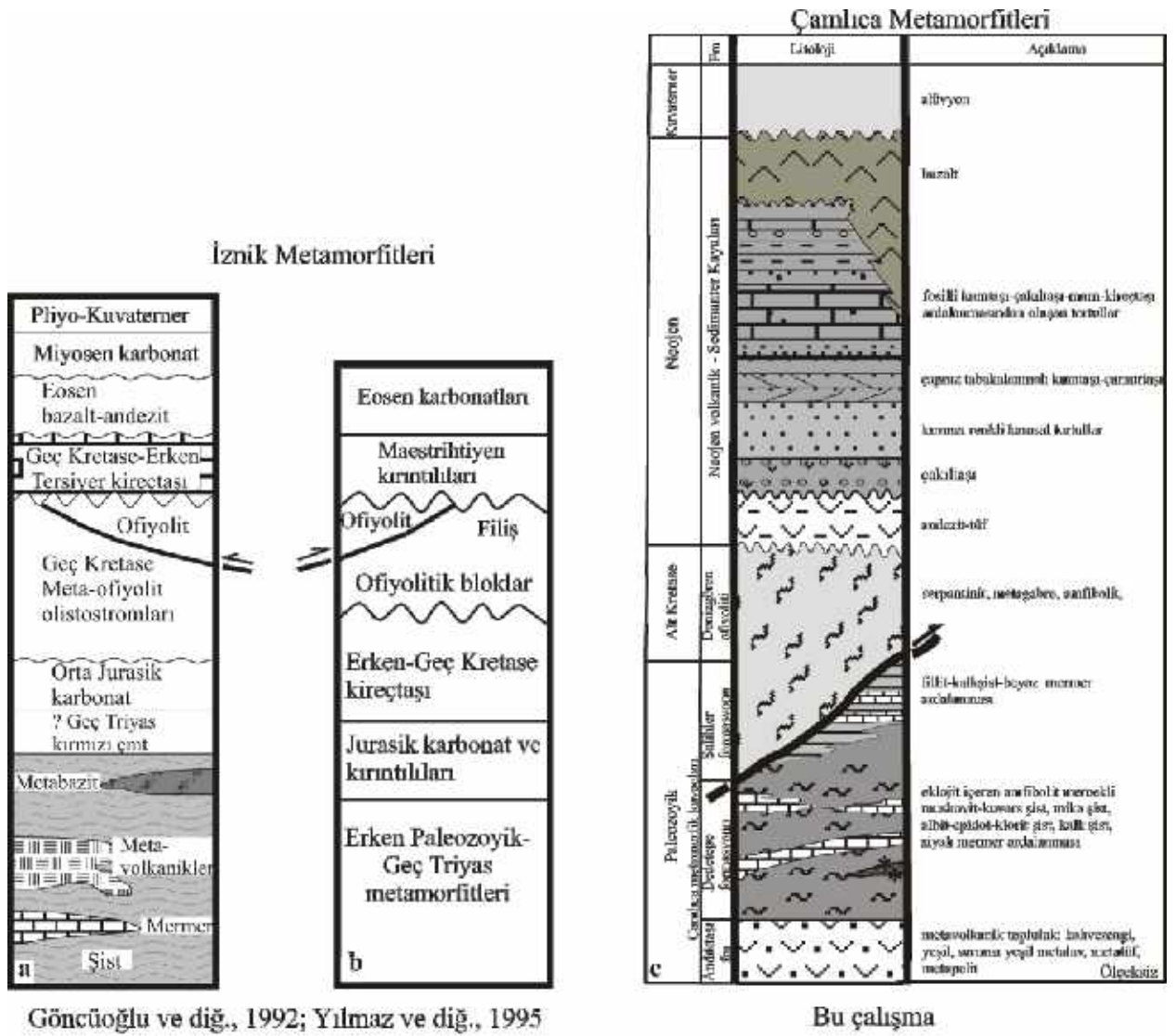
Çamlıca metamorfik topluluğu Kazdağ Masifi'nin örtü kayalarını oluşturmaktadır.

Çamlıca metamorfik topluluğunun kökeni ile ilgili ikinci görüş ise Okay ve Satır (2000a) ve Beccalotto (2003)'ya göre Çamlıca metamorfik topluluğu, benzer litolojik ve metamorfik özellikler gösteren Rodop metamorfik kompleksin muhtemel bir parçasıdır. Rodop Masifi, Nestos bindirme fayıyla alt ve üst tektonik birim olmak üzere iki tektonik birime ayrılmıştır (Papanikolaou ve Panagopoulos, 1981; Liati ve Mposkos, 1990). Rodop Masifi'nin üst tektonik birimi Çamlıca metamorfik topluluğunun

metamorfik kayaçlarına benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Barr ve diğ., 1999; Okay ve Satır 2000a). Rodop metamorfik kompleksi genel olarak metapelitik şist, kuvarso feldispatik gnays, metabazit, mermer, kalsilikat kayaçlar, migmatit, amfibolit, metagabro ve ultramafik kayaçlardan oluşan ardalı bir istif sunmaktadır. Tüm kayaçlar volkanik kayaçlar tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Liati ve Mposkos, 1990; Liati ve Seidel, 1996; Barr ve diğ., 1999; Lips ve diğ., 2000). Ayrıntılı arazi ve petrografik çalışmalardan elde edilen veriler Çamlıca metamorfik topluluğunun Rodop Masifi'nden de farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait metamorfik kayaçlar Geç Kretase'de eklojit fasiyesi metamorfizmasına uğramıştır. Basıncın düşmesine bağlı olarak eklojit fasiyesi metamorfizması üzerine amfibolit fasiyesi metamorfizması gelişmiştir. Daha sonra tüm kayalar yeşilist fasiyesinde retrograd metamorfizmaya uğramıştır. Rodop Masifi'nde ise Alpin olaylara bağlı olarak üç farklı metamorfik fasiyes gelişmiştir: (1) Erken Kretase'de meydana gelmiş olan yüksek basınç metamorfizması (Wawrzenitz ve Mposkos, 1997; Dinter, 1998; Barr ve diğ., 1999); (2) eklojitlerin amfibolite dönüşmesi ve gnaysların kısmi ergimesi sonucu amfibolit fasiyesi metamorfizması gelişmiştir; (3) son olarak amfibolit fasiyesi metamorfizması üzerine düşük basınçlı yeşilist fasiyesi gelişmiştir (Liati, 1986; Mposkos, 1989). Görüldüğü gibi Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait şistlerin içerisinde bulunan eklojitlerin metamorfizma koşulları ve yaşı Rodop Masifi'ndeki eklojitlerden farklılık sunmaktadır. Bunun yanında eklojitler Çamlıca metamorfik topluluğu'nda şistlerin içerisinde mercerler şeklinde gözlenirken Rodop Masifi'ndeki eklojitler her iki tektonik birimde de gnays ve mermerlerin içerisinde bulunmaktadır. Litolojik olarak Çamlıca metamorfik topluluğu'na ait şistler ve fillitler Rodop Masifi'ndeki birimlere benzemesine rağmen bu kayaçlarda yüksek dereceli metamorfizmayı gösterecek disten, sillimanit gibi kalıntı minerallere rastlanılmamıştır. Bütün bu özelliklerden dolayı bu çalışmada Çamlıca

metamorfik topluluğu, Rodop Masifi'nden farklı deformasyon metamorfizma olayları geçirdiğinden Rodop metamorfik kompleksin bir parçası olmadığı önerilmektedir.

Çalışma alanından ayrıntılı çalışmalar sonucunda elde edilen jeolojik ve petrografik verilere göre Çamlıca metamorfik topluluğunun, Sakarya Zonunun doğusunda bulunan İznik metamorfitleriyle benzer özellikler gösterdiği saptanmıştır (Şekil 1). İznik metamorfik topluluğu bölgesel olarak yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Bu bölgedeki istif Geç Kretase'yide içeren Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı fillit, mermer, şist ve metavolkaniklerin bulunduğu kalın bir kaya topluluğundan oluşur (Göncüoğlu ve diğ., 1992; Yılmaz ve diğ., 1995) (Şekil 8). Bu topluluğun üzerine uyumsuz bir dokanakla Kampaniyen - Maestrihtiyen yaşlı sedimanter kayalar gelmektedir. Tüm birim Geyve metaofiyoliti tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Yılmaz ve diğ., 1995; Robertson ve Ustaömer, 2004). Çamlıca metamorfik topluluğu'na bakıldığında İznik metamorfitlerinde olduğu gibi metavolkanik, şist, fillit, metabazit ardalılarından oluştuğu ve bu metamorfik topluluğun üzerine tektonik olarak ofiyolitin yerleştiği görülmektedir. Petrografik ve metamorfik fasiyes bakımından karşılaştırıldığında İznik metamorfik topluluğundaki mineral parajenezlerine göre birimin alt kesimlerinde yeşilist fasiyesinin üst zonuna ulaşıldığı, üst kesimlerinde ise aynı fasiyesin alt zonunun geliştiği belirtilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1995). Çamlıca metamorfik topluluğu'nda da bu ilişkiyi görmek mümkündür. Ayrıca Çamlıca metamorfik topluluğu çalışma alanında oldukça kalın bir istif oluşturmaktadır. Aynı şekilde İznik metamorfitleri de Paleozoyik - Triyas yaşlı kalın bir istiftten meydana gelmektedir (Robertson ve Ustaömer, 2004). Sonuçta Çamlıca metamorfik topluluğunun litolojik, stratigrafik dizilimine ve metamorfizma özelliklerine bakıldığında Sakarya Zonu içerisinde yüzlek veren İznik metamorfik topluluğunun eşleniği olabilecek özellikler içerdiği saptanmıştır.



Şekil 8. Çamlıca metamorfik topluluğunun İznik metamorfik topluluğu ile ilişkisini gösteren genelleştirilmiş kaya istifleri.

Figure 8. Generalized columnar sections of correlations between the Çamlıca metamorphic association and the Iznik metamorphic association.

SONUÇLAR

Arazi gözlemlerine göre Çamlıca metamorfik topluluğu alttan üste doğru sırasıyla (1) Andıktaş formasyonu, (2) Dedetepe formasyonu, ve (3) Salihler formasyonu'ndan oluşmaktadır. Mineralojik bileşimlerine göre Andıktaş formasyonu metalav, metatüf ve metapelitten, Dedetepe formasyonu muskovit-kuvars şist, klorit-muskovit-kuvars şist,

granat-mika şist, granat-klorit-epidot şist, albit-klorit-epidot şist, kalkşist, amfibolit ve mermerlerden, Salihler formasyonu ise klorit fillit, kalkşist ve mermerden oluşmaktadır.

Çamlıca metamorfik topluluğun'da Alpin olaylara bağlı olarak Barrow tipi metamorfizmanın yeşilşist fasiyesinin klorit-biyotit-granat zonları, amfibolit ve eklojit fasiyesleri gelişmiştir. Eklojit fasiyesi Geç Kretase'de meydana gelmiş (Okay ve

Satır, 2000a). Buna göre Çamlıca metamorfik topluluğu başlangıçta eklojit fasiyesi metamorfizmasına uğramış ve daha sonra tüm birimler amfibolit ve yeşilşist fasiyeslerinde retrograd metamorfizma geçirmişlerdir.

Çalışma alanında gözlenen yeşilşist fasiyesi en yaygın fasiyes olup daha sınırlı alanlarda ise amfibolit ve eklojit fasiyesi görülmektedir. Metamorfik zonlar ve fasiyesler KD-GB doğrultulu kıvrım sistemlerinin denetiminde gelişmiştir. Antiklinal ekseninde genellikle biyotit, granat zonu yer alırken antiklinalin çekirdeğinde ise amfibolit ve eklojit fasiyesi gözlenmektedir.

Çamlıca metamorfik topluluğu, çalışma alanında gösterdiği litolojik, stratigrafik ve metamorfik özellikler bakımından Sakarya Zonu içerisinde bulunan İznik metamorfik topluluğunun eşleniği olabilecek özellikler içermektedir.

KATKİ BELİRTME

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılmış yüksek lisans tez çalışmasının bir parçasını oluşturmaktadır ve TÜBİTAK tarafından ÇAYDAG 103Y140 nolu proje tarafından her türlü teknik ve finansal destek sağlanmıştır. Makalenin gelişmesinde olumlu eleştirileriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Aral OKAY'a ve Yrd. Doç. Dr. Veysel IŞIK'a teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

The geology of the Biga Peninsula which has a complex internal structure and a tectonic significance is poorly understood, although there have been plenty of studies to date. This study presents and interprets geological and petrographical evidence for the different rock types from the study area that is located on the north of Ezine. Based on detailed fieldwork, the members of the Çamlıca metamorphic association itself have been mapped and separated into three conformable formations for the first time. These three different units forming the metamorphic association

are described as a formation based on partly determined internal structure, contact relationships and a mappable unit (Şengün et al. 2005). The Çamlıca metamorphics play an important role in our understanding of the metamorphic evolution of the Biga Peninsula.

The study area consists of three tectono-stratigraphic units, which encompass approximately 196 km square. These are: (a) the Çamlıca metamorphic association, (b) the Denizgören ophiolite which tectonically overlies the Çamlıca metamorphic association, and (c) most of the rock units that are unconformably overlain by unmetamorphosed Neogene sedimentary and volcanic rocks

Three conformable formations have been recognized in the Çamlıca metamorphic association, which are the Andıktaş formation, the Dedetepe formation and the Salihler formation. The Andıktaş formation, occurring at the base of the Çamlıca metamorphic association, is made up of metalava, metatuff, metapelite andis observed in the field as brown, green, and/or yellowish-green coloured. The Andıktaş formation is conformably overlain by the Dedetepe formation consisting of thick schist, marble, eclogite and amphibolite series. This formation is dominantly made up of muscovite - quartz schist, garnet - mica schist, and albite - epidote - chlorite schist with minor calc - schist. Black marbles occurring as lenses in the schists have a thickness of 50 to 300 m. Eclogitic parts occur within the amphibolite lenses in the Dedetepe formation. An early eclogite - facies mineral assemblage of garnet + omphacite + amphibole has been determined. This mineral assemblage indicates that the Çamlıca metamorphic association initially underwent eclogite - facies metamorphism and then all the units of the Çamlıca metamorphic association were subjected to amphibolite - facies metamorphism and retrograde greenschist - facies metamorphism. The Dedetepe formation is conformably overlain by the Salihler formation consisting of phyllite, marble and calc-schist. Based on lithostratigraphy and metamorphic history, it can be stated that the Çamlıca metamorphic association is probably an equivalent of the İznik metamorphics located in the Sakarya Zone.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. ve Mitchell, J.G., 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, Post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102, 67-95.
- Barr, S.R., Temperley, S. ve Tarney, J., 1999. Lateral growth of the continental crust through deep level subduction-accretion: a re-evaluation of central Greek Rhodope. *Lithos*, 46, 69-94.
- Beccalotto, L., 2003. Geology, correlations and geodynamic evolution of the Biga Peninsula, northwest Turkey. University of Lusanne, PhD Thesis, 1-146.
- Bilgin, İ., 1999. Ezine (Çanakkale) Ofiyolit ve Metamorfitlelerinin Petrolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi, 152 s (yayımlanmamış).
- Bingöl, E., 1968. Contribution a l'etude geologique de la partie centale et SE du Massif de Kazdağ (Turque). These du doctorat. Fac. Sci. Univ. Nancy, 191 p.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F. ve Mazzudi, R., 1972. Geochronology and Petrology of recent volcanics in the eastern Aegean Sea (West Anatolia and Lesbos Island). *Bulletin of Volcanology*, 36, 473-496.
- Bozkurt, E. ve Mittweide, S.K., 2001. Introduction to the Geology of Turkey - A Synthesis. *International Geology Review*, 43, 578-594.
- Dinter, A.D., 1998. Late Cenozoic extension of the Alpine collisional orogen, northeastern Greece: Origin of the north Aegean basin. *GSA Bulletin*, 110 (9), 1208-1230.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Şentürk, Y., Yavaş, F. ve Kar, H., 2004. New Results on the Lithostratigraphy of the Kazdağ Massif in Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 177-186.
- Ercan, T., 1979. Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması: Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 9, 23-46.
- Ercan, T. ve Günay, E. 1984. Kuzeybatı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Oligo-Miyosen yaşlı volkanizmanın gözden geçirilişi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 119-139.
- Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakroğlu, E., Adis, C., Walter, H-J. ve Yıldırım, T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (Kuzeybatı Anadolu) Tersiyer Volkanizmasının özellikleri. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 117, 55-86.
- Genç, Ş.C., 1998. Evolution of the Bayramiç magmatic complex, northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 233-249.
- Göncüoğlu, M.C., Erendil, M., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşcu, A. ve Ürgün, B., 1992. Introduction to the geology of the Armutlu Peninsula. ISGB-92, Guide Book, 26-36.
- Kalafatçıoğlu, A., 1963. Ezine civarının ve Bozcaada'nın Jeolojisi, Kalker ve Serpantinitlerin Yaşı, *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 60-69.
- Karacık, Z., 1995. Ezine-Ayvacık (Çanakkale) dolayında genç volkanizma plütönizma ilişkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 342 s.
- Karacık, Z. ve Yılmaz, Y., 1998. Geology of the ignimbrites and the associated volcano-plutonic complex of the Ezine area, northwestern Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 251-264.
- Liati, A., 1986. Regional metamorphism and overprinting contact metamorphism of the Rhodope Zone, near Xanthi (N Greece). *Petrology, geochemistry and geochronology* (Ph.D. dissert.): Braunschweig, Germany, Technische Universität, 186 p.
- Liati, A. ve Mposkos, E., 1990. Evolution of the eclogites in the Rhodope Zone of northern Greece. *Lithos*, 25, 88-99.
- Liati, A. ve Seidel, E., 1996. Metamorphic evolution and geochemistry of kyanite eclogites in central Rhodope, northern Greece, *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 123, 293-307.
- Lips, A.L.W., White, S.H. ve Wijbrans, J.R., 2000. Middle-Late Alpine thermotectonic evolution of the southern Rhodope Massif, Greece. *Geodinamica Acta*, 13, 281-292.
- Miyashiro, A., 1973. Metamorphism and metamorphic belts, 492 s.
- Mposkos, E., 1989. High-pressure metamorphism in gneisses and schists in the East Rhodope zone (N.Greece). *Mineralogy and Petrology*, 41, 25-39.
- Okay, A.I., 1987. Ophiolite obduction on a Permian carbonate platform in northwest Turkey, *Fourth Meeting of the European Union of Geoscience (EUG 4)*, Tera Cognita, 7, p. 100.
- Okay, A. I., 1989. Tectonic units and sutures in the Pontides northern Turkey, *Tectonic evolution of the Tethyan region*, ed. A.M.C. Şengör. 109-115.
- Okay, A.I. ve Satır, M., 2000a. Upper Cretaceous Eclogite - Facies Metamorphic Rocks from the Biga Peninsula, Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9, 47-56.
- Okay, A. I. ve Satır, M., 2000b. Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in Northwest Turkey, *Geological Magazine*, 137, 495-516.
- Okay, A.I., Siyako, M. ve Bürkan, K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Tektonik Evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2 (1), 83-121.

- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996. Paleo-and Neotethyan events in northwest Turkey. In: Yin A, Harrison M (eds) Tectonics of Asia. Cambridge University Press, Cambridge, 420-441.
- Papanikolaou, D. ve Panagopoulos, A., 1981. On the structural style of Southern Rhodope, Greece, *Geologica Balcanica*, 11, 12-22.
- Pickett, E.A. ve Robertson, A.H.F., 1996. Formation of the Late Paleozoic-Early Mesozoic Karakaya complex and related ophiolites in NW Turkey by Paleotethyan subduction-accretion, *Journal of Geological Society of London*, 153, 995-1009.
- Robertson, A.H.F. ve Ustaömer, T., 2004. Tectonic evolution of the Intra-Pontide suture zone in the Armutlu Peninsula, NW Turkey. *Tectonophysics*, 381, 175-209.
- Şengör, A.M.C., 1979. Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implication. *Nature*, 279, 590-593.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengün, F., 2006. Çamlıca Metamorfitletindeki Metavolkanik Kayaçların Jeolojik ve Petrografik Özellikleri. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, s. 291.
- Şengün, F., Çalık, A. ve Yiğitbaş, E., 2005. Preliminary results on the geology and petrography of the Çamlıca Metamorphics in the Biga Peninsula, NW Turkey. *International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of the Aegean Region*, Kadir Has University, Istanbul, Abstracts, p. 82.
- Turner, F. G. ve Verhoogen, J., 1960. *Igneous and Metamorphic Petrology*: McGraw-Hill Publishing Company, New York, 694 p.
- Wawrzenitz, N. ve Mposkos, E., 1997. First evidence for Lower Cretaceous HP/HT metamorphism in the eastern Rhodope, north Aegean region, north-east Greece. *European Journal of Mineralogy*, 9, 659-664.
- Yılmaz, Y., 1997. Geology of Western Anatolia. Active tectonics of northwestern Anatolia - The Marmara Poly project. VDF, Hochschulverlag AgAnDerETH, Zürich, 1-20.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z. ve Altunkaynak, Ş., 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance, *Journal of Geodynamics*, 31, 243-271.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M. ve Yılmaz, K., 1995. Kuzeybatı Anadolu'da Geç Kretase Yaşlı Kıta Kenarının Jeolojik Evrimi. *Türkiye 10. Petrol Kongresi*, 37-55.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. ve Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonics of the Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*. AAPG Memoir, 68, 183-226.
- Yücel-Öztürk, Y., Helvacı, C. ve Satır, M., 2005. Genetic Relations Between Skarn Mineralization and Petrogenesis of the Evciler Granitoid, Kazdağ, Çanakkale, Turkey and Comparison with World Skarn Granitoids. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 14, 255-280.

Makale Geliş Tarihi : 12 Temmuz 2006

Kabul Tarihi : 15 Aralık 2006

Received : July 12, 2006

Accepted : December 15, 2006



Kefken - Kerpe Dolayında (Kocaeli) Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Karakteristikleri

Geochemical Characteristics of Volcanic Rocks Around the Kefken-Kerpe Area (Kocaeli)

Dağhan ÇELEBİ Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli.
(dcelebi@kou.edu.tr)
Nezihi KÖPRÜBAŞI Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli.

ÖZ

Bu çalışma Kefken - Kerpe dolayında (Kandıra-Kuzeyi) yüzeyleyen volkanik kayaçların jeokimyasal özelliklerini ve bölgesel jeolojisini belirlemek için yapılmıştır. Çalışma alanında bulunan en yaşlı birim Maestrihtiyen- Alt Eosen yaşlı Akveren formasyonudur. Akveren formasyonu Çangaza volkanitleri ve Sermi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Sermi kireçtaşları üzerine açılmal uyumsuzlukla Alt - Orta Eosen yaşlı Çaycuma formasyonu gelmektedir. Çaycuma formasyonu Kumtaşı, kiltası, silttaşı ardalanmasıyla temsil edilmektedir. Çangaza volkanitlerine ait kayaç örnekleri üzerinde yapılan petrografik ve petrolojik çalışmalar sonucunda volkaniklerin andezit ve bazaltik andezit bileşimlere sahip oldukları görülmüştür. Volkanitlere ait 22 örneğin jeokimyasal analizleri yaptırılmış (ALS Chemex Analytical Lab. Ltd' de) ve iz elementlerin ayırtman karakteristikleri çalışma alanı içindeki volkanik kayaçların hafif kalk-alkali özellikli Ada Yayılı-Toleyitik (IAT) karakterde oldukları ve metasomatize mantonun levha yitimi sırasında kısmi ergimesi sonucu oluştukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Andezit, Bazaltik Andezit, Kefken, Kerpe

ABSTRACT

In this study, volcanic rocks outcropped in the Kefken-Kerpe (north of Kandıra) area were investigated in terms of their geochemical and geological characteristics. The field studies undertaken around Babakoy, Kefken and Cebeci indicated that Çangaza volcanic rocks and the Late Cretaceous-Early Eocene Akveren formation also containing Sermi limestone are the main lithological units in the area. The Early-Middle Eocene Caycuma formation, composed mainly of a sandstone, siltstone and claystone sequence, overlies unconformably the older units. Petrographical and petrological analyses of Çangaza volcanic rocks show that these rocks are mainly composed of andesitic and basaltic-andesitic rock types. Major oxide geochemical analyses of 22 samples indicated that the rocks are subalkaline in character. Trace element characteristics of the volcanic rocks are consistent with an origin formed by a calc-alkaline Island Arc Tholeiitic (IAT) magma within an oceanic subduction system.

Keywords: Andesit, Basaltic Andesit, Kefken, Kerpe

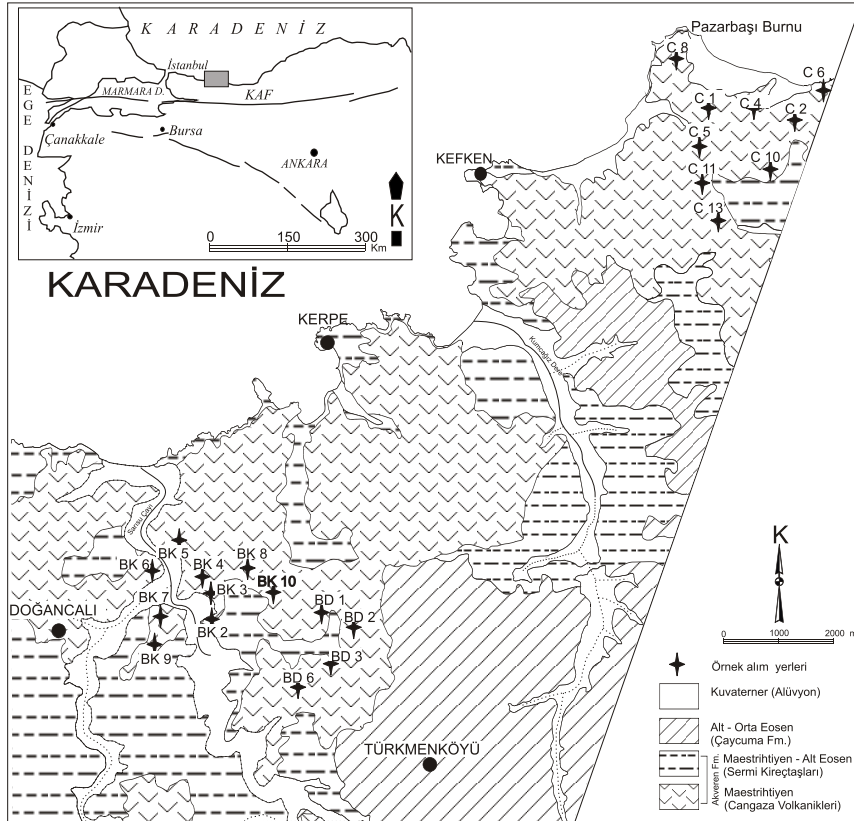
GİRİŞ

İnceleme alanı Türkiye'nin tektonik birliklerinden, Pontid kuşağı içerisinde (Batı Pontid) yer almaktadır. Pontid birliği; batıda Çekoslovakya'dan, başlayıp, Romanya, Yugoslavya ve Bulgaristan'ı geçerek Karadeniz kıyıları boyunca doğuya doğru küçük Kafkaslar ve İran üzerinden Hint platformuna kadar uzanan Alpin dağ oluşumunun bir parçasıdır. Alpin dağ oluşum sistemi, ada yayları ve kıtaların çarpışması sonucu oluşmuştur (Dewey ve Bird, 1970). Bir çarpışma orojenik kuşağı olan Alpin sistemi, eski Tetis okyanusunun yok oluşunun ürünleridir (Şengör, 1982). Alpin dağ oluşumuna ilişkin ada yayı dizisi volkanikleri, tüm bu kuşak boyunca gelişmişlerdir. Pontid' lerde Üst Kretase - Eosen yaşlı volkanitlerin, kuzeye doğru dalımlı bir yitim zonunda türedikleri Tokel (1977), Peccerillo ve Taylor (1976), Ercan ve Gedik (1983) tarafından öne sürülmüştür.

Şengör ve Yılmaz (1981), bölgede Malm' den

itibaren Tetis okyanusu açılmaya başlamış ve bu okyanusun kuzey kolunun Pontid kıtası altına dalmasıyla oluşan yitim zonunda, Pontid kıtasında Üst Kretase' den itibaren bir adayayı volkanizması gelişmeye başladığını öne sürmüşlerdir. Bu yitim zonu Alt Eosen' den itibaren, güneyde yer alan Anatolid - Torid platformu ve kuzeydeki Pontid kıtasının çarpışması sonucu (Şengör ve Yılmaz, 1981) evrimini tamamlamıştır. Bir başka deyişle, Üst Kretase' den sonra Afrika ve Arap kıtalarının kuzeye doğru hareketiyle (Peccerillo ve Taylor, 1976; Şengör ve Yılmaz, 1981; Ercan ve Gedik, 1983) ilgili olarak Kuzey Tetis okyanusu kapanmıştır.

Çalışma alanı Kocaeli ilinin kuzeydoğu kısımlarını kapsamaktadır. Bölge, Tektonik açıdan oldukça aktif bir zon olan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyinde yer alır. Bu alanda özellikle Kefken-Kerpe kıyıları boyunca çalışma alanının en yaşlı birimini oluşturan Akveren Formasyonu'na ait Çangaza volkanikleri yoğun olarak görülmektedir. (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası ve örnek lokasyon haritası,

Figure 1. Simplified geological and sampling location map of the study areas.

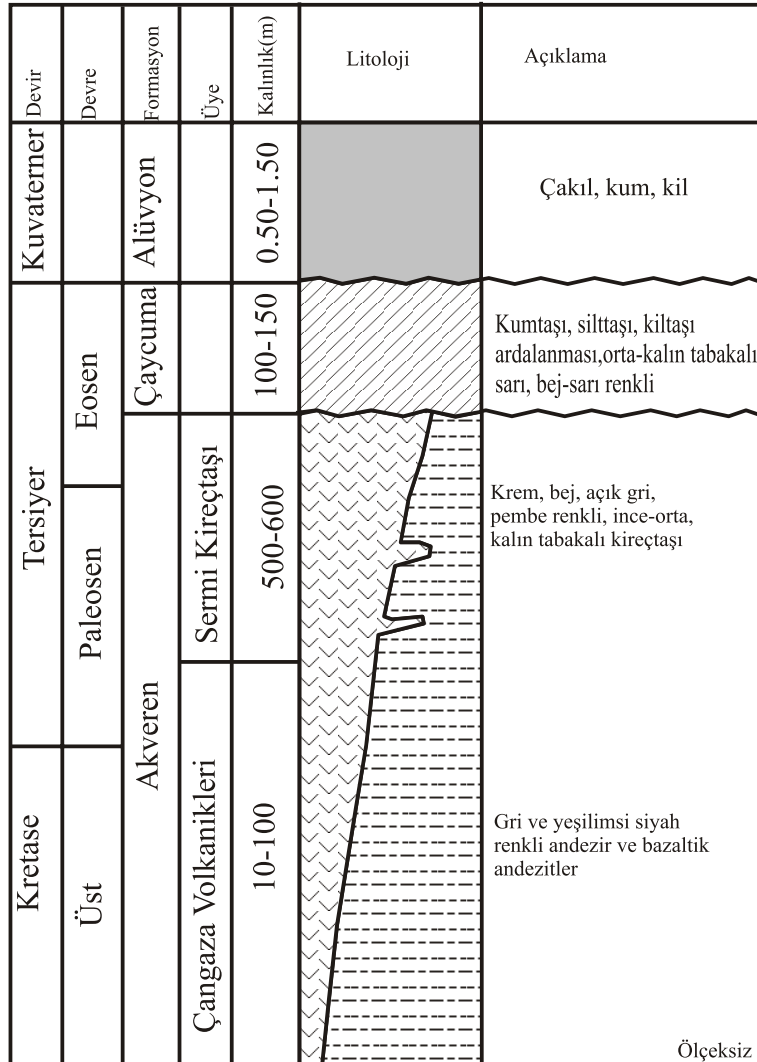
Bu birim andezit ve bazaltik andezitlerden oluşan Çangaza volkanitleri ile Sermi kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Akveren formasyonunun volkanitleri için ilk defa Yergök ve diğ. (1987), Çangaza bazalt üyesi adını kullanmışlardır. Bu çalışmada ise aynı volkanitler için Çangaza volkanitleri adı kullanılmıştır (Şekil 2).

Yer yer yastık yapıları olan birim içinde kırıntılı kireçtaşları arakatki olarak görülmektedir. Sermi kireçtaşları çalışma alanının kuzey doğusunda sahil boyunca yayılım gösterirler.

Birim, krem-bej-açık gri- pembe renkli, ince-orta-kalın tabakalıdır. Akveren formasyonu üzerine kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalanmasından oluşan ve dereceli geçiş gösteren Çaycuma formasyonu gelmektedir.

Çaycuma formasyonuna ait kayaçlar çalışma alanının güneydoğu ve kuzeydoğu kesimlerinde yayılım gösterirler. Kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalanmasından oluşan birim ilk defa Tokay (1954) tarafından Çaycuma formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).

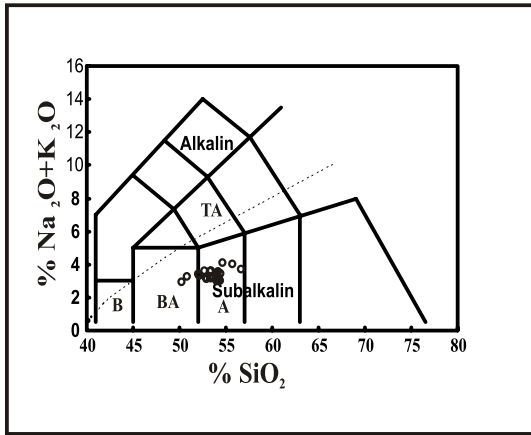
Figure 2. Generalised stratigraphic column of the study area (unscaled).

PETROGRAFİ

Çangaza volkanitlerine ait kayaç örneklerinden yapılan petrografik çalışmalar sonucunda örneklerin andezit ve bazaltik andezit bileşimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Andezit ve bazaltik andezit türü kayaçlarda genellikle mikrolitik, mikrolitik porfirik ve hylopilitik dokular gözlenmiştir. Birincil mineral olarak, piroksen ve amfibol mineralleri, ikincil mineral olarak ise klorit, kalsit gözlenmiştir. Andezitlerde görülen plajiyoklasların andezin ve az olarak da oligoklas oldukları tespit edilmiştir. Bazaltik andezitlerde ise labrador bileşiminde oldukları görülmüştür.

JEOKİMYAVE PETROKİMYA

Alınan örnekler arasında 22 örneğin jeokimyasal analizleri ALS Chemex Analytical Laboratories Ltd.'de ana ve iz elementler için sırayla ICP-MS ve ICP-OES kullanılarak analiz ettirilmiştir. Analiz sonuçları (Tablo 1)'de verilmiştir. Le Bas ve diğ. (1986) ve Miyashiro (1978), diyagramlarına göre örneklerin tamamının subalkalen karakterli oldukları görülmektedir (Şekil 3).

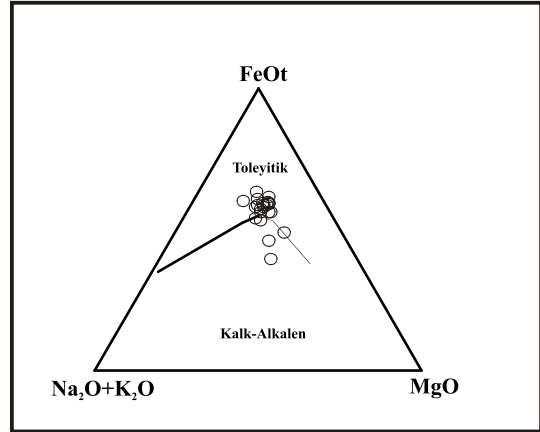


Şekil 3. Volkanik kayaçların Le Bas vd (1986)'ya göre adlandırılması (Alkaline ve subalkaline alanlar Miyashiro (1978)'den alınmıştır).

Figure 3. Classification of volcanic rocks according to Le Bas et al, (1986) (Alkaline and subalkaline fields Miyashiro (1978)).

Yine aynı örneklerin FeOt - Na₂O + K₂O - MgO üçgen diyagramında dağılımları Şekil 4.'de verilmiştir. Diyagramda örneklerin dağılımlarına bakıldığında, kayaçların büyük bölümü Irvine -

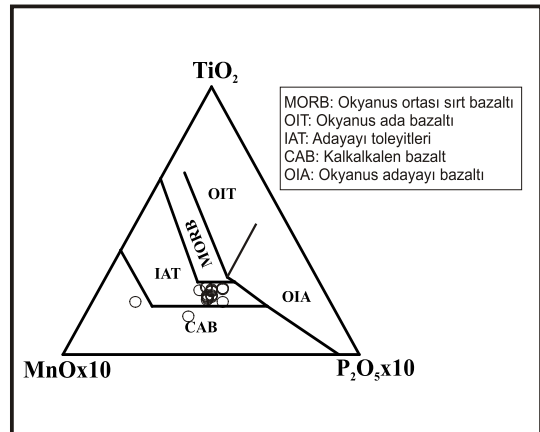
Baragar (1971)'in belirlediği Toleyitik - Kalk alkalen ayırım çizgisinin üst kısmındaki toleyitik bölgede bulunurken, yalnızca iki örneğin kalk - alkalen alana düştüğü görülmektedir.



Şekil 4. Irvine ve Baragar (1971) diyagramı üzerinde Çangaza volkanitlerine ait örneklerin dağılımı.

Figure 4. Distribution Distribution of the samples from the Çangaza volcanic rocks on an Irvine and Baragar (1971) diagram.

Çangaza volkanitlerine ait örnekler Şekil 5.'deki TiO₂ - MnOx10 - P₂O₅x10 Mullen, (1983) üçgen diyagramında değerlendirildiğinde büyük çoğunluğunun adayayı toleyitik (IAT) alanda buldukları gözlenmektedir.



Şekil 5. TiO₂ - MnOx10 - P₂O₅x10 diyagramı Mullen (1983) üzerinde Çangaza volkanitlerine ait örneklerin dağılımı.

Figure 5. Distribution of the samples from the Çangaza volcanic rocks on a TiO₂ - MnOx10 - P₂O₅x10 Mullen, (1983) diagram.

Tablo 1. İnceleme alanındaki volkanik kayaların majör, iz ve nadir toprak element içerikleri.

Table 1. The major, trace and rare earth element contents of the volcanic rocks in the study area.

wt%	BK2	BK3	BK4	BK6	BK7	BK8	BK9	BK10	BD1	BD2	BD3	BD6	G1	G2	G4	G5	G6	G8	G10	G11	G13
	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)	(%And)
SiO ₂	58,15	51,03	51,33	52,04	52,08	55,33	54,03	50,75	53,25	53,9	51,72	54,04	53,35	54,05	53,56	54,21	53,81	50,69	50,33	54,12	52,00
TiO ₂	0,69	0,91	0,94	0,91	0,95	0,97	0,98	0,93	0,93	0,91	0,91	0,93	0,91	0,93	0,92	0,93	0,97	0,98	1,07	0,78	0,71
Al ₂ O ₃	17,46	18,46	17,16	17,46	18	17,3	17	17	18,46	18,28	18,24	17,48	17,51	17,35	17,9	17,08	17,7	17,76	19,76	17,71	17,65
FeO	0,86	0,3	0,06	0,07	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
MnO	0,14	0,13	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
MgO	9,19	5,14	6,41	3,89	4,64	3,95	4,51	6,2	3,89	3,83	3,87	3,89	4,48	5,32	4,81	3,2	3,32	3,83	3,32	3,32	3,32
CaO	9,19	5,14	6,41	3,89	4,64	3,95	4,51	6,2	3,89	3,83	3,87	3,89	4,48	5,32	4,81	3,2	3,32	3,83	3,32	3,32	3,32
K ₂ O	0,07	0,08	0,02	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
P ₂ O ₅	0,14	0,14	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Na ₂ O	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Summm'	99,36	99,78	99,12	99,16	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32	99,32
norm																					
Ba	167,1	143,1	149,3	184,5	133,4	170,2	160,5	173,3	165,3	143,4	199,7	183,6	136,6	216,7	165,6	189,3	183,6	198,6	141,6	210,27	141,9
Br	16,4	8,7	14,4	19,8	10,3	10,3	14,4	16,2	10,06	14,4	14,4	14,4	10,3	38	10,3	21,4	37,8	27	17,1	28,5	14,1
Sr	205,3	207,3	202,2	214,8	202,2	209,7	204,2	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7	209,7
Y	20,5	20,7	19	15,6	23,9	21,8	22,1	13,7	20,1	20,6	19	15,7	23,9	21,1	22,1	10,5	22,7	21,1	28,4	22,5	21,4
Zr	86,4	82	79,3	85,9	80,4	80,7	84,8	80,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3	82,3
Nb	4,3	4,1	4,5	4,7	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
Ta	7,33	1,84	1,32	1,49	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Pb	65,1	190,19	16,57	10,91	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97	11,97
Ga	18,6	20,4	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
Zn	81,3	81,7	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3
Co	82,3	40,1	19,9	100,7	79,2	128,5	79,2	82,3	205,7	80,2	75,5	101,5	104,5	90,5	82,7	152,8	94,8	99,5	54,9	99,5	84,9
Ni	187,2	228,9	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5	182,5
V	348,9	403,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9
Cr	398	427,4	317,2	1289,8	1838	2395,4	1838	1117,4	487,1	348	629,8	362,4	1363,9	423,9	337,1	1287,9	1428,9	1428,9	1428,9	1428,9	1428,9
Li	5,23	5,84	3,32	3,49	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Cl	0,5	1,6	0,9	0,9	2,1	2,2	2,1	0,9	0,7	0,9	0,9	1,0	1,2	0,7	1,1	0,7	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1
Th	0,46	0,43	0,49	0,45	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
U	0,65	0,93	0,71	0,82	1,65	0,83	1,05	1,04	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	1,4	1,01	0,83	1,4	1,04	0,83	1,26
La	9,46	9,61	8,92	9,34	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69
Ce	21,47	21,38	20,89	20,79	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71	20,71
Pr	2,87	2,88	2,85	2,72	2,91	2,83	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88
Nd	12,87	11,85	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82	11,82
Sm	3,20	3,26	3,21	3,11	3,29	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28	3,28
Eu	7,87	1,08	1,09	1,12	1,19	1,18	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Gd	9,62	5,93	6,14	6,17	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44	6,44
Tb	0,65	0,67	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Dy	0,87	0,88	0,75	0,74	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Ho	0,22	0,24	0,2	0,2	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Er	0,03	0,04	0,02	0,01	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Tm	0,02	0,03	0,01	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Yb	0,09	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Lu	0,21	0,2	0,21	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23



Adilcevaz Kireçtaşının (Van Gölü Kuzeyi) Mikrofasiyes Özellikleri

Microfacies Properties of Adilcevaz Limestone (North of Lake Van)

Çetin YEŞİLOVA Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Kampus, Van.
(cetinyesilova@yyu.edu.tr)

Türker YAKUPOĞLU Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Kampus, Van.

OZ

Bu çalışmada, Van Gölü kuzeyinde yüzeyleyen Alt Miyosen (Burdigaliyen) zaman aralığında çökelmiş Adilcevaz kireçtaşının sedimentolojik özellikleri mikrofasiyes analizlerine dayalı olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında çalışma alanının Alt Miyosen paleocoğrafyasına da bir yaklaşım sağlanmıştır.

İnceleme alanında yapılan arazi çalışmaları sonrası gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları sonucunda, Adilcevaz kireçtaşı 6 mikrofasiyeye ayrılmıştır. Bu mikrofasiyesler şunlardır;

- 1 - Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi.
- 2- Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi.
- 3- Kırmızı algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi.
- 4- Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli kireç çakıltıtaşı mikrofasiyesi.
- 5- Globigerinoidae'lı vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi.
- 6- Kırmızı algli, *Lepidocyclina* lı vaketaşı mikrofasiyesi.

Belirlenen bu mikrofasiyeslerle Adilcevaz kireçtaşının paleocoğrafik evrimine ışık tutulmaya çalışılmıştır. Arazi gözlemleri ve mikrofasiyes incelemelerindeki bulgular; Adilcevaz kireçtaşının, kırmızı alglerin yayılım gösterdiği bir karbonat şelfinde oluştuğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Adilcevaz kireçtaşı, Doğu Anadolu, Mikrofasiyes analizi

ABSTRACT

in this study, the sedimentological characteristics of lower Miocene (Burdigalian) aged Adilcevaz limestone that outcrops north of lake Van were determined by means of facies analysis. Using these data, an approach to establish the Lower Miocene paleogeography of the study area was made.

After field studies, laboratory studies were undertaken and the limestone was separated into 6 micro facieses. These are

1. *Wackestone-packstone facies with red algae and coarse bentonic foraminifera*
2. *Boundstone facies with red algae and Bryozoa*
3. *Boundstone facies with red algae and coral*
4. *Calcirudite facies with red algae and coarse bentonic foraminifera*
5. *Wackestone-packstone facies with Globigerinoidae*
6. *Wackestone facies with red algae and Lepidocyclina sp.*

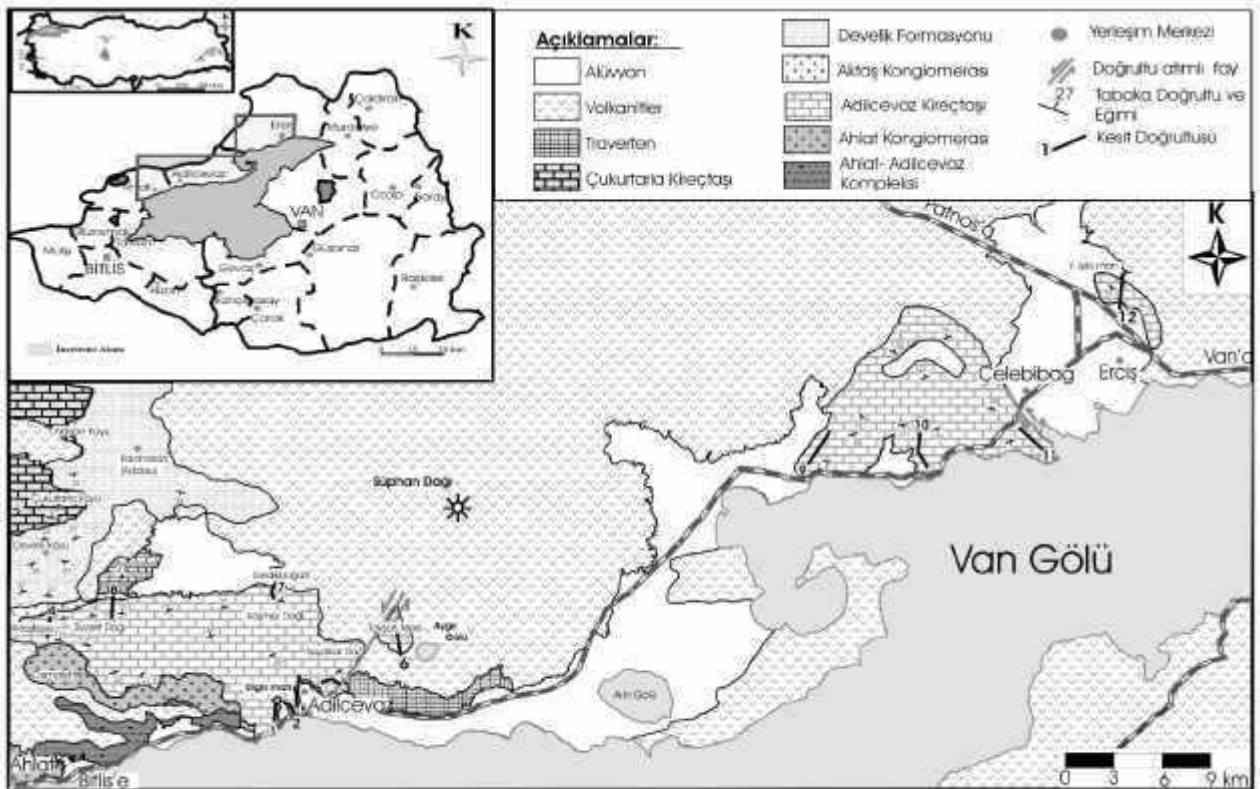
These facieses were used in an approach to the paleogeographical evolution of Adilcevez limestone. Observations in field studies and findings in facies analysis indicate that the Adilcevez limestone was deposited in a carbonate shelf which bears abundant red algae.

Keywords: Adilcevez limestone, Eastern Anatolia, Microfacies analysis

GİRİŞ

Miyosen başlarında sığ denizel bir havza özelliğinde olan bugünkü Van Gölü Havzası, Orta Miyosen'de başlayan neotektonik rejimle birlikte Arap-Avrasya plakalarının arasında sıkışıp yükselmeye başlamıştır. Miyosen sonuna doğru deniz bölgeden tamamen çekilmiş kısmen gölsel bir ortama geçilmiştir (MTA, 1998). Üst Miyosen'de K-G yönünde daralma ve D-B yönünde genişlemeye bağlı olarak, D-B gidişli antiklinal ve senklinaller oluşmuştur. K-G doğrultum açılma çatlakları ve bu çatlakların sıçrama yapması ile oluşan doğrultu atımlı faylara bağlı olarak da volkanizma gelişmiştir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

İnceleme alanında (Şekil 1), dört farklı yapısal dönem temsil eden kaya topluluklarından son üç döneme ilişkin olanlar bulunmaktadır (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Bunlardan birincisi; ikinci dönem kayalarını oluşturan ve tektonik dokanakla birinci dönem metamorfiteği üzerine gelen Üst Kretase yerleşim yaşlı ofiyolitik kompleks (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965; Ketin, 1977; Yılmaz vd., 1981), ikincisi; ikinci dönem kayaları üzerine uyumsuz olarak gelen ve üçüncü dönem kayalarını oluşturan Paleosen-Miyosen yaşlı denizel formasyonlardır. Dördüncü ve son dönem kayaları ise; ikinci dönem ve üçüncü dönem kayalarını uyumsuz olarak örten, Pliyosen'den günümüze kadar gelen karasal çökellerdir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965).



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritaları ile ÖSK güzergahları.

Figure 1. Location and geology map of the study area with MSS directions.

Bu çalışma; üçüncü dönem kayalarının büyük bir kısmını oluşturan Adilceviz kireçtaşı'nın petrografik ve biyofasiyes özelliklerinin incelenmesi; paleoortam koşullarının ayrıntılı olarak belirlenmesi, kireçtaşı'nın sınıflandırılması ve bölgenin Alt Miyosendeki jeolojik gelişimine ışık tutmak amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda Adilceviz kireçtaşı'ndan 12 adet stratigrafik kesit (ÖSK) ölçülmüştür. Adilceviz kireçtaşı'ndaki bazı düzeylerden alınan 210 adet örnek üzerinde petrografik ve paleontolojik incelemeler yapılmıştır. Bu ÖSK'lar ile paleontolojik ve petrografik bulgular çerçevesinde Alt Miyosen yaşlı Adilceviz kireçtaşı 6 mikrofasiyeye ayrılmıştır.

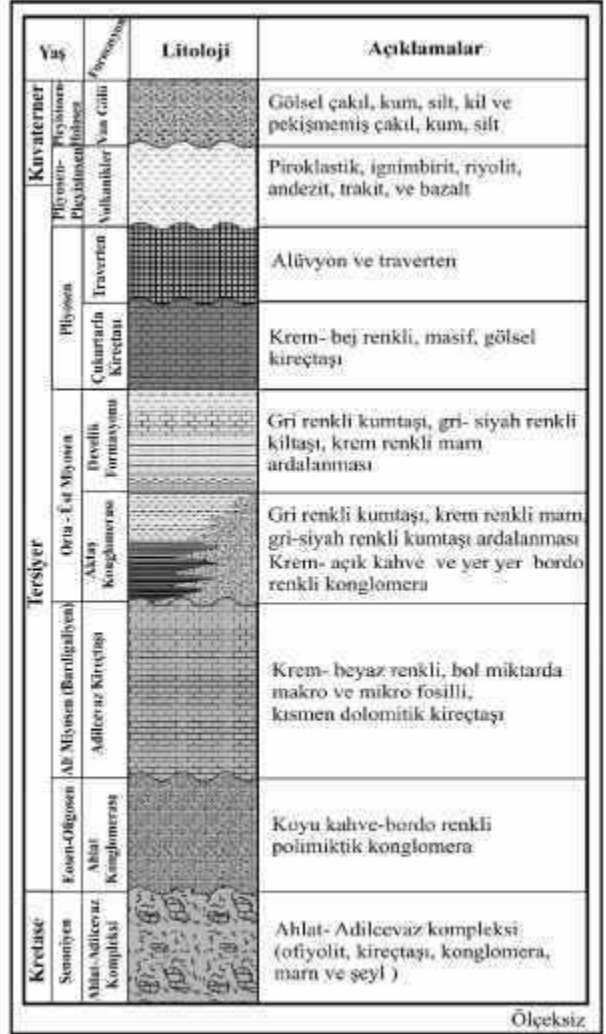
STRATİGRAFİ

Çalışma alanında Üst Kretase'den günümüze kadar süregelen birimler yüzeylenmektedir. Bölgede ofiyolitler, denizel ve gölsel çökeller ile volkanik birimler yüzlek vermektedir. Bu birimlerden temeli oluşturan Ahlat-Adilceviz kompleksi; ofiyolitik seriye ait serpantin, radyolarit, yastık lav, kireçtaşı, marn-şeyl ardalanması, yama resifleri ve konglomeradan oluşmaktadır. Bu konglomeralar, yukarıya doğru kumtaşlarına geçmektedir. Ahlat konglomerası ise, altındaki Ahlat-Adilceviz kompleksine ait değişik boyutlardaki çakılları içeren karasal bir birim özelliğindedir.

Adilceviz kireçtaşı; sığ deniz koşullarında çökelmiş, tabanında hızlı bir transgresyona işaret eden kumlu kireçtaşları ile başlamaktadır. Bunların üzerine yer yer dolomitleşmiş kireçtaşları gelmektedir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965). Bu kireçtaşı'nın üzerinde kumtaşı, silttaşı, kiltası ve marn ardalanmasından oluşan, sığ deniz koşullarında çökelen Develik formasyonu ve bu formasyon ile yanıl yönde geçişli yersel özellikte bir konglomera olan Aktaş konglomerası gözlenmektedir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965). Bu birimlerin üzerine ise yer yer marn ara tabakalı gölsel Çukurlarla kireçtaşı gelmektedir (Yeşilova vd., 2004).

Tüm bu birimlerin üzerine, çatlak ve yarıklara bağlı olarak çıkan karbonatlı suların etkisiyle çökelen travertenler ve volkanizma ile oluşan volkanitler gelmektedir. Bu volkanitler ise; tabanda aglomera ile başlamakta, daha sonra sırasıyla; pumis ve volkanik kül, tüf, hiyalodasit, obsidiyen, latit ve dasit, hipersten bazalt, andezit, hiyalandezit, riylit, volkanik breş, bazalt, pumis ve piroklastik akışıyla son bulmaktadır

(Demirtaşlı ve Pisoni, 1965). Son olarak tüm bu kayaların aşınmasıyla alüvyon malzemesi oluşmuştur; bu aşınma, günümüzde de devam etmektedir. Tüm bu birimlerin gösterildiği jeoloji haritası Şekil 1'de, stratigrafik kolon kesit ise Şekil 2'te verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

Figure 2. Generalized stratigraphic section of the study area

Adilceviz Kireçtaşı (Alt Miyosen)

Adilceviz kireçtaşı, Ahlat ile Adilceviz ilçeleri arasında, Tavşan Tepe'de, Erciş'e bağlı Çelebibag beldesinin batısında ve Van'a bağlı Erciş ilçesinin kuzeyinde yüzlek vermektedir (Şekil 1). Kireçtaşı; açık san-bej renkli, taze yüzeyleri ise beyaz-krem

renkli olup fosil kapsamaktadır. Tabanda Ahlat konglomerası; (Adilcevaz'da) Ahlat-Adilcevaz kompleksiyle aşınma yüzeyli olarak uyumsuzdur. Üst kısımlarda (Aktaş Tepe civarında) Aktaş konglomerası ile uyumsuz, diğer lokalitelerde ise Develik formasyonu ve volkanitler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Tabanda kumlu kireçtaşlarıyla başlayan birim (Şekil 3), üst seviyelere doğru yer yer dolomitleşmiş kireçtaşlarına geçmektedir. Birim, bu dolomitleşmiş kesimlerde çok sert ve aşınmaya karşı dirençlidir; ancak şiddetli tektonizma nedeniyle sık çatlaklı olabilmektedir. İçerdiği fosillere göre birime Burdigaliyen (Alt Miyosen) yaşı verilmiş ve Adilcevaz dolaylarında yüzeylediği için Adilcevaz kireçtaşı olarak adlandırılmıştır (Demirtaşlı ve Pisoni 1965).



Şekil 3. Adilcevaz kireçtaşı içindeki kumlu kireçtaşlarının arazi görünümü (GD'ya bakış).

Figure 3. Field view from the sand-limestone within the Adilcevaz Limestone (direction of view: SE)

Demirtaşlı ve Pisoni (1965), Muş ve Van havzasında mevcut olan çökellerin kumlu karbonatlı kesimlerinin Akitaniyen temsil ettiğini, Adilcevaz kireçtaşının da tabanının kumlu kireçtaşıyla başlamasından dolayı bu kesimlerinin Akitaniyen dönemini temsil edebileceğini düşündüğünü belirtmişlerdir. Ancak bu kumlu kireçtaşlarından alman örneklerde paleontolojik incelemeler sonucunda Akitaniyen'i temsil edebilecek herhangi bir bulgu ortaya çıkmamıştır.

Derin denizde oluşan Ahlat-Adilcevaz kompleksinin üzerine bölgesel bir yükselimden sonra karasal özellikli olan Ahlat konglomerası gelmektedir. Bu konglomeraların üzerine ise sığ karbonat şelfinde oluşan Adilcevaz kireçtaşının gelmesi bölgenin tekrar su altına girdiğinin bir göstergesidir.

SEDİMANTOLOJİ

Bu bölümde; çalışma alanında bulunan Adilcevaz kireçtaşından ölçülen 12 adet stratigrafik kesitlerin ayrıntılarına ve bu ölçülü stratigrafik kesitler boyunca alınan örnekler üzerinde yapılan mikrofasiyes analizinin yorumuna değinilecektir. Bu bölümdeki petrografik incelemeler, Dunham (1962)'ye, ortamsal yorumlar ise Wilson (1975)'e göre yapılmıştır

Adilcevaz Kireçtaşı

Bu formasyondan 12 stratigrafik kesit ölçülmüştür. Ölçülen kesitlerin güzergâhları Şekil 1'de verilmiştir. Gerek arazi gözlemleri gerekse alınan kayaç numunelerinden yapılan ince kesit örneklerinin petrografik ve paleontolojik incelemeleri sonucunda Adilcevaz kireçtaşı 6 alt mikrofasiyeye ayrılmıştır. Bu mikrofasiyesler sırasıyla;

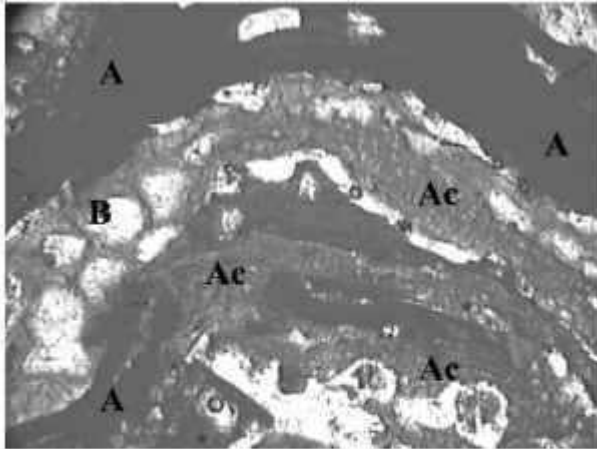
1. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi
2. Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi
3. Kırmızı algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi
4. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli kireç çakıtaşı mikrofasiyesi
5. Globigeriniidae'lı vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi
6. Kırmızı algli, Lepidocyclina'lı vaketaşı mikrofasiyesi olarak tespit edilmiştir (Yeşilova vd., 2005).

Ancak bu 6 mikrofasiyesin hepsi her istifte temsil edilmemektedir. En çok mikrofasiyesi kapsayan istif; Kırmızı algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi haricinde diğer tüm mikrofasiyesleri bünyesinde barındıran 12 nolu istiftir. Bu istif ise çalışma alanındaki Erciş'in Yukarı Işıklı mahallesinde gözlenmekte olup, içerdiği fosillere göre Burdigaliyen yaşını vermektedir.

1. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi

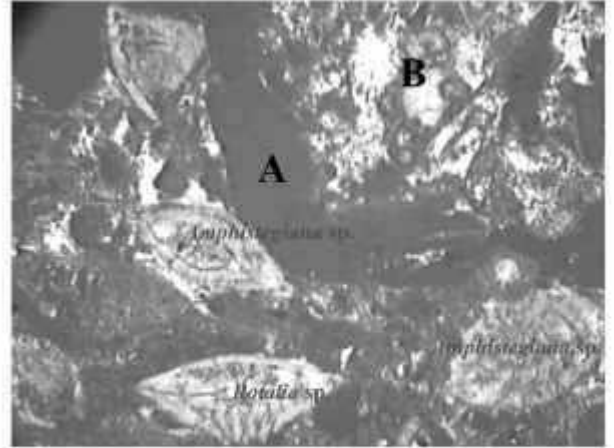
Bu mikrofasiyesin genel kalınlığı 80 m ile 330 m arasında değişim göstermekte, katmanlanma kalınlığı ise 7 mm ile 30 cm arasında değişmektedir. Krem-bej renginde olan bu mikrofasiyesin taze yüzeyleri bej-beyaz renklidir. Taneler, çoğu zaman birbirine temas halinde, bazen de bir kireç çamurunun içinde yüzer durumda bulunurlar. Tanelerin arasında kireç çamuru bulunduğundan bu mikrofasiyese vaketaşı-istiftaşı denilmiştir. Mikrofasiyesteki iskeletsel taneler, genelde köşeliden yuvarlağa değişen boyuttadır.

Mikrofasiyesin fosil kapsamım; kırmızı alg, *Amphistegina* sp., *Textulariidae*, *Borelis melo* (Fichtel ve Moll), *Borelis* sp., *Bryozoa*, *Acervuliniidae*, *Rotaliidae*, *Pelecypoda*, *Gastropoda*, *Echinoidae*, *Gypsina* sp., *Quinqueloculina* sp. ve *Miogypsinidae* oluşturmaktadır (Tanımlamalar, Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN ve Dr. Eşref ATABEY tarafından yapılmıştır). Kırmızı alg parçaları ile *Acervuliniidae*'lerin değişik boyutlarda ve köşeliden yuvarlağa değişen bir yuvarlaklığa sahip olması, bunların uzak mesafelerden taşınmadığına ve su enerjisinin de yüksek olmadığına işaret etmektedir (Şekil 4, Şekil 5). Bunun yanı sıra yuvarlağa yakın olan tanelerin yeniden işlenmiş olması ihtimali oldukça yüksektir. Diğer iskeletsel tanelerin değişik boyut ve şekillerde çökmesi, onların yerli yerinde bulunduğu bir kanıttır (Wilson, 1975).



Şekil 4. Kırmızı alg (A), Bryozoa (B) ve Acervuliniidae(Ac) (X10 büyütülmüştür).

Figure 4. Red algae (A), Bryozoa (B) and Acervuliniidae(Ac) (X10).



Şekil 5. Değişik boyutlardaki bentik foraminiferler (X10 büyütülmüştür).

Figure 5. Benthic foraminiferas in different sizes (X10).

Bu özellikleri, mikrofasiyesin sınırlı su dolaşımının olduğu bir lagün ortamında oluştuğunu göstermekte olup, Wilson (1975)'in standart fasiyes kuşakları sınıflamasında 8 nolu fasiyes kuşağına karşılık gelmektedir.

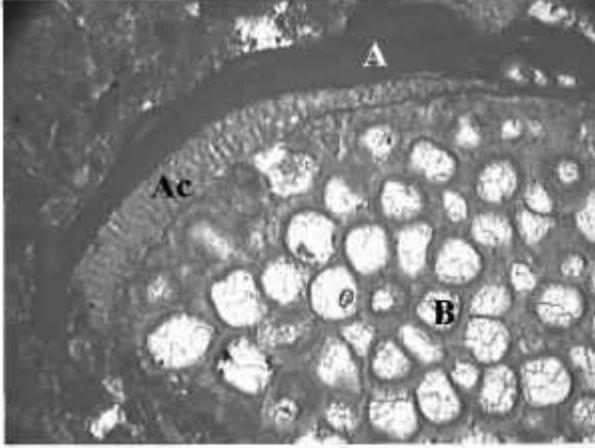
2. Kırmızı algli, Bryozoa'lubağlamtaşı mikrofasiyesi

Çok kalın tabakalı olup, kirli san-bej renginde ve taze yüzeyleri beyaz renklidir. Fasiyesin kalınlığı ince olduğu kesimlerde 35 m , kalın olduğu kesimlerde ise 85 m civarındadır. Kırmızı alg ve Bryozoa fosilleri gözle görülebilecek kadar büyüktür. Alg ve Bryozoa'lann tabakalanma eksenine dik ve kesintisiz olması yerli yerinde büyüme gösterdiğine işaret etmektedir.

Kırmızı alg, Bryozoa, *Acervuliniidae*, *Textulariidae*, *Amphistegina* sp., *Rotaliidae* ve *Valvulina* sp. bu birimin fosillerini oluşturmaktadır (Tanımlamalar, Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN ve Dr. Eşref ATABEY tarafından yapılmıştır) (Şekil 6-7).

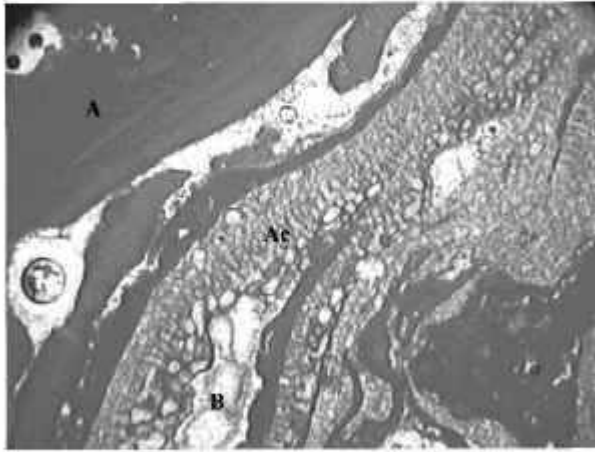
Kırmızı alglerin bolluğu ve bunların *Acervuliniidae* ve *Bryozoa*'lar ile bir bütün halinde gelişim göstermesi mikrofasiyesin gelişiminin şelfin merkezinde olduğu fikrini kuvvetlendirmektedir. Ayrıca *Textulariidae*, *Amphistegina* sp., *valvulina* sp., *Rotaliidae* gibi fosillerin bağlayıcı malzemesinin kırmızı alg, Bryozoa, *Acervuliniidae* olması, bu

mikrofasiyesin bağlamtaşı olduğuna işaret etmektedir. Özellikleri bu mikrofasiyesin şelf-lagün ortamında oluştuğunu göstermektedir. Kalın katmanlı ve açık renkli oluşu, fosil içeriği ve diğer birçok özelliğinden dolayı Wilson (1975)'in standart fasiyes kuşakları sınıflamasındaki 7 nolu fasiyes kuşağına karşılık gelmektedir.



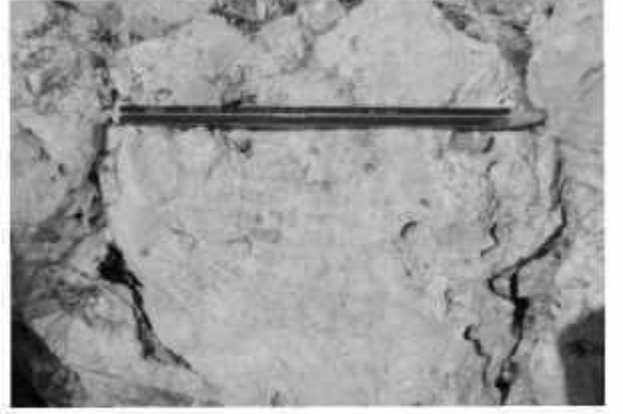
Şekil 6. ve Şekil 7. Kırmızı algli (A), Bryozoa'lı bağlamtaşı (B) mikrofasiyesinin incekesit görüntüleri (X10 büyütme)

Figure 6. and Figure 7. Thinsection views of the boundstone microfacies with red algae(A) and Bryozoa (B) (X10).



3. Kırmızı algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi

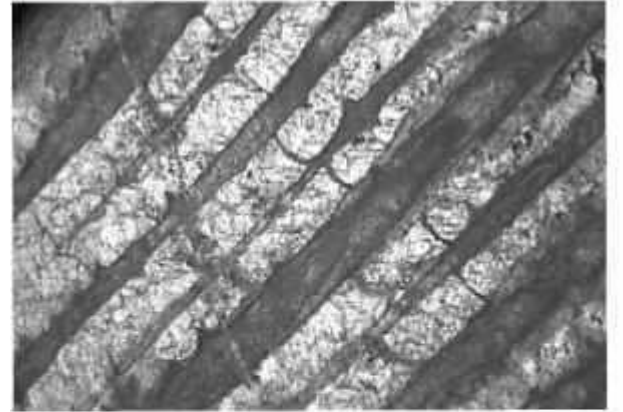
Bu mikrofasiyesin yanıl devamlılığı bulunmamakta, bazı yerlerde 1-2 metrelik kütleler halinde, bazı yerlerde ise 20-50 cm çapında parçalar halinde gözlenmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Mercan parçasından bir görünüm.

Figure 8. A view of a coral fragment.

Bu mikrofasiyeste; mercan, kırmızı alg, Acervuinae, Bryozoa ve Amphistegina sp. bulunmaktadır (Şekil 9). Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi içinde küçük parçalar halinde yayılıp gelişim gösterdiği için bu mikrofasiyesi de Wilson (1975)'in standart fasiyes kuşakları sınıflamasındaki 7 nolu fasiyes kuşağı içine dâhil etmek gerekmektedir.



Şekil 9. Kırmızı algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinden ince kesit görüntüsü (X10 büyütme).

Figure 9. Thinsection views of the Boundstone microfacies with red algae and coral (X10).

4. Kırmızı algli, Bryozoa'lı kireç çakıntaş mikrofasiyesi

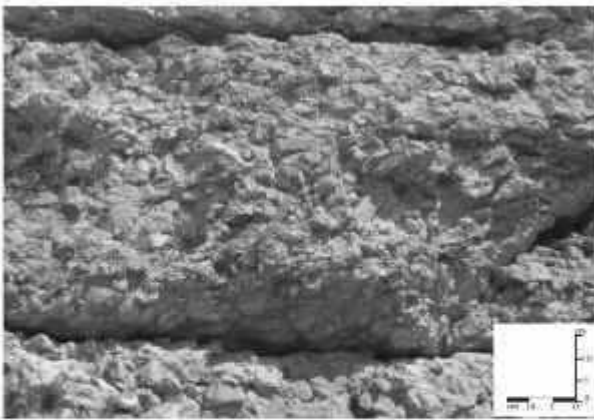
Bu pasiyes, 30 cm ile 2 m arasında değişen oranlarda katmanlanma göstermektedir. Genel kalınlığı ise 30 m ile 100 m arasındadır. Kahverengi-krem renginde olan bu katmanların taze yüzeyleri bej-beyaz renklidir. Kireçtaşı çakılları 3 cm boyutundan 35 cm boyutuna kadar değişim göstermektedir. Çakılların köşeli oluşu fazla taşınmadıklarına işaret etmektedir (Şekil 10 ve Şekil 11). Çakıllardaki taneler kireç çamurunun içinde yüzerken, çoğu yerde birbirine temas halindedir. İskeletsel tanelerin boylanması ve yuvarlaklanması kötüdür. Çakıllar

istiftaşı karakteri göstermektedir.



Şekil 10. Kireç çakılı taşın genel görünümü (Akçaoba yolu KD'ya bakış).

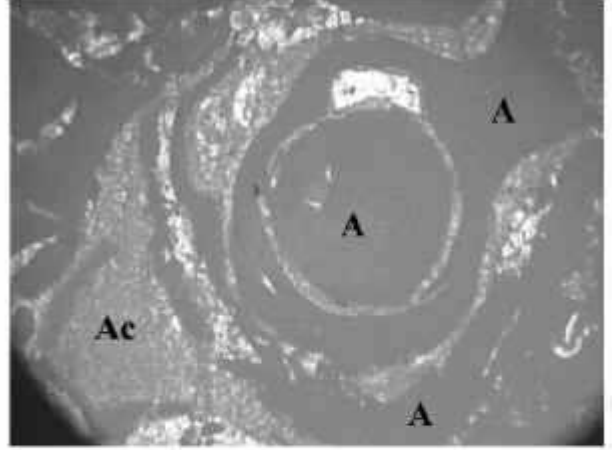
Figure 10. General view of lime gravel stone (Akçaoba Road, Direction of view:NE)



Şekil 11. Kireç çakılı taşın mostra görünümü (Akçaoba yolu KD'ya bakış).

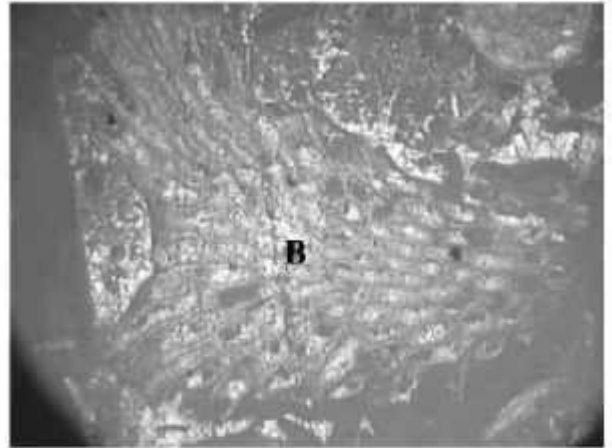
Figure 11. Outcrop view of lime gravel stone (Akçaoba Road, Direction of view:NE)

Fosil içeriği olarak; kırmızı alg, Bryozoa, Acervuliniidae Amphistegina sp., Textulariidae, Borelis sp., Gypsina sp., Quinqueloculina sp., Rotaliidae, Pelecypoda, Gastropoda, ve Echinoidae olarak saptanmıştır (Tanımlamalar, Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN ve Dr. Eşref ATABEY tarafından yapılmıştır) (Şekil 12 ve Şekil 13).



Şekil 12. Kireç çakılı taşındaki Kırmızı alg (A) ve Acervuliniidae (Ac) ilişkisi.

Figure 12. Relationship between Acervuliniidae (Ac) and red algae (A) in lime gravel stone



Şekil 13. Kireç çakılı taşındaki Bryozoa (B).

Figure 13. Bryozoa (B) in the lime gravel stone

Bu fasiyes "kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi"nden kopan çakılların koparıldıkları yerin yakınında çökelmeleri sonucu oluşmuştur. Kırmızı alg parçalarının ve Acervuliniidae'lerin değişik boyutlarda olmaları ve köşeliden yuvarlağa

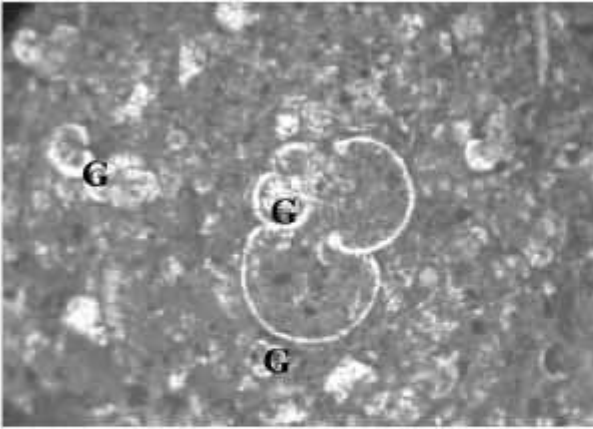
değişen bir yuvarlaklığa sahip olmaları bunların uzak mesafelere taşınmadığına, su enerjisinin de yüksek olmadığına işaret etmektedir. İskeletsel tanelerin ise değişik boyut ve şekillerde çökmesi, onların yerli yerinde bulunduğu bir kanıtıdır. Kireçtaşı çakıllarının da köşeli ve değişik boylarda olması, kopandıkları yerin hemen yakınında çöktüklerini göstermektedir. Bu özelliklere göre bu kaya birimi yamaç ortamında depolanmıştır.

Çakıllarının köşeli, koyudan açığa bir renk aralığında oluşu, değişik boyutlarda çakıl içermesi ve olduğu yer dikkate alındığında, Wilson (1975)'in standart fasiyes kuşakları sınıflamasında 4 nolu fasiyes kuşağına karşılık gelmektedir.

5. Globigeriniidae'lı vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi

Fasiyesin kalınlığı 110 m ile 260 m arasında değişmektedir. Katman kalınlığından ise 3-20 cm arasında değişim göstermektedir. Krem-sarı rengindeki tabakaların taze yüzeyleri beyaz renklidir. Taneler yuvarlak, kötü boylanmalı ve bir çamur matrisinde yüzer konumdadır.

Fosil içeriği yönünden bakıldığında; Globigeriniidae, Kırmızı alg, Bryozoa, Textulariidae, Ostracoda, Quinqueloculina sp., Amphistegina sp., Miogypsinidae, Rotaliidae, Pelecypoda, Gastropoda, Ditrupa cornea, ve Echinoidae 'ler saptanmıştır (Tanımlamalar, Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN ve Dr. Eşref ATABEY tarafından yapılmıştır).



Şekil 14. Mikrit içindeki Globigeriniidae'ler (G) (X10 büyütme)

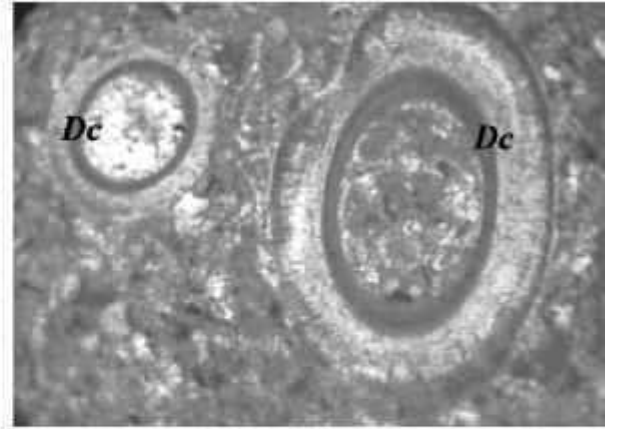
Figure 14. Globigeriniidae's (G) in micrite (X10).

Globigeriniidae'ler bol miktarda, az miktarda Ditrupa cornea'lar, Pelecypoda ve Gastropoda'lar kırıntılar halinde, Kırmızı alg parçaları ise yuvarlak yalın durumda gözlenmektedir. Kırmızı alglerin küçük ve yuvarlak olması, bunların taşındığına ve enerjinin yüksek olduğuna işaret eder. Bir başka olasılık ise Globigeriniidae'lerin derinden sığa fırtına dalgalarıyla taşınmış olmasıdır. Ancak böyle bir durumda; fırtına yapılarının arazide gözlenmesi gerekmektedir. Gerek bu yapıların bulunmaması gerekse kırmızı alg ve diğer sığ formların yuvarlak oluşu Globigeriniidae'lerin değil de diğer formların taşındığını göstermektedir. Tüm bu özelliklere dayanarak bu mikrofasiyesin, şelf önü veya derin deniz ortamında çöktüğü belirtilebilir (Wilson, 1975)(Şekil 14 ve Şekil 15).

Tüm bu özellikler dikkate alındığında, bu birimin Wilson (1975)'in standart fasiyes kuşakları sınıflamasındaki 3 nolu fasiyes kuşağına karşılık geldiği varsayılmaktadır.

6. Kırmızı algli, Lepidocyclina'lı vaketaşı mikrofasiyesi

Tabakalı ve nadiren masif halde gözlenmektedir. Fasiyesin ortalama kalınlığı 85 m, katmanlarına kalınlığı 3 mm den 35 cm ye kadar değişim göstermektedir. San-krem renginde olan bu tabakaların kılma yüzeyleri diğer mikrofasiyeslerde olduğu gibi beyaz renkli ve bünyesinde bulunan tüm taneler kireç çamuru içerisinde yüzer konumdadır. Kırmızı algler ve iskeletsel tanelerin çoğu az yuvarlak ve iyi boylanmıştır.

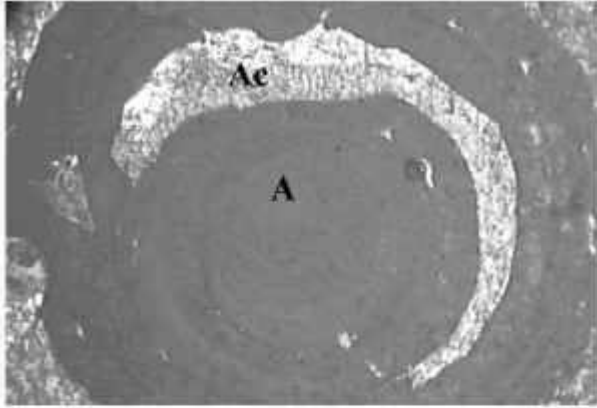


Şekil 15. Boyuna kesilmiş Ditrupa cornea (Dc) (X10 büyütme)

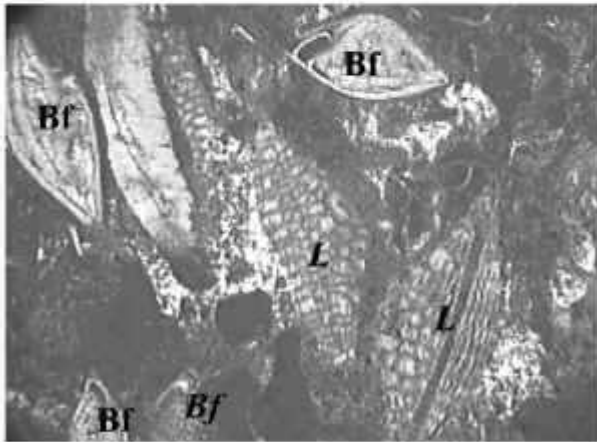
Figure 15. Longitudinal cut Ditrupa cornea (Dc) (X10).

Fosil içeriği olarak; kırmızı alg, *Lepidocyclina*, *Amphistegina* sp., *Bryozoa*, *Miogypsinidae*, *Rotaliidae*, *Pelecypoda*, *Gastropoda*, *Acervuliniidae*, ve *Echinoidae* saptanmıştır (Tannnlamalar, Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN ve Dr. Eşref ATABEY tarafından yapılmıştır).

Kırmızı alg ve *Acervuliniidae*'lerin yuvarlağa yakın olması bunların taşındıklarına ve suyun enerjisinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Diğer fosillerin yaklaşık olarak aynı büyüklükte olması ve sığda yaşayan formların neredeyse yuvarlağa yakın olması, bu formların taşındığını göstermektedir. Ancak bol miktarda *Lepidocyclina*'ların olması ve bunların değişik boyutlarda bulunması, bu mikrofasiyesin şelf önü veya derin deniz ortamında çökeldiğine işaret etmektedir (Şekil 16 ve Şekil 17).



Şekil 16. Kırmızı alg (A) ve *Acervuliniidae* (Ac) ilişkisi (X30 büyütme)
Figure 16. Relation ship between *Acervuliniidae* (Ac) and red algae (A) (X30).



Şekil 17. *Lepidocyclina*'lar (L) ve diğer bentik foraminiferler (Bf) (X10 büyütme)
Figure 17. Other benthic foraminiferas (Bf) and *Lepidocyclina*'s (L) (X10).

Gerek çökelme ortamı ve gerekse katmanlarına, renk, canlı içeriği ve diğer birçok özelliğinden dolayı Wilson (1975)'in standart fasiyes kuşakları sınıflamasındaki 3 nolu fasiyes kuşağına karşılık gelmektedir.

Mikrofasiyes Toplulukları ve İstifler

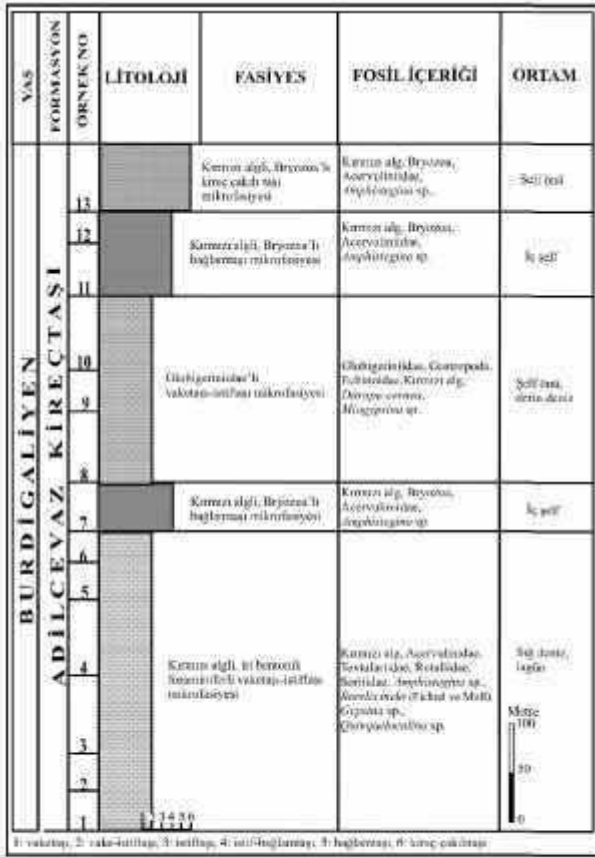
Adilcevaz kireçtaşı'nda ölçülen 12 stratigrafik kesitin ayrıntıları göz önüne alındığında; Digis mahallesi 1. (ÖSK 1) ve 2. (ÖSK 2) kesiti, Seydikar Dağı (ÖSK 3) kesiti, Adilcevaz Kalesi (ÖSK 5) kesiti, Akçaoba (ÖSK 9) kesiti, Karayolları mıcır ocağı (ÖSK 10) kesiti ve Çelebibağ (ÖSK 11) kesiti birbirlerine benzedikleri için 1. ölçülü stratigrafik kesit grubu içinde anlatılacaktır. Aktaş Tepe (ÖSK 4) kesiti, Tavşan Tepe (ÖSK 6) kesiti, Köşmer Dağı (ÖSK 7) kesiti ve Ziyaret Dağı (ÖSK 8) kesitinin de birbirlerine benzedikleri tespit edilmiştir. Bu kesitler ise 2. ölçülü stratigrafik kesit grubu içinde anlatılacaktır. Erciş (ÖSK 12) kesiti ise kırmızı algli, *Lepidocyclina*'lı vaketası mikrofasiyesini içeren tek kesit olması itibari ile tüm kesitlerden ayrı tutulmuş olmasına karşın 1. ölçülü stratigrafik kesit grubu içinde anlatılacaktır.

1. Ölçülü Stratigrafik Kesit Grubu

Tabanda kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi (sığ deniz, lagün) ile başlamaktadır. Yer yer kırmızı algli, mercanlı bağlamtaşı mikrofasiyesi kütleler halinde bulunmaktadır. Mikrofasiyesin üzerine kırmızı algli, *Bryozoa*'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi (iç şelf) gelmektedir. *Globigeriniidae*'li vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi (şelf önü, derin deniz) bu iki mikrofasiyesin üzerinde yer almaktadır. Bunun üzerine ise kırmızı algli, *Bryozoa*'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi (iç şelf) gelmektedir. En üste ise; kırmızı algli, *Bryozoa*'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinden türemiş çakılların oluşturduğu kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli kireç çakıltaşı mikrofasiyesi (şelf önü) gelmektedir (Şekil 18).

Erciş ölçülü stratigrafik kesitinde *Lepidocyclina*'lı vaketası mikrofasiyesi *Globigeriniidae*'li vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi ile kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesinin arasında yer almaktadır. Sığ deniz-lagünü temsil eden mikrofasiyesin üzerine, iç şelfi temsil eden mikrofasiyesin ve bu

mikrofasiyesin de üzerine derin denizi temsil eden Globigeriniidae'lı vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesinin gelmesi bölgede bir transgresyonun başladığını göstermektedir. Tüm bunların üzerine ise iç şelfi temsil eden kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi gelmektedir. Bu da bölgede bir regresyon olduğunu göstermektedir. İç şelfi temsil eden kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin üzerine de yine bu mikrofasiyeden kopan parçaların oluşturduğu ve şelf önünü temsil eden kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli kireç çakıhtaşı mikrofasiyesinin gelmesi ise bölgede ikinci bir transgresyonun başladığını göstermektedir.



Şekil 18. Digiş mahallesi 1. ölçümlü stratigrafik kesiti (ÖSK 1).

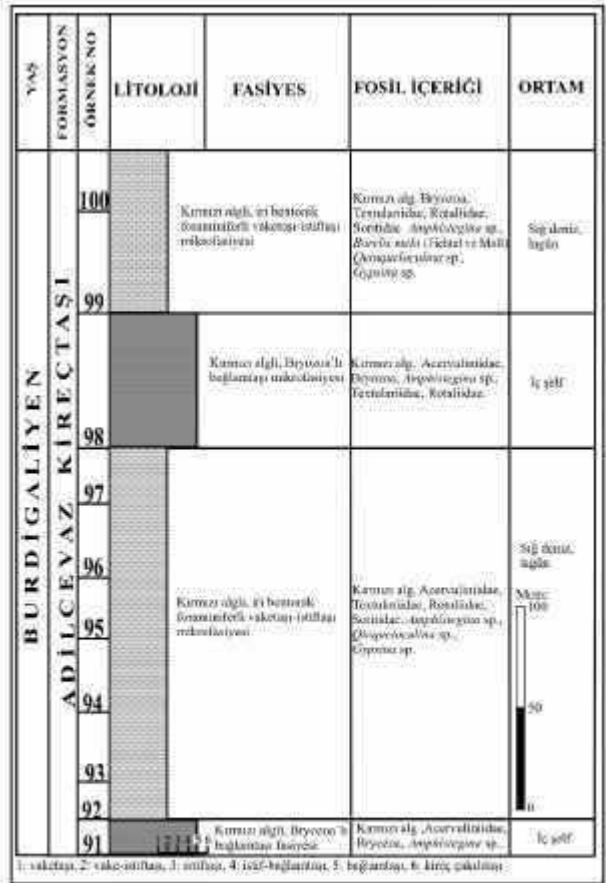
Figure 18. Measured stratigraphic section from Digiş parish (MSS 1).

2. Ölçümlü Stratigrafik Kesit Grubu

2. ölçümlü stratigrafik kesit grubunda bulunan mikrofasiyeler sırasıyla şunlardır; Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi (iç şelf), Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı

mikrofasiyesi (sığ deniz, lagün), Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi (iç şelf) ve Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesidir (sığ deniz, lagün).

1. ölçümlü stratigrafik kesit grubunun düşey devamı olan ve bu mikrofasiyelerin üst kesimlerini temsil eden 2. ölçümlü stratigrafik kesit grubunda; iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin üzerine sığ deniz, lagünü temsil eden Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesinin gelmesi bölgede bir regresyonu göstermektedir. Bunların üzerine yine iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin gelmesi bir transgresyona işaret eder. Ancak bu mikrofasiyesin üzerine tekrar Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesinin gelmesi bölgede ikinci bir regresyonu göstermektedir (Şekil 19).



Şekil 19. Köşmer Dağı ölçümlü stratigrafik kesiti (ÖSK 7).

Figure 19. Measured stratigraphic section from Köşmer mountain (MSS 7).

BurdigaliyenPaleocoğrafyası

Demirtaşlı ve Pisoni (1965) çalışmalarında Miyosen öncesi karasal şartların hüküm sürdüğü Adilcevaz bölgesinde, Miyosen başlarında suların yükselmesi ile karasal koşulların yerini denizel koşullara bıraktığını, Pliyosen'de denizin tamamen çekilmesine kadar da böyle devam ettiğini belirtmişlerdir.

Suların yükselmesiyle birlikte, Ahlat-Adilcevaz yükseliminin olduğu kıyı kesiminde karbonat şelfi oluşurken, bu şelfte, su yüzeyine doğru büyüme gösteren kırmızı algler, Bryozoa'lar ve Acervuliniidae'lar gelişim göstermişlerdir. Bu fosillere iri bentonik foraminiferlerle, diğer canlılar da eşlik etmiştir. Oluşan bu şelfin G-GD tarafında serbest su dolaşımı açık bir havza, K-KB tarafında ise sınırlı su dolaşımının olduğu lagünel bir alan oluşmaya başlamıştır.

Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarına göre ilk olarak sığ deniz koşullarında, Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı, sulann yükselmesine bağlı olarak iç şelf ortamında, Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı ve daha derinlerde Globigeriniidae'li vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi oluşmuştur. Tüm bu oluşumlar bölgede bir transgresyon olduğunu göstermektedir. Zaman-mekan ilişkisi içerisinde çökelim devam etmiş ve mevcut mikrofasiyelerin üzerlerine, iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı ve şelf önünde de Kırmızı algli, Bryozoa'lı kireç çakıhtaşı birikmiştir. Bu istifler, bölgede ikinci bir transgresyonun olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda birbirlerinin yanal devamı olan ÖSK 1, ÖSK 2, ÖSK 3, ÖSK 5, ÖSK 9, ÖSK 10, ÖSK 11 ve ÖSK 12 bu durumu göstermektedir.

Bu ÖSK'larm haricinde kalan ve birbirlerinin yanal devamı olan; ÖSK 4, ÖSK 6, ÖSK 7 ve ÖSK 8 aynı zamanda diğer ÖSK'larm da üst kesimlerini ifade etmektedir. Bu ÖSK'lar ve arazi sonuçlarına göre; iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin üzerine sığ deniz koşullarında çökelmiş olan Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi gelmiştir. Bu durum da bize bölgede bir regresyonun başladığını göstermektedir. Ancak sığ denizi temsil eden mikrofasiyesin üzerine tekrar iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin

gelmesi bölgede kısa süreli de olsa transgresyonun gerçekleştiğini göstermektedir. ÖSK 4, ÖSK 6 ve ÖSK 7'de ikinci kez tekrarlanan Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin kalınlığı bu transgresyonun regresyon sürelerine göre daha kısa sürdüğünü ispatlamaktadır. Ancak yine bölgede iç şelfi temsil eden mikrofasiyesin üzerine tekrar sığ deniz koşullarında çökelmiş olan Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesinin gelmesi bölgede ikinci regresyonun başladığını göstermektedir.

Bölgede bu mikrofasiyesin üzerinde başka bir mikrofasiyese rastlanılmamıştır. Bu durum bu regresyonun Adilcevaz kireçtaşının gelişimindeki son jeolojik olay olduğunu göstermektedir. Denizin bölgeyi terk etmesiyle birlikte karasal konuma geçen Adilcevaz kireçtaşında aşınmalar meydana gelmiştir. Aşınan bu malzeme tekrar su altında Aktaş konglomerasını oluşturmuştur. Dolayısıyla Aktaş konglomeraları yelpaze deltası ürünüdür.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İnceleme alanı içinde yapılan genel jeoloji ve mikrofasiyes çalışmaları sonrasında elde edilen bulgular ve tartışmalı konular aşağıda verilmiştir:

1. Eosen-Oligosen zamanında bölgede karasal şartlar hüküm sürmekte iken bölgenin yanal devamlılığı olan Van ve Muş havzalarında denizel şartlar hüküm sürmüştür (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965). Alt Miyosende bölgesel bir transgresyon olmuş ve daha sonra Miyosen sonuna doğru deniz bölgeden çekilmiştir. Üst Miyosen-Alt Pliyosen zamanlarında ise bölgede göl sel şartlar hüküm sürmüştür. Senozoyik sonunda başlayıp son çağa kadar kesintili bir şekilde devam eden volkanik faaliyetler çeşitli lav ve piroklastiklerin oluşumuna sebebiyet vermiştir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965).

2. Adilcevaz kireçtaşından alınan kayaç örneklerinden yapılan incekesitlerin petrografik ve paleontolojik incelemeleri sonucu;

- A. Kırmızı algli, Lepidocyclina'lı vaketaşı mikrofasiyesi
- B. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi
- C. Globigeriniidae'li vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi
- D. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli kireç çakıhtaşı mikrofasiyesi
- E. Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı

mikrofasiyesi

F. KIRMIZI algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi olmak üzere toplam 6 adet mikrofasiyesi belirlenmiştir.

3. Yapılan çalışmalar Adilcevaz kireçtaşının kırmızı alglerin büyüüp geliştiği bir karbonat şelfinde oluştuğunu göstermiştir.

4. İnceleme alanında Üst Miyosen yaşlı denizel çökeller bölgenin Miyosen sonuna kadar su altında kaldığını göstermektedir. Ancak çalışma alanının GGD'sunda (Aktaş Tepe, Ziyaret Dağı, Gedikboğazı hattının Kuzeyi) Burdigaliyen'den yaşlı denizel bir çökelin bulunmaması, Burdigaliyen'in sonunda inceleme alanının bu kesimlerinde denizin tamamen çekildiğini göstermektedir. Yine inceleme alanının KKB'smda (Aktaş Tepe, Ziyaret Dağı, Gedikboğazı hattının Güneyi) Üst Miyosen yaşlı denizel çökellerin bulunması bu kesimin Üst Miyosen sonuna kadar su altında kaldığını göstermektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar; fosil tanımlamaları için Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN'e (Yüzüncü Yıl Üniversitesi) ve Dr. Eşref ATABEY'e (MTA Genel Müdürlüğü), arazi çalışmalarındaki katkıları için Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABIYIKOĞLU'na (Yüzüncü Yıl Üniversitesi), Araş. Gör. Serkan ÜNER'e (Hacettepe Üniversitesi) ve Araş. Gör. Pelin GÜNGÖR YEŞİLOVA'ya (Yüzüncü Yıl Üniversitesi) teşekkürü bir borç bilirlir. Bu çalışma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nın maddi desteğiyle (YYÜ-BAP 2003-MİM-061 no'lu proje) gerçekleştirilmiştir.

EXTENDED

SUMMARY

The aim of this study is to determine the sedimentological characteristics of lower Miocene (Burdigalian) aged Adilcevaz limestone which outcrops north of lake Van, to determine the depositional environments of this limestone by means of facies analysis and to make a paleogeographical approach to the study area.

Upper Cretaceous aged Ahlat-Adilcevaz complex, Eocene-Oligocene aged Ahlat conglomerate, Lower Miocene aged Adilcevaz Limestone, Middle-Upper Miocene Aged Aktaş conglomerate and Develik Formation, Pliocene aged

Çukurtarla limestone, Pleistocene aged travertine, alluvium, volcanites and Holocene aged Van Gölü formation outcrop in the study area, from bottom to top stratigraphically.

in the Adilcevaz limestone, 12 stratigraphic sections were measured during field studies and thin sections of 210 samples were prepared. The limestone was separated to 6 facies according to petrographical and paleontological studies which were done on these thin sections. These facies are:

1. Wackestone-packstone facies with red algae and coarse benthic foraminifera
2. Boundstone facies with red algae and Bryozoa
3. Boundstone facies with red algae and coral
4. Calcirudite facies with red algae and coarse benthic foraminifera
5. Wackestone-packstone facies with Globigerinoidae
6. Wackestone facies with red algae and Lepidocyclus

The facieses were interpreted according to Mison (1975,) and the facies's properties and depositional environments were determined as follows.

1. Wackestone-packstone facies with red algae and coarse benthic foraminifera: This facies was formed in a lagoon environment that has limited water circulation. The light color, fossil content, bedding type and lithology (dolomite limestone) of the facies indicate Wilson (1975) standard facies belt no: 8

2. Boundstone facies with red algae and Bryozoa: This facies was formed in a shelf-lagoon environment. Its thick bedding, light color, and fossil content (among other characteristics lead to an identification as facies belt no: 7

3. Boundstone facies with red algae and coral: The facies contains small parts of corals and it is also interpreted as facies belt no: 7

4. Calcirudite facies with red algae and coarse benthic foraminifera: This facies was formed in a slope front. When its angular pebbles of different sizes, its color ranging from dark to light and the location of the formation are considered, the facies belt number is taken to be 4.

BurdigaliyenPaleocoğrafyası

Demirtaşlı ve Pisoni (1965) çalışmalarında Miyosen öncesi karasal şartların hüküm sürdüğü Adilcevaz bölgesinde, Miyosen başlarında suların yükselmesi ile karasal koşulların yerini denizel koşullara bıraktığını, Pliyosen'de denizin tamamen çekilmesine kadar da böyle devam ettiğini belirtmişlerdir.

Suların yükselmesiyle birlikte, Ahlat-Adilcevaz yükseliminin olduğu kıyı kesiminde karbonat şelfi oluşurken, bu şelfte, su yüzeyine doğru büyüme gösteren kırmızı algler, Bryozoa'lar ve Acervuliniidae'lar gelişim göstermişlerdir. Bu fosillere iri bentonik foraminiferlerle, diğer canlılar da eşlik etmiştir. Oluşan bu şelfin G-GD tarafında serbest su dolaşımı açık bir havza, K-KB tarafında ise sınırlı su dolaşımının olduğu lagünel bir alan oluşmaya başlamıştır.

Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarına göre ilk olarak sığ deniz koşullarında, Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı, sulann yükselmesine bağlı olarak iç şelf ortamında, Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı ve daha derinlerde Globigeriniidae'li vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi oluşmuştur. Tüm bu oluşumlar bölgede bir transgresyon olduğunu göstermektedir. Zaman-mekan ilişkisi içerisinde çökelim devam etmiş ve mevcut mikrofasiyeslerin üzerlerine, iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı ve şelf önünde de Kırmızı algli, Bryozoa'lı kireç çakıhtaşı birikmiştir. Bu istifler, bölgede ikinci bir transgresyonun olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda birbirlerinin yanal devamı olan ÖSK 1, ÖSK 2, ÖSK 3, ÖSK 5, ÖSK 9, ÖSK 10, ÖSK 11 ve ÖSK 12 bu durumu göstermektedir.

Bu ÖSK'larm haricinde kalan ve birbirlerinin yanal devamı olan; ÖSK 4, ÖSK 6, ÖSK 7 ve ÖSK 8 aynı zamanda diğer ÖSK'larm da üst kesimlerini ifade etmektedir. Bu ÖSK'lar ve arazi sonuçlarına göre; iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin üzerine sığ deniz koşullarında çökelmiş olan Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi gelmiştir. Bu durum da bize bölgede bir regresyonun başladığını göstermektedir. Ancak sığ denizi temsil eden mikrofasiyesin üzerine tekrar iç şelfi temsil eden Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin

gelmesi bölgede kısa süreli de olsa transgresyonun gerçekleştiğini göstermektedir. ÖSK 4, ÖSK 6 ve ÖSK 7'de ikinci kez tekrarlanan Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı mikrofasiyesinin kalınlığı bu transgresyonun regresyon sürelerine göre daha kısa sürdüğünü ispatlamaktadır. Ancak yine bölgede iç şelfi temsil eden mikrofasiyesin üzerine tekrar sığ deniz koşullarında çökelmiş olan Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesinin gelmesi bölgede ikinci regresyonun başladığını göstermektedir.

Bölgede bu mikrofasiyesin üzerinde başka bir mikrofasiyese rastlanılmamıştır. Bu durum bu regresyonun Adilcevaz kireçtaşının gelişimindeki son jeolojik olay olduğunu göstermektedir. Denizin bölgeyi terk etmesiyle birlikte karasal konuma geçen Adilcevaz kireçtaşında aşınmalar meydana gelmiştir. Aşınan bu malzeme tekrar su altında Aktaş konglomerasını oluşturmuştur. Dolayısıyla Aktaş konglomeraları yelpaze deltası ürünüdür.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İnceleme alanı içinde yapılan genel jeoloji ve mikrofasiyes çalışmaları sonrasında elde edilen bulgular ve tartışmalı konular aşağıda verilmiştir:

1. Eosen-Oligosen zamanında bölgede karasal şartlar hüküm sürmekte iken bölgenin yanal devamlılığı olan Van ve Muş havzalarında denizel şartlar hüküm sürmüştür (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965). Alt Miyosende bölgesel bir transgresyon olmuş ve daha sonra Miyosen sonuna doğru deniz bölgeden çekilmiştir. Üst Miyosen-Alt Pliyosen zamanlarında ise bölgede göl sel şartlar hüküm sürmüştür. Senozoyik sonunda başlayıp son çağa kadar kesintili bir şekilde devam eden volkanik faaliyetler çeşitli lav ve piroklastiklerin oluşumuna sebebiyet vermiştir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965).

2. Adilcevaz kireçtaşından alınan kayaç örneklerinden yapılan incekesitlerin petrografik ve paleontolojik incelemeleri sonucu;

- A. Kırmızı algli, *Lepidocyclina*'lı vaketaşı mikrofasiyesi
- B. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi
- C. *Globigeriniidae*'li vaketaşı-istiftaşı mikrofasiyesi
- D. Kırmızı algli, iri bentonik foraminiferli kireç çakıhtaşı mikrofasiyesi
- E. Kırmızı algli, Bryozoa'lı bağlamtaşı

mikrofasiyesi

F. KIRMIZI algli, Mercan'lı bağlamtaşı mikrofasiyesi olmak üzere toplam 6 adet mikrofasiyesi belirlenmiştir.

3. Yapılan çalışmalar Adilcevaz kireçtaşının kırmızı alglerin büyüüp geliştiği bir karbonat şelfinde oluştuğunu göstermiştir.

4. İnceleme alanında Üst Miyosen yaşlı denizel çökeller bölgenin Miyosen sonuna kadar su altında kaldığını göstermektedir. Ancak çalışma alanının GGD'sunda (Aktaş Tepe, Ziyaret Dağı, Gedikboğazı hattının Kuzeyi) Burdigaliyen'den yaşlı denizel bir çökelin bulunmaması, Burdigaliyen'in sonunda inceleme alanının bu kesimlerinde denizin tamamen çekildiğini göstermektedir. Yine inceleme alanının KKB'smda (Aktaş Tepe, Ziyaret Dağı, Gedikboğazı hattının Güneyi) Üst Miyosen yaşlı denizel çökellerin bulunması bu kesimin Üst Miyosen sonuna kadar su altında kaldığını göstermektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar; fosil tanımlamaları için Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN'e (Yüzüncü Yıl Üniversitesi) ve Dr. Eşref ATABEY'e (MTA Genel Müdürlüğü), arazi çalışmalarındaki katkıları için Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABIYIKOĞLU'na (Yüzüncü Yıl Üniversitesi), Araş. Gör. Serkan ÜNER'e (Hacettepe Üniversitesi) ve Araş. Gör. Pelin GÜNGÖR YEŞİLOVA'ya (Yüzüncü Yıl Üniversitesi) teşekkürü bir borç bilirlir. Bu çalışma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nın maddi desteğiyle (YYÜ-BAP 2003-MİM-061 no'lu proje) gerçekleştirilmiştir.

EXTENDED

SUMMARY

The aim of this study is to determine the sedimentological characteristics of lower Miocene (Burdigalian) aged Adilcevaz limestone which outcrops north of lake Van, to determine the depositional environments of this limestone by means of facies analysis and to make a paleogeographical approach to the study area.

Upper Cretaceous aged Ahlat-Adilcevaz complex, Eocene-Oligocene aged Ahlat conglomerate, Lower Miocene aged Adilcevaz Limestone, Middle-Upper Miocene Aged Aktaş conglomerate and Develik Formation, Pliocene aged

Çukurtaarla limestone, Pleistocene aged travertine, alluvium, volcanites and Holocene aged Van Gölü formation outcrop in the study area, from bottom to top stratigraphically.

in the Adilcevaz limestone, 12 stratigraphic sections were measured during field studies and thin sections of 210 samples were prepared. The limestone was separated to 6 facies according to petrographical and paleontological studies which were done on these thin sections. These facies are:

1. Wackestone-packstone facies with red algae and coarse benthic foraminifera
2. Boundstone facies with red algae and Bryozoa
3. Boundstone facies with red algae and coral
4. Calcirudite facies with red algae and coarse benthic foraminifera
5. Wackestone-packstone facies with Globigerinoidae
6. Wackestone facies with red algae and Lepidocyclina

The facieses were interpreted according to Mison (1975,) and the facies's properties and depositional environments were determined as follows.

1. Wackestone-packstone facies with red algae and coarse benthic foraminifera: This facies was formed in a lagoon environment that has limited water circulation. The light color, fossil content, bedding type and lithology (dolomite limestone) of the facies indicate Wilson (1975) standard facies belt no: 8

2. Boundstone facies with red algae and Bryozoa: This facies was formed in a shelf-lagoon environment. Its thick bedding, light color, and fossil content (among other characteristics) lead to an identification as facies belt no: 7

3. Boundstone facies with red algae and coral: The facies contains small parts of corals and it is also interpreted as facies belt no: 7

4. Calcirudite facies with red algae and coarse benthic foraminifera: This facies was formed in a slope front. When its angular pebbles of different sizes, its color ranging from dark to light and the location of the formation are considered, the facies belt number is taken to be 4.



Determination of the Morpho-Tectonic Features and Stress-State of a Region Using Geographic Information Techniques: A Case Study from the İsmetpaşa-Gerede Segment of the North Anatolian Fault Zone

Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Bir Bölgenin Morfo-Tektonik Karakteristiklerinin ve Gerilme Durumunun Belirlenmesi: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İsmetpaşa-Gerede Kesiminden Örnek Bir Çalışma

N. Kerem KUTERDEM General Directorate of Disaster Affairs, Earthquake Research Department,
Eskisehir Yolu, Lodumlu, 06530, Ankara, TURKEY
kuterdem@depem.gov.tr

Kadir DIRİK Hacettepe University, Geological Engineering Department, Tectonic Research
Lab., Beytepe, 06810, Ankara, TURKEY

ABSTRACT

Recent developments in computer programs and information technology have resulted in an increasing interest in the use of DEMs in tectonic studies. Geographic Information Systems (GIS) and Digital Elevation Models (DEM) have been extensively used in morphological and tectonic studies and give good results, especially in revealing the morpho-tectonic features of a geologically unknown region. The study reported here comprises the extraction and analysis of landforms using the geographic information system analysis of a region where strike slip faulting has a dominant role in the formation of landforms. The morpho-tectonic characteristics of the area, which stretches from a point East of Gerede to İsmetpaşa on the North Anatolian Fault Zone (NAFZ), were studied using GIS and digital mapping techniques. Landsat ETM+ and shaded relief images were also used in order to perform lineament analysis. Typical landforms associated with a strike slip faulting regime, like offset streams, sag ponds etc. were recognized by DEM and the results were supported with field observations. The advantages and drawbacks of the use of GIS in tectonomorphologic studies are discussed as the result of this work.

Keywords: GIS, lineament, North Anatolian Fault Zone (NAFZ), tectono-morphology.

ÖZ

Bilgisayar sistemleri ve bilgi teknolojilerindeki son gelişmeler ve sayısal yükseklik modellerinin popüler bir şekilde kullanımları tektonik ve morfolojik çalışmalarda sayısal arazi modellerinin kullanımına olan ilgiyi arttırmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Sayısal Yükseklik modelleri (SYM) tektonik ve morfolojik çalışmalarda, özellikle çok fazla bilgi sahibi olunamayan bölgelerin tektono-morfolojik özelliklerinin ortaya konulmasında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma yeryüzü şekillerinin oluşumunda doğrultu atımlı faylanmanın etkin bir rol oynamakta olduğu ortamda meydana gelen yeryüzü şekillerinin CBS yardımıyla belirlenmesini ve analizini kapsamaktadır. Bu çalışma ile Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Gerede doğusu ile İsmetpaşa arasında kalan kesiminin tektono-morfolojik özellikleri CBS ve sayısal haritalama teknikleri kullanarak çalışılmıştır. Ayrıca Landsat ETM+ uydu görüntüleri ve kabartı haritaları kullanarak çizgisellik analizleri yapılmıştır. SYM kullanarak bölgede doğrultu atımlı fay sistemlerinde meydana gelebilecek nehir

ötenmeleri, fay gölleri gibi oluşumlar tanımlanmış, aynı zamanda arazi gözlemleri ile elde edilen sonuçlar desteklenmiştir. Çalışmanın sonucunda CBS'nin tektono-morfoloji çalışmalarında sağladığı avantajlar ve kısıtlamalar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çizgisellik, Coğrafi Bilgi Sistemi, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), tektono-morfoloji

INTRODUCTION

Surface methods like remote sensing and morphological analysis using GIS provide fast and relatively cheap information in surface and sub-surface geological studies (Jordan, 2004). However these analyses are not reliable unless they are checked with field observations. Digital Tectonic Geomorphology can be described as the integration of three components which are structural geology, geomorphology and digital terrain analysis (Jordan, 2004).

The study area discussed in this paper is in the western part of the 1200 km. long North Anatolian Fault Zone (NAFZ), lying between Gerede in the west and İsmetpaşa village, the very famous creeping section of the NAFZ (Çakır et al., 2005), in the east (Figure 1). The area has been studied in terms of geological mapping and structural geology by Tokay, (1973) and Şaroğlu et al., (1995). As one of the most active fault zone of Turkey, the area has a high seismic risk and was struck by the 1944 Gerede Earthquake (Barka and Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992; Eyidoğan et al., 1991; Özaksoy, 2000).

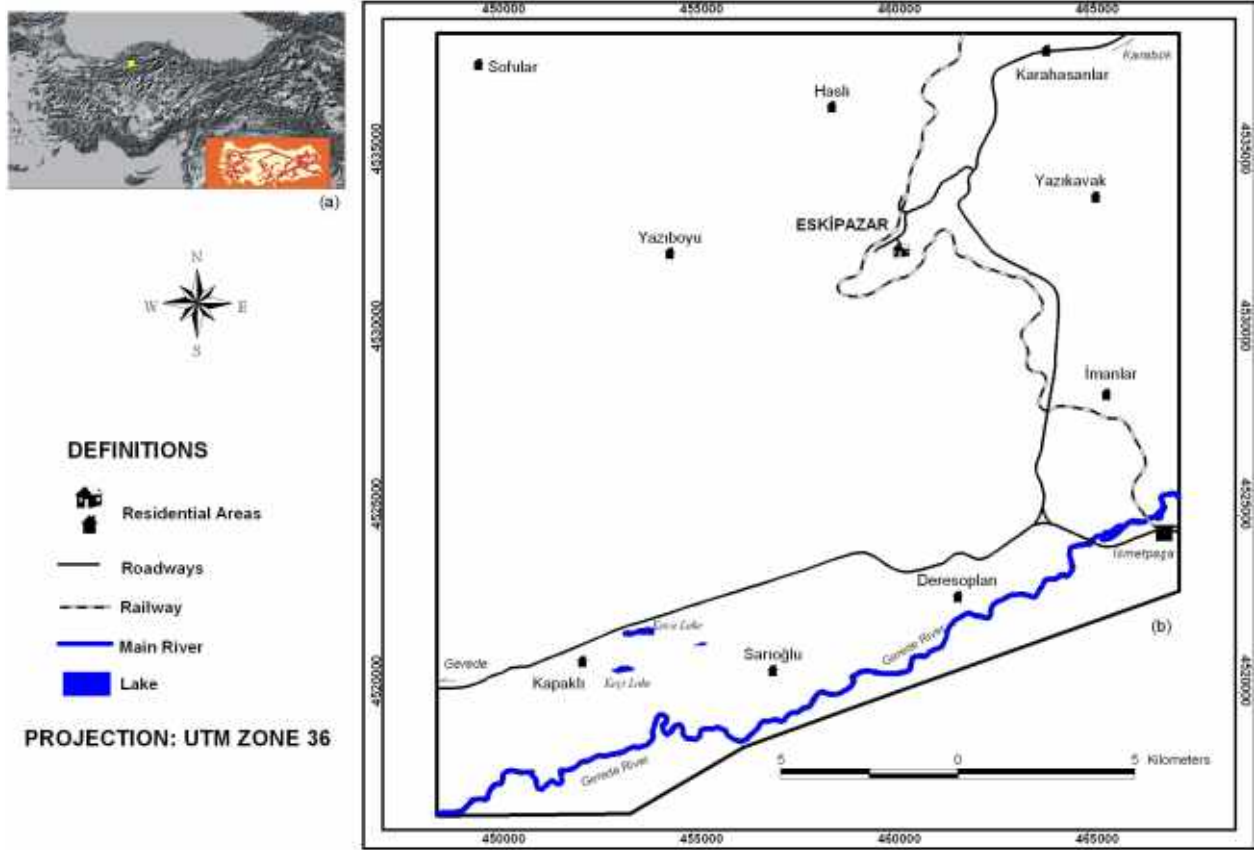


Figure 1. Location map of the study area. a) GTOPO 30 derived shaded relief image of Turkey and the active faults of Turkey, prepared by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (Small image).

Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası. a) Tüm Türkiye'nin GTOPO 30 verisinden oluşturulmuş kabartı haritası ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne hazırlanmış aktif fayları (Küçük şekil).

The tectonic and morpho-tectonic features of the area have been thoroughly researched by some above mentioned researchers. The analysis reported in the present study mainly aims to test the reliability of information technologies in determining the morphological characteristics of strike slip faulting environments. The methodology mainly used in this study is a remote sensing analysis of the region using digital elevation models and satellite imagery in the context of geographic information systems and the known geological and structural data of the region. One Landsat ETM+ image and a 1/25.000 scaled DEM were available for digital analysis. A 1/25.000 scaled topographic map of the study area was manually digitized and a DEM was produced with this digital data. ERDAS Imagine 8.0 and Arcview 3.2b softwares were used for the analysis of satellite images and also the DEM.

Topographic features of the study area such as offset streams, pressure ridges, shutter ridges, sag ponds, offset valleys, beheaded streams and landslides were extracted from the DEMs and interpreted in terms of tectonomorphology. Figure 2 gives the domains of the data files used in this study.

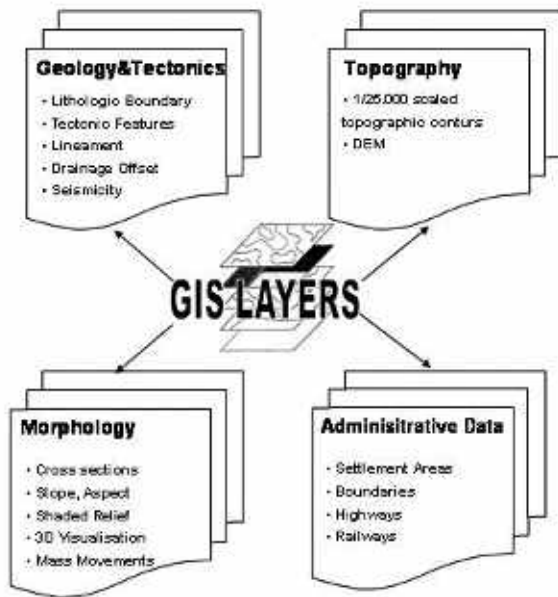


Figure 2. Data layers used in GIS analysis.

Şekil2. CBS analizlerinde kullanılan veri katmanları.

GEOLOGICAL AND TECTONIC SETTING

General Geology

There exist several studies aiming to reveal the geological and structural characteristics of the region (Tokay, 1973; Şaroğlu et al., 1995; Şengör and Yılmaz, 1981 and Yiğitbaş and Yılmaz 1999). The area was termed as the Intra-Pontid suture by Şengör and Yılmaz (1981); Yiğitbaş and Yılmaz (1999) named the area the Armutlu-Eskipazar Zone.

A brief description of the geology and the tectonics of the area was obtained from the literature and revised with field investigations. The geological map was compiled from the above mentioned references, and boundaries of new lithologies were added after field observations. Analysis of geological maps and field observations revealed 11 different lithological units in the area, ranging from Devonian to Quaternary (Figure 3).

In the area under study, the Paleozoic era is represented by Devonian sedimentary units consisting of sandstones, mudstones and limestones; the Mesozoic is represented by a Cretaceous melange and flysch in the north and Jurassic limestones in the South.

The Cenozoic in the study area is represented by Eocene and Pliocene units. Eocene consists of limestones, volcanic and flysch deposits exposing mainly in the central parts of the study area. However the North Anatolian Fault Zone mainly cuts across the Eocene units, and occasionally the alluvial deposits, the Eocene units and the Jurassic limestones are juxtaposed along the fault zone in the study area.

Pliocene sedimentary units consist of claystone-mudstone-siltstone and cover unconformably the former series. The Eskipazar Travertine is Pliocene in age, too, and located to the west of the Eskipazar settlement.

The quaternary era is represented by alluvium and travertine. Alluvial deposits are exposed in the central and southern parts of the study area and are closely related to the recent sedimentation of main rivers like the Gerede River. Another quaternary unit is an active travertine occurrence, namely the İmanlar Travertine (Figure 4). This is located in the South-

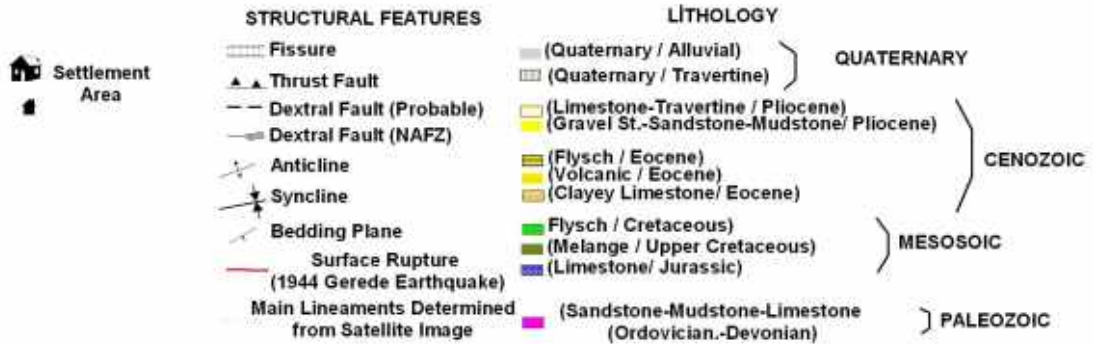
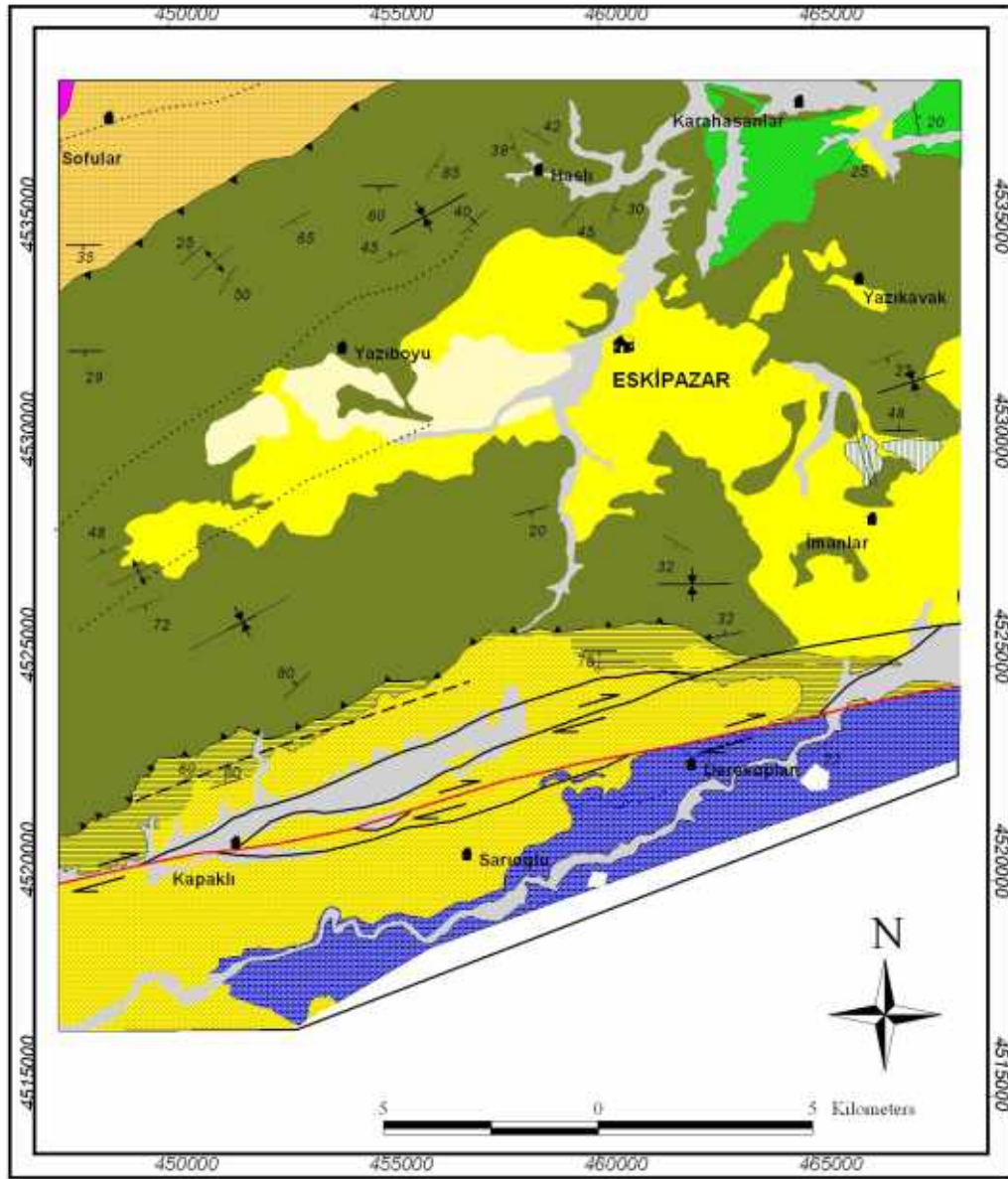


Figure 3. Geological map of the study area (Prepared from Şaroğlu et al., 1995, Tokay, 1973) and field observations.

Şekil 3. Çalışma alanının jeoloji haritası (Şaroğlu vd., 1995, Tokay, 1973 ve arazi gözlemlerinden faydalanılarak hazırlanmıştır).

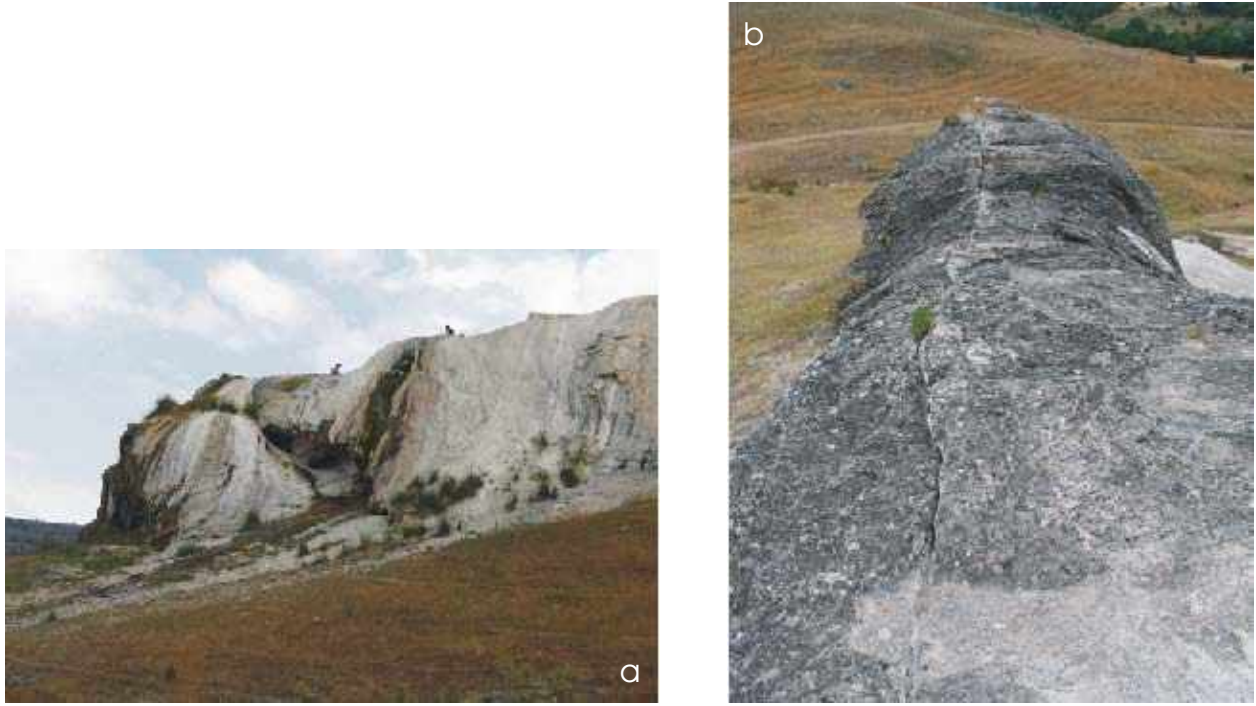


Figure 4. Views from the İmanlar Travertine, (a) General view looking to the east, (b) fissure of the travertine looking to the north-northwest.

Şekil 4. İmanlar Traverteninden görünümler; a) Genel görünüş, Güneydoğuya bakış, b) Travertenin açılma çatlağı Kuzey-Kuzeybatıya bakış.

eastern part of the study area. There have been recent outflows of gas and temperature, and leakage of the water from an opening crack point to the recent travertine formation (Kuterdem, 2005).

Structural Geology

Both paleotectonic and neotectonic structures are well observed in the study area. Thrust faults, anticlines and synclines constitute the paleotectonic structures (Figure 3).

The main neotectonic unit of the study area is the Gerede Segment of the NAFZ. A fissure of the İmanlar Travertine with a general trend of N15°W is another important neotectonic structure in the study area. The present day activity and formation of this fissure is closely related to the activity of the NAFZ. The NAFZ has an anastomosing pattern (Figure 3) in the study area, with landforms like linear valleys, pressure ridges, and a sag pond. The average trend of the fault zone is N70°E, which is also the general strike of the Gerede Segment.

LINEAMENT ANALYSIS

Lineament analysis is a useful tool in tectonic geomorphology and tectonic studies. There are various definitions of lineament and lineament analysis (Clark and Wilson, 1994; Süzen and Toprak, 1998; Novak and Soulakellis, 2000; Kaymakçı, 2000; Dehandschutter, 2001; Hung et al., 2002; Jordan et al., 2005; Rosenau, 2004). According to Clark and Wilson (1994), lineaments are straight linear elements, visible at the earth's surfaces, which are the representations of geological and/or geomorphological phenomena. Most of the lineament studies aiming at tectonic and/or tectono-morphology use shaded relief models with different illumination angles, either alone or in combination with remotely sensed images (Jordan, et al., 2005). Lineaments are also extracted from slope, curvature and aspect maps and drainage (Jordan et al., 2005; Meijniger, 2001; Rosenaeu, 2004).

In this study a Landsat ETM+ Image (P178, r32) and a shaded relief map with different illumination angles were used. The 7th band of the

Landsat ETM+ image was used in order to extract the lineaments. The 7th band of Landsat ETM+ is the band least affected by atmospheric conditions. The image was processed and corrected using several techniques like Histogram Equalization and High Pass Filtering. The sums of 162 lineaments were delineated from the Landsat image and manually digitized (Figure 5).

Lineament analysis was also performed, using a shaded relief image of the study area produced from the DEM. A shaded relief model can be defined as the visualization of the terrain under an artificial illumination with bright sides and shadows (Meijninger, 2001). Shaded relief maps are raster maps based on grid files (xyz coordinates). Portions of the surface that face away from the light source reflect less light toward the viewer, and thus appear darker (Meijninger, 2001).

Shaded relief images are produced by applying 4 sun azimuths; 45°, 225°, 270° and 315° (Figure 6). Major heights and relief features are considered during the selection of sun azimuth angles. Since topographic reversal is observed when a 225° sun angle was applied to the DEM, this image was put out of lineament analysis. Manually digitised lineaments have been analysed with rose diagrams. In order to achieve this automatically, an Arcview script called Geotools 1.0 (DTM Consulting, 1999) was used. This script calculates the azimuth of each lineament extracted manually by GIS environment and then draws the rose diagram by using the azimuths. Using this methodology, the time consumption of the calculation of the azimuth of each linear feature can be eliminated.

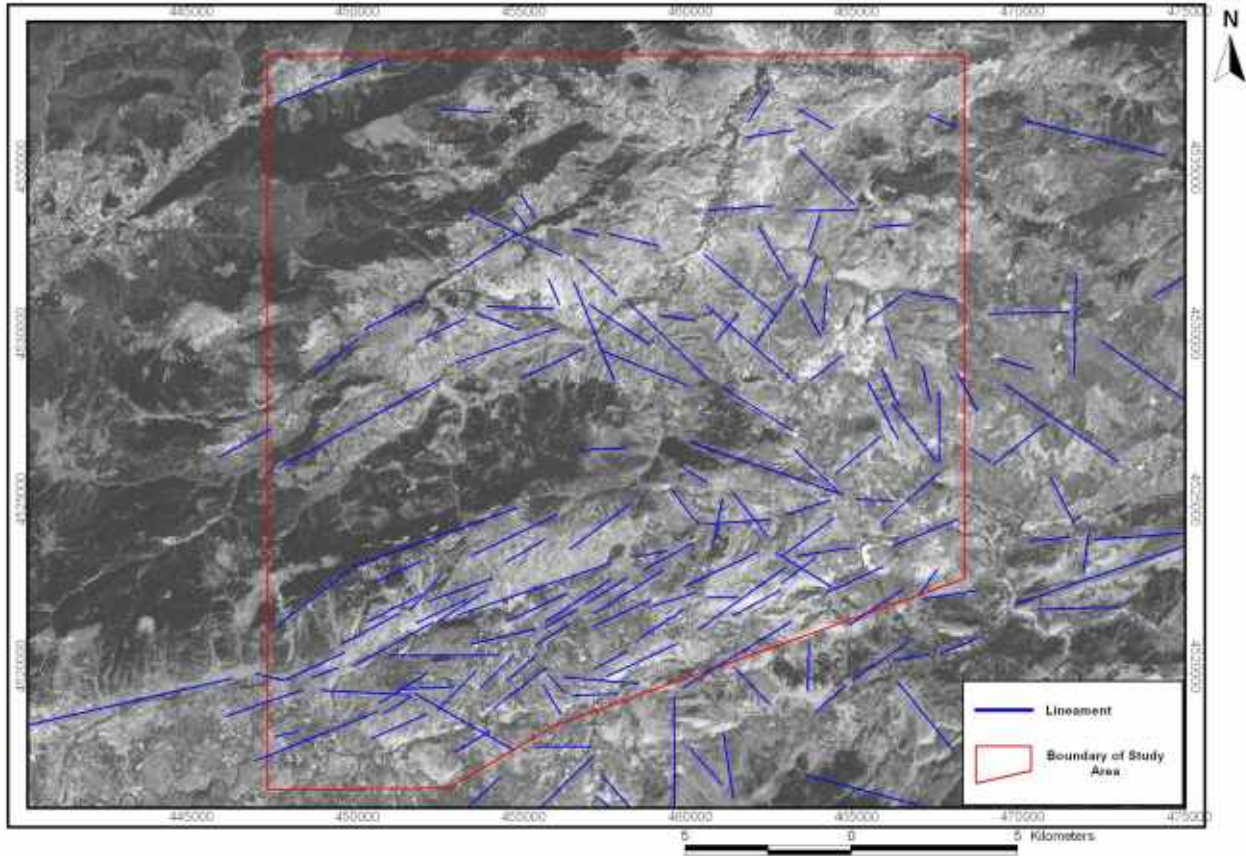
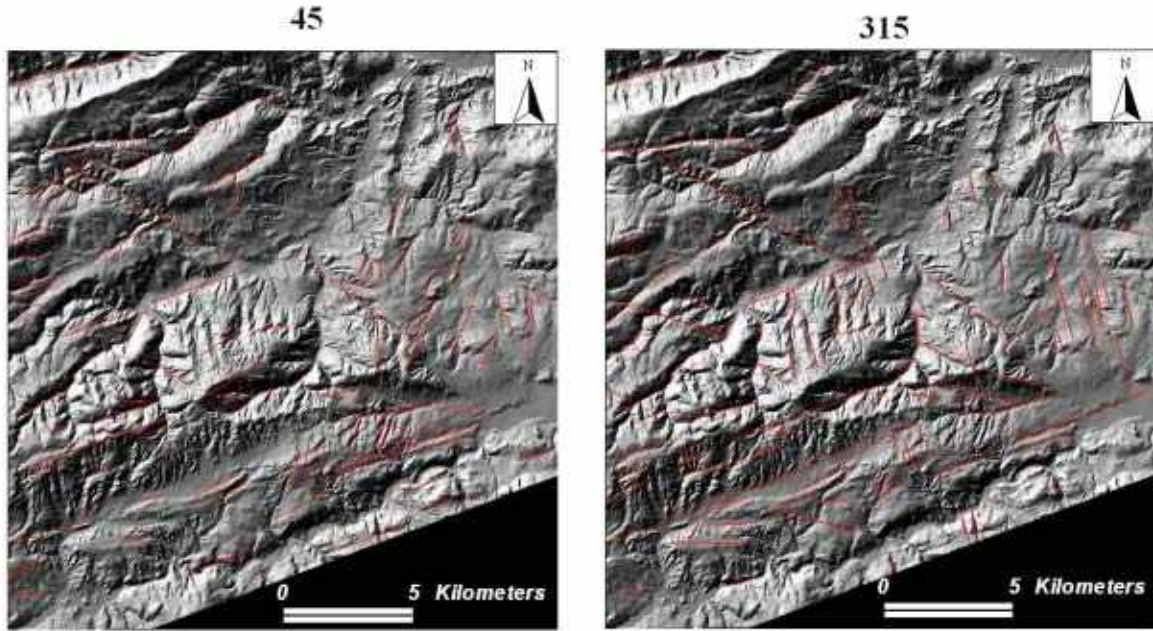


Figure 5. Lineament map extracted from the 7th band of Landsat ETM+ image.

Şekil 5. Landsat ETM+ 7nci band görüntüsünden elde edilen çizgisellik haritası.

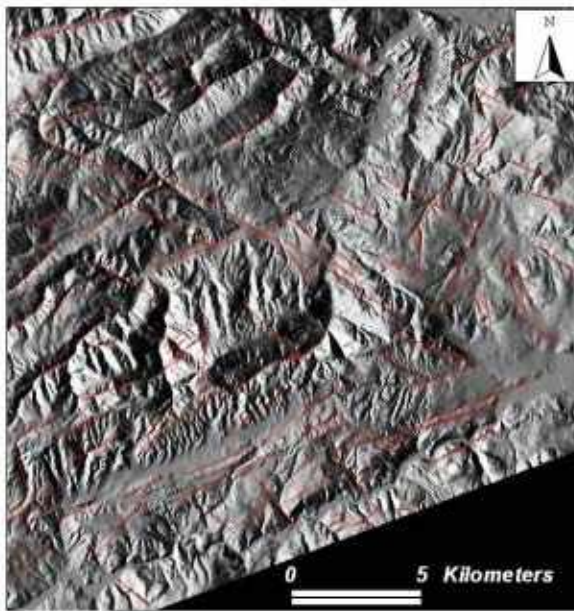


SHADED RELIEF IMAGE PARAMETERS

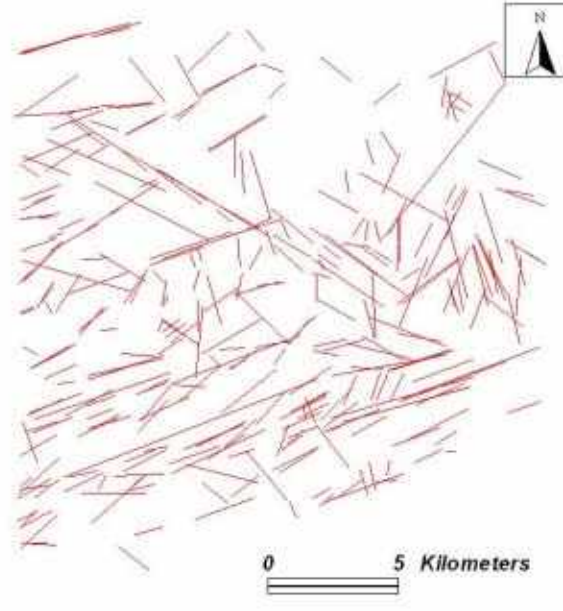
Sun Azimuth (0-360): 45-270-315-Combination

Sun Altitude (0-90): 45

Z-Factor (0-20): 1



270



45-270-315 (Combination)

Figure 6. Shaded relief images produced by applying different azimuth angles and extracted lineaments.

Şekil 6. Farklı ışıklandırma açıları kullanılarak türetilen kabartı görüntüleri ve bunlardan elde edilen çizgisellikler.

Both shaded relief analysis and satellite image analysis revealed a distinct NE-SW primary lineament trend in the study area, which is also consistent with the general strike of the Gerede Segment of the NAFZ. The lineaments derived from both shaded relief images and satellite imagery were displayed and analyzed by means of rose diagrams. According to the Riedel mechanisms expected, shear azimuths and structures are shown in Figure 7. The analyses of both the Landsat ETM+ image and the shaded relief image show very close ϕ_1 and ϕ_3 values which are nearly consistent with the P and T axes of two destructive earthquakes, being the 1943 Çankırı Earthquake: Ms: 6.4 (Gençoğlu, et al., 1990) and the 1944 Gerede Earthquake: Ms: 7.4 (Ergin et. al., 1967 and Gençoğlu, et. al., 1990).

The Azimuth of ϕ_1 determined from both Landsat ETM+ and shaded relief image analysis was calculated approximately as N75°W whereas the

azimuth of the main extensional feature was measured as N15°W during field analysis. Considering that the azimuths of ϕ_1 and tensional cracks must be close, the difference calculated here may be due to erroneous analysis of lineaments or clockwise rotation of the lithosphere in the region, which should be supported with Global Positioning System (GPS) measurements and detailed field measurements.

MORPHO-TECTONIC FEATURES

Active faulting causes the formation of a variety of landforms like fault scarps, warped and tilted ground, subsidence features such as sag ponds, and offset features such as stream channels (Keller and Pinter, 1996). Landforms associated with strike slip faulting are linear valleys, deflected streams, offset streams, shutter ridges, scarps, sag ponds, springs, benches and pressure ridges (Keller and Pinter, 1996). Some of these features can be clearly observed on

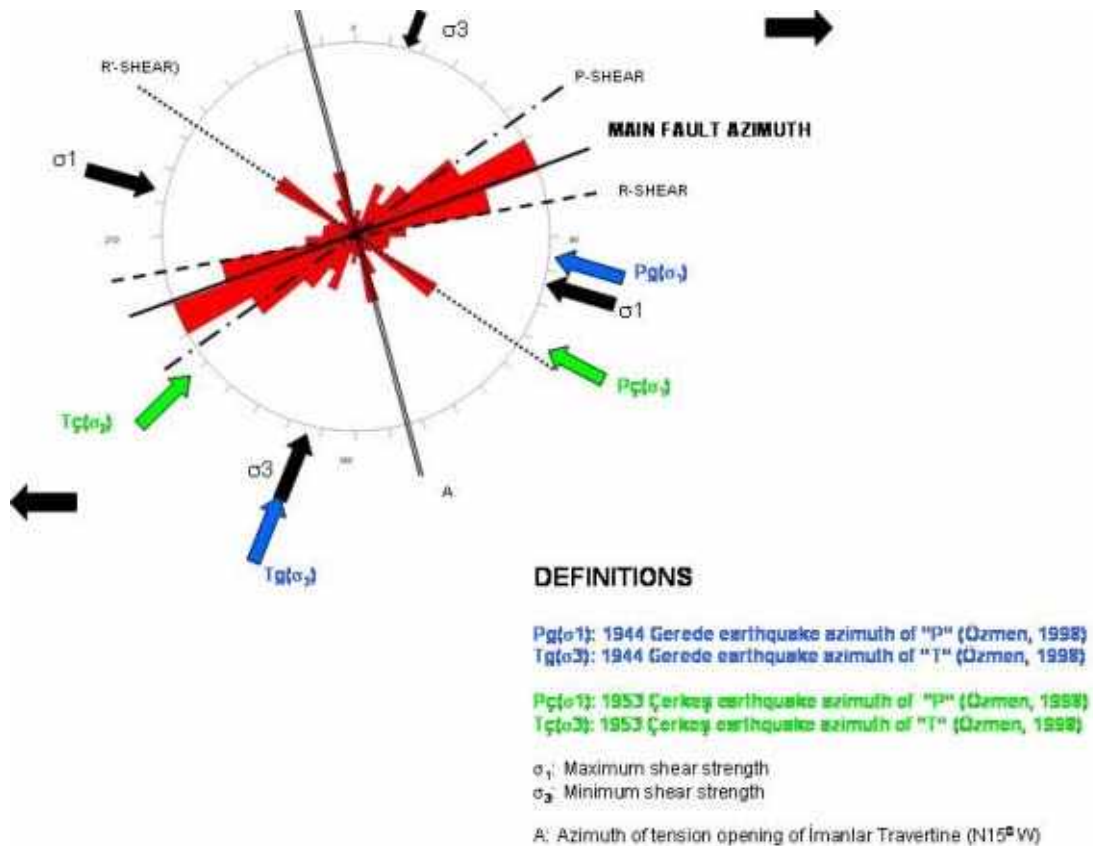


Figure 7. Rose diagrams and Riedel shear mechanism produced from shaded relief image analysis.

Şekil 7. Kabartı haritalarının analizinden üretilen gül diyagramı ve Riedel kırık mekanizması.

strike slip fault zones, whereas it is not always possible to observe those landforms in the field due to weathering and erosional processes.

According to the Evans (1980), five basic parameters calculated in digital geomorphometric analysis are elevation, slope, aspect, profile and tangential curvatures. In addition to these, shaded relief images, 3D images, digital cross-sections are useful products of digital topography in morphotectonic studies. The main input needed to extract these data is the presence of digital contours. For this purpose, in this study we used 1/25.000 scaled topography the contours of which were manually digitized. The digital contours were then converted to DEM by applying a 12.5 meter grid cell and the Triangular Irregular Network (TIN) interpolation technique (Figure 8). Amongst the interpolation methods, Triangular Irregular Network (TIN) interpolation can represent sudden changes in

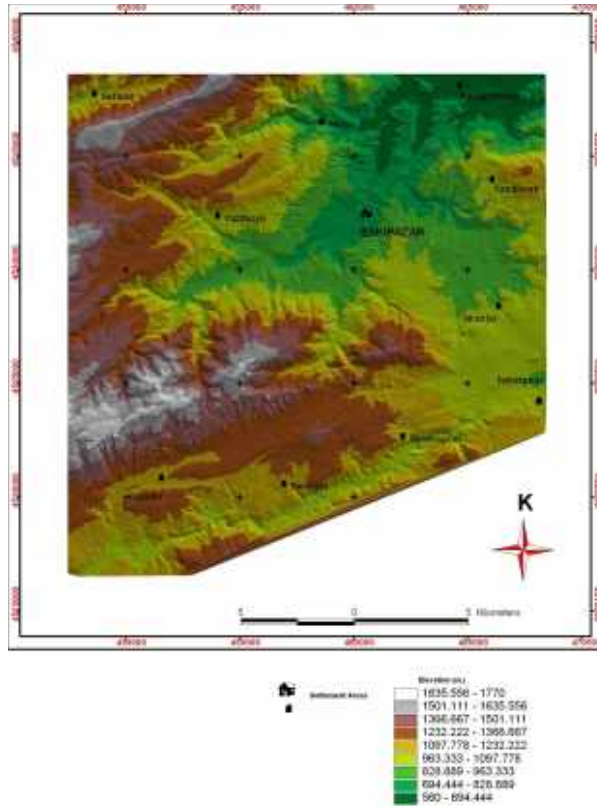


Figure 8. DEM of the study area produced from 1/25.000 scaled digital contours with a 12.5 m. grid interval.

Şekil 8. 12.5 metre grid aralığı kullanarak 1/25.000 ölçekli kontur haritasından üretilmiş çalışma alanının sayısal yükseklik modeli (SYM)

topography, which is particularly useful in tectonic geomorphology.

When analyzing DEM and its products several Arc Scripts like GeoTools 1.0. (DTM Consulting, 1999), HydroTools 1.0. (Schauble, 1999) and Themes Intersections to Points 1.0. (Saraf, 2002) were used. Those tools contributed to the stream offsets analysis, drainage density analysis and automated azimuth calculation.

Since the main aim of this study is to reveal the morpho tectonic features created by strike-slip faulting and to determine the main morphological characteristic of the region, at first digital cross sections were produced using Profile Extractor 5.5 script in the GIS environment. Among various directions, the NW-SE oriented cross section yielded most of the morphological expressions of the area (Figure 9). Fault scarps are the most common primary

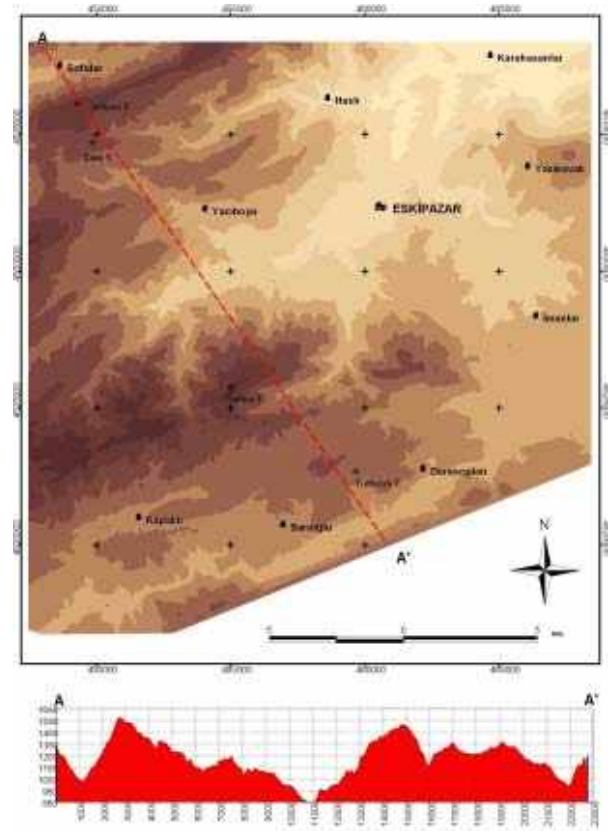


Figure 9. DEM and digital cross section from the study area (the cross section direction is indicated by red dots).

Şekil 9. Çalışma alanından SYM üzerinde sayısal kesit (Kesit yönü kırmızı noktalarla belirtilmiştir).

morphological expressions of faulting and can easily be distinguished from morphological cross sections. Sudden slope breaks and changes in slope angles delineate the linear structures and may refer to structural control on the study area. The sudden breaks in the western and northwestern part of the study area correspond to thrust faults. In Figure 9, two distinctive slope breaks refer to the main thrust faults of the study area which have been mapped by various researchers.

Another product is the 3D image of the NAFZ in the study area, used to delineate characteristic landforms associated with strike slip faulting. In the study area, the 3D generated DEM clearly delineates some NAFZ related landforms like pressure ridges, sag ponds and river offsets. The 3D image also shows that the area of the NAFZ is characterized by flat surfaces interrupted by pressure ridges. These morphologic expressions with depressions also support the anastomosing pattern of the NAFZ in the area (Figure 10). The two distinctive sag ponds in the area are the Koca Lake and the Keçi Lake.

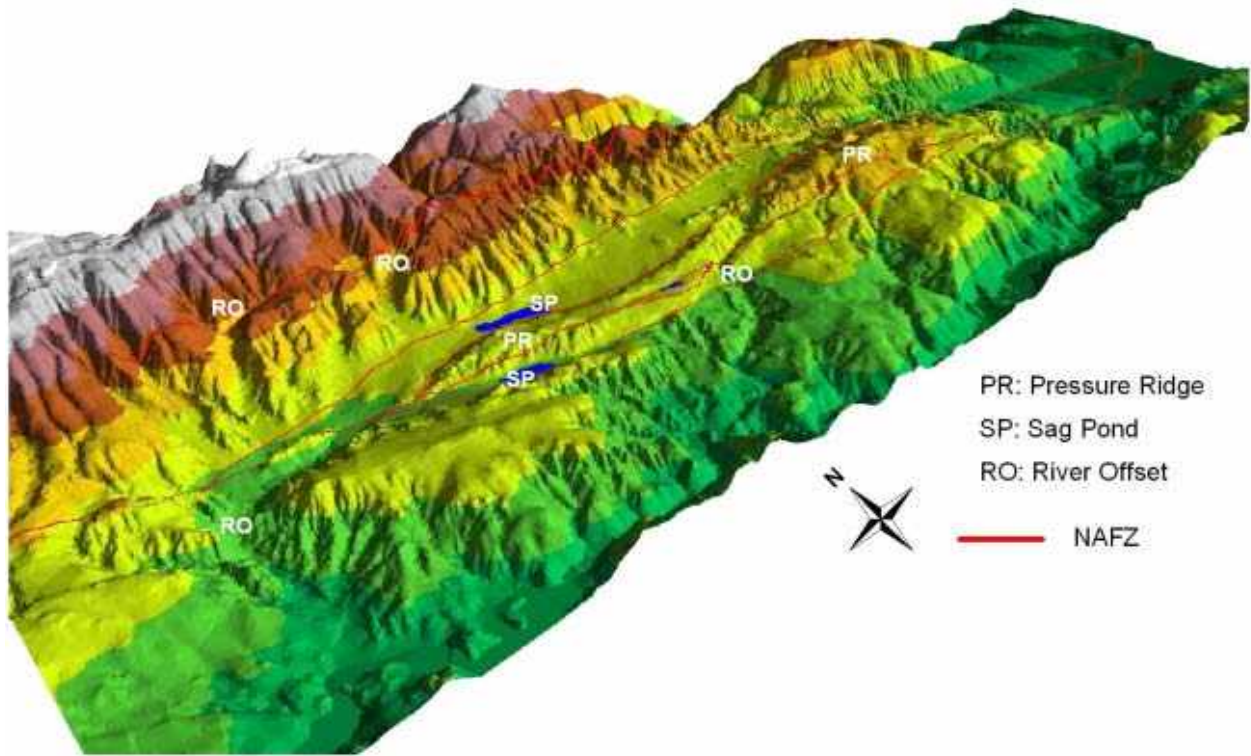


Figure 10. 3D view of the south part of the study area showing major landforms associated with the NAFZ.

Şekil 10. KAFZ ile ilişkili ana yeryüzü şekillerini gösteren çalışma alanının güneyinin 3 boyutlu görüntüsü.

Another analysis used in morpho tectonic study is the drainage density and drainage offsets. For these purposes, in this study two different methodologies were used. The first one is the automated drainage extraction performed on the GIS environment y using the Hydro Tools 1.0 script for Arcview 3.2b, and the other is the manual digitizing of drainage lines from maps (Figure 11). As seen from Figures 10 and 11, automatic drainage extraction gives detailed drainage density which is useful at drainage analysis for both lithological and structural purposes.

An active fault map of Turkey (Şaroğlu et al., 1995) fitted on the manually digitized drainage map in order to determine the localities of right lateral river offsets was used to calculate the maximum offset in the study area (Figure 12). From the analysis of drainage, a maximum 1700 m offset was determined in the west of Kapaklı Village, and 1050 m and 900 m drainage offsets were measured on two other locations along the fault.

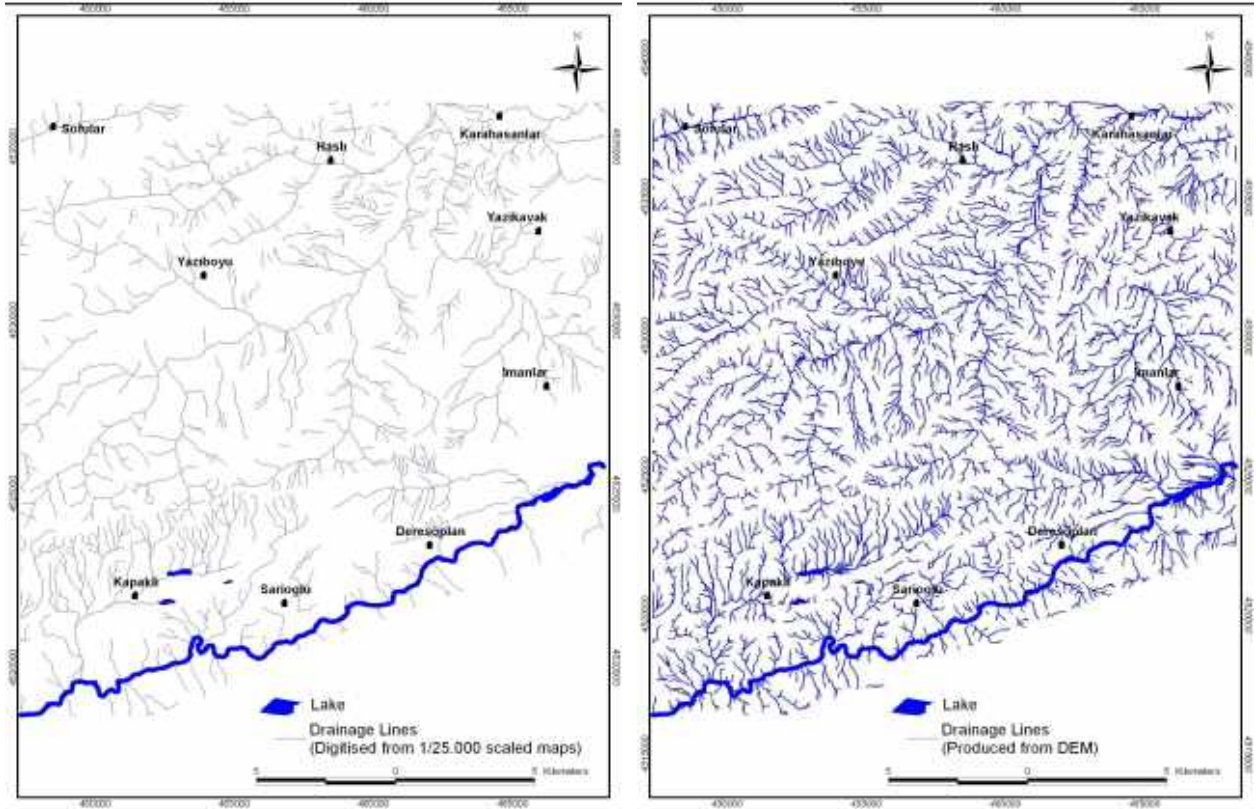


Figure 11. Drainage maps of the study area, (a) Digitised from 1/25.000 scaled maps, (b) Produced from DEM.

Şekil 11. Çalışma alanına ait drenaj haritaları. (a) 1/25.000 ölçekli haritadan sayısalastırılmış, (b) Sayısal yükseklik modelinden üretilmiş.

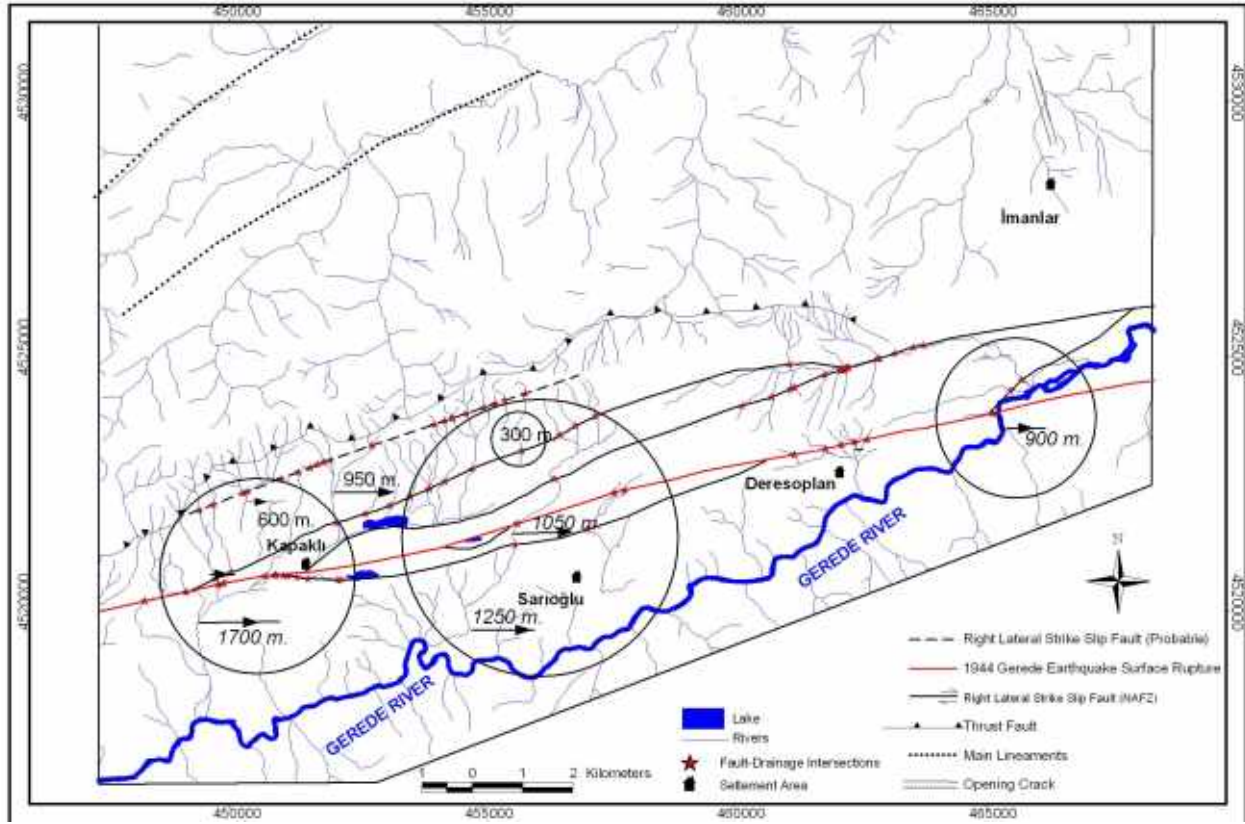


Figure 12. River offsets obtained from intersection of drainage lines and active faults.

Şekil 12. Aktif faylar ve drenaj çizgilerinin kesişiminden elde edilen akarsu ötelenmeleri.

RESULTS

In this study the main morphotectonic features related with the right lateral strike slip of the NAFZ between Gereede and İsmetpaşa were evaluated from digital topographic products of GIS analysis. Strike slip fault associated landforms like sag ponds, pressure ridges, river offsets and mass movements (landslides) were easily distinguished from digital topographic products and verified with field observations. Quaternary İmanlar Travertine is an important active tectonic structure and its formation is related to the NAFZ. The main shear forces obtained from lineament analysis of satellite imagery and DEM fits well with the P and T axis of 1944 Gereede Earthquake. From lineament analysis, the strike of extensional structures and the opening crack of the İmanlar Travertine are different which may be due to clockwise rotation in the study area. Continuous GPS

network measurements in the area may provide a tool to explicate this difference. A maximum 1700 m. river offset was calculated from drainage-active fault analysis in the study area.

This study has displayed the advantages of Geographic Information Systems in the evaluation of the tectonic and morphological characteristics of a region. However these analyses must always be supported with field observations. They can then give not only preliminary information but also provide opportunities for stress-strain analysis.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors wish to thank the referees of this paper Prof. Dr. Ergun GÖKTEN and Assoc. Prof. Dr. M. Lutfi SÜZEN for their valuable contributions and corrections.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çalışma alanı 1200 km. uzunluğundaki Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun doğuda İsmetpaşa ile Batıda Gerede yakınları arasında kalmaktadır. Çalışma alanında genel jeoloji ve tektonik konularında Tokay (1973) ve Şaroğlu, vd. (1995)'e ait çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışma yeryüzü şekillerinin oluşumunda doğrultu atımlı faylanmanın etkin bir rol oynamakta olduğu ortamda meydana gelen yapıların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Sayısal Yükseklik modelleri (SYM) yardımıyla belirlenmesini ve analizini kapsamaktadır. CBS ve SYM tektonik ve morfolojik çalışmalarda, özellikle çok fazla bilgi sahibi olunamayan bölgelerin tektono-morfolojik özelliklerinin ortaya konulmasında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada CBS ve SYM tekniklerinin tektonomorfolojik özellikleri belirleme çalışmalarındaki kullanılabilirliği, yapısal özellikleri bilinen bir alanda test edilmiştir.

Bu çalışma ile Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Gerede doğusu ile İsmetpaşa arasında kalan kesiminin tektono-morfolojik özellikleri CBS ve sayısal haritalama teknikleri kullanarak çalışılmıştır. SYM kullanarak bölgede doğrultu atımlı fay sistemlerinde meydana gelebilecek nehir ötelenmeleri, fay gölleri gibi oluşumlar tanımlanmış, aynı zamanda arazi gözlemleri ile elde edilen sonuçlar desteklenmiştir. Çalışmada CBS analizlerinde kullanılan veriler Şekil 2.'de verilmektedir.

Çalışma alanında Devoniyen'den Kuvaterner'e kadar 11 farklı birim gözlenmektedir (Şekil 2). Çalışma alanının orta kesimlerinde Kretase yaşlı fliş ve ofiyolit birimi geniş dağılım göstermektedir. Mesozoyik döneme ait çalışma alanı içerisindeki bir diğer birim, çalışma alanı güneyinde yüzeyleyen Jura yaşlı kireçtaşı birimidir. İnceleme alanındaki Senozoyik birimler Eosen yaşlı sedimanter birimler ve volkanik-volkanosdimanter birimlerden oluşmakta olup KAFZ çevresinde geniş yayılım göstermektedir. İnceleme alanının orta kesimlerinde Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşları ve traverten Neojen döneme ait birimleri oluşturmaktadır. Kuvaterner çalışma alanında alüvyonlar ve aktivitesi günümüzde de devam eden traverten ile temsil edilmektedir.

İnceleme alanındaki yapısal unsurlar arasında faylar önemli bir yer tutmakta olup, bunların başında KAFZ gelmektedir. KAFZ'na ek olarak paleotektonik dönemde gelişmiş bindirme fayları ile günümüzde

halen aktif olduğu tespit edilen Kuvaterner yaşlı travertenin gelişimine neden olduğu belirlenen açılma çatlağı inceleme alanındaki önemli yapısal unsurlardandır.

Çalışma alanının tektonik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla uydu görüntüleri, kabartı haritaları kullanılarak çizgisellik analizi yapılmıştır. Elde edilen çizgiselliklere ait doğrultu gül diyagramları ile bölgenin yapısal unsurların oluşumunda rol oynayan hakim gerilme yönleri belirlenerek bölgede meydana gelmiş depremlerin verileri ile karşılaştırmaları yapılmıştır.

Çizgisellik analizleri sonucunda KAFZ'nun çalışma alanı içindeki doğrultusuna benzer bir yönde yoğunlaşmış, diğeri ise buna yaklaşık dik veya dike yakın iki ana çizgisellik doğrultusu elde edilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6). Bu çizgisellikler Riedel kırık mekanizmaları açısından değerlendirildiğinde en büyük sıkışma gerilimi eksenini (?1) ve en küçük sıkışma gerilimi eksenini (?3) doğrultuları Şekil 7'deki gibi bulunmuştur. Bunların bölgede meydana gelmiş büyük depremlerden 1944 Gerede Depremi ve 1943 Çankırı Depremlerinin P ve T değerleri ile benzerlikler taşıdığı sonucu edinilmiştir.

Çalışma alanında doğrultu atımlı fay sistemlerinde gözlenen yüzey şekillerinden birçoğuna rastlanılmaktadır. Bunlar; çizgisel uzanmış vadiler, ötelenmiş dere yatakları (offset streams), basınç sırtları, çöküntü gölleri (sag pond) gibi bazı karakteristik yüzey şekilleridir. Doğrultu atımlı fay sistemlerinde gelişen karakteristik yeryüzü şekillerinin belirlenmesinde arazi gözlemleri öncesinde hava fotoğrafları ve uzay görüntüleri ile birlikte bölgenin morfolojisini birebir yansıtan topoğrafik veriden üretilen sayısal yükseklik modelleri (SYM) önemli ipuçları sunmaktadır. CBS teknikleri ile bir arazinin modellenmesinin en temel başlangıç noktası veri temini ve/veya veri hazırlanması olup, burada en önemli veri türü topoğrafya verisidir.

Bu amaçla çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafik konturlar sayısallaştırılarak bu sayısal konturlardan bölgenin sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. (Şekil 8 ve Şekil 9). Bölgedeki morfolojik yapıları ortaya çıkartmak üzere 3 boyutlu arazi görüntüleri, drenaj haritaları, eğim haritaları ve sayısal morfolojik kesitler oluşturulmuştur. Çalışma alanında Koca Göl ve Keçi

Gölü çöküntü gölü (Sag Pond) özelliğinde oluşumlardır. SYM'nden oluşturulan drenaj haritalarının faylarla çakıştırılmasından sağ yanal ötelenmeler belirlenmiştir.

Bu çalışmada sağ yanal doğrultu atımlı KAFZ'nun Gerede doğusu ile İsmetpaşa arasında kalan kesimindeki önemli morfolotektonik yapılar CBS teknikleri kullanılarak ortaya çıkartılmıştır. Çalışma alanında Kuvaterner yaşlı İmanlar Traverteni önemli bir tektonik yapı olarak tanımlanmış ve oluşumunun KAFZ ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Uydu görüntüsü ve kabartı haritalarından oluşturulan çizgisellik analizlerinden ana gerilme eksenlerinin doğrultuları bulunmuş olup bunların yaklaşık olarak 1944 Gerede Depremi P ve T eksenleri ile uyumlu oldukları sonucu ortaya çıkmıştır. Çizgisellik analizinin Riedel kırıklar mekanizması açısından yorumlanmasında bölgede oluşması gereken genişleme yapılarının doğrultusu ile İmanlar Travertninde ölçülen açılma çatlağı arasında yaklaşık 500'lik bir fark bulunmaktadır. Doğrultu atımlı fay sistemlerinde gözlenen basınç sırtı, çöküntü gölü, dere ötelenmesi gibi yüzey şekilleri sayısal topoğrafik verilerden kolaylıkla ayırt edilmiş olup bunların varlığı arazi gözlemleri ile de desteklenmiştir. Çalışma alanında maksimum 1700 metre sağ yanal dere ötelenmesi ölçülmüştür.

Bu çalışma bir bölgenin morfolotektonik özelliklerinin belirlenmesinde CBS'nin sağladığı avantajları ortaya koymuştur. Bu tür çalışmalarda elde edilen sonuçların mutlaka arazi gözlemleri ile doğrulanarak kullanılması gerekmektedir.

REFERENCES

- Barka, A.A. and Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7, 3, 663-684.
- Barka, A.A., 1992, The North Anatolian Fault, *Ann. Tectonicae*, VI, 164-195.
- Çakır, Z., Akoglu, A.M., Bellabes, S., Ergintav, S. and Meghraoui, M., 2005. Creeping along the İsmetpaşa section of the North Anatolian fault (Western Turkey): Rate and extend from InSAR. *Earth and Planetary Science Letters*, 238, 225-234.
- Clark, C.D. and Wilson, C., 1994. Spatial analysis of lineaments. *Computers and Geosciences*, 20, 1237-1258.
- Dehandschutter, B., 2001, Study of the recent structural evolution of continental basins in Altai-Sayan (Central Asia), Phd. Thesis, 211p, <http://users.pandora.be/boris.dehandschutter/>
- DTM Consulting, 1999, GeoTools 1.0, Arcview Script, <http://arcscripsts.esri.com/>
- Ergin, K., Güçlü, U. and Uz, Z., 1967, A catalog of earthquakes for Turkey and surrounding area (11 A.D. to 1964 A.D.), İTÜ Mining Faculty, Institute of Earth Physics, No:24, 169pp.
- Evans, I. S., 1980. An integrated system for terrain analysis for slope mapping. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 36, 275-295.
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z., ve Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makrosismik Rehberi (1900-1988). İstanbul Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 198s.
- Gençoğlu, S., İnan, E. ve Güler, H., 1990, Türkiye'de Deprem Tehlikesi, Jeofizik Mühendisleri Odası Yayını, 701s.
- Hung, L.Q., Dinh, N.Q., Batelaan, O., Tam, V.T. and Lagrou, D., 2002. Remote sensing and GIS based analysis of cave development in the Suoimuoi Catchment (Son La-NW Vietnam), *Journal of Cave and Karst Studies*, 64(1), 23-33.
- Jordan, G., 2004. Terrain Modelling with GIS for Tectonic Geomorphology, Numerical Methods and Applications. Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 1031, 41pp, Uppsala.
- Jordan, G., Meijninger, B.M.L., Van Hinsbergen, D.J.J., Meulenkamp, J.E. and Van Dijk, P.M., 2005. Extraction of morphotectonic features from DEMs: Development and applications for study areas in Hungary and NW Greece. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7, 163-182.
- Kaymakçı, N., 2000. Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey), Phd. Thesis, Geologica Ultraiectina, Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen Universiteit Utrecht, 247p.
- Keller, E. and Pinter, N., 1996. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape. Princeton Hall, Inc., 362 p.
- Kuterdem, K., 2005, Eskipazar (Karabük Güneyi) ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) arasındaki bölgenin morfolotektonik özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 94s (yayınlanmamış).

- Meijninger, B.M.L., 2001. Geographic information systems analysis of north-western Greece: A tectonic investigation of north-western Greece by means of remote sensing analysis and digital terrain analysis. Master of Science Thesis, Utrecht University & ITC International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, <http://www.geo.uu.nl/Research/StructGeology/meijninger.html>.
- Novak, I.D. and Soulakellis, N., 2000. Identifying geomorphic features using LANDSAT-5/TM data processing techniques on Lesbos, Greece, *Geomorphology*, 34, 101-109.
- Özaksoy, V., 2000. Çerkeş-Ilgaz segmentinde Kuzey Anadolu Fay Zonunun sismotektoniği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 116s.
- Özmen, B., 1998. Türkiye'nin deprem tehlikesi ışığı altında Ankara'nın depremselliğinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, 115 s (yayınlanmamış).
- Rosenau, M.R., 2004. Tectonics of the southern Andean intra-arc zone (38° - 42° S), <http://www.diss.fu-berlin.de/index.html>
- Saraf, A., 2002, Themes Intersections to Points Ver. 1.0., Arcview script, <http://arcscrips.esri.com/>
- Şaroğlu, F., Herece, E., Sariaslan, M. ve Emre, Ö., 1995, Yeniçağa-Eskipazar-Gerede arasının jeolojisi ve Kuzey Anadolu Fayı'nın genel özellikleri, MTA yayınları, Rapor No: 9873.
- Schauble, H., 1999, Hydro Tools 1.0, Arcview script for comprehensive hydrological functions. Arcview Script. <http://arcscrips.esri.com/>.
- Süzen, L. and Toprak, V., 1998. Filtering of satellite images in geological lineament analyses: an application to a fault zone in Central Turkey, *Int. J. Remote Sensing*, 19, 6, 1101-1114.
- Sengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Tokay, M., 1973, Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler, Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Simpozyumu, MTA Enstitüsü Yayını, 12-29.
- Yiğitbaş, E. and Yılmaz, Y., 1999. Pre-Cenozoic tectono-stratigraphic components of the Western Pontides and their geological evolution, *Geological Journal*, 34, 55-74.

Makale Geliş Tarihi : 19 Ağustos 2006

Kabul Tarihi : 08 Ocak 2007

Received : August 19, 2006

Accepted : January 8, 2007

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2007 Cilt 50 Sayı 1
April 2007 Volume 50 Number 1

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ŞENGÜN F. - ÇALIK A.

Çamlıca Metamorfizmasının (Biga Yarımadası, KB Türkiye) Metamorfizma Özellikleri ve Korelasyonu
Metamorphic Features and Correlation of the Çamlıca Metamorphics (Biga Peninsula, NW Turkey)..... 1

ÇELEBİ D. - KÖPRÜBAŞIN.

Kefken - Kerpe Dolayında (Kocaeli) Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Karakteristikleri
Geochemical Characteristics of Volcanic Rocks Around the Kefken-Kerpe Area (Kocaeli)..... 17

YEŞİLOVA Ç. - YAKUPOĞLU T.

Adilcevaz Kireçtaşının (Van Gölü Kuzeyi) Mikrofasiyes Özellikleri
Microfacies Properties of Adilcevaz Limestone (North of Lake Van).....27

KUTERDEM N. K. - DİRİK K.

Determination of the Morpho-Tectonic Features and Stress-State of a Region Using Geographic Information Techniques: A Case Study from the İsmetpaşa-Gerede Segment of the North Anatolian Fault Zone
Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Bir Bölgenin Morfo-Tektonik Karakteristiklerinin ve Gerilme Durumunun Belirtenmesi: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İsmetpaşa-Gerede Kesiminden Örnek Bir Çalışma..... 41

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM Veri tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database

Yazışma Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara
Tel: (312) 434 36 01
Faks: (312) 434 36 01
E-posta: (312) 434 23 88
URL: www.jmo.org.tr

Correspondence Address

UCTEA Chamber of Geological Engineers of Turkey
PO Box 464 Yenışehir, TR-06410 Ankara
Phone: +90 312 434 36 01
Fax: +90 312 434 23 88
E-Mail: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr