

# TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2013 Cilt 56 Sayı 1  
*January 2013 Volume 56 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**

Dündar ÇAĞLAN	Başkan / <i>President</i>
Hüseyin ALAN	İkinci Başkan / <i>Vice President</i>
Halil İbrahim YİĞİT	Sayman / <i>Treasurer</i>
Faruk İLGÜN	Yazman / <i>Secretary</i>
Arzu ÇAĞLAYAN	Mesleki Uygulamalar Üyesi / <i>Member of Professional Activities</i>
Özcan DUMANLILAR	Yayın Üyesi / <i>Member of Publication</i>
Ümit UZUNHASANOĞLU	Sosyal İlişkiler Üyesi / <i>Member of Social Affairs</i>

**TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ**  
*Geological Bulletin of Turkey*

**Yayın Kurulu / Publication Board**

**Editör / Editor**

Prof. Dr. Orhan TATAR  
orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

**Teknik Editör / Technical Editor**

Yrd. Doç. Dr. B. Levent Mesci  
mesci@cumhuriyet.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)	TEKİN U. Kağan (Ankara, Türkiye)
GÖKTEN Ergun (Ankara, Türkiye)	TEMEL Abidin (Ankara, Türkiye)
GÖNCÜOĞLU M. Cemal (Ankara, Türkiye)	TÜYSÜZ Okan (İstanbul, Türkiye)
GÜLEÇ Nilgün (Ankara, Türkiye)	ÜNLÜ Taner (Ankara, Türkiye)
HELVACI Cahit (İzmir, Türkiye)	ÜNLÜGENÇ Ulvi Can (Adana, Türkiye)
KARAKAYA Muazzez Çelik (Konya, Türkiye)	USTAÖMER Timur (İstanbul, Türkiye)
KARAYİĞİT Ali İhsan (Ankara, Türkiye)	VASELLI Orlando (Florans, İtalya)
KELLING Gilbert (Staffordshire, UK)	WALASZCZYK Ireneusz (Warszawa, Polonya)
MAMEDOV Musa (Baku, Azerbaycan)	YALÇIN Hüseyin (Sivas, Türkiye)
NOKAMAN M. Eran (İzmir, Türkiye)	YAVUZ Fuat (İstanbul, Türkiye)
NAZİK Atike (Adana, Türkiye)	YILMAZ İsmail Ömer (Ankara, Türkiye)
ÖZER Sacit (İzmir, Türkiye)	YİĞİTBAŞ Erdinç (Çanakkale, Türkiye)
PIPIK Radovan Kyska (B. Bystrica, Slovakya)	YÜRÜR M. Tekin (Ankara, Türkiye)

**Makale Gönderim Adresi**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara  
Tel: (0312) 434 36 01  
Faks: (0312) 434 23 88  
E-Posta: jmo@jmo.org.tr  
URL: www.jmo.org.tr

**Corresponding 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

<b>Yayın Türü</b>	: Yaygın Süreli Yayın
<b>Yayının Şekli</b>	: 4 Aylık Türkçe - İngilizce
<b>Yayın Sahibi</b>	: TMMOB JMO Adına Dündar ÇAĞLAN
<b>Sorumlu Yazı İşleri Müdürü</b>	: Dündar ÇAĞLAN
<b>Yayının İdari Adresi</b>	: Hatay 2 Sokak No: 21 Kocatepe / Ankara Tel: 0 312 432 30 85 Faks: 0 312 434 23 88
<b>Baskı (Printed by)</b>	: Afşaroğlu Matbaası Kazım Karabekir Cad. Altıntop İşhanı No: 87/7 İskitler / Ankara Tel: 0 312 384 54 88
<b>Baskı Tarihi</b>	: Mayıs 2013
<b>Baskı Adedi</b>	: 3000

# TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2013 Cilt 56 Sayı 1  
January 2013 Volume 56 Number 1

ISBN 1016-9164

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

- Seray ÇINAR YILDIZ, Süha ÖZDEN, Salih Zeki TUTKUN, Özkan ATEŞ,  
Selda ALTUNCU POYRAZ, Sevinç KAPAN YEŞİLYURT, Öznur KARACA**  
**Ganos Fayı Boyunca Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları, KB Türkiye**  
*Late Cenozoic Stress States along the Ganos Fault, NW Turkey ..... 1*
- B. Levent MESCI**  
**Özgün Niteliklere Sahip Travertenler ve Önemleri: Sivas Yöresi Travertenlerinden Örnekler**  
*Travertines with original features and their importances: Examples from the Sivas travertines ..... 23*
- Berk ÇAKMAKOĞLU, Fikret GÖKTAŞ, Mahmut DEMİRHAN, Cahit HELVACI**  
**Karaburun Yarımadası'nın Kuzey Kesimindeki Killerin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve  
Ekonomik Kullanım Olanaklarının Araştırılması**  
*Investigation of Stratigraphy, Sedimentology and Economical Usage of the Clays from the  
Northern Part of the Karaburun Peninsula ..... 39*

**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***



## **Ganos Fayı Boyunca Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları, KB Türkiye**

*Late Cenozoic Stress States along the Ganos Fault, NW Turkey*

**Seray ÇINAR YILDIZ<sup>1</sup>, Süha ÖZDEN<sup>2</sup>, Salih Zeki TUTKUN<sup>2</sup>, Özkan ATEŞ<sup>2</sup>,  
Selda ALTUNCU POYRAZ<sup>3</sup>, Sevinç KAPAN YEŞİLYURT<sup>2</sup>, Öznur KARACA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kayserili Ahmet Paşa Caddesi, 27/1, Çanakkale, seraycinar@gmail.com

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 17100, Çanakkale

<sup>3</sup>Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Merkezi,  
Ulusal Deprem İzleme Merkezi, Çengelköy, İstanbul

### **ÖZ**

Son defa 1912 yılında, magnitüdü 7.3 (Ms) olan bir depremle hareket eden Ganos Fayı; K70°D doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olarak, Gaziköy (Tekirdağ) ile Saros Körfezi arasında uzanmaktadır. Bu çalışmada; Ganos Fayı boyunca fay topluluklarının kinematik analizi, depremlerin odak mekanizması ters çözümleri ve uydu görüntüleri üzerinde uzaktan algılama çalışmalarıyla; Ganos Fayı ve bölgedeki Geç Senozoyik yaşlı gerilme durumları belirlenmiştir. Fay boyunca birbirleriyle uyumlu faylanma mekanizmalarıyla bir ana tektonik rejimin varlığı saptanmıştır. Bu faylanmalardan ilki, KB-GD yönlü sıkışma ve KD-GB yönlü açılma eksenini ile karakterize olan doğrultu atımlı faylanmadır. En büyük asal gerilme eksenini ( $\sigma_1$ )  $130^\circ \pm 16^\circ$  ve en küçük asal gerilme eksenini ( $\sigma_3$ )  $53^\circ \pm 13^\circ$  olarak belirlenmiş ve Rm oranı 0.49 olarak hesaplanmıştır. Bu faylanma ile uyumlu, eş zamanlı ve KD-GB doğrultulu açılma eksenini ile temsil edilen ( $\sigma_1$  düşey yöndedir) lokal normal faylanmalar da belirlenmiştir. KD-GB yönlü açılma ile oluşan bu fayların kinematik analiz sonucunda en küçük asal gerilme eksenini ( $\sigma_3$ )  $28^\circ \pm 18^\circ$  ile temsil edilmektedir. Ganos Fayı ve yakın çevresinde 2003-2010 yılları arasında meydana gelmiş ( $M \geq 3.3$ ) 12 adet depremin odak mekanizması ters çözümleri yapılmıştır. Bu çözümler üzerinden yapılan ortak ters çözüme göre; KB-GD yönlü sıkışma ve KD-GB yönlü açılma eksenleri ile karakterize olan doğrultu atımlı faylanmanın günümüzde de etkin olduğu görülmektedir. Günümüzde etkin tektonik rejim için hesaplanan, en büyük asal gerilme eksenini ( $\sigma_1$ ) ve en küçük asal gerilme eksenini ( $\sigma_3$ ) sırasıyla  $276^\circ \pm 7^\circ$  ve  $6^\circ \pm 6^\circ$  dir. Rm oranı da 0.44 olarak hesaplanmıştır. Gerek fayların kinematik analizi, gerekse deprem odak mekanizmalarının ters çözüm işlemi sonucunda elde edilen Rm oranlarının 0.5'den küçük olması, Ganos Fayı'nın geçmişte ve günümüzde transtansiyonel bir fay olarak çalıştığını göstermektedir. Uzaktan algılama yöntemiyle uydu görüntüleri üzerinde yapılan çizgisellik analizi çalışmalarında; 223 adet çizgisellik belirlenmiş ve bu çizgiselliklerin çoğunlukla Ganos Fayına paralel oldukları gözlenmiştir; Ganos Fayı; aktif sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır ve Geç Pliyosen'den beri çalışmaktadır.



**Anahtar Kelimeler:** 1912 Mürefte depremi, deprem odak mekanizması, Ganos fayı, kinematik, ters çözüm, uzaktan algılama.

## ABSTRACT

*The Ganos Fault, has a big earthquake (Ms:7.3 in 1912), as a right-lateral strike-slip fault, a segment of the northern strand of the North Anatolian Fault is elongated a N70°E trend in west of the Marmara Sea between Gaziköy (Tekirdağ) and Saros Gulf. This study reveals at late Cenozoic stress states by the fault kinematic analysis, inversion of the earthquakes focal mechanism and remote sensing studies along the Ganos Fault. Result of the kinematics analysis was carried out a main tectonic regime.. First mainly strike-slip faulting developed under NW-SE trending compressional direction showing by a ( $\sigma_1$ ) 130°±16° and a ( $\sigma_3$ ) 53°±13° trends and Rm ration calculated as 0.49. Secondly and consistent with first faulting, a NE-SW trending concurrent extensional direvtion produce a local normal faulting presented by a ( $\sigma_3$ ) 28°±18° trend in horizontal plane. Furthermore, between 2003 and 2010 years, bigger than M=3.3, 12 earthquakes on Ganos Fault and its vicinity, determined the focal mechanisms and inversion analysis results indicate that a strike-slip faulting is active along the fault. In the inversion of the earthquakes, a strike-slip faulting presented a ( $\sigma_1$ ) N 276°±7° and ( $\sigma_3$ ) N 6°±6° trends and Rm ration calculated as 0.44. This result is consistent with the results of fault kinematic analysis and offer as a transtensional character along the fault. According to rose diagram that was generated by remote sensing lineament analysis. Determined 223 lianements have mainly parallel to the Ganos Fault. The stress states from remote sensing studies are consistent both fault kinematic analysis and inversion of the earthquakes faocal mechanism results. Ganos Fault is an active strike-slip fault by the transtensional character since Late Pliocene.*

**Keywords:** 1912 Mürefte earthquake, focal mechanism, Ganos fault, inversion, kinematics, remote sensing.

## GİRİŞ

Yerkabuğu ölçeğinde uzanan aktif faylar boyunca gelişen deformasyonlar, o bölge ve yakın civarında gelişen bölgesel tektonik rejimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu rejimlerin türleri, zamanları ve zamansal değişimleri; faylar boyunca mostra koşullarının izin verdiği yerlerde ölçülen fay düzlemleri ve deprem verilerinden elde edilebilmektedir. Bununla birlikte aktif fayların gidişleri; detaylı haritalama ve uydu görüntülerinden elde edilen çizgiselliklerle de belirlenebilmektedir. Ganos Fayı boyunca; Kuzey Anadolu Fayı'nın en batı segmentinin geçtiği bölgenin, Geç Senozoyik'ten günümüze kadar olan davranış biçimini belirlemek için birden çok metod birlikte kullanılarak yapılan bu çalışmada;

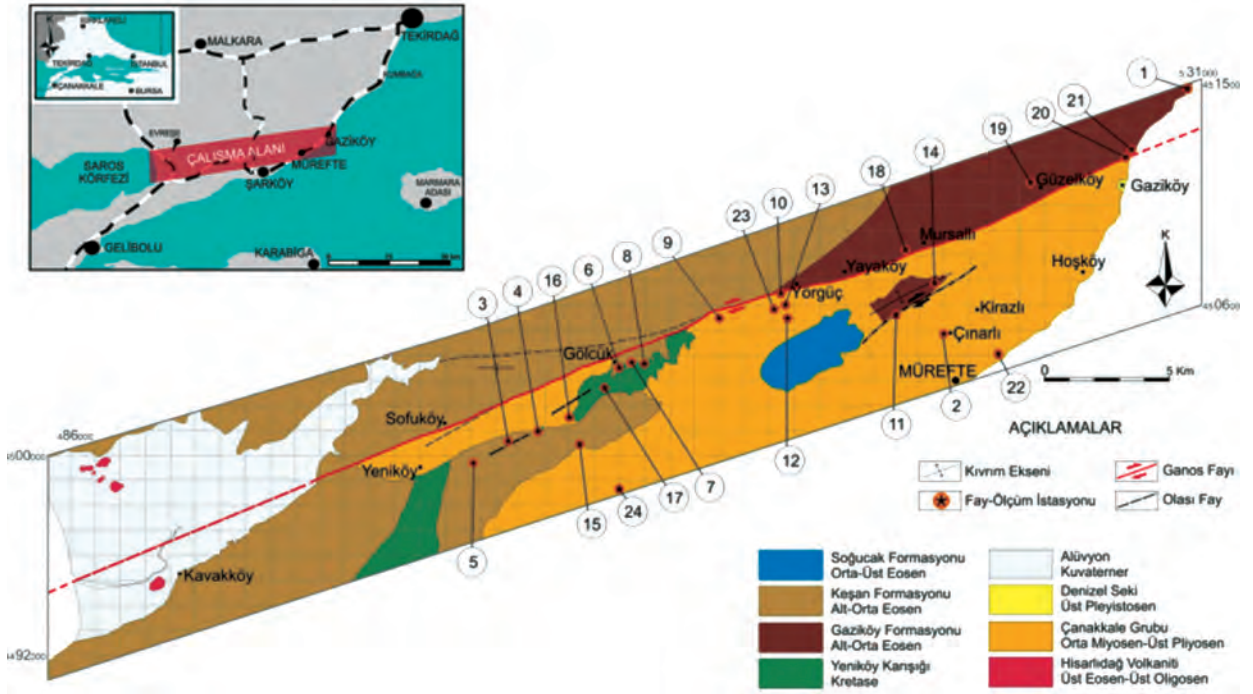
haritalama, fay topluluklarının kinematik analizi, depremlerin odak mekanizması ters çözümleri ve uydu görüntülerinden elde edilen çizgisellikler kullanılmıştır.

## ÇALIŞMA SAHASININ JEOLJİSİ, AKTİF TEKTONİĞİ VE DEPREMSELLİĞİ

Çalışma sahası jeolojik olarak Trakya Havzası'nın güney kesiminde yer almaktadır (Şekil 1). Bölgede temeli, Kretase yaşlı ofiyolitik, metaofiyolitik ve metamorfik kayalarla temsil edilen Yeniköy Karışığı (Şentürk ve Okay, 1984; Erol, 2003) oluşturmaktadır. Bu temel üzerine bir açısız uyumsuzlukla, Istranca Dağları güney eteklerinden başlayarak mostra veren ve hemen hemen

tüm Trakya bölgesini kapsayan, bir Tersiyer istif gelirken, yaklaşık 9000 m. kalınlığa erişmektedir (Kopp vd., 1969; Saltık, 1974; Kasar vd., 1983; Turgut vd., 1983, 1991; Saner, 1985; Sümengen vd., 1987; Sümengen ve Terlemez, 1991; Ercan, 1992; Yalıtırak, 1995; Görür ve Okay, 1996; Tapırdamaz ve Yalıtırak, 1996; Tüysüz vd., 1998; Turgut ve Eseller, 2000, Siyako, 2006). İstif, Alt-Orta Eosen yaşlı türbiditik çökellerin oluşturduğu Gaziköy Formasyonu (Turkse Shell, 1972) ile başlamaktadır. Bu birim, Alt-Orta Eosen yaşlı türbiditik çökellerden meydana gelen Keşan Formasyonu (Gökçen, 1967) tarafından üzerlenmektedir. Orta-Üst Eosen yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğu Soğucak Formasyonu (Holmes, 1961) ile devam eden çökeller, Üst Eosen-Üst Oligosen yaşlı andezitik bileşimli volkanik kayalardan oluşan Hisarlıdağ Volkanitleri (Sümengen vd., 1987) tarafından kesilmektedir. Paleojen dönemine ait bu kayalar üzerinde açılmal uyumsuzlukla yer alan, Neojen yaşlı Gazhanedere ve Kirazlı Formasyonlarının (Saltık, 1974; Şentürk ve Karaköse, 1987) oluşturduğu Çanakkale Grubu, Orta-Üst Miyosen yaşlı kumtaşı, çakıltası, kıltaşı ve çamurtaşlarıyla gelmektedir. Bu çalışmada; Kirazlı Formasyonunda gözlenen *Avimactra venjukovi* (Andrussow), *Avimactra ososkovi* (Andrussow), *Avimactra karabugasica* (Andrussow), *Avimactra subcaspia* (Andrussow) türleri ile Geç Pliyosen (Akçagiliyen) yaşlı öngörülmüştür. Buna göre Çanakkale Grubu'nun, Orta Miyosen-Üst Pliyosen yaş aralığını temsil ettiği söylenebilir. İstif, Üst Pleyistosen yaşlı Denizel Taraçalar (Gutzwiller, 1923; Sakıncı ve Yalıtırak, 1997) ve Kuvaterner yaşlı Alüvyon ile son bulmaktadır (Şekil 1).

Çalışma sahasının Kretase'den günümüze kadar olan yapısal evrimi, asıl olarak sıkışma rejimi altında gelişmiştir. Bunun sonucu olarak, Eosen yaşlı birimlerde büyük ölçekli kıvrımlar ve doğrultu atımlı faylar gelişmiştir (Şekil 1). Kuzey Anadolu Fayının kuzey kolunun en batı segmentini oluşturan Ganos Fayı, Kretase'den Kuvaterner'e kadar olan tüm birimleri keserken, yaklaşık K70°D doğrultu olarak uzanmaktadır (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd., 1985; 2004; Barka, 1992; Şaroğlu vd., 1992; Yalıtırak vd., 1998; Yalıtırak ve Alpar, 2002; Herece ve Akay, 2003; Altunel vd., 2004). Gaziköy'den itibaren karada gözlenen Ganos Fayı; Güzelköy, Mursallı, Yayaköy ve Yörgüç köylerinin güneyinden geçerek Gölcük'e uzanmaktadır. Gölcük içerisinde batıya doğru Sofuköy'ün güney yamaçlarından, Demirci Göleti'ne kadar devam etmektedir. Demirci Göleti, bir çöküntü gölü (sag pond) görünümündedir. Göletin batısında benzer doğrultuda gözlenen Ganos Fayı, buradan Saros Körfezi'ne ulaşmaktadır (Şekil 1). Armijo vd. (1999), Marmara Denizi'nin batısından Saros Körfezi'ni kat eden Ganos Fayı'ndaki toplam atımı, 70-85 km olarak saptamışlar ve yer değiştirmenin başlaması ile ilgili 5-7 milyon yıllık bir yaş önermişlerdir. Yalıtırak vd. (2000) palinspastik olarak bölgeyi modellerken GPS vektörlerini yapı denetimli olarak dikkate alarak Ganos Fayı'nın son aktivitesine ait başlangıç yaşını; 3,4-3,7 milyon yıl arasında, Ganos Fayı boyunca belirlenen GPS hızlarına göre beklenmesi gereken atımı ise, 57-63 km arasında değişen bir miktarda olduğunu öne sürmüşlerdir.



Şekil 1. Çalışma sahasının jeoloji haritası ve fay ölçüm istasyonları.

Figure 1. Geological map of the study area and fault measurement sites.

Biga Yarımadası ile özelde Ganos Fayı ve çevresi, depremsellik açısından aktif bir alanı oluşturmaktadır (Ergin vd., 1967; McKenzie, 1978; Kalafat, 1989; Siyako vd., 1989; Ambraseys and Finkel, 1991; Taymaz vd., 1991). Bu bölgede tarihsel deprem kayıtları açısından KAF'ın kuzey kolu üzerindeki etkinliğe bağlı olarak oldukça çok deprem vardır. Tarihsel dönem verilerine göre; 542, 824, 1063, 1343, 1344, 1354, 1542 ve 1766 yıllarındaki depremler ( $M > 6$ ) bölgenin aktivitesine işaret etmektedir (Ambraseys ve Finkel, 1987; 1991; Ambraseys, 2002). Ganos Fayı üzerinde yapılan son paleosismolojik çalışmalara göre; büyük deprem tekrarlanma aralığı,  $323 \pm 142$  yıl civarındadır (Meghraoui vd., 2012) ve bölgede 17-18 mm/yıllık bir hareket hızı saptanmıştır (Rockwell vd., 2001; Meghraoui vd., 2012). Fay boyunca mikrotopografya çalışmaları sonucu, batıdaki bir dere yatağında  $10,75 \pm 0,5$  m sağ yanal

öteleme ölçülürken, fay tarafından biçilen bir sırtta  $29 \pm 1$  m sağ yanal öteleme tespit edilmiştir (Aksoy vd., 2010).

Tarihsel depremlerin yanı sıra, aletsel dönemde kaydedilen depremler de aktif hatları izlemektedir. Aletsel dönemde ise bölgede meydana gelen en önemli deprem, 9 Ağustos 1912 tarihli Murefte-Şarköy depremidir. 26-27 Temmuz 1912 (1328) tarihinde, gece saat 3'te meydana gelen deprem, Murefte ve Şarköy civarı ile Tekirdağ, Gelibolu ve Çanakkale'yi etkilemiştir. Bu depremin sebep olduğu hasarlar ve can kayıpları, Doktor Yüzbaşı M. Sadi tarafından 28 Ağustos 1912 (1328) tarihinde yazılan, "Marmara Havzası'nın 26-27 Temmuz 1328 (1912) hareket-i arzının esbabı" adlı yazısında yer almaktadır. Bu yazıda, deprem esnasında kuvvetli uğultu ile gürültülerin olduğu ve minarelerin, evlerin, saat kulelerinin yıkıldığı ve yangınların çıktığı

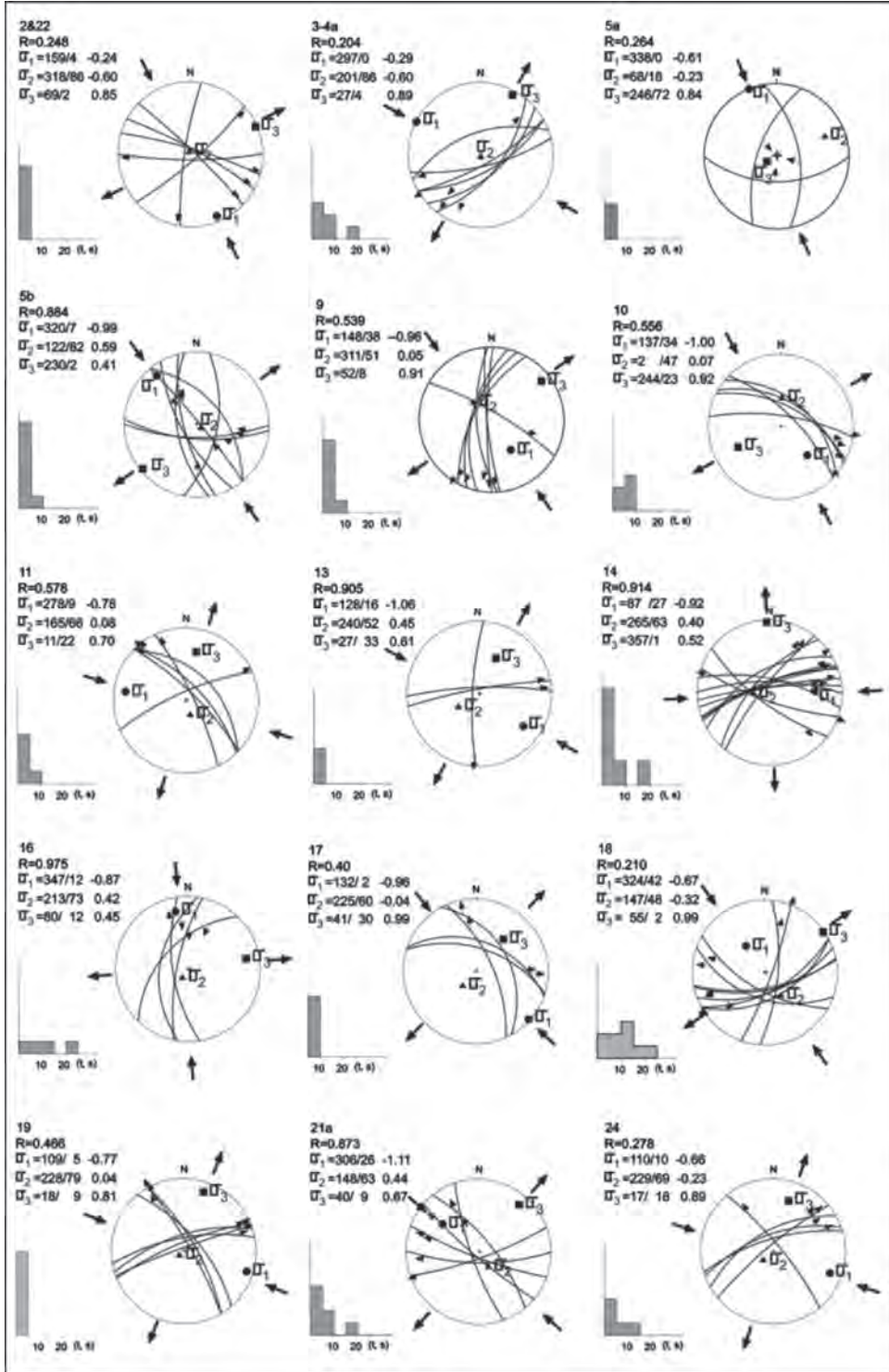
aktarılmaktadır. Artçı depremlerin bir buçuk ay süreyle devam ettiği belirtilmiştir. Mürefte-Şarköy köylerinde bulunan dağlar arasındaki vadilerde 50 cm genişliğinde, 20-30 m uzunluğunda bir çok yarık olduğu yazar tarafından gözlenmiştir. Yazıda bir de Fransızca İstanbul Gazetesi'nin haberine yer verilerek, Mürefte Köyü'nde 400 m uzunluğunda ve 5 m derinliğinde bir çatlağın geliştiği aktarılmaktadır. 1912 depremiyle birlikte Marmara'daki heyelanlar boyunca Tsunami de oluştuğu tespit edilmiştir (Altınok vd., 2003). Bu depremde, 3.736 adet evin 3.382 tanesi yıkılmış, 22.705 kişiden 707 kişi hayatını kaybetmiş ve 343 kişi ağır yaralanmıştır. Aynı zamanda İstanbul'da bulunan Haydarpaşa Garı'nın saat kulesi ile Çanakkale sahilinde bulunan Yunan Konsoloslugu'nda da hasar meydana geldiği tespit edilmiştir. 9 Ağustos 1912 (Mw=7.4) ve 13 Eylül 1912 (Mw=6.8) depremlerinin, 1.5-5.5 m arasında değişen yer değiştirmeleri olduğu belirlenirken, kosismik fay atımları ve fay segmentasyonu ile tarihsel sismik kayıtların beraber analizleri

sonucunda, iki deprem için toplam yüzey kırığı uzunluğu,  $150\pm 30$  km olarak hesaplanmıştır (Aksoy vd., 2010).

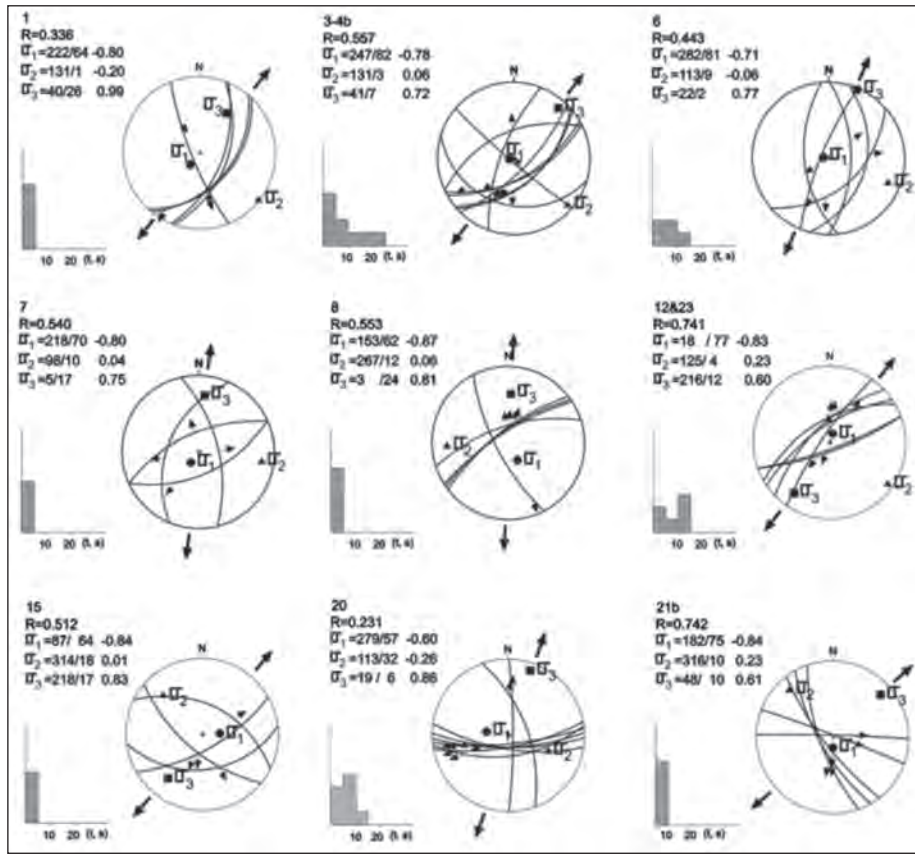
## **FAY TOPLULUKLARININ KİNEMATİK ANALİZİ**

Ganos Fayı boyunca sahada ölçülen fay düzlemlerinden hareketle gerçekleştirilen fay topluluklarının kinematik analizi sonucunda Geç Senozoyik'te etkin olan gerilme durumları ortaya konulmuştur. Fay boyunca yüzlek koşullarının uygun olduğu yerlerde ve özellikle genç birimlerde gözlemlenen fay düzlemlerinden, faya ait parametreler (doğrultusu, eğim miktarı, eğim yönü, sapma açısı, fayın türü) ölçülüp, ardından sayısal olarak analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda; 24 istasyonda, 138 adet fay düzlemi ölçülerek her bir istasyonun analizi ayrı olarak yapılmıştır (Şekil 2 a-b).





**Şekil 2a.** Fay Topluluklarının kinematik analiz sonuçları. Sıkışma rejimi sonucu oluşan doğrultu atımlı deformasyon verilerinin stereografik projeksiyon alt yarım küresi üzerindeki gösterimleri ve sonuçları.  
**Figure 2a.** Fault Kinematic analysis results. Strike-slip deformation results showing on lower hemisphere of stereographic projection developed under compressional tectonic regime.



**Şekil 2b.** Fay Topluluklarının kinematik analiz sonuçları. Yersel açılma rejimi sonucu oluşan normal faylanma verilerinin stereografik projeksiyon alt yarım küresi üzerindeki gösterimleri ve sonuçları.

**Figure 2b.** Fault Kinematic analysis results. Normal faulting deformation results showing on lower hemisphere of stereographic projection developed under local extension tectonic rejime.

## Metodoloji

Bu çalışmada fay topluluklarının kinematik analizi için kullanılan sayısal analiz yöntemi, ilk defa Carey ve Brunier (1974) ve Carey (1976; 1979) tarafından uygulanan ve daha sonra Carey & Gauthier ve Mercier (1987) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Buna göre;

1. Kaya kütlesi bir tektonik faz, tek bir homojen stres tensörü ile karakterize edilmektedir.

2. Bu tektonik faz için malzemenin izotropik ve homojen olduğu, her bir fay düzlemi üzerinde gelişen atımın kayma ( $S_f$ ) çizgisi bu fay

düzlemi üzerinde etkim çözümlenmiş makaslama gerilmesinin ( $\tau_f$ ) doğrultusunda ve yönünde olduğu kabul edilir.

3. Faylarla ayrılmış bloklar arasında sürekli deformasyonun olmadığı, deformasyon sırasında fay düzlemi rotasyonlarının olmadığı ve kayma çizikleri üzerindeki atımın bağımsız ve fay genişliğinden küçük olduğu kabul edilmektedir. Böylece kaya kütesinin deformasyonu, faylar boyunca rijit blokların görelî yer değiştirmesiyle meydana gelmektedir. Makaslama tensöründeki fark, blokların hareketine neden olan çözümlenmemiş gerilme tensöründen sorumludur.

Yukarıdaki koşullar sağlandığında bir tektonik faz ile ilişkili gerilme tensörü, bu fazın sonunda ortaya çıkan bağımsız kayma çizgilerinden elde edilebilir (Wallace, 1958; Both, 1959; Price, 1966; Arthaud, 1969; Pegoraro, 1972; Angelier ve Mechler, 1977).

Her bir çözülmüş kayma çizgisi (1) için bir fay düzlemine uygulanan gerilme ( $\sigma_1$ ),  $\sigma_1 = \sigma_{ni} + \tau$  olarak belirlenir. Yukarıda belirtilen hipotezi, öngörülen atım vektörü ( $\tau_i$ ) ile gözlenen atım vektörü ( $s_i$ ) arasındaki açının sifıra yaklaştığını gösterir. ( $\tau_i$ ) bileşenleri dört parametrenin fonksiyonudur. Bunlar bir coğrafik referans noktasına göre üç ana gerilme doğrultusu ( $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ ) ve  $[R = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\sigma_3 - \sigma_1)]$  bağıntısı ile ifade edilen ana gerilmeleri arasındaki R oranıdır (Carey, 1976; Carey-Gailhardis ve Mercier, 1987).  $\sigma_2$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$ , sırasıyla sıkışma, ortaç gerilme ve genişleme olmak üzere üç ana gerilme değerini vermektedir. R değeri 1 ( $\sigma_2 = \sigma_3$ ) ve ( $\sigma_1 = \sigma_2$ ) arasında değişmektedir. Dört değer ( $\tau_i, s_i$ )  $\rightarrow 0$  ile uyumlu olması ve bu nedenle aşağıdaki fonksiyonun minimum olduğu durumda dört değer ile belirlenmektedir.

$$F = -\sum_{i=1}^N k_i \cos^2(\tau_i, s_i)$$

Burada N, fay düzlemlerinin sayısını ifade ederken, eğer ( $\tau_i, s_i$ ) < 90 ise  $k_i=1$ , ( $\tau_i, s_i$ ) > 90 ise  $k_i=-1$  dir. Pratikte, indirgenme matematiksel olarak, ( $\tau_i, s_i$ ) açısı 20'den küçük olduğunda iyi sonuç vermektedir (Carey, 1979). Çünkü histogram üzerindeki dağılım daha yakın bir aralıkta ve benzer faylar için bu sonucu verebilir. Pratikte, ( $\tau_i, s_i$ ) açılarının %80'i 20'den küçük olması durumunda da sonuç güvenilir olarak kabul edilir. Açı arttıkça, çözümün doğruluğu ve ikinci minimum daha da uzaklaşmaktadır. Birden fazla tektonik faza karşılık gelen verilerin ayrılmasında daha karmaşık hesaplamalar kullanılır (Carey, 1979; Etchecopar vd., 1981). Bu metod, seçilmiş

sismik fay düzlemlerinin odak mekanizması ters çözümlerine de uygulanabilmektedir (Temiz, 1994; Över, 1999).

### Fay Topluluklarının Kinematik Analizi Sonuçları

Bu çalışmada, Ganos Fayı boyunca bir ana tektonik rejim içerisinde doğrultu atımlı ve normal faylanma durumları tespit edilmiştir.

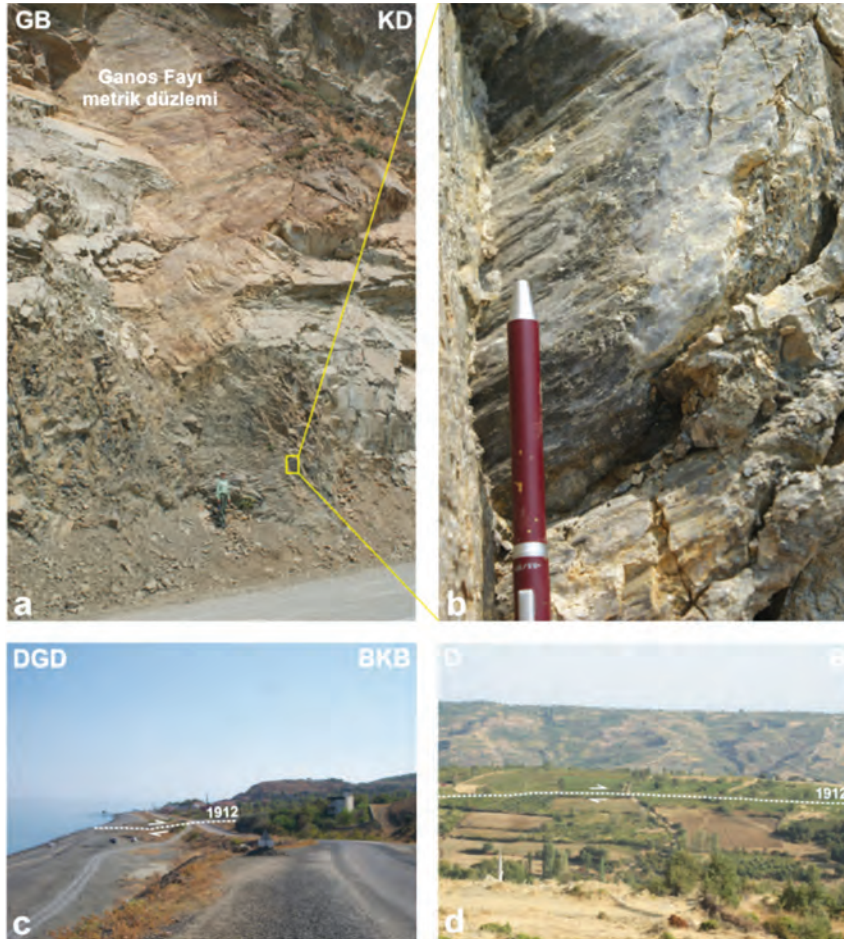
### KB-GD doğrultulu sıkışma ve KD-GB doğrultulu açılma eksenleriyle tanımlanan doğrultu atımlı faylanma durumu

Ganos Fayı boyunca; 2, 3a, 4a, 5a (ters)-5b, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22 ve 24 no'lu istasyonlardan elde edilen verilere göre (Şekil 1 ve Çizelge 1); en büyük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) durumu  $130 \pm 16^\circ$ , en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) durumu  $53 \pm 13^\circ$  olarak hesaplanmıştır. Burada en büyük asal gerilme eksenini ( $\sigma_1$ ) ve en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) yatay konumda, ortaç gerilme ekseninin ise ( $\sigma_2$ ) düşey konumda olduğu doğrultu atımlı faylanmayla karşımıza çıkan tektonik rejimdir (Şekil 2a). Rm oranı 0.49 olarak hesaplanmıştır. Yukarıdaki veriler sonucunda, bu bölgedeki sıkışma doğrultusu ( $\sigma_1$ ) yönünde olup,  $K50^\circ B$  dir. Buna karşın açılma doğrultusu ( $\sigma_3$ ) yönünde olup,  $K53^\circ D$  dur. Bu da bize Saros Körfezinde KAF'ın oluşumu ile birlikte gelişen ve çalışma sahamızda belirleyebildiğimiz günümüzdeki tektonik rejiminin, KB-GD yönlü sıkışma ve KD-GB yönlü açılma eksenleriyle karakterize olan doğrultu atımlı faylanma rejimi olduğunu göstermektedir. Rm=0.49 oranından hareketle, Rm oranının 0,50 ten küçük olması da bize bu doğrultu atımlı faylanmanın transtansiyonel bir karakterde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu bölgede gelişen son büyük depremin (1912) doğrultu atımlı faylanmayı



vermesi, elde etmiş olduğumuz sonucu destekler niteliktedir. Çalışma sahasında Ganos Fayı ve 1912 depreminin geçtiği bölgeler oldukça belirgin bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 3a-b). Bu veriler, Anadolu'nun Neotektonik dönemdeki yapılarından birisi olan KAF'nın, Ganos Fayı ve yakın civarında güncel sağ yanal doğrultu atımlı deformasyonunu da açıklamaktadır (Özden vd., 2008a; Janssen vd., 2009). KAF'nın batı, orta ve doğu kesimi üzerinde daha önce yapılan kinematik

çalışmalarda ise (Över, 1999; Bellier vd., 1997; Özden vd., 2002; Okay vd., 2004; Özden vd., 2008b), KAF'nın gelişiminin transpresyonel (ters bileşenli doğrultu atımlı rejim) karakterde başlayıp, transtansiyonel (normal bileşenli doğrultu atımlı rejim) bir karaktere Kuvaterner'de dönüştüğü ve bu rejimin de günümüzde etkin olduğu vurgulanmaktadır. Buna göre bölgede günümüzde etkin olan tektonik rejim, doğrultu atımlı faylanmayı (transtansiyonel) vermektedir.



**Şekil 3a.** Çalışma sahasında belirlenen deformasyonlara ait örnekler. Ganos Fayının, Gaziköy civarında ve Miyosen yaşlı birimleri kesen ana fay düzleminin uzaktan (a) ve yakından (b) görünümü. 1912 depremi yüzey kırığının (c) Gaziköy'de ve (d) Mursallı civarında geçtiği yerlerin görünümü.

**Figure 3a.** Main fault plane of the Ganos Fault (a) metric plane (b) detail view of the fault plane. 1912 surface rupture passing (c) Gaziköy and (d) Mursallı village.

### KD-GB doğrultulu lokal açılma eksenile tanımlanan normal faylanma durumu

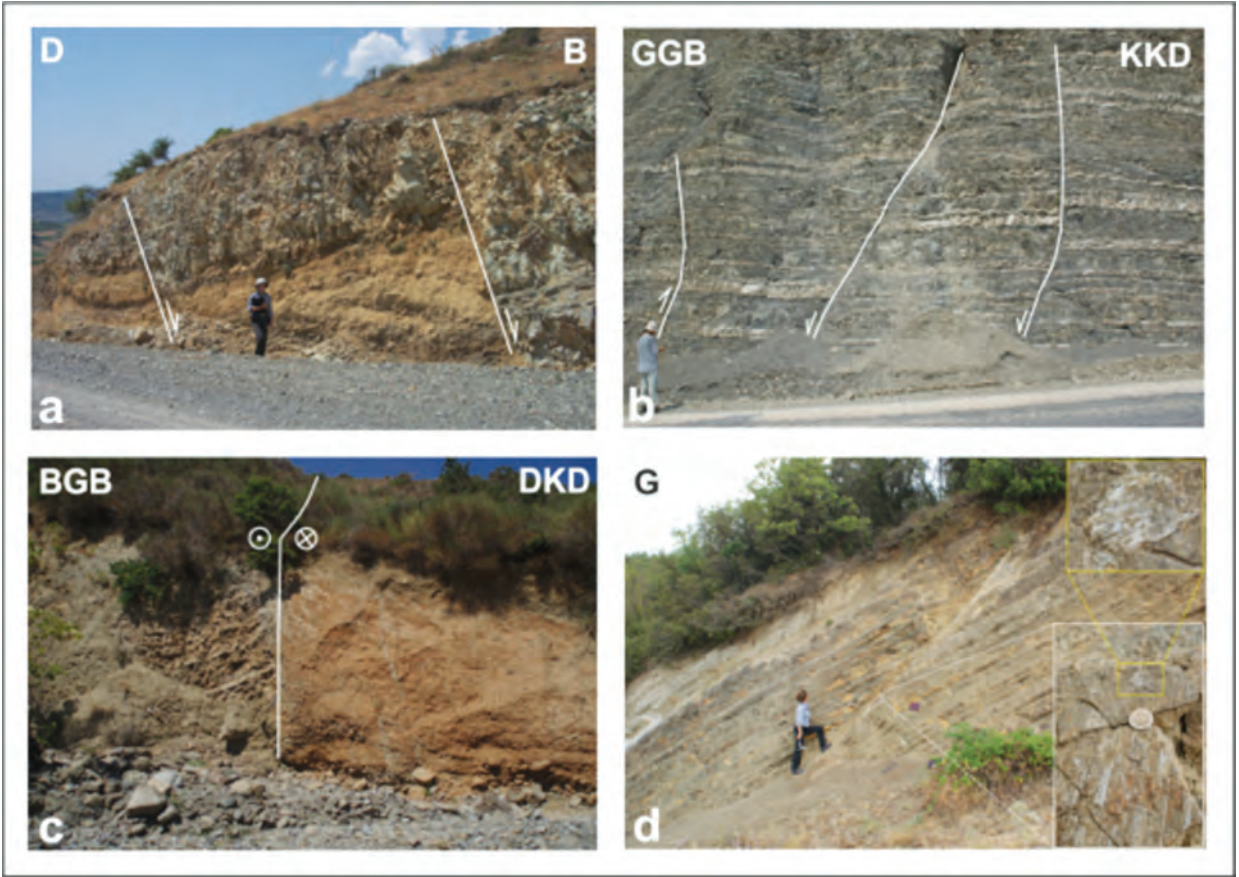
Ganos Fayı boyunca; 1, 3b, 4b, 6, 7, 8, 12, 15, 20, 21 ve 23 no'lu istasyonlardan (Şekil 1 ve Çizelge 1) elde edilen verilere göre; en büyük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) durumu  $67\pm 66^\circ$ , en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) durumu  $28\pm 8^\circ$  olarak hesaplanmıştır. Burada ortaç asal gerilme eksenini ( $\sigma_2$ ) ve en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) yatay konumda, en büyük gerilme ekseninin ise ( $\sigma_1$ ) düşey konumda olduğu normal faylanma durumudur (Şekil 2b). Yukarıdaki veriler sonucunda, bu bölgedeki açılma doğrultusu ( $\sigma_3$ )

yönünde olup,  $K28^\circ D$  dur. Ganos Fayı boyunca elde edilen KD-GB doğrultulu açılma gerilmesi ile ilişkili oluşan normal fayların, sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olan Ganos Fayı üzerinde bu fayı oluşturan KB-GD doğrultulu sıkışma ve KD-GB yönlü açılma ile uyumlu yersel (lokal) bir açılmayı temsil ettiğini göstermektedir. KAF'ın batı, orta ve doğu kesimi üzerinde daha önce yapılan kinematik çalışmalarda (Bellier vd., 1997; Över vd., 1999; Özden vd., 2002, Okay vd., 2004; Özden vd., 2008b) bu türden yersel açılmayla ilişkili normal faylar saptanmıştır. Bu veriler, doğrultu atımlı ve özellikle transtansiyonel çalışan faylarda çok genç havzaların oluşumunu da denetlemektedirler.

**Çizelge 1.** Çalışma sahasından elde edilen fay düzlemlerinin ölçüldüğü istasyonlara ait veriler.

**Table 1.** *Fault plane data in measurement sites from study area.*

İst. No	Enlem (N)	Boylam (E)	Yükseklik (m.)	Yaş	Litoloji	Formasyon
1	4514923	35 T 0530926	3	Eosen	Kumtaşı	Gaziköy
2	4504125	35 T 0523219	5	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Kirazlı
3	4500988	35 T 0504798	310	Eosen	Kumtaşı	Keşan
4	4500457	35 T 0503654	300	Eosen	Kumtaşı	Keşan
5	4499768	35 T 0502187	265	Eosen	Kumtaşı	Keşan
6	4503531	35 T 0508005	150	Eosen	Kumtaşı	Keşan
7	4503822	35 T 0508504	130	Eosen	Kumtaşı	Keşan
8	4503861	35 T 0509108	160	Eosen	Kumtaşı	Keşan
9	4505685	35 T 0512191	220	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Gazhanedere
10	4506425	35 T 0514597	350	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Gazhanedere
11	4505792	35 T 0519230	270	Eosen	Kumtaşı	Gaziköy
12	4505927	35 T 0514435	400	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Gazhanedere
13	4505927	35 T 0514457	380	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Gazhanedere
14	4506805	35 T 0520409	200	Eosen	Kumtaşı	Gaziköy
15	4500428	35 T 0506455	180	Eosen	Kumtaşı	Keşan
16	4501536	35 T 0506158	270	Kretase	Serpantinit	Yeniköy Karışığı
17	4502750	35 T 0507486	190	Kretase	Serpantinit	Yeniköy Karışığı
18	4508330	35 T 0519419	275	Eosen	Kumtaşı	Gaziköy
19	4510924	35 T 0524538	340	Eosen	Tüf	Gaziköy
20	4511863	35 T 0528285	10	Eosen	Kumtaşı	Gaziköy
21	4511845	35 T 0528313	30	Eosen	Kumtaşı	Gaziköy
22	4504936	35 T 0521144	280	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Kirazlı
23	4506508	35 T 0514713	370	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Gazhanedere
24	4498343	35 T 0508116	50	Miyo.-Pli.	Kumtaşı	Gazhanedere



**Şekil 3b.** (a) Güzelköy'ün kuzeyinde (Tekirdağ yolu), Gaziköy Formasyonu'nda görülen normal faylar, (b) Gaziköy'ün 1 km. kuzeyinde Ganos Fay zonunda yer alan faylar, (c) Armutluk Tepe'nin kuzeyinde Gaziköy Formasyonu ile Çanakkale Grubu birimleri arasındaki dokanağı sınırlayan Ganos Fayının görünümü (d) Derman Çeşme mevkiinde bir normal fayın doğrultu atımlı fayı üzerlediği lokasyon.

**Figure 3b.** (a) Normal faults in Gaziköy Formation at Güzelköy (on Tekirdağ main road), (b) Faults determined in Ganos Fault zone at 1 km of the Gaziköy, (c) A Ganos Fault scarp showing contact between Gaziköy Formation and Çanakkale Group Formation at north of Armutlu Hill, (d) A normal faulting overlap a strike-slip fault as the chronological at Derman fountain.

## DEPREMLERİN ODAK MEKANİZMASI ÇÖZÜMLERİ

Ganos Fayı'nın günümüzdeki davranış biçimini ortaya çıkarmak amacıyla, Boğaziçi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü'nün 2003-2010 yılları arasındaki verileri arasından seçilen 12 adet depremin ( $M \geq 3.3$ ) odak mekanizması çözümlenmeleri, üç bileşen dalga formu modellemesi yöntemiyle (Dreger, 2002)

yapılmış, ardından Carey-Gailhardis (1987) tarafından geliştirilen sayısal analiz yöntemiyle ters çözümleri yapılmıştır. Daha sonra çözümden yardımcı düzlemler çıkarılarak daha sağlıklı bir sonuç elde edilmiştir.

## Metodoloji

Odak mekanizması çözümlerinde Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü



Ulusal Deprem İzleme Merkezinde (UDİM) uygulanan ZSACWin programı kullanılmıştır. Programda temel olarak deprem parametrelerinin hesaplanmasında HYPO71, CMT (Centroid Moment Tensor) çözümleri için TDMTINV (Time Domain Moment Tensor Inversion) kodları esas alınarak çözümler yapılmıştır. Çalışmada kullanılan moment tensör ters çözüm yöntemi (Dreger, 2002), geniş bantlı deprem istasyonlarından kaydedilen üç bileşen sayısal verileri kullanarak yakın alan ve bölgesel sismik olayların kaynak parametrelerini belirlemeye yönelik olarak geliştirilmiştir. Programda moment tensör bileşenleri kullanılarak sismik moment ve fay parametreleri (doğrultu, atım, kayma) hesaplanabilmektedir.

Çözüme girecek verilerin üç bileşenli geniş bantlı (broad-band) kayıtlarla kaydedilmiş olması gerekmektedir. Gözlemsel veri ile yapay verilerin aynı örnekleme aralığında ve aynı birimde olması gerekmektedir. Kullanılan yazılım çözüm işlemlerini genel olarak: (a) üç bileşen hız verilerinin yer değiştirmeye dönüştürülmesi, (b) verilen kabuk modeli için yapay sismogramların üretilmesi ve (c) yapay veriyi gerçek veriye yakınsatacak en iyi kaynak biçimini belirlenmesi olmak üzere üç ana aşamada gerçekleştirir. Yapay veriler kullanıcı tarafından üretildiği için gerek örnekleme aralığı gerekse birimi denetim altındadır. Çalışmada, yapay sismogramlar yer değiştirmenin fonksiyonu olarak üretilmişlerdir ve genlikler cm olarak tanımlanmıştır. Depremin olası büyüklüğüne (M) bağlı olarak yüksek frekansları atmak üzere izleyen frekans aralıkları önerilmiştir. Bu çalışmada,  $3.5 \leq M < 4.0$ , 0.02-0.10 Hz (10-50 s);  $4.0 \leq M \leq 5.0$ , 0.02-0.05 Hz (20-50 s) ve  $M > 5.0$ , 0.01-0.05 Hz (20-100) değerlerine

karşılık gelmektedir. Ters çözüm işlemi yapılırken kullanılan kabuk yapısı Kalafat vd. (1987) tarafından geliştirilen ve halen UDİM’de kullanılan kabuk yapısıdır. Sonuçların iyileştirilmesi amacı ile ilksel derinlik ve koordinatlar belirli aralıklarla değiştirilerek varyans düşümünün en düşük olduğu derinlik ve koordinatlar yinelemeli olarak hesaplanır. Bu uygulamada derinlik artışları 2 km, koordinat artışları ise 2.5 km olarak seçilmiş ve ilksel derinlik ve koordinat bilgilerinin  $9 \times 9 \times 9 = 729$  düğüm noktası içeren bir kübün merkezinde yer aldığı varsayılarak işlemler yapılmıştır. 729 ayrı düğüm noktası için hesaplanan kaynak parametrelerinin içinden, varyans düşümü en yüksek olan düğüm noktası, depremin gerçek odağı olarak varsayılmıştır (Altuncu vd., 2007).

### **Depremlerin Odak Mekanizması Çözüm Sonuçları**

Bu çalışmada çözümü yapılan 3.3’den büyük 12 adet deprem, doğrultu atımlı faylanmayı vermektedir (Şekil 4, Çizelge 2). Bu çözümlerden yola çıkılarak yapılan ortak ters çözüme göre ise; en büyük asal gerilme eksenini ( $\sigma_1$ ) ve en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) yatayda ve dış yayda; ortaç gerilme ekseninin ise merkezde ve düşey konumda olduğu bir doğrultu atımlı gerilme rejimini ifade etmektedir (SFM). Bu eksenlerin durumuna baktığımızda; en büyük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_1$ ) durumu  $276^\circ \pm 7^\circ$ , en küçük asal gerilme ekseninin ( $\sigma_3$ ) durumu  $6^\circ \pm 6^\circ$  olarak hesaplanmıştır. Rm oranının da 0.44 olduğu dikkate alınırsa Ganos Fayı’nın günümüzde KB-GD doğrultulu bir sıkışma rejimi altında gelişen sağ yanal doğrultu atımlı transtansiyonel bir fay olarak çalıştığı depremlere göre de belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Çalışma sahası ve yakın civarında 2003-2010 yılları arasındaki ( $M \geq 3.5$ ) depremlere ait parametreler.  
**Table 2.** Parameters of the selected earthquakes ( $M \geq 3.5$ ) between 2003 and 2010 years in the investigated area.

No	Tarih (gün.ay.yıl)	Zaman- GMT (sa.dk.sn)	Enlem (N)	Boylam (E)	$M_w$	h (m)	1. Düzlem			2. Düzlem		
							Doğrultu	Eğim	Dalım	Doğrultu	Eğim	Dalım
1	05.07.2003	21:58:29	40.4652	26.0653	4.0	8	238	81	-151	143	61	-10
2	06.07.2003	19:10:28	40.4155	26.2088	5.5	10	170	85	6	80	84	174
3	06.07.2003	20:10:13	40.5005	26.0483	5.1	16	246	83	159	153	69	7
4	06.07.2003	22:05:47	40.4688	25.9523	4.3	10	30	42	-150	277	70	-52
5	31.01.2004	03:09:14	40.7893	27.3005	3.3	12	87	75	-155	350	66	-16
6	15.06.2004	12:02:36	40.4512	25.7523	4.9	12	339	74	19	244	72	163
7	13.08.2004	15:13:44	40.8271	26.4106	3.9	10	285	86	-36	18	54	-175
8	04.04.2005	05:25:31	40.4156	26.3528	3.6	12	155	83	18	63	72	172
9	04.11.2005	20:12:08	40.7040	27.2861	3.9	16	72	72	-146	331	59	-20
10	28.12.2008	22:58:58	40.3995	25.8176	5.1	12	340	89	34	249	56	179
11	27.04.2009	19:03:07	40.7383	27.5560	3.9	8	96	78	-115	343	28	-26
12	03.11.2010	02:51:27	40.4283	26.3372	5.4	15	243	84	-165	152	75	-6

## UZAKTAN ALGILAMA ÇALIŞMALARI

Bu çalışmada; Ganos Fayı boyunca günümüze yakın dönemde etkin olan tektonik rejimle bağlantılı olarak gelişen çizgisellikler, radar görüntüsü üzerinde yapılan uzaktan algılama çalışmaları ile tespit edilip sayısal olarak analiz edilmiştir.

### Metodoloji

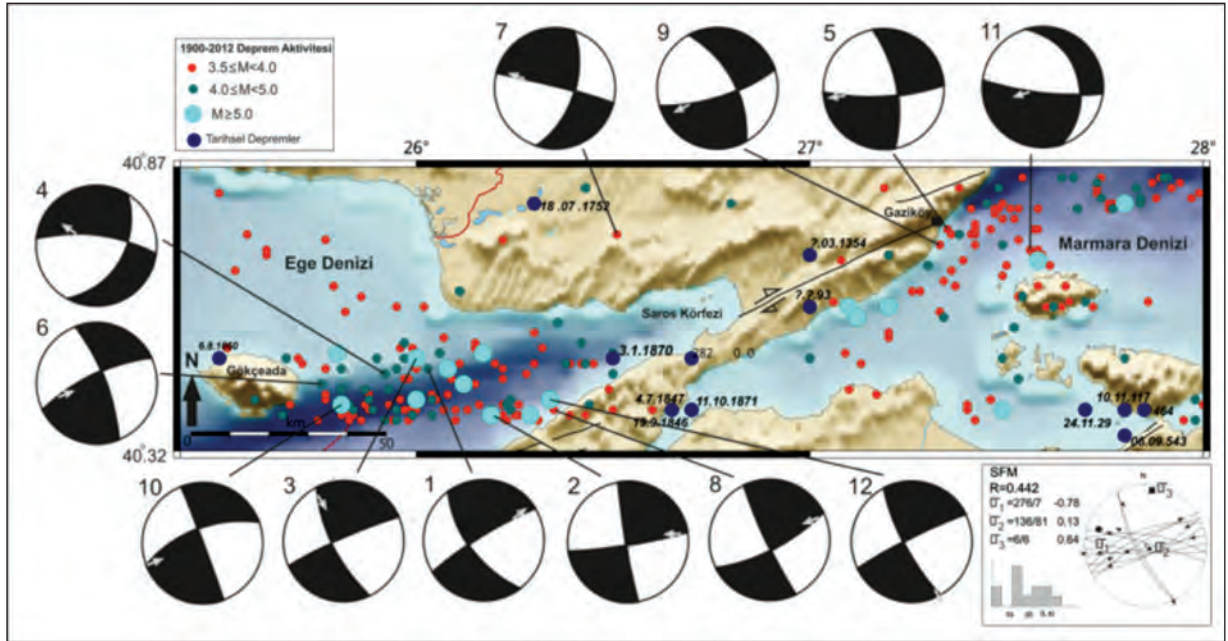
Çizgisellik terimi ilk kez Hobbs (1904) tarafından kullanılmış ve daha sonra farklı araştırmacılar tarafından (Novak ve Soulakellis, 2000; Dehandschutter, 2001; Madani, 2001; Hung vd., 2002; Bensekhria, 2012) değişik şekillerde tanımlanmış olmakla birlikte; genel olarak çizgisellik, uydu görüntülerinde ve kabartı haritalarında gözlemlenmiş tamamıyla jeolojik kökenli çizgisel unsurlar olarak tanımlanabilir. Çizgisellikler, bölgedeki tektonizma hakkında bilgi vermekle birlikte, birçok araştırmada da

temel olarak kullanılabilir. Örneğin; tektonik deformasyonlar, jeolojik yapının karakterizasyonu, mineralizasyon, jeolojik özelliklerin haritalanması, petrol araştırmaları vb. çalışmalar yapılmaktadır (Dehandschutter, 2001; Hung vd., 2002; Ölgen, 2004; Kaya vd., 2004; Över vd., 2004).

Bu çalışma kapsamında, amaca uygun olarak aktif sistemlere dahil olan (L) bandında 1.27 GHz frekansında Alos-Palsar (Level-4.1) uydu görüntüsü kullanılmıştır. Görüntü (Fine Mode) tipinde olup Single (HH) polarizasyondur. Uzaktan algılama yöntemiyle çizgisellik analizinde kullanılan görüntü üzerinde, incelemelerin yapılabilmesi için öncelikle iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Görüntünün inceleme alanını içerisine alan kısmı kesilerek, sadece çalışılan alanlarda çizgisellik belirleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Radar görüntülerinin özelliği sayesinde, gökyüzünden

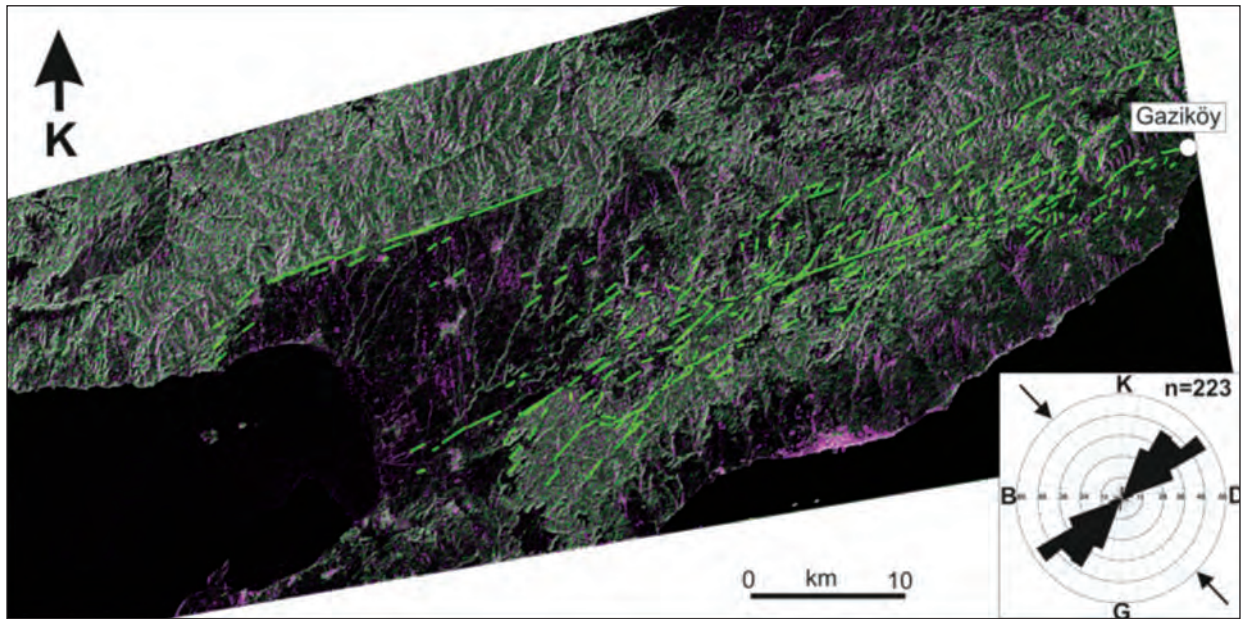
bakılınca bitki örtüsü veya hava şartları gibi çeşitli nedenlerden dolayı görülme imkanı olmayan topografya görülebilmektedir. Gerçekleştirilen görüntü iyileştirme çalışmaları neticesinde yeryüzeyine yakın olan çizgisel yapıları görme imkanı bulunabilmekte, ayrıca yansımalarındaki zıtlıklardan yararlanılarak jeolojik birimler de ayırt edilebilmektedir. Görüntünün analizi için Erdas 9.1 görüntü işleme programı kullanılmıştır. Bu işlemler; görsel yorumlama, geliştirme çalışması (enhance), parazitlerin ortadan kaldırılması (speckle suppression) ve kenar belirleme (edge detection) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Görüntü çıplak gözle incelendiğinde göze çarpan en belirgin yapılar, yüksek tepeler ve derin vadilerdir. Yükseltilerin tepe noktaları parlak ve beyaza yakın açık yeşil tonlarında görülmektedir. Bununla birlikte drenaj ağları da parlak yeşil tonlarda renk verirken oldukça belirgindir. Baraj gölleri ve göletler ise siyaha yakın tonlarda koyu

mor renkli olarak görülmektedir. Morfolojik bu yapıların yanı sıra, KAF'ın kuzey kolu olan ve yaklaşık K70°D doğrultulu Ganos Fayı, Marmara Denizi ile Ege Denizi arasında, Gaziköy'den Saros Körfezi'ne kadar uzanan bir çizgisellik olarak net olarak görülmektedir (Şekil 5). Erdas 9.1 programı ile çeşitli filtreler uygulanarak görüntüdeki parazitler en aza indirilmeye çalışılmıştır. Uygulanan filtreler içerisinde en yüksek kalite, Lee-Sigma filtresi kullanıldığında elde edilmiştir. Radar görüntüsü üzerinde kenar belirleme işlemleri yapılırken, farklı yönlerden ışık kullanılarak çizgisellikler ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Kuzeybatıdan verilen ışık ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 5). Bunun dışında, filtreler sayesinde diğer yönlerden verilen ışıklar sayesinde de farklı yönlerdeki çizgisellikler tespit edilmiştir. Alos-Palsar radar görüntüsünde tespit edilen çizgisellikler kullanılarak bölgeye ait gül diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Çalışma sahası ve yakın civarının sismotektonik haritası, depremlerin odak mekanizmaları tek ve ortak ters çözümleri.

Figure 4. Seismotectonic map of the study area and surroundings, focal mechanism results and inversion of the selected earthquakes.



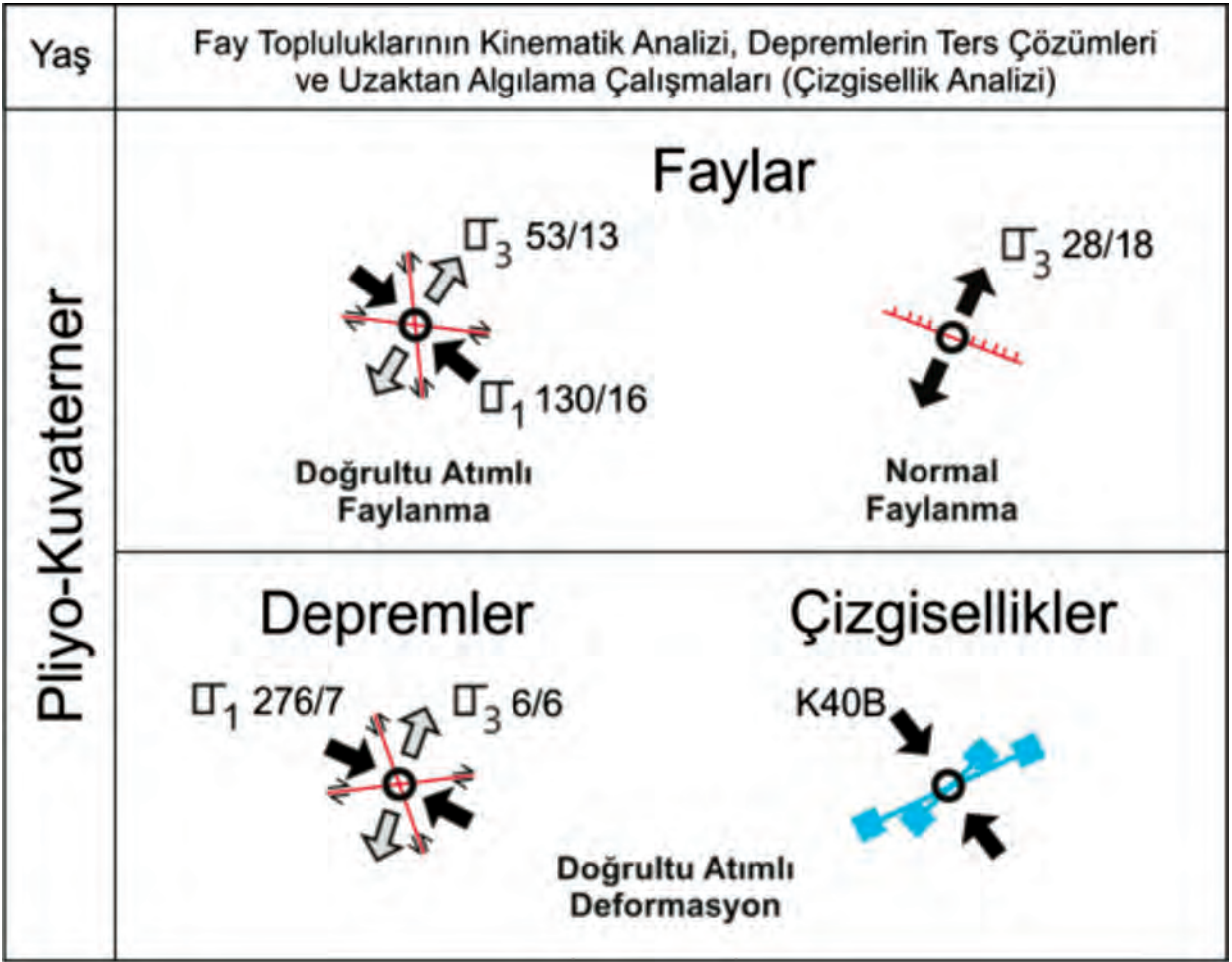
**Şekil 5.** Ganos Fayı boyunca Alos-Palsar görüntüsünden elde edilen çizgisellikler ve sayısal analiz sonuçları.  
**Figure 5.** Lianement analysis and rose diagram on the Alos-Palsar image along the Ganos Fault.

#### Uzaktan Algılama Çalışmalarının Sonuçları

Radar görüntüsünden elde edilen 223 adet çizgiselliğin çoğunlukla, bu bölgede, BGB-DKD doğrultularında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 5). Bu yapısal unsurların (aktif fay çizgisellikleri, uzamış sırtlar, fay sarplıkları vb.) bölgedeki aktif Ganos Fayının doğrultusuna paralel geliştikleri anlaşılmaktadır. Bu çizgiselliklerin bu bölgede

etkin olan KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi altında gelişen Ganos Fayı'nın oluştuğu rejim altında geliştikleri düşünülmektedir. Çizgisellikleri oluşturan kuvvet yönlerinin, fayların kinematik analizi çalışmalarının sonuçları ve depremlerden elde edilen odak mekanizması sonuçlarıyla da uyumlu oldukları ve onları destekler nitelikte oldukları görülmüştür (Şekil 6).





**Şekil 6.** Ganos Fayı ve yakın civarındaki geç Senozoyik yaşlı gerilme durumları.

**Figure 6.** Late Cenozoic stress state around Ganos Fault and surroundings.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kuzey Anadolu Fayının en batı segmentinin ve karadaki son uzanımının olduğu yeri temsil eden Ganos Fayının, Geç Senozoyik yaşlı gerilme durumları ve davranış biçimi araştırılmıştır. Bu çalışmamızda, Ganos Fayı boyunca mosta koşullarının izin verdiği yerlerde yüzlek veren fay düzlemi parametreleri ölçülmüş ve sayısal olarak analiz edilmiştir. Buna göre, Ganos Fayı, KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi altında gelişen, sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olarak çalışmıştır. Transtansiyonel bir karaktere sahip olup, fay boyunca KD-GB doğrultulu

açılmayla ilişkili lokal normal faylanmaların da varlığı saptanmıştır. Ganos Fayı boyunca ve bu fayın hareketiyle gelişen son on yıldaki ( $M \geq 3.5$ ) depremlerin odak mekanizması çözümleri, fayın davranış biçiminin günümüzde de doğrultu atımlı olarak devam ettiğini göstermektedir. Ayrıca, radar görüntüleri üzerinden belirlenen çizgiselliklerin, fayın gidişi ile büyük bir uyum sağladığı, çoğunlukla aktif yapısal unsurlardan oluşan bu çizgiselliklerin aktif faya paralel oldukları gözlenmiştir. Ganos Fayı, üzerinde birden çok tarihsel depremin varlığı, bölgede son yıllarda yapılan paleosismolojik çalışmalar,

GPS ölçümleri, mikrotopoğrafya çalışmaları ve saha gözlemleri ile detaylı olarak belirlenmiştir. Son yüzyılda meydana gelen 1912 depremi ve bu deprem üzerine yapılan çalışmalar, Ganos Fayının; Anadolu bloğunun batıya doğru olan hareketinin, GB Anadolu'dan farklı olarak, KB Anadolu'da etkin (McClusky vd., 2000) olarak devam ettiğini göstermektedir. Fay boyunca belirgin saha verilerinin bulunması ve fay üzerinde son yüzyılda büyük bir depremin olması dikkate alındığında, Ganos Fayı, geçmişte olduğu gibi (M=7'den) büyük deprem üretme potansiyeli taşımaya devam etmektedir. Son yüzyılda Ganos Fayı, her iki ucunda, Ege ve Marmara Denizlerinde yoğun sismisite sunuyor olmasına karşın, karadaki ana segmenti üzerindeki sismik aktivitesinin azlığı dikkat çekmektedir. Karadaki ana segmentin farklı yöntemler kullanılarak araştırılması ve modellenmesi, fayın davranış biçimini daha iyi anlamak açısından büyük önem arz etmektedir.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma, ÇOMÜ BAP 2009-23 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

## EXTENDED SUMMARY

*The Ganos Fault, as a right-lateral strike-slip fault, both a segment of the northern strand of the North Anatolian Fault and which is one of the important structure of neotectonic period, is elongated in west of the Marmara Sea between Gaziköy (Tekirdağ) and Saros Gulf. In instrumental period, a big earthquake (Ms:7.3) has been occurred on the Ganos Fault in 1912.*

*The Ganos Fault approximately has a N 70° trend all in its lineament. The eastern limit of fault line in continent is beginning at just north of Gaziköy in western Marmara Sea. From Gaziköy to west, the fault trace easily shown at south of*

*the Güzelköy, Mursallı, Yayaköy and Yörgüç villages. In western most of the fault segment were determined south of Sofu village, Demirci Lake and Saros Gulf.*

*Cretaceous aged Yenikoy Melange constitutes the basement geological unit along the Ganos Fault. This unit is overlain unconformably by the Tertiary sequences that includes Lower–Middle Eocene aged Gaziköy, Lower–Middle Eocene aged Kesan and Middle–Upper Eocene aged Soğucak Formations. Also, Upper Eocene–Upper Oligocene aged andesites that belongs to Hisarlidağ Volcanics are in this Tertiary sequences. In Neogene, Eocene units overlain with time gap and angular unconformably by Middle–Upper Miocene aged Canakkale Group. This group contains Late Pliocene (Aktshagylian) aged was predicted for sandstones based some Avimactra forms: Avimactra venjukovi (Andrussow), Avimactra ososkovi (Andrussow), Avimactra karabugasica (Andrussow), Avimactra subcaspia (Andrussow). Çanakkale Group has a Middle Miocene-Late Pliocene aged. In the region, this group is overlain by Upper Pleistocene aged marine terrace and Quaternary Alluvium overlies all the units.*

*By the fault kinematic analysis, late Cenozoic stress states determined on the measured fault-slip data along the Ganos Fault. Result of the kinematics analysis was carried out a main tectonic regime with two faulting. First mainly strike-slip faulting developed under NW-SE trending compressional regime (transtensional) and, a secondly and consistent with first faulting, a NE-SW trending extensional direction produce a local normal faulting. In strike-slip faulting, stress states showing by a maximum stress axis ( $\sigma_1$ ) N 130°±16° and a minimum stress state ( $\sigma_3$ ) N 53°±13° trends as in horizontal plane and Rm ration calculated as 0.49. This data presented a*

*strike-slip faulting deformation occurred under NW ( $\sigma_1$ ) trending compressional tectonic regime. And also, the Ganos Fault has a transtensional character from Rm ration in strike-slip deformation in Saros region. A consistent normal faulting presented by a maximum stress axis ( $\sigma_1$ ) N  $67^\circ \pm 66^\circ$  trend in vertical plane and a minimum stress state ( $\sigma_3$ )  $28^\circ \pm 18^\circ$  trend in horizontal plane. These normal faults developed under NE ( $\sigma_3$ ) trending extensional direction*

*Furthermore, between 2003 and 2010 years, 12 earthquakes on Ganos Fault and its vicinity, determined the focal mechanisms and inversion analysis results indicate that a strike-slip faulting is active along the fault. In the inversion of the earthquakes, a maximum stress axis ( $\sigma_1$ ) N  $276^\circ \pm 7^\circ$  and a minimum stress state ( $\sigma_3$ ) N  $6^\circ \pm 6^\circ$  trends take place in horizontal plane and Rm ration calculated as 0.44. This result is consistent with the results of fault kinematic analysis and offer as a transtensional character along the fault.*

*According to rose diagram that was generated by remote sensing lineament analysis (in Erdas 9.1) on radar images (ALOS-PALSAR HH+HV polarise, Level 4.1). These lineaments have mainly parallel to the Ganos Fault and segments probably occurred as a fault line under a NW-SE compressional regime were identified. The stress states from remote sensing studies are consistent both fault kinematic analysis and inversion of the earthquakes focal mechanism results.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

Aksoy, M.E., Meghraoui, M., Vallée, M., ve Çakır, Z., 2010. Rupture characteristics of the A.D. 1912 Mürefte (Ganos) earthquake segment of the North Anatolian fault (western Turkey), Geological Society of America, Geology, 38,11, 991–994.

- Altunok, Y., Alpar, B., ve Yaltrak, C., 2003. Şarköy-Mürefte 1912 Earthquake's Tusunami, extension of the associated faulting in the Marmara Sea, Turkey, Journal of Seismology, 7, 329-346.
- Altuncu Poyraz, S., Yilmazer, M., Kalafat, D., ve Pinar, A., 2007, ZSacWin Algoritmasını kullanarak 2004 Gökova deprem etkinliğinin incelenmesi, 15.Yıl Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu, 14-16 Kasım 2007 Isparta, 62-68.
- Altunel, E., Meghraoui, M., Akyüz, H.S. ve Dikbaş, A., 2004. Characteristics of the 1912 co-seismic rupture along the North Anatolian Fault Zone (Turkey): implications for the expected Marmara earthquake, Terra Nova, 16, 198-204.
- Ambraseys, N.N., 2002. The seismic activity of the Marmara Sea Region over the last 2000 years, Bull. Seism. Soc. Am., 92, 1-18.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1987, The Saros Marmara Earthquake of 9 August 1912: Earthquake, Eng. and Structural Dynamikes, 15, 189-211.
- Ambraseys, N. ve Finkel, C., 1991. Long-term seismicity of Istanbul and of the Marmara Sea region, Terra 3, 527-539.
- Angelier J. ve Mechler P., 1977. Sur Methode Graphique de Recherche des Contraintes Principales Egalement Utilisable en Tectonique et en Sismologie: La Methode Diédre Droit. Bulletin de la Société Géologique de France, 19: 1309-1318.
- Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A., ve Barka, A., 1999. Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and Kinematics, Geology, 27, 3, 267-270.
- Arthaud, F., 1969. Méthode De Détermination Graphique Des Directions de Raccourcissement, D'allongement et intermédiaire D'une Population de Failles. Bull. Soe. Géol. France, 11:729-737.
- Barka, A.A., 1992. The North Anatolian Fault Zone, Ann. Tectonicae, 6, 164-195.
- Bellier, O., Över, S., Poisson, A., ve Andrieux, J., 1997. Recent temporal change in stress state and modern stress field along the North Anatolian Fault Zone (Turkey). Geophys. J. Int., 131 : 61-86.
- Bensekhria, A., 2012. Tectonic Deformations based on Lineaments Analysis of Mechtat Ain El Beida (Bou Arif Mountain) North East of Algeria. Asian Journal of Applied Sciences, 5: 117-124.
- Bott, M. H. P., 1959. The Mechanism of Oblique Slip Faulting. Geol. Mag. 96: 109–117.
- Carey, E. ve Brunier, B., 1974. Analyse theorique et numerique d'une modele mecanique elementaire applique à l'etude d'une

- population des failles, C. R. Hebd. Acad. Sci, Lett.270 : 891-894.
- Carey, E., 1976. Analyse numérique d'un mod' ele mécanique élémentaire appliqué à l'étude d'une population de failles: Calcul d'un tenseur moyen des contraintes à partir des stries de glissement: Unpublished PhD thesis, Tectonique Générale, Univ. Paris-Sud, Orsay, 138p.
- Carey E., 1979. Recherche des Directions Principales de Contraintes Associées au Jeu D'une Population de Failles, Revue Geological Dynamic and Géography Physic. 21: 57-66.
- Carey-Gailhardis E. ve Mercier J.L., 1987. A numerical method for determining the state of stres using focal mecanism of earthquake populations, Earth Planet. Sci Lett. 82 : 165-179.
- Dehandschutter, B., 2001, Study of the recent structural evolution of continental basins in Altai-Sayan (Central Asia), Phd. Thesis, 211p.
- Dreger, D. S., 2002. Manual of the Time-Domain Moment Tensor Inverse Code (TDMT-INVC), Release 1.1, Berkeley Seismological Laboratory, Berkeley, p. 18.
- Ercan, T., 1992. Trakya'daki Senozoyik volkanizması ve bölgesel yayılımı, JMO, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 41, s: 37-50.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve civarında deprem katalogu, İTÜ Maden Fakültesi, Arz Fiziği Enstitüsü Yay. 24, 169 s.
- Erol, K., 2003. Yeniköy Karışığının (GB Trakya) Metamorfik Evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 46, Sayı 2, 53-61.
- Etchecopar, A., Vasseur, G., ve Daigneries, M., 1981. An inverse problem in microtectonics for the determination of stress tensors from fault striation analysis: J. Struct. Geol., v.3 : 51-65.
- Gökçen, L.S., 1967. Keşan bölgesinde Eosen-Oligosen sedimantasyonu, Güneybatı Türkiye Trakyası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 69, 1-10.
- Görür, N. and Okay, A.I., 1996. Fore-arc origin of the Thrace basin, northwest Turkey, Geologische Rundschau, 85, 662-668.
- Gutzwiller, O., 1923. Beitrage zur Geologie der Umgebung von Merfete (Mürefte) am Marmara Meer, Basel Üniv., 25 s.
- Herece, E. ve Akay, E., 2003. Kuzey Anadolu Fayı Atlası. M.T.A. Yayını, Ankara.
- Hobbs, W.,H., 1904. Lineaments of The Atlantic Border Region. Geological Society American Bulletin, 15, 483-506 p.
- Hung, L.Q., Dinh, N.Q., Batelaan, O., Tam, V.T. ve 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.
- Holmes, A.W., 1961. A stratigraphic review of Thrace. Turkish Petroleum Corporation unpubl techn rep 368, pp 1-56.
- Janssen, C., Bohnhoff, M., Vapnik, Y., Görgün, E., Bulut, F., Plessen, B., Pohl, D., Aktar, M., Okay, A.I., ve Dresen, G., 2009. Tectonic evolution of the Ganos segment of the North Anatolian Fault (NW Turkey).
- Kalafat, D., 1989. Son yıllarda olmuş bazı depremlerin odak mekanizması açısından irdelenmesi, Deprem Araştırma Bül., 66, 6-20.
- Kalafat, D., Gürbüz, C., ve Üçer, S.B., 1987. Batı Türkiye'de Kabuk ve Üst Manto Yapısının Araştırılması, Deprem Araştırma Bülteni, (59), 43-64
- Kasar, S., Burkan, K.A., Siyako, M., ve Demir, O., 1983. Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları, TPAO rap., 1171 (Yayımlanmamış).
- Kaya, S., Müftüoğlu, O., ve Tüysüz, O., 2004. Tracing the geometry of an active fault using remote sensing and digital elevation model: Ganos segment, North Anatolian Fault Zone, Turkey, Int. J. Remote Sensing, Vol. 25, No. 19, 3843-3855.
- Kopp, K.O., Pavoni, N. ve Schindler, C., 1969. Geologie Thrakiens IV: Das Ergene-Becken, Beih zum Geol. Jahrb., Heft 76, 136 s., Hannover.
- Madani, A.A., 2001, Selection of the optimum Landsat Thematic Mapper bands for automatic lineaments extraction, Wadi Natash area, South Eastern Desert, Egypt, 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore; Singapore Institute of Surveyors; Asian Association on Remote Sensing.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M.N., Veis, G., 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research 105, B3, 5695-5719.
- McKenzie, D., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 55, 217-254.
- Meghraoui, M., Aksoy, M.E., Akyüz, H.S., Fery, M.A., Dikbaş, A., ve Altunel, E., 2012. Paleosismology of the North Anatolian Fault at Güzelköy (Ganos segment, Turkey): Size and recurrence time of Earthquake ruptures west of the sea



- of Marmara, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, doi:10.1029/2011GC003960.
- Novak, I.D., ve Soukellis, N., 2000, Identifying geomorphic features using LANDSAT-5/TM data processing techniques on Lesbos, Greece, *Geomorphology*, 34, 101-109.
- Okay, A., Tuysuz, O., ve Kaya, S., 2004. From transpression to transtension: change in morphology and structure around a bend on the North Anatolian Fault in the Marmara region, *Tectonophysics*, 391, 259-282.
- Ölgen, M. K., 2004. Determining Lineaments and Geomorphic Features Using Landsat 5-TM Data on the Lower Bakırçay Plain, Western Turkey. *Ege Coğrafya Dergisi*, 13 (2004), 47-57, İzmir.
- Över, S., Bellier O., Poisson A., ve Andrieux J., 1999. Late Cenozoic stress state changes along the central North Anatolian Fault Zone (Turkey). *Annales Tectonicae*, Vol. XI, no. 1-2, 75-101.
- Över, S., 1999. Kuzey Anadolu fay zonunun orta ve batı kesiminde bölgesel gerilme durumlarının incelenmesi. *T.J. Bülteni*, 42, 1, 85-96.
- Över, S., Kavak, K.Ş., Bellier, O., ve Özden, S., 2004, Is the Amik Basin (SE-Turkey) a Triple Junction Area? Analyses of SPOT XS Imagery and Seismicity, *International Journal of Remote Sensing*, Volume: 25, Number: 19, 3857-3872.
- Özden, S., Över, S., ve Ünlügenç, U.C., 2002. Quaternary stress regime change along the eastern North Anatolian Fault Zone, Turkey. *International Geology Review* Vol. 44, No. 11, pp. 1037-1052.
- Özden, S., Bekler, T., Tutkun, S. Z., Kürçer, A., Ateş, Ö., Bekler, F., Kalafat, D., Gündoğdu, E., Bircan, F., Çınar, S., Çağlayan, Ö., Gürgen, M., İşler, H., ve Yalçınöz, A., 2008a, Biga Yarımadası ve Marmara Denizi Güneyinin Sismotektoniği ATAG-12, *Bildiri Özleri Kitapçığı*, Sayfa 48-49, Akçakoca, Türkiye.
- Özden, S., Över, S., Kavak, K. Ş., ve İnal Dünder, Ş. S., 2008b. Late Cenozoic stress states around Bolu Basin along the North Anatolian Fault, NW Turkey. *Journal of Geodynamics*, 46, 1-2, 48-62.
- Pegoraro, O., 1972. Application de la Microtectonique a une Etude de Neotectonique sur le Golfe Maliaque (Gece centrale): These de 3 cycle, Montpellier.
- Price, N.J., 1966. *Fault and joint development in brittle and semi-brittle rock*, New York, Pergamon Press, 176 p.
- Rockwell, T., Barka, A., Dawson, T., Akyüz, S., ve Thorup, K., 2001. Paleoseismology of the Gaziköy-Saros segment of the North Anatolian Fault, northwestern Turkey: comparison of the historical and paleoseismic records, implications of regional seismic hazard, and models of earthquake recurrence, *J. Seismol.* 5, 433-448.
- Sadi, M., (Doktor Yüzbaşı) 1912. Marmara havzası'nın 26-27 Temmuz 1328 (1912) hareket-i arzının esbabı. *Tarih ve Düşünce dergisi*, İstanbul. S: 42-53.
- Sakıncı, M. ve Yaltrak, C., 1997. Güney Trakya Sahillerin Denizel Pleyistosen Çökelleri ve Paleocoğrafyası, *MTA Dergisi*, 119, 43-62.
- Saltık, O., 1974. Şarköy-Mürefte sahaları jeolojisi ve petrol olanakları, TPAO Arama Grubu Arşivi, Teknik Rapor, 879, 24 s. (Yayımlanmamış).
- Saner, S., 1985. Saros Körfezi dolayının çökme istifleri ve tektonik yerleşimi, *Kuzeydoğu Ege Denizi, Türkiye, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 28, 1-10.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Kuşcu, I., 1992. Türkiye Diri Fay Haritası. M.T.A., Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault. its age offset and tectonic significance, *J. Geol. Soc. Lond*, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *Soc. Ecol. Paleontol. Mineral. Spec. Publ.*, 37, 227-264.
- Şengör A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., ve Rangin, C., 2004. The North Anatolian Fault: A New Look, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 33, 37-112.
- Şentürk, K. ve Karaköse, C., 1987. Çanakkale Boğazı ve dolayının jeolojisi. *MTA Rap. no: 9333*, (yayımlanmamış).
- Şentürk, K. ve Okay, A.İ., 1984. Saros Körfezi doğusunda yüksek basınç metamorfizması, *MTA Dergisi*, 97/98, 152-155.
- Siyako, M., Bürkan, K.A. ve Okay, A.I., 1989. Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları (with English abstract), *Bull. Turk. Assoc. Pet. Geol.* 1, 183-199.
- Siyako, M., 2006, Trakya Bölgesi Litostratigrafi birimleri, *Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi 2*, Ankara, 70 s.
- Sümengen, M., Terlemeç, İ., Şentürk, K., Karaköse, C., Erkan, E., Ünay, E., Gürbüz, M., Atalay, Z., ve Şentürk, K., 1987. Gelibolu Yarımadası ve Güneybatı Trakya Tersiyer Havzasının Stratigrafisi, Sedimantolojisi ve Tektoniği, *MTA Rap: 8128*. (Yayımlanmamış).

- Sümengen, M. ve Terlemez, İ., 1991. Güneybatı Trakya yöresi Eosen çökellerinin stratigrafisi, Maden Tetkik Arama Dergisi, 113, 17-30.
- Tapırdamaz, C. ve Yaltrak, C., 1997. Trakya'da Senozoyik volkaniklerinin paleomanyetik özellikleri ve bölgenin tektonik evrimi, MTA Dergisi, 119, 27-42.
- Taymaz, T., Jackson, J.A., ve McKenzie, D., 1991. Active tectonics of the north and central Aegean Sea, Geophysical Journal International, 106, 433-490.
- Temiz H., 1994. Fay Topluluklarının Analiz Yöntemleri. Doktora Semineri II. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 27 s., Sivas.
- Turgut, S., ve Eseller, G., 2000. Sequence stratigraphy, tectonics and depositional history in eastern Thrace Basin, NW Turkey, Mar. Petrol. Geol., 17, 61-100.
- Turgut, S., Siyako, M., ve Dilki, A., 1983. Trakya havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 4, 35-46.
- Turgut, S., Türkaslan, M., ve Perinçek, D., 1991. Evolution of the Thrace sedimentary basin and its hydrocarbon prospectivity. In: Spencer, A.M. (Ed.), Generation, Accumulation, and Production of Europe's Hydrocarbons. Spec. Publ. Euro. Ass. Petrol. Geoscient. 1, 415-437.
- Turkse Shell, N.V., 1972. I no'lu Marmara petrol bölgesinde AR/NTS/832, 833, 835, 836, 997, 998 hak sıra no'lu arama ruhsatlarına ait terk raporu. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 769.
- Tüysüz, O., Barka, A., ve Yiğitbaş, E. 1998. Geology of the Saros Graben: its implications on the evolution of the North Anatolian Fault in the Ganos-Saros region, NW Turkey. Tectonophysics 293, 105-126.
- Wallace R. E., 1958. Geometry of Shearing Stres and Relation to Faulting. J. Geol. 59: 118.
- Yaltrak, C., 1995. Gaziköy-Mürefte Arasının Sedimentolojisi ve Tektoniği, TPJD Bülteni, 6: 1, 93-112.
- Yaltrak, C., 1996. Ganos Fay Sisteminin tektonik tarihi, TPJD Bülteni, 8, 137-156.
- Yaltrak, C., Alpar, B., ve Yüce, H., 1998. Tectonic elements controlling the evolution of the Gulf of Saros (northeastern Aegean Sea, Turkey), Tectonophysics, 300, 227-248.
- Yaltrak, C., Sakıncı, M., ve Oktay, F.Y., 2000. Westward propagation of North Anatolian fault into northern Aegean: Timing and kinematics, Comment, Geology, 28, 2, 187-188.
- Yaltrak, C., ve Alpar, B., 2002. Kinematics and evolution of the northern branch of the North Anatolian Fault (Ganos Fault) between the Sea of Marmara and the Gulf of Saros, Mar. Geol., 190, 352-366.

---

Makale Geliş Tarihi : 18 Mart 2013  
Kabul Tarihi : 19 Nisan 2013

*Received* : 18 March 2013  
*Accepted* : 19 April 2013







## **Özgün Niteliklere Sahip Travertenler ve Önemleri: Sivas Yöresi Travertenlerinden Örnekler**

*Travertines with original features and their importances: Examples from the Sivas travertines*

**B. Levent MESÇİ**

*Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas  
(e-posta: mesci@cumhuriyet.edu.tr)*

### **ÖZ**

Kimyasal ve/veya biyokimyasal süreçler sonucunda sıcak suların çökelttiği kayaçlar olan travertenler, çok uzun zaman aralıklarında ve çok özel jeolojik süreçlerle oluşmaktadırlar. Turizm açısından öneme sahip ve nadir özellik taşıyan az sayıdaki traverten alanının koruma altına alındığı bilinmekle beraber, jeomiras özelliği taşıyan çok sayıdaki traverten alanının denetimden uzak biçimde taş ocakları olarak işletildikleri görülmektedir.

Travertenler ve traverten sahaları sahip oldukları aktif tektonik veriler ve jeolojik nitelikleri bakımından bilimsel araştırmalar ve yerbilimi eğitimi açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Traverten yüzeylemelerinin önemi yerbilimleri ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda arkeolojik, antropolojik ve turizm değerlerinin de bulunduğu bilinmektedir. Dolayısıyla traverten oluşumlarının taş ocakları olarak işletilmeye açılmadan önce önemleri dikkatli bir şekilde değerlendirilerek özgün niteliklerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme sonucuna göre özgün nitelikleri bulunan traverten alanları koruma altına alınarak tahribatları önlenmeli ve jeomiras olarak değerlendirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif tektonik, antropoloji, arkeoloji, Traverten, Sivas

### **ABSTRACT**

*Travertine is sedimentary rock which formed under chemical and/or biochemical processes from geothermal waters and consists very long time periods and very special geological processes. Well-known travertine areas are now under protection but majority of travertine areas is remote from any control and operating and used as quarry. Travertine and travertine areas has an great important in terms of their active tectonics data, geological characteristics, earth science education and scientific researches. The importance of travertine outcrops is not limited with earth science. Travertines have also archaeological, anthropological and touristical values.*

*Importance of the travertines should be carefully evaluated before they are operated as an quarries in order to determine the presence or absence of its original features. According to the results of this evaluation the original features travertine areas should be protected and avoided from damages.*

**Keywords:** Active tectonics, antropology, archeology, Sivas, Travertine

## GİRİŞ

Yeryüzünün jeolojik yaşam sürecinde meydana gelen fosil, kayaç ve yer şekilleri gibi oluşumları içine alan doğal anıtlara jeomiras denilmektedir. Oluşumları milyonlarca/ milyarlarca/ yıl süren estetik, nadir, bilimsel ve ekonomik değerleriyle bu anıtlar yeryuvarlağı tarihinin arşivini oluşturmaktadırlar. Nitekim bugün jeomiras olarak koruma altına alınamayan çok sayıdaki doğal anıt insan eliyle tahrip ya da yok edilmektedir. Bunun için Türkiye’de jeomiras alanların tespit edilmesi, doğal ve kültürel kaynakların korunmasını içeren ve kırsal kalkınmayı hedefleyen jeoparkların sayısının artırılması ve bu doğal anıtları koruyacak yasal düzenlemelerin yapılması son derece önemlidir.

Dünyada jeomiras açısından korunmaya değer önemli kayaç grubundan birini de travertenler oluşturur. Tatlı kaynak sularının karbonat çökeli olan travertenlerin bulunduğu Yellowstone (ABD) ve Pamukkale (Denizli) gibi alanlar, doğal güzellikleri, turizm çekicilikleri ve jeolojik nitelikleri başta olmak üzere birçok özellikleri nedeniyle koruma altına alınmışlardır. Bilinen bu traverten alanları dışında Sıcak Çermik, Delikkaya, Sarıkaya, Ortaköy (Sivas), Reşadiye (Tokat), Diyadin (Ağrı), Eskipazar (Karabük), Ereğli (Konya) ve Terme (Kırşehir) gibi traverten sahaları çok az tanınmakta ve bu alanların korunmalarına yönelik herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Üstelik bu traverten alanlarının büyük çoğunluğu yapı taşı olarak kullanılmak üzere herhangi bir denetim yapılmadan plansız olarak işletilerek tahrip edilmektedirler. Oysa ki

yüzeyle ulaşan bütün yeraltı sularından traverten çökelemez. Bu durum, travertenlerin yeryüzünde ender olarak gözlenen kayaçlar olduğu anlamını taşır. Turizm özellikleri ile birlikte üzerlerinde bulunan jeolojik, arkeolojik ve antropolojik özellikleri de travertenleri önemli bir kayaç grubu durumuna getirmektedir. Bu çalışma ile özgün nitelikleri bulunan travertenlerin önemleri ve neden koruma altına alınması gerektiği Sivas’ta bulunan ve jeomiras açısından korunmaya değer alanlardan biri olan traverten sahaları (Sıcak Çermik, Delikkaya) örneklendirilerek tartışılmıştır.

## TRAVERTEN TANIMI VE ETİMOLOJİSİ

Traverten terimi için birçok araştırmacı aralarında çok az farklılık bulunan farklı tanımlamalar yapmıştır. Julia (1983) travertenini “*bataklıklarda, küçük nehirlerde, kaynaklarda (karstik, hidrotermal) genellikle kabuk bağlama (biyokimyasal çökeltme ve/veya çimento çökeli) şeklinde oluşan kalsiyum karbonat yığılımları*” biçiminde tanımlamaktadır. Chafetz ve Folk (1984) “*kaynak sularından organik ya da inorganik evreler ile çökeltilen tathisu karbonatlarının bir türü*” olarak ifade etmişlerdir. Bates ve Jackson (1980) ise “*yüzeyle ve yeraltı sularında bulunan kalsiyum karbonatın hızlı kimyasal çökeli ile oluşan, çoğunlukla lifsi ya da konsantrik yapıya sahip beyaz, sarımsı kahverengi ya da bej renkli, yoğun, iyi kristallenmiş masif ya da konsantrik kireçtaşlarıdır*” biçiminde tanımlarken, süngerimsi daha az kompakt traverten çeşidini ise tufa olarak tanımlamışlardır. Guo ve Riding (1998), “*Travertenler su kaynaklarından*

çıkan bikarbonat ve kalsiyumca zengin yer altı sularından oluşan kireçtaşlarıdır” biçimindeki tanımı benimsemişlerdir.

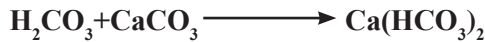
Traverten terimi terminolojik olarak Roma'nın doğusunda, eski bir yerleşim yeri olan Tiber'dan (Tivoli) Latince'ye bir kayaç ismi *Lapis Tiburtinus* (*Lapis*:Latince'de taş anlamına gelmektedir, *Lapis Tiburtinus*:Tiburtinus Taşı) olarak geçmiştir. *Lapis Tiburtinus*, Latince'de zaman içerisinde değişerek *tivertino* sözcüğüne dönüşmüştür. *Tivertino*, İtalyan diline *travertino* olarak yerleşmiştir. Fransızca'ya *travertiné* olarak geçen sözcük Türkçe'ye ise *traverten* olarak yerleşmiştir.

## TRAVERTENLERİN ÇÖKELİMLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

Kimyasal ve/veya biyokimyasal yolla oluşan travertenlerin içerisinde zaman zaman aragonit, opal, kil ve kuvars mineralleri bulunmasına karşın birincil minerali kalsittir. Travertenlerin kimyasal çökeliminde yüzey ve/veya yeraltı suları, atmosferik koşullar etkisi altında ya da çevre kayaçlardan etkileşim yolu ile bünyelerine CO<sub>2</sub> alarak, karbonik asit bakımından zengin bir duruma geçer.



Karbonik asitçe zengin bu sular yeraltındaki dolaşimleri sırasında CaCO<sub>3</sub> bileşimli kayaçlarla etkileşerek kalsiyum bikarbonatça zengin bir bileşim kazanır.



Özellikle tektonik süreksizlik düzlemleri (fay ve çatlak sistemleri) aracılığı ile yüzeye ulaşan kalsiyum bikarbonat bakımından zengin suların üzerlerindeki dış basıncın düşmesi ve su içerisindeki karbondioksitin atmosferdeki karbondioksit ile dengede olmaması nedeniyle,

atmosferdeki karbondioksit ile yüzeye ulaşan su içerisindeki karbondioksit arasındaki oran dengeye gelinceye kadar su bünyesindeki karbondioksiti kaybeder. Bu nedenle su içerisindeki CO<sub>2</sub>'nin ayrılması nedeniyle bikarbonat bileşimi parçalanır ve traverten çökelişi gerçekleşir.

Biyokimyasal yolla travertenler oluşurken CO<sub>2</sub>'in bir kısmı atmosfere karışırken bir kısmı da alg'lerce alınır. Karbondioksit algler tarafından harcanırken CaCO<sub>3</sub>'tan oluşan zar şeklinde bir çökelim gelişir. Alg öldükten sonra içi boş silindirik yapıdaki travertenler oluşur. Julia (1983) travertenlerin çökmesini basınç, ısı ve CO<sub>2</sub>'in fiziksel olarak, fotosentezin de biyokimyasal olarak kontrol ettiğini belirtmektedir.

Travertenlerin sınıflandırılmasına ilişkin çok fazla çalışma bulunmamasına karşın bazı araştırmacılar travertenleri bitki içerikleri, çökme ortamları, porozite ve morfoloji gibi unsurları esas alarak sınıflamışlardır. Bu çalışmacılardan Russell (1882), Pleyistosen Lake Lahontan Havzası'ndaki (Nevada, USA) tufaları lithoid, thinolitic ve dentritik olmak üzere üçe ayırmıştır. Bu sınıflamayı yaparken bir çökelme havzasındaki eğimli bir yamaç üzerinde çökelen travertenleri *lithoid*; lithoidik travertenlerin çökeliminden sonra su seviyesinin düşmesini izleyen dalga hareketleriyle çökelen travertenleri *thinolitiktufa*; katı bir taneciğin etrafında tane yüzeyine dik biçimde oluşan tufa çeşidini ise *dentritiktufa* olarak tanımlamıştır. Russell (1882), bu üç tufa çeşidinin merkezde lithoid olmak üzere dışa doğru thinolitic ve dentritiktufaların birlikte çökelmeleriyle de mantar şeklinde tufa domlarının oluştuğunu belirlemiştir. Scholl (1960), Russell'in (1882) sınıflamasını benimsemiş ve bu sınıflamaya bazı eklentiler yaparak 7 tip traverten çeşidi tanımlamıştır. Bu araştırmacıların yanı sıra Irion ve Muller (1968) ve Buccino vd., (1978) İtalya'da travertenleri bitki içeriklerine göre sınıflandırmışlardır. Daha

sonra Pedley (1990) travertenlerin çökeldiği topoğrafyayı göz önüne alarak *topografik eğimin*  $<10^\circ$  olduğu yerde çökelen travertenler; *topografik eğimin*  $>10^\circ$  olduğu yerde çökelen travertenler ve *klastik travertenler* olmak üzere travertenleri üçe ayırmıştır. Herlinger (1981), Amerika-Idaho’da morfolojiyi göz önüne alan ilk sınıflamayı yapmıştır. Herlinger’e (1981) göre travertenler; *çember şeklinde konik ve eğimli (mound) kubbe şeklinde travertenlerden* oluşmaktadır. Julia (1983) travertenlerin sınıflandırılmasında kullanılabilir en uygun kriterin otokton ya da klastik olup olmadığına bakmak olduğunu ileri sürerek travertenleri; *yerinde (otokton) ve klastik travertenler* olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Chafetz ve Folk (1984), morfolojiyi göz önüne alarak travertenleri:

- 1- *Şelale tipi travertenler*
- 2- *Göl çökelleri*
- 3- *Dike yakın eğimi olan kubbe, fan ya da koniler*
- 4- *Teras tipi travertenler*
- 5- *Çatlak sırtı tipi olmak üzere 5 ana sınıfa ayırmıştır.*

Guo ve Riding (1998), Rapolano (İtalya) kaplıcasında Geç Pleyistosen yaşlı travertenlerde yaptıkları çalışma ile litolojik özellikleri esas alarak 8 tip traverten tanımlamışlardır.

Altunel ve Hancock (1993), ideal bir sınıflandırmanın “farklı çevrelerde oluşan travertenlere, eski (pasif) ve yeni (aktif) traverten oluşumlarına ve değişik ölçekteki traverten kütlelerine uygulanabilmesi ve organik ya da inorganik oluşumun morfolojiye bağlı olarak gelişmesi” koşullarını sağlaması gerektiğini belirterek, travertenleri sınıflandırmada kullanılacak en uygun kriterin morfoloji olduğunu belirtmişlerdir. Altunel ve Hancock (1993a) Pamukkale (Denizli) travertenlerinde

yaptıkları çalışma ile Chafetz ve Folk (1984)’un sınıflamasına *fay önü, kendiliğinden oluşan kanal tipi ve aşınmış traverten tabakaları* olmak üzere 3 yeni traverten tipi eklemiştir.

## TRAVERTEN ALANLARINDAKİ TAHRİBATIN NEDENLERİ VE BOYUTLARI

Gerek sondaj kuyularından kontrolsüz su alımı, gerekse işletilen traverten ocaklarında yapılan patlatmalar nedeniyle yer altı suyunun dinamiği bozulmakta, yüz binlerce yıl ile ifade edilen süreçler sonucunda oluşmuş ve yerbilimleri açısından doğa harikası travertenleri oluşturan sular yüzeye ulaşmamakta ve yeni travertenlerin oluşmamasına ek olarak, mevcut travertenlerin doğası da bozulmaktadır. Dünya’daki benzer örneklerine bakıldığında özgün niteliklere sahip traverten alanlarının tamamına yakın bölümünün doğal sit alanı ilan edilerek ya da Cilento Jeoparkı (İtalya) ve Sierras Subbéticas Natural Park (İspanya) gibi jeopark’lara dönüştürülerek koruma altına alındığı görülmektedir. Türkiye’de travertenlerin koruma altına alınmasıyla ilgili en tipik örnek Pamukkale travertenleridir. Hidrojeolojik, jeomorfolojik ve klimatolojik özel şartların bir araya gelmesiyle oluşan bu doğal anıt, 1988 yılında Dünya Doğal ve Kültürel Miras Listesi’ne alınmış, 1990’da Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiş ve 1992 yılında koruma projeleri uygulamaya başlamıştır (Doğaner, 1996).

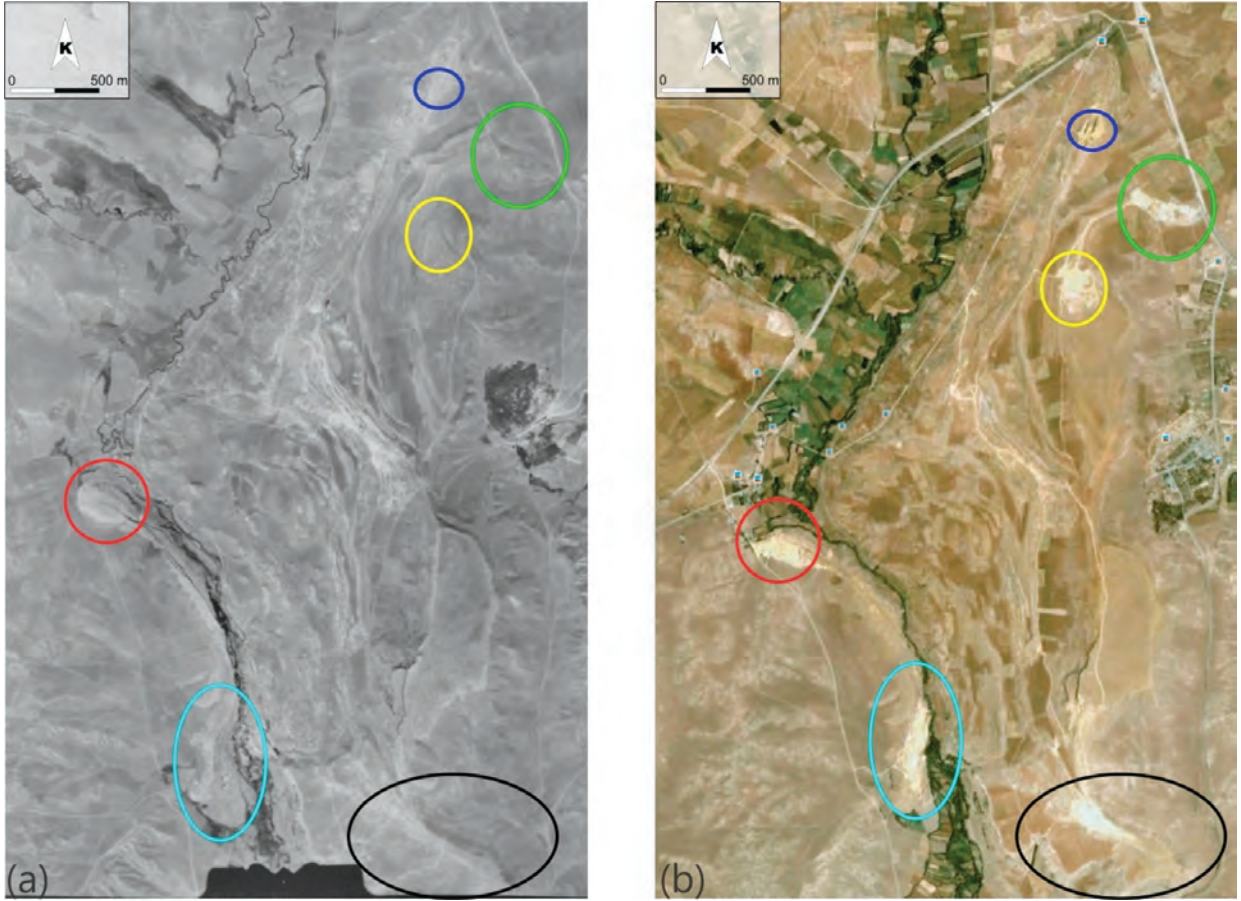
Günümüzde Türkiye’de traverten alanlarının çoğunluğunun yapıtaşı elde etmek amacıyla taş ocakları olarak işletildikleri ve tahrip edildikleri gözlenmektedir. Şekil 1’de Sıcak Çermik (Sivas) traverten sahasına ait 1980 öncesinde çekilmiş hava fotoğrafı ile Google Earth’ten elde edilen günümüz uydu görüntüsü karşılaştırılmıştır. Uydu görüntüsü



üzerindeki yüksek yansımaya değerleri gösteren alanlar taş ocağı olarak işletilen yüzeylemeleri ve bu faaliyetin oluşturduğu geri dönüştürülemez tahribatın boyutlarını göstermektedir.

Tahribatın boyutları taş ocağı işletmeciliği ile sınırlı görünmemektedir. İşletilmesi

durdurulan ya da deneme yanılma yöntemi ile önce açılıp, beklenen kalitede blok vermeyeceği anlaşılan ocaklar hemen terk edilmektedir. İşletilmesi durdurulmuş bu ocaklar çöp depolama alanları olarak değerlendirilerek termal suların kirlenmesine de neden olmaktadır (Şekil 2).



**Şekil 1.** Sıcak Çermik (Sivas) traverten alanının 1980 öncesine ait hava fotoğrafı (a) ve aynı bölgenin Google Earth görüntüsünde (b) günümüzdeki durumu.

**Figure 1.** Aerial photo of the Sıcak Çermik travertine field before 1980 (a) and recent situation of the same region on the Google Earth image (b).



**Şekil 2.** Sıcak Çermik (Sivas) traverten alanında terkedilmiş ve çöp depolama alanı olarak kullanılan bir ocağın görünümü.

**Figure 2.** A fieldview of a quarry abandoned and used as a waste storage area in the Sıcak Çermik geothermal field (Sivas).

## TRAVERTENLERİN ÖNEMLERİ

Travertenler hidrojeolojik (Bencini vd., 1977), morfolojik (Altunel, vd., 1993), klimatolojik (Soloigo, vd., 2002) ve çevresel değişimler (Mesci, vd., 2013) ile ilgileri açısından değerleri olmakla beraber, başlıca önemleri 5 ana grup altında toplanabilir.

**1. Oluştukları bölgenin aktif tektonik özelliklerine ilişkin önemli bilgiler verirler:** Özellikle sıcak suların yüzeye ulaşmasında çatlak-fay sistemlerinin oynadığı rol gözardı edilemez

niteliktedir. Örneğin Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Ege Graben Bölgesi, Türkiye'nin tektonik açıdan aktif en önemli 3 ana yapısal unsurudur. Bunlar üzerinde ve çevresinde yer alan sıcak su çıkış merkezlerinin konumsal dağılımı, tektonik ve hidrotermal etkinlik arasındaki ilişkiyi çok açık biçimde kanıtlar niteliktedir (Şekil 3). Son yıllardaki aktif tektonik ile ilgili çalışmalarda traverten oluşum alanlarının özel bir önem taşıdığı ve bu tür çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaya başlandığı dikkati



çekmektedir. Altunel (1996), Denizli bölgesindeki travertenlerden elde ettiği verilerle bölgesel açılma oranlarının son 200.000 yıldan bu yana KD-GB doğrultusunda 0.23 ile 0.6 mm/yıl olarak geliştiğini belirlemiştir. Çakır (1999), Gediz ve Menderes grabenlerinde aktif normal fay parçalarının sıçrama yaptığı yerlerde karmaşık genişlemeli deformasyonlar nedeniyle sıcak suların yüzeye çıkarak travertenleri oluşturduğunu belirtmektedir. Karabacak (2002), Ihlara vadisindeki travertenleri morfolojik özellikleri ve kabuksal deformasyon

açısından değerlendirmiştir. Koçyiğit (2003a), Karakoçan fay kuşağındaki etkin gerilme yönleri ile traverten sırtlarının doğrultularının birbirleriyle uyumlu olduklarını ve aktif tektonik çalışmalarda kullanılabilirliğini belirtmiştir. Mesci (2008) ise Sivas havzası içerisinde yer alan travertenlerden yararlanarak travertenlerin oluşumuna neden olabilecek olası iki farklı model oluşturarak son 500.000 yıl için ortalama 0.06 mm/yıl açılma oranı belirlemiştir.



Şekil 3. Türkiye’de bulunan sıcak su çıkış merkezleri ve aktif ana tektonik hatlar arasındaki ilişki (Şimşek, 2003’den sadeleştirilerek alınmıştır).

Figure 3. Relationship between geothermal areas and main active tectonic lines in Turkey (simplified from Şimşek, 2003).

Travertenlerin morfolojik sınıflandırılması göz önüne alındığında çatlak sırt tipi, fay önü, kanal tipi ve koni tipi travertenlerin oluştuğu bölgenin aktif tektonik özellikleriyle ilgili önemli bilgiler barındırdıkları dikkati çekmektedir. Bu traverten tiplerinden özellikle sırt tipi travertenler bölgenin tektonik özellikleri ile ilgili önemli verileri kaydetmekte ve buldukları bölgenin tektonik özelliklerini yansıtması bakımından

diğer traverten tipleri içinde ilk sırayı almaktadır. Sırt tipi travertenlerin çatlak eksenini dolduran bantlı travertenlerden alınan örneklerde Uranyum/Toryum yaşlandırma yöntemi uygulanarak açılma oranları saptanabilmektedir. Şekil 4’te gösterilen bantlı travertenin toplam genişliği 341 cm’dir. Çatlak ekseninde yer alan traverten bandının (U/Th1) yaşı 120.000 yıl, çatlak duvarındaki en yaşlı traverten bandının (U/Th2) yaşı ise 177.000 yıl

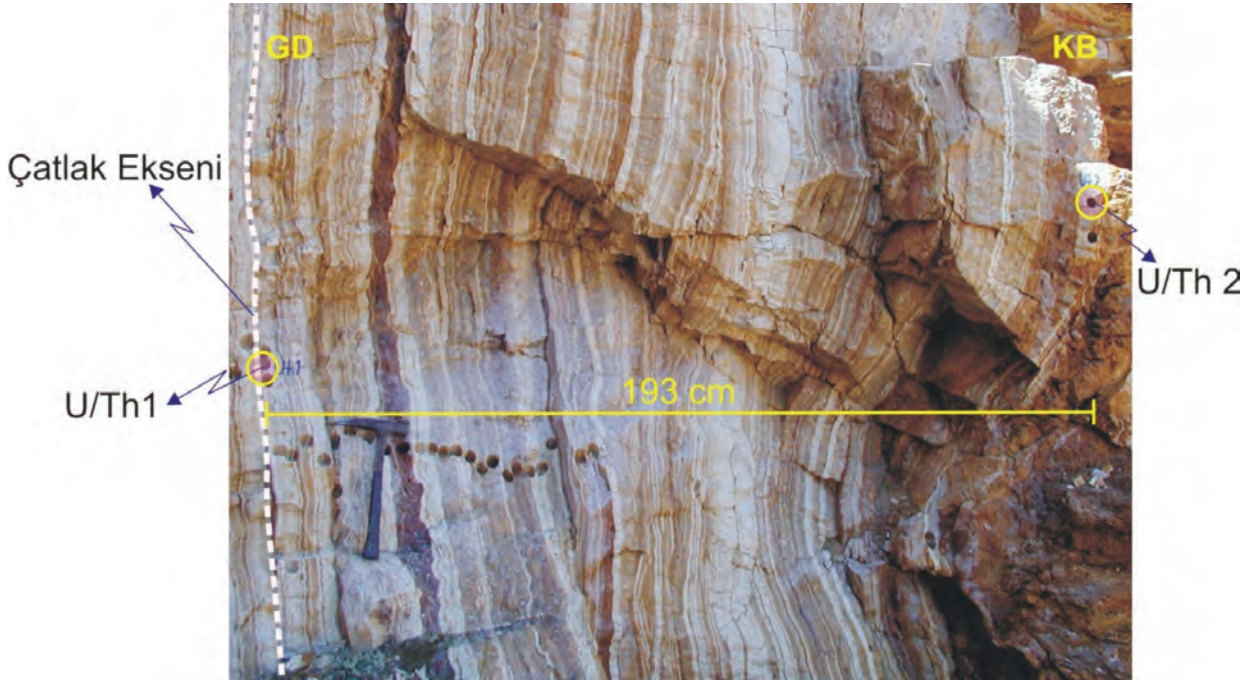


olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Dolayısıyla 57.000 yıllık süreç içindeki açılma oranı 0.0598 mm/yıl olarak hesaplanabilmektedir.

**2. Arkeolojik ve antropolojik önemleri bulunmaktadır:** Günümüzde olduğu gibi ilkel toplulukların da çoğunlukla tedavi edici özellikleri nedeniyle sıcak sulardan yararlanabilmek için traverten sahaları ve çevresinde yerleştikleri

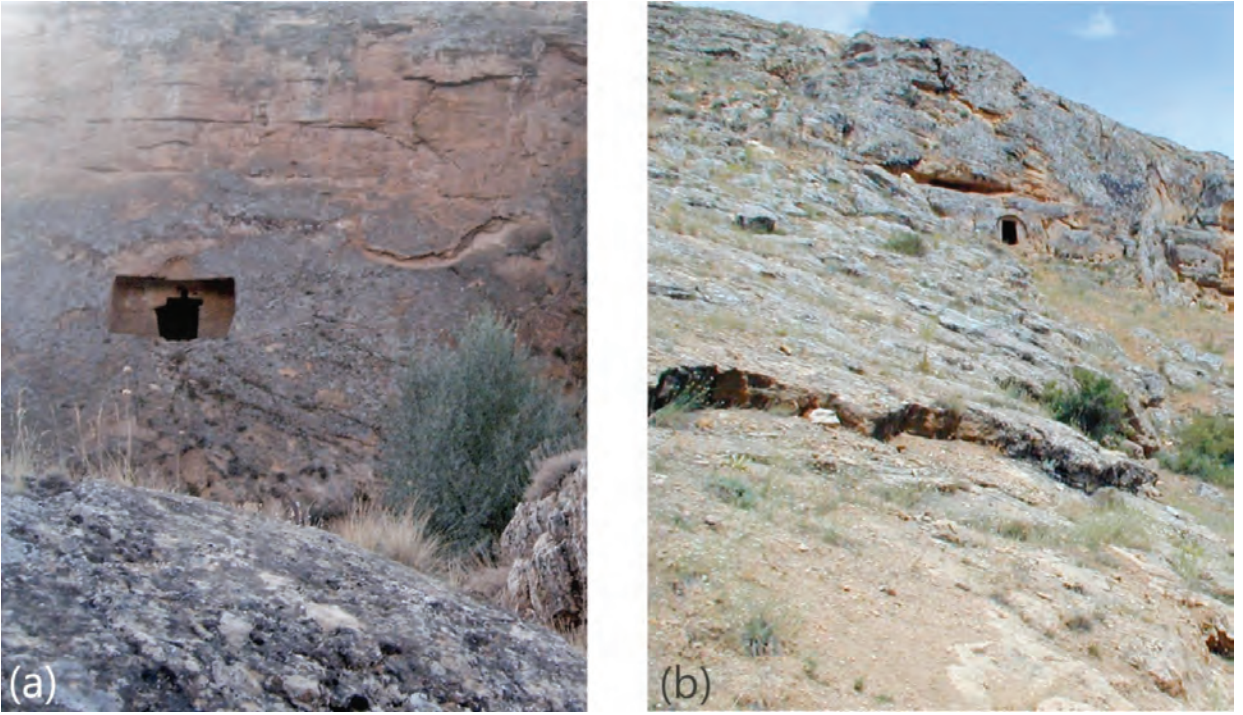
gözlenmektedir. Bunun en bilinen örneği Pamukkale (Denizli) jeotermal alanındaki antik Hierapolis kentidir.

Sıcak Çermik ve Delikkaya (Sivas) traverten ve jeotermal alanlarında da insan topluluklarının yaşadığını gösterir yapılar dikkati çekmektedir (Şekil 5).



**Şekil 4.** Sıcak Çermik'te (Sivas) bulunan bir sırt tipi travertenden yaşlandırma amacıyla alınan örneklerin görünümü (Mesci, 2004).

**Figure 4.** A close up view of samples taken for dating from a fissure-ridge type travertine in the Sıcak Çermik (Sivas) area (Mesci, 2004).



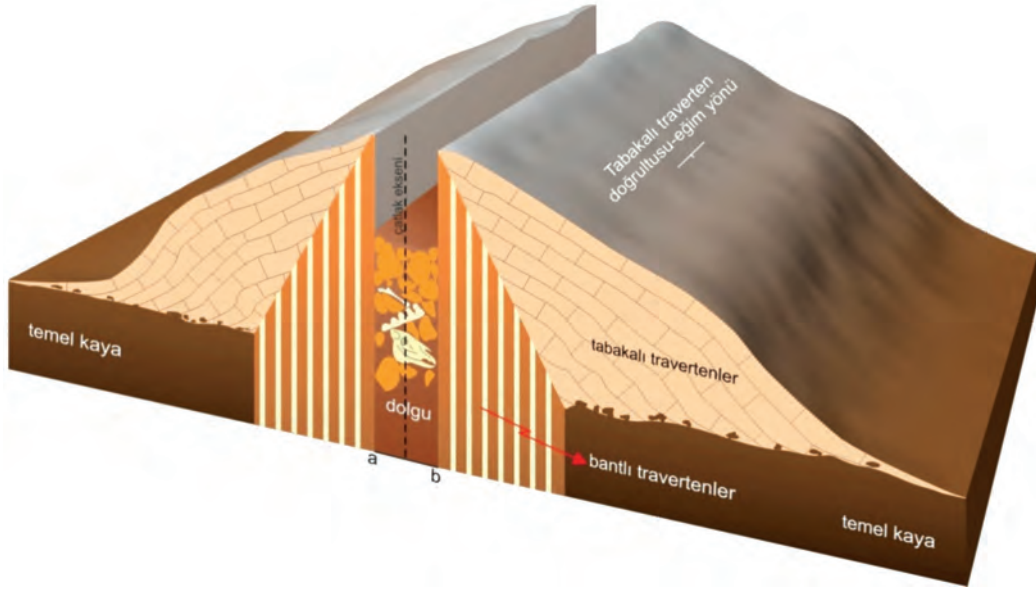
**Şekil 5.** Sıcak Çermik'te (Sivas) (a) ve Delikkaya'da (Sivas)(b) travertenler içerisinde yapılmış mağaraların görünümü.

**Figure 5.** Fieldview of human made caves dugged on travertines in the Sıcak Çermik (Sivas) (a) and Delikkaya regions (Sivas) (b).

Traverten sahalarının bu arkeolojik değerlerinin yanı sıra antropolojik değerleri de bulunmaktadır. Özellikle sırt tipi travertenlerin oluşumları sırasında hidrotermal etkinlik çeşitli nedenlerle durduğunda bölgesel açılmaya bağlı olarak çatlak eksenleri genişlemeye devam etmektedir. Çatlak ekseninde yeni su çıkışı olmadığı için çatlak eksenini açılmaya devam ederken traverten oluşumu gerçekleşmemektedir. Bu nedenle hidrotermal etkinliği durmuş olan sırtlarda ana çatlak eksenini boyunca bir boşluk oluşmaktadır. Bu boşluk zamanla kayaç

parçaları, toprak ile dolmakta, bu dolgu jeotermal sızıntılarla getirilen kalsiyum karbonat ile zayıf bir şekilde çimentolanabilmektedir. Travertenlerin olduğu alanlarda yaşamını sürdüren canlılara ait kemiklerde sırt eksenlerindeki boşluklara düşerek dolgular içerisinde yerlerini alabilmektedir (Şekil 6, 7 ve 8). Benzer bir bulgu Denizli'deki travertenlerde gerçekleştirilmiştir. Rastlantı sonucu bulunan bir kafatası örneğinin, bir erkeğe ait, 500 bin yıllık, Homo erectus fosili olduğunu belirlenmiştir (Kapellman vd., 2008)





**Şekil 6.** Bir sırt tipi travertenin çatlak eksenine dik düzlemler boyunca kesilmesiyle elde edilmiş şematik blok diyagramı.

**Figure 6.** Schematic block diagram view of a fissure-ridge travertine obtained by cutting the two perpendicular planes to fissure axis.



**Şekil 7.** Sıcak Çermik'te (Sivas) taş ocağı olarak işletilen bir sırt tipi travertenden elde edilen blok içerisindeki Ruminant (Dr. Cem Erkman ile sözlü görüşme) fosilinin görünümü.

**Figure 7.** View of a ruminant fossil (oral communication with Dr. Cem Erkman) in the travertine block from a quarry in the Sıcak Çermik.



**Şekil 8.** Sıcak Çermik'te (Sivas) taş ocağı olarak işletilen bir sırt tipi travertendeki dolgu içerisinde bulunan *Hipparion* sp. (Geç Miyosen) (Dr. Engin Ünay ile sözlü görüşme) diş fosili.

**Figure 8.** A close up view of tooth fossil of a *Hipparion* sp. (Late Miocene) (oral communication with Dr. Engin Ünay) in the fill sediments of a fissure-ridge travertine.

**3. Yerbilimi eğitimi açısından doğal laboratuvar niteliğindedirler:** Travertenler çok özel jeolojik süreçler sonucunda ve çok uzun zaman aralıklarında oluşmaktadır. Üzerlerinde taşıdıkları aktif tektonik, mineralojik-petrografik, paleontolojik, sedimantolojik ve hidrojeolojik özellikleriyle yerbilimi eğitimi açısından doğal laboratuvarlar olması açısından çok önemlidirler (Şekil 9).



**Şekil 9.** Sıcak Çermik'te (Sivas) yerbilimi eğitimi alan öğrencilerin görünümü.

**Figure 9.** *Geology students in a fieldwork study in the Sıcak Çermik (Sivas) region.*



**Şekil 10.** Sıcak Çermik'te (Sivas) yerli ve yabancı yerbilimi araştırmacıları.

**Figure 10.** *Local and foreign earth scientists doing fieldwork in the Sıcak Çermik (Sivas).*

Ayrıca yurt dışından ve yurt içinden birçok araştırmacının bilimsel araştırmalar yürüttüğü alanlar olması nedeniyle de dikkati çekmektedirler (Şekil 10). Bugün traverten gibi doğal anıtların bulunduğu jeopark alanlarında ilkokuldan itibaren uygulamalı olarak arazide, bilim merkezlerinde animasyon ve çeşitli oyunlarla bu alanların nasıl korunacağı öğretilmekte ve eğitim paketleri hazırlanmaktadır. Doğal anıtlar gelecek kuşaklara aktarılacak miras olarak kabul edilmektedir.

**4. Turizme ve yörenin sosyo-ekonomisine katkıları:** Pamukkale (Denizli), travertenlerin sunduğu görsel zenginlik ve termal olanaklar ile yılda 1 milyonun üzerinde yerli ve yabancı turistini ilgisini çekmektedir (Çizelge 1). Bu durum, traverten sahalarının sunduğu güzelliklerin (Şekil 11) ve jeotermal alanların belirlenecek doğru politikalarla tükenmez bir gelir kaynağı olan turizme ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkılarının taş ocaklarından daha fazla olacağını göstermektedir. Jeomiras kaynakları koruma, eğitim ve jeoturizm üçgeninde jeopark çerçevesinde ele alınmalıdır. Özellikle ilk iki aşama tamamlandıktan sonra doğal anıtın bulunduğu yörede jeoturizm, gastronomi ve yöresel el sanatları gibi gelir sağlayan ekonomik girdiler



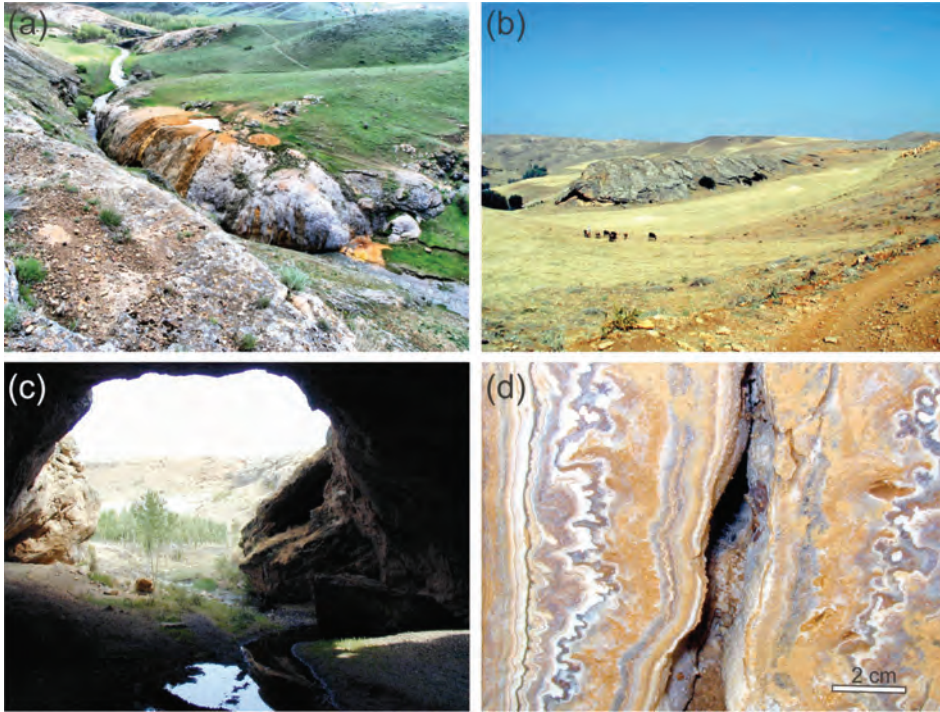
olacaktır. Dolayısıyla Sivas yöresindeki traverten alanlarının jeopark kapsamında değerlendirilmesi son derece önemlidir. Bu noktada asıl görev yerel yönetimlere düşmektedir. Traverten alanlarının taş ocağı olarak işletmeye açılması kısa dönemli ve sürdürülebilirliği olmayan bir yatırımdır. Travertenlerin jeomiras olarak korunması ve jeoturizmin geliştirilmesi uzun bir süreç, ancak sürdürülebilirliği olan ve kırsal yapıyı güçlendirecek bir yatırımdır. Kısa dönemde traverten alanlarında yapılacak iyileştirmeler, düzenlemeler (yapay terasların oluşturulması, park ve bahçelerin, termal olanakların modernize edilmesi gibi) ve tanıtım faaliyetlerinin planlı ve programlı olarak yerel yönetimler tarafından yürütülmesi gerekmektedir. Bu yüzden traverten

alanlarının korunması ve bu alanlarla ilgili uygulanabilir bir yönetim planı yapılabilmesi, bu planı maddi açıdan destekleyecek ve yerel insanların isteklerini de dikkate alacak güçlü yerel otoritelerle sağlanabilir.

**Çizelge 1.** Pamukkale Ören Yeri Yıllara Göre Ziyaretçi Sayısı (Bertan, 2009).

**Table 1.** Numbers of Visitors in the Pamukkale ruins by Year (Bertan, 2009.)

Yıllar	Yerli	Yabancı	Toplam
2006	231.200	762.200	934.400
2007	182.122	969.720	1.151.842
2008	123.415	1.092.741	1.216.156



**Şekil 11.** Sivas traverten alanlarındaki traverten oluşumlarına ait örnekler. Delikkaya traverten alanının genel görünümü (a), Delikkaya traverten alanındaki sırt tipi traverten oluşumunun görünümü (b), Delikkaya traverten alanında bulunan traverten köprüsünün görünümü (c), Sıcak çermikte bantlı travertenlerin yakından görünümü (d).

**Figure 11.** Examples of the travertine formations in the Sivas travertine areas. General view of Delikkaya travertine field (a), View of a fissure-ridge type travertine in Delikkaya travertine area (b), view of the travertine bridge in Delikkaya travertine field (c), close-up view of a banded travertines in Sıcak çermik (d).

## SONUÇLAR

Travertenler çok özel jeolojik süreçler ve çok uzun zaman aralığında, ender olarak oluşan kayaç türleridir. Estetik görünüşleri nedeniyle taş ocakları olarak işletilerek tahrip edilmektedirler. Oluştukları bölgenin aktif tektonik özelliklerine ilişkin önemli bilgiler vermeleri, arkeolojik ve antropolojik önemleri, yerbilimi eğitimi açısından değerleri ve turizme katkıları açısından değerlendirilerek, özgün nitelikleri bulunan traverten alanları jeolojik miras kapsamı altında korumaya alınmalıdır. Jeomiras olarak koruma altına alındıktan sonra jeopark çerçevesinde sahaların değerlendirilmesi ve düzenlemeleri kamu kuruluşları, üniversiteler, sivil toplum örgütleri, yerel girişimciler ve yöre halkı tarafından yapılmalı ve bu doğal anıtların korunması desteklenmelidir.

## EXTENDED SUMMARY

*Travertines, which are rock settled by hot water as a result of chemical and/or biochemical processes, are formed with quite long intervals and as a result of very special geological processes. While it is known that limited number of travertine areas, which are precious and have touristic importance, are under protection, it is seen that many travertine areas are operated as stone quarry.*

*In terms of their active tectonic data and geological qualifications, travertines constitute a rock group which is very important for scientific researches and geology education. The importance of this group is not limited with geology science, their anthropological and touristic values also attract attention.*

*The natural monuments including fossil, rock and geographical formations formed during geological life of world are named "geo-heritage". With their aesthetical, preciousness, scientific, and economical significances, those monuments which*

*were formed during millions/billions/ of years constitute the life of earth. One of the important rock groups being worth to protect is travertines. Travertine areas such as Yellowstone (USA) and Pamukkale (Turkey) are under protection because of many of their qualifications such as natural beauties, touristic attraction, and geological specifications. Nowadays, it is seen that most of travertine areas of Turkey are damaged and operated as quarries to obtain building blocks. By being used as garbage storage areas, the quarries which are operated no more lead to pollution of thermal waters.*

*The importance of travertines can be classified into 5 main classes.*

**1. They provide important information about tectonic properties of region where they were formed:** *Considering morphological classification of travertines, fissure-ridge, range-front, channel, and cone types of travertines provide important information about active tectonic specifications of region. Especially ridge type of travertines among those types record very important data about tectonic properties of region. In terms of reflecting the tectonic properties of their environment, they take the first place among all kinds of travertines.*

**2. They have archeological and anthropological importance:** *As in nowadays, it can be seen that primitive societies also settled around travertines and travertine areas in order to make profit from hot waters mostly in terms of healthy reasons. Besides that archeological importance of travertine areas, they have also anthropologic significance. The bones of organisms which lived around them can be found in travertines.*

**3. They are like laboratories for geology science education:** *Travertines are formed as a result of very special geological*



*processes and during very long time intervals. Their active tectonic, mineralogic-petrographic, palaeontologic, sedimentologic and hydrogeologic specifications are very important for being natural laboratory for geology science education.*

**4. Their contributions on tourism and socio-economical structure of region: Pamukkale (Denizli) attracts attention of more than 1 million domestic and foreigner tourists because of its visual richness and thermal opportunities. This condition shows that the contributions of travertine areas and geothermal regions as endless revenue sources through appropriate policies would be more than contributions of quarries.**

*Travertines are precious rock species which are formed as a result of very special geological processes and during very long time intervals. Because of their aesthetic appearances, they are destroyed by operating as stone quarries. By evaluating them under main classes such as providing information about active tectonic properties of region, archeological and anthropological importance, their significance in terms of being laboratory for geology science education and their contributions on tourism; travertine regions must be protected within the frame of geo-heritage concept. After being protected as geo-heritage, the protection of those natural monuments must be reinforced by field evaluation around geo-park and by public institutions, universities, civil society, local entrepreneurs and local societies.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Altunel, E. ve Hancock, P.L., 1993, Morphological features and tectonic setting of Quaternary travertines at Pamukkale, western Turkey. *Geol.J.*, 28, 335-346.
- Altunel, E., 1996, Pamukkale Travertenlerinin Morfolojik Özellikleri, Yaşları ve Neotektonik Önemleri, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* No.118, Ankara.

- Bates, R.L., and Jackson, J.A., 1980, *Glossary of Geology* (Second Edition). American Geological Institute Falls Church, Virginia.
- Bencini, A., Duchi, V. and Martini, M., 1977, Geochemistry of thermal springs of Tuscany (Italy), *Chem. Geol.*, 19, 229-252.
- Bertan, S., 2009, Turizmin Çevre Üzerinde Yarattığı Etkiler: Pamukkale Örneği, *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt 20, Sayı 2, 204-214
- Buccino, S.G., D'argenio, V., Ferri, V., 1978, L' travertini della Bassa Valle del Tanagro (Campania) studio geomorphologico, sedimentologico e geochimico (with English abstract):*Boll. Coc. It.*, 97, 617-646.
- Chafetz, H.S., Folk, R.L., 1984, Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *J. Sedim. Petrol.*, 54, 289-316.
- Çakır, Z., 1999, Along-Strike Discontinuity of Active Normal Faults and Its Influence on Quaternary Travertine Deposition; Examples From Western Turkey. *Tr. J. of Earth Sciences*, Vol.8, P:67-80.
- Doğaner, S., 1996, Anadolu'nun Coğrafi Mirası: Pamukkale, *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 31, s. 7-38
- Guo, L., & Riding R., 1998, Hot-springs travertine facies and sequences, Late Pleistocene, Rapolano Terme, Italy. *Sedimentology*, 45, 163-180.
- Herlinger, D.L., 1981, Petrology of the Fall Creek Travertines, Bonneville County, Idaho. Unpublished M.Sc. Thesis. Univ. Houston, Texas, 172 page.
- Irion, G. & Muller, G., 1968, Mineralogy, Petrology and Chemical Composition of Some Calcareous Tufa from the Schwabische Alb. Germany. In: *Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe* (ed. Muller, G. & Friedman, G.M.). Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. pp 157-171.
- Julia, R., 1983, Travertines. *Carbonate Depositional Environments.*, 708 p., p.64-72, The American Association of Petroleum Geologist Tulsa, Oklahoma, USA.
- Kappelman J., Alçiçek M.C., Kazancı N., Schultz M., Özkul M., Şen Ş., 2008, First Homo erectus from Turkey and implications for migrations into temperate Eurasia. *American Journal of Physical Anthropology* 135, 110-116
- Karabacak, V., 2002, Ihlara vadisi civarındaki traverten oluşumları ve tektonik önemleri. *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 82 sayfa, yayımlanmamış.
- Koçyiğit, A., 2003, Karakoçan Fay Zonu: Atımı, Yaşı, Etkin stres Sistemi ve Depremsellliği, ATAG-7. Toplantısı Bildiri Özleri Kitabı, Yüzüncüyıl Üniv. Sayfa, 9.

- Mesci, B. L., 2004, Sıcak Çermik ve Yakın Yöresindeki (Sivas) Travertenlerin Gelişimi ve Aktif Tektonikle İlişkisi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst., 245 sayfa (Yayınlanmamış).
- B. Levent Mesci, Halil Gürsoy & Orhan Tatar, 2008, The evolution of travertine masses in the Sivas area (central Turkey) and their relationships to active tectonics. Turkish Journal of Earth Sciences. Vol. 17, Issue. 2, pp. 219-240
- Bekir Levent Mesci, Orhan Tatar, John D. A. Piper, Halil Gürsoy, Erhan Altunel & Stephen Crowley, 2013., The efficacy of travertine as a palaeoenvironmental indicator: palaeomagnetic study of neotectonic examples from Denizli, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), Vol. 22, Issue 2, 2013, pp. 191–203.
- Pedley, H.M., 1990, Classification and environmental models of cool freshwater tufas. Sedim. Geol., 68, 143-154.
- Russell, I. C., 1882, Sketch of the geological history of Lake Lahontan, a Quaternary lake of Northwestern Nevada, U. S. Geol. Surv. Third Annual Report.
- Scholl, D. W., 1960, Pleistocene algal pinnacles at Searles Lake, California, Jour.Sed. Petr., 30, 3, 414-431.
- Soligo, M., Tuccimei, P., Barberi, R., Delitala, M. C., Miccadei, E., and Taddeucci, A., 2002, U/Th dating of freshwater travertine from Middle Velino Valley (Central Italy): paleoclimatic and geological implications, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Volume 184, Issues 1-2, Pages 147-161.
- Şimşek, Ş., 2003, Türkiye’de Jeotermal Enerji Potansiyeli. Mavi Gezegen, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayını, Sayı: 7, sayfa: 48-53.

---

Makale Geliş Tarihi : 6 Mart 2013  
Kabul Tarihi : 16 Nisan 2013

*Received* : 6 March 2013  
*Accepted* : 16 April 2013





## Karaburun Yarımadası'nın Kuzey Kesimindeki Killerin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Ekonomik Kullanım Olanaklarının Araştırılması

*Investigation of Stratigraphy, Sedimentology and Economical Usage of the Clays from the  
Northern Part of the Karaburun Peninsula*

**Berk ÇAKMAKOĞLU<sup>1</sup>, Fikret GÖKTAŞ<sup>2</sup>, Mahmut DEMİRHAN<sup>3</sup>, Cahit HELVACI<sup>1</sup>**  
*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar Yerleşkesi, Buca-İZMİR*  
(e-posta: bcakmakoglu@gmail.com)

<sup>2</sup>*Maden Tetkik ve Arama Ege Bölge Müdürlüğü, Bornova-İZMİR*  
<sup>3</sup>*555 Sokak 161/C, Bornova-İZMİR*

### ÖZ

Karaburun Yarımadası'nda yüzeyleyen Neojen yaşlı karasal sedimanlar içerisinde ekonomik öneme sahip kil oluşumlarının varlığı bilinmektedir. Kil oluşumları, Erken Miyosen yaşlı Salman formasyonu içinde bulunur. Formasyon, Karaburun Yarımadası'ndaki karasal Neojen tortullaşmasının başlangıcını simgelemektedir ve yelpaze deltası ortamında çökelmiştir. Altta örgütlenmemiş bloktaşı istifıyla başlar ve üste doğru çakıltaşına derecelenir. Yelpaze deltası istifinin su üstü bölümünü oluşturan kaba taneli çökelleri, silttaşı-çakıltaşı ardalanmasından oluşan su altı çökelleri izler. Yelpaze deltasının su altı çökelleri, kanal dolgusu, moloz akması ve set üstü litofasiyeslerinden yapıldır. Linyit bantları ve karbonat arakatmanları içeren masif silttaşı düzeylerinin simgelediği gölssel kıyı gerisi istifi, yelpaze deltasının su altı çökelleri üzerinde çökelmiştir. Salman formasyonu, Erken Miyosen kalkalkali volkanizmasının ürünlerini kapsayan Yaylaköy volkanitleri tarafından örtülür. Yaylaköy volkanitleri, iki evrede yerleşimi yansıtan andezit-bazaltik andezit bileşim aralığındaki lav akıntıları ve bu akıntıları birbirinden ayıran ince kül-lapilli tuf ardalanmasından yapıli piroklastik çökellerden oluşur. Ekonomik öneme sahip kil oluşumları, yelpaze deltası su altı çökellerinin set üstü litofasiyesi içerisinde gelişmiştir. İllit-kaolinit minerallerince zengin kil oluşumlarını denetleyen ana faktörün, beslenme alanındaki kayaçların jeokimyasal ve mineralojik özellikleri olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Erken miyosen, illit, kaolinit, karaburun, kil, yelpaze deltası.

### ABSTRACT

*The presence of economical clay formations in the terrestrial Neogene deposits of the Karaburun Peninsula is well known. Clay formations occur in the Early Miocene Salman formation. The formation which indicates the beginning of the Neogene terrestrial sedimentation in the Karaburun Peninsula,*



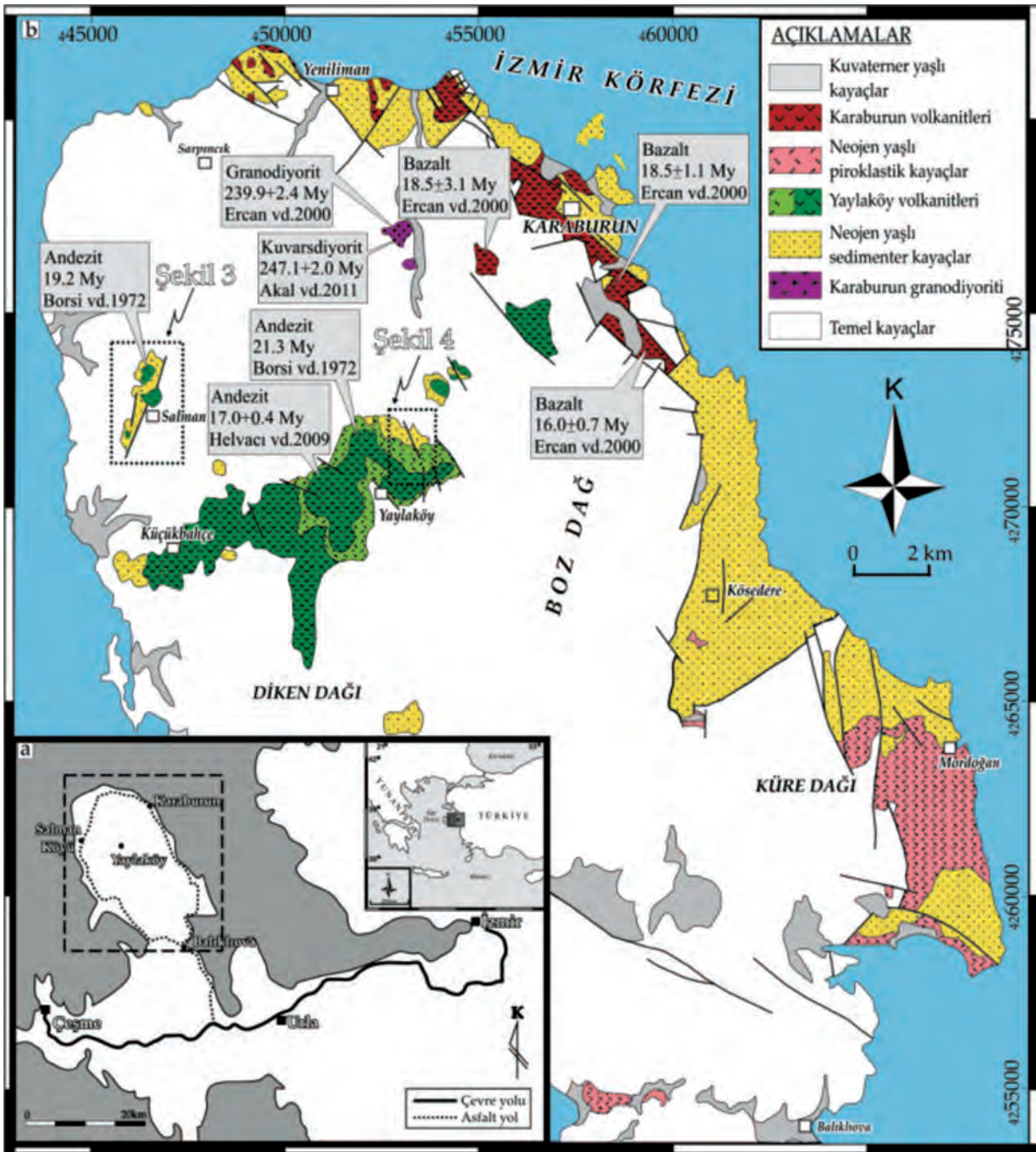
*deposited in a fan delta environment. It starts with disorganised boulderstone at base and grades into conglomerate through upward. The sublacustrine part of the fan-delta sequence represented by siltstone and conglomerate alternation overlies the subaerial fan-delta sequence including coarse-grained deposits. The sublacustrine fan-delta deposits are made up of channel-fill, debris-flow and overbank lithofacies. Lacustrine backshore sequence represented by massive siltstone levels with lignite levels and calcareous interlayers deposited over the sublacustrine fan-delta deposits. The Salman formation is covered by the Early Miocene Yaylaköy volcanites comprising the product of calc-alkaline volcanism. The Yaylaköy volcanites contain andesite-basaltic andesite lava flows reflecting two different stages of settling and pyroclastic deposits including fine ash-lapille tuff alternation which separate these flows. The commercially clay formations developed on overbank lithofacies of the fan-delta deposits. It is expected that the main factor of controlling the illite-kaolinite rich clay formations are related to geochemical and mineralogical characteristics of the source rocks.*

**Keywords:** Clay, early miocene, illite, kaolinite, karaburun, fan delta.

## GİRİŞ

Seramik endüstrisinin başlıca hammaddesi olan kil, yurtiçinde yoğunlukla İstanbul ve Bilecik bölgelerinden elde edilmektedir. Gelişmekte olan endüstrinin hammadde ihtiyacına paralel olarak, bilinen kil yataklarının detaylı araştırılması ve jeolojik oluşum mekanizmalarının ortaya konulması, yeni kil yataklarının ortaya çıkarılmasında önemli bir kılavuz olacaktır. Yarımada yürütülen önceki çalışmaların çoğu Neojen öncesi kaya birimlerine yöneliktir (Kalafatçıoğlu, 1961; Gümüş, 1971; Erdoğan vd., 1990; Robertson ve Pickett, 2000; Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006; Erkül vd., 2008; Akal vd., 2011), Neojen kaya birimlerine yönelik çalışmalar az sayıdadır (Aras vd., 1999; Ercan vd., 2000, Helvacı ve diğerleri; 2009). Bununla birlikte, Karaburun Yarımadası'ndaki Neojen yaşlı karasal sedimanların ekonomik öneme sahip kil oluşumları

içerdiği bilinmektedir (Aras vd., 1999; Demirhan, 1999). Artan kil hammaddesi tüketimi ve azalan kil rezervleri göz önünde bulundurulduğunda, yarımada'daki kil oluşumlarının varlığı önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Çakmakoğlu ve Bilgin (2006) tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası baz alınarak, yarımada'nın kuzey kesimindeki kil oluşumlarının Neojen stratigrafisindeki konumu belirlenmiş ve buldukları alanların 1/10.000 ölçekli detay jeoloji haritaları yapılmıştır (Şekil 1). Ekonomik olarak değerlendirilebilir nitelikteki kil oluşumları, İzmir il merkezine yaklaşık 140 km uzaklıktaki Salman Köyü ve Yaylaköy dolaylarındadır. Kil içeren istiflerden ölçülü kesitler alınarak sedimantolojik analizler yapılmıştır. Killerden alınan örnekler üzerinde jeokimya ve XRD analizleri yapılarak, kil oluşumlarının ekonomik önemi ortaya konulmaya çalışılmıştır.



## STRATİGRAFİ

### Temel Kayaları

Paleozoyik yaşlı türbiditik kumtaşı, silttaşı, ince taneli çakıltaşı ve çamurtaşı ardalanmasıyla simgelenen temel kayaları, çalışma alanında baskın olarak kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasıyla temsil edilir. Karakteristik olarak yeşilimsi gri renkte ve tekdüzedir. Kumtaşları ince-kaba taneli, orta dayanımlı, orta-kalın katmalıdır. Çamurtaşları ince-orta katmanlı ve dayanımsızdır. Kataklastik deformasyon izleri taşıyan temel kayaları içerisinde kuvars damarlarına rastlanmaktadır (Şekil 6a). Erdoğan ve diğerleri (1990), yarımada'nın kuzeybatısı boyunca gözlenen birimi "Karareis formasyonu" olarak adlandırmış ve Skitiyen-Geç Anisiyen yaşı vermiştir. Roberston ve Pickett (2000) ile Erkül ve diğerleri (2008), bu birimi "Karaburun melanjı" olarak adlandırmış ve Silüriyen-Erken (?) Permiyen yaş aralığı vermiştir. Çakmakoğlu ve Bilgin (2006), Salman köyü civarında yüzeyleyen temel kayaları "Küçükbahçe formasyonu" olarak adlandırmış ve Ordovisiyen yaşı vermiştir. Yaylaköy civarındaki temel kayaları ise Silüriyen-Devoniyen yaşlı "Dikendağı formasyonu" adıyla tanımlanmıştır (Şekil 2). Bu iki birim, benzer litolojik ve sedimanter özellikleri nedeniyle diğer araştırmacılar tarafından tek birim olarak tanımlanmış, ancak Çakmakoğlu ve Bilgin (2006) tarafından Dikendağı formasyonu içerisinde yer alan siyah çört (lidit) seviyeleri göz önünde bulundurularak ayrılmıştır.

### Neojen İstifi

Temel kayaları üzerinde, Neojen yaşlı karasal tortullaşmanın başlangıcını yansıtan Salman formasyonu ve Yaylaköy volkanitleri yer alır (Şekil 3).

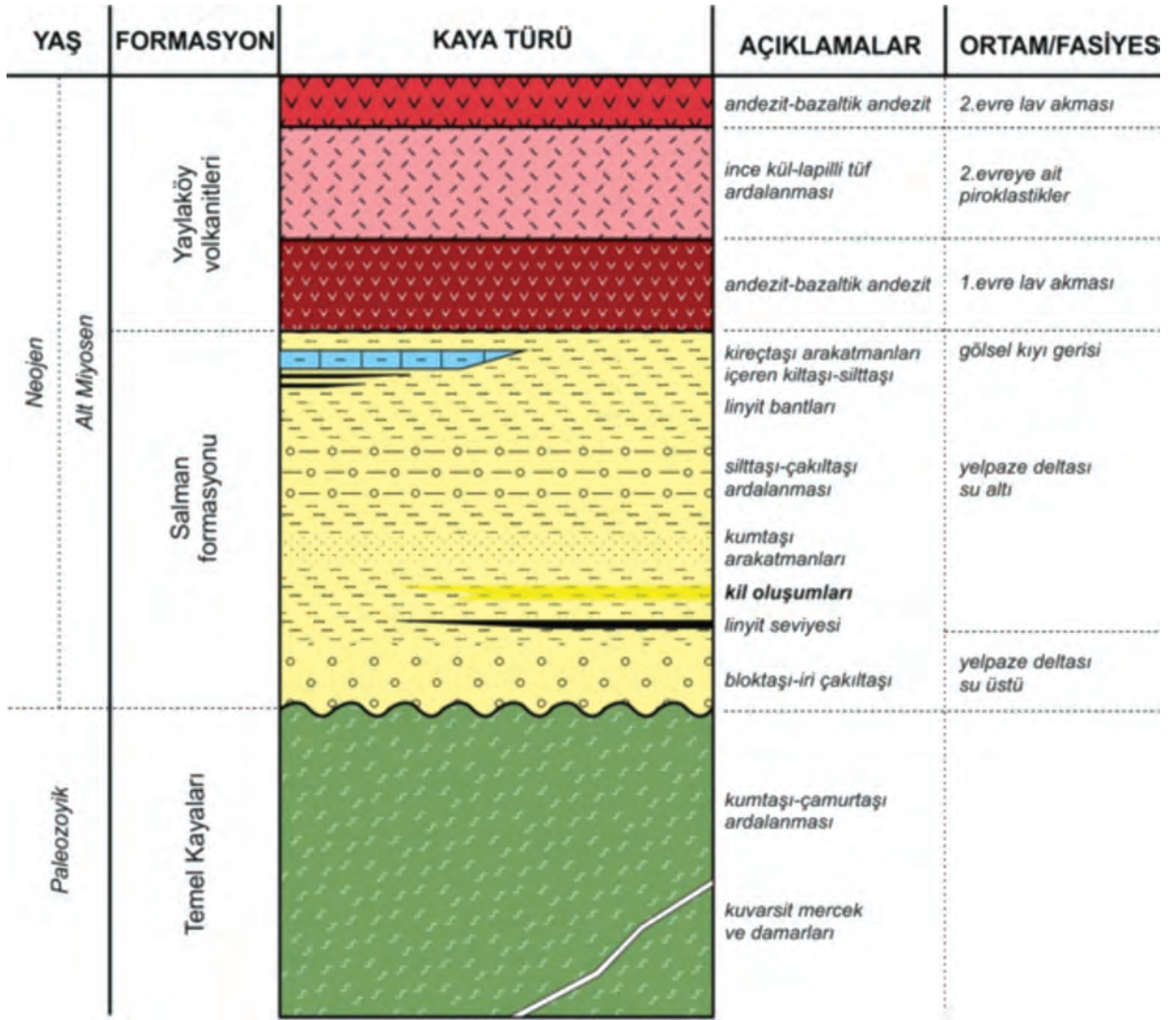
### Salman formasyonu

Tipik olarak Salman Köyü ve Yaylaköy civarında yüzeyleyen ve karakteristik olarak sarı ya da kırmızı renkli çakıltaşı-silttaşı ardışık topluluğundan oluşan yaklaşık 70 metre kalınlığındaki tortul istif, ağırlıklı olarak yelpaze deltası ortamında çökeli mi yansıtır (Şekil 4-5). İstifin bloktaşı ile başlayan ve üste doğru bloklu iri çakıltaşına derecelenen taban kesiti, yelpaze deltası ortamının su üstü çökeli mine işaret eder (Şekil 6b). Formasyon, üste doğru su altı yelpaze deltası çökellerini oluşturan çamurtaşı-çakıltaşı ardalanmasından yapı lı istife geçer. Yelpaze deltası su altı istifi, ayrışma rengine göre sarı-gri renkli "alt bölüm" ve kırmızı renkli "üst bölüm" olarak ikiye ayrılabilir. Alt bölüm çakıltaşı ve çamurtaşından yapı lıdır. Genellikle ince-orta katmanlı olan ve yer yer masif düzeyler içeren alt bölümün ölçülmüş kalınlığı 37,75 metredir. Ölçülmüş kalınlığı 16 metre olan üst bölüm, genel olarak kil tane boyunda masif çamurtaşı düzeylerinden yapı lıdır. Yelpaze deltası su altı çökelleri, kanal dolgusu, set üstü ve moloz akması olmak üzere başlıca üç litofasiyes şeklinde incelenmiştir (Şekil 6c-8).









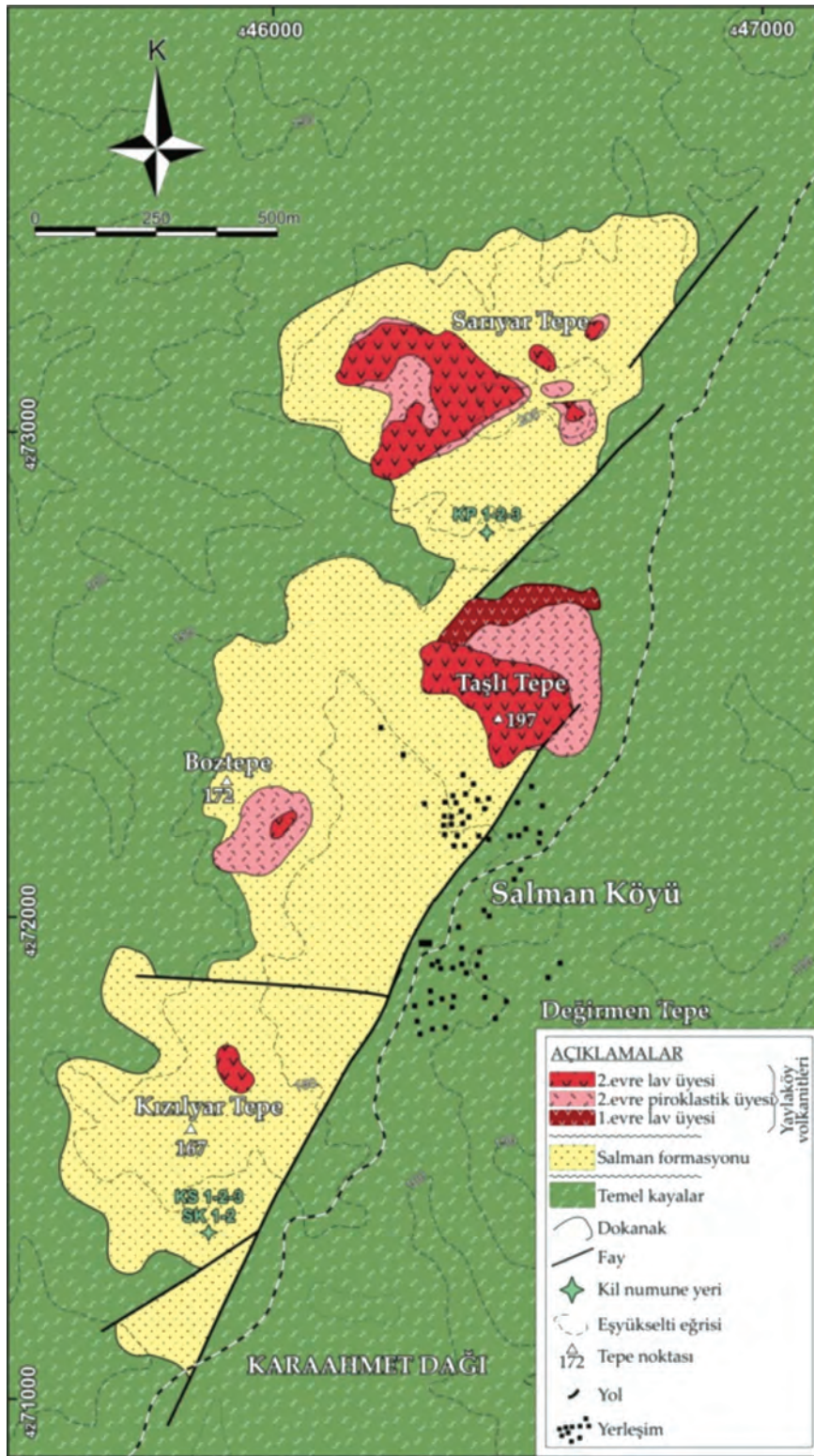
Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.

Figure 3. Generalized stratigraphic columnar section of study areas.

#### Set üstü litofasiyesi

Set üstü litofasiyesi, yanal sürekli çamurtaşı düzeyleriyle tanınır. Olağan olarak silt, daha az oranda kil boyu malzemenin karışımından oluşan çamurtaşları genellikle masiftir. Yüksek oranda organik madde içeren bazı kesimlerde, santimetrik boyutlarda linyitleşmiş odun parçaları kapsayan siyahımsı koyu gri renkli düzeyler ve yaklaşık 1 cm kalınlığında linyit bantları

gözlenir. Yersel olarak, hidrotermal solüsyonların etkilediği soluk demiroksit boyamalı kesimlere rastlanır. Çamurtaşları içinde, seyrek olarak ufak çakıl ve çakılcık cepleri ile dizilimleri bulunur. Biyoturbasyon yapılarının gözlemlendiği düzeylere nadiren rastlanır. Ayırışma rengi altta gri, üste doğru gri-sarı menevişlidir. En üstte yer alan 16 metre kalınlığındaki çamurtaşı istifi, kıvılcıklı ve kızıllımsı kahverengidir.



Şekil 4. Salman bölgesinin jeoloji haritası.  
Figure 4. Geological map of the Salman region.

### *Moloz akması litofasiyesi*

Tortul istif içinde nadiren gözlenen moloz akması litofasiyesi, bağıl olarak kurak iklim dönemlerindeki (Galloway ve Hobday, 1996) sedimantasyon ürünleridir. İstif içerisinde az çok yanal sürekli, ufak çakıl ile iri çakıl arasında değişen boyutlardaki kaba gereçten oluşmuş, kötü boylanmalı seviyelerle tanınır. Ayırışma yüzeyi genellikle kızıl renklidir, seyrek olarak soluk sarı renkli seviyelere rastlanır. Paketlenme ara madde desteklidir.

Yaylaköy bölgesinde yüzeyleyen yelpaze deltası su altı istifinin, yanal ve düşey yönde gölsel kıyı gerisi çökellerine geçtiği gözlenir. Bağıl oranları kestirilemeyen kil-silt-ince kum karmalarından yapılı gölsel istif içerisinde, santimetrik linyit bantları kapsayan en az dört bataklık düzeyi saptanmıştır (Şekil 9a). İstif içerisinde kalınlığı 100 cm'yi aşmayan killi kireçtaşı seviyesi gözlenmiştir. Katmanlanma az gelişmiş ya da etkin biyotürbasyon nedeniyle bozulmuştur. Genel olarak, biyotürbasyon işlemlerinin yoğunlaştığı kesimlerde birincil sedimanter özellikler tanınmaz olmuştur. Düzeyler, yaygın olarak gastropod (*Planorbis*) kavkı kırıntıları kapsar. Kavkı kırıntıları beyaz renkli ve incedir. İyi korunmuş *Planorbis*'lere ender olarak rastlanır (Şekil 9b). İnce kırıntılı göl kıyısı/kıyı gerisi çökellerinden oluşan istifin kalınlığı en çok 10 metredir.

Temel kayaları üzerine açılal uyumsuzlukla gelen formasyon, Yaylaköy volkanitleri tarafından örtülür (Şekil 9c). Tortullaşmanın başlangıç zamanını belirten bir veri bulunmamasıyla birlikte, Yaylaköy volkanitlerinin stratigrafik olarak altında bulunan Salman formasyonu tortullaşmasının bağıl olarak Erken Miyosen'de başladığı ve volkanitler için öngörülen yaş baz alınarak (Helvacı vd., 2009), en azından 17 My öncesine kadar devam ettiği öngörülmüştür.

Birimin, sel akması baskın yelpaze (streamflow-dominated fan) ortamında (Galloway ve Hobday, 1996) çökeldiği yorumlanmıştır. Üzerleyen gölsel istif, yelpazenin göle açıldığına işaret eder. Ancak çalışma alanı içinde, gölsel istifin sadece kıyı gerisi çökelleri gözlenebilmektedir.

### **Yaylaköy volkanitleri**

Yaylaköy civarında tip kesiti gözlenebilen ve Küçükbahçe'ye kadar yarımada'nın kuzey kesiminde yaklaşık 20 km<sup>2</sup>'lik alanda yayılım sunan, Salman Köyü civarında sınırlı yüzlekleri bulunan mavimsi siyah renkli mafik lavlar ve ince kül-lapilli tuf araldanmasıyla simgelenen türdeş piroklastikler, Aras ve diğerleri (1999)'nin öngördüğü şekilde Yaylaköy volkanitleri olarak adlanmıştır. Stratigrafi verileri, volkanizmanın iki evreli olduğunu göstermektedir. Birinci evre Yaylaköy volkanitleri lav litofasiyesi ile simgelenir; türdeş piroklastikler muhtemelen örtülmüş olduğundan yüzeylenmemiştir. İkinci evre Yaylaköy volkanitleri ise, altta piroklastikler ile üstte yer alan lav akıntısından oluşur. Ercan ve diğerleri (2000) ile Helvacı ve diğerleri (2009) değerlendirmelerine göre Yaylaköy volkanitleri ağırlıklı olarak andezit-bazaltik andezit bileşim aralığında ve kalkalkali karakterlidir. Volkanizmaya ait bilinen yaşlar, Borsi ve diğerleri (1972)'nin Yaylaköy civarından aldığı 21,3 My, Salman Köyü-Sarıyar Tepe civarından aldığı 19,2 My K/Ar yaşları ile Helvacı ve diğerleri (2009)'un Yaylaköy yakınlarından aldığı 17,0 My <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar yaşıdır. Örnek lokasyonlarının net olarak bilinmemesi nedeniyle, Borsi ve diğerleri (1972)'de bildirilen 21.3 My yaşın birinci evre volkanizmasını, 17,0 My yaşın ise ikinci evre volkanizmasını yansıttığı varsayılabilir. Ancak, Borsi ve diğerleri (1972)'nin ±3,5 My hata payı nedeniyle yeterince güvenilir olmayan K/Ar yaşlarına karşılık, Helvacı ve diğerleri (2009)'un



17,0±0,4 My veren <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar verisi gözetilerek, Yaylaköy volkanizmasının Erken Miyosen döneminin sonuna doğru etkinleştiği ileri sürülebilir.

#### *Birinci evre lav üyesi*

Çalışma alanındaki bağlı stratigrafi verilerine göre volkanizmanın birinci evresini yansıtan bazalt görünümlü lav akıntısı, Salman Köyü'nün 500 m kuzeyindeki Taşlı Tepe'nin kuzey yamacı boyunca yüzeylenmektedir. (Şekil 10a). Lav akıntısı, Yaylaköy'den Küçükbahçe Köyü'ne kadar olan alanda geniş yayılım sunar (Aras vd., 1999; Çakmakoglu ve Bilgin, 2006), (Şekil 1). Köşeli kırılmalı, dayanımlı, oldukça sert ve ince taneli olan birinci evre lavlarının taze yüzey rengi gri-mavimsi gri, alterasyon yüzeyi ise sarı-kahverengidir. Kalınlık, Taşlı Tepe kuzeyinde yaklaşık 15 metredir. Birinci evre lavları, ikinci evrenin başlangıcını yansıtan piroklastikler tarafından örtülür.

#### *İkinci evre piroklastik üyesi*

Salman köyünde Sarıyar Tepe, Taşlı Tepe ve Boztepe civarında 10-12 m kalınlıkta ve küçük mostralar şeklinde yayılım gösterirken, Yaylaköy civarında yaklaşık 40 metre kalınlığında ve daha geniş yayımlı bir istif şeklinde gözlenir. Birim, baskın olarak ince kül tuf-lapilli tuf araldanması ile karakteristiktir (Şekil 10b). İstif içinde yer alan kaba kül tuf düzeylerinin bazılarında temel türbülansı (base-surge) çökelimini yansıtan küçük ölçekli "dune" benzeri yapılarla rastlanır (Şekil 10c). Sarıyar Tepe civarında yüzeyleyen piroklastik istifin olasılıkla en üst kesimlerinde yer alan ve az belirgin katmanlanma özellikleri sergileyen kül döküntüsü (ash-fall) fasiyesindeki ince kül tüfler beyaz renkli, silisifiye ve yer yer midye kabuğu kırıklıdır. Sarıyar Tepe

civarında, volkanostratigrafik konumu tam olarak belirlenememiş olmakla birlikte lav akıntısının hemen altındaki bir düzeyde yoğunlaştıkları gözlenen, tipik gaz boşluklarının akma yönlenmesi gösterdiği kızıl renkli "spatter" lav klastları (Şekil 10d), olasılıkla bir sonraki lav çıkışının başlangıcını yansıtan ürünlerdendir.

Salman Köyü civarında gözlenen temel türbülansı fasiyesindeki piroklastik istif, üstleyen lav örtüsünün yarattığı aşma nedeniyle yanal süreksiz bir yayılım sunar. Yaylaköy'de, Salman formasyonunun ince kırıntılı görsel kıyı gerisi çökelleri üzerinde yanal sürekli izlenebilen piroklastik istifin alt bölümü, zayıf kaynaklı ignimbirit ve temel türbülansı düzeylerinden oluşur (Şekil 11). İstif, altta en az 40 cm ve üstte 70 cm kalınlığında iki ayrı ignimbirit ünitesi ile başlar. İgnimbirit üniteleri içinde özellikle Neojen öncesi temel kayalarından türemiş, genellikle küt köşeli, yersel yarı yuvarlak rastlantısal litikler yer alır. 70 cm kalınlığındaki ignimbirit ünitesinin 4-6 cm arasında değişen taban kesitinde, çapraz laminalanmaya benzer bir yapı sunan taban türbülansı (ground-surge) düzeyi yer alır. İstif, 60 cm ve 50 cm kalınlıklarındaki temel türbülansı düzeyleri ile devam eder. 60 cm'lik düzeyde katman kalınlıkları alttan üste desimetreden santimetreye indirgenir. 50 cm'lik düzeyde ise katman kalınlıkları santimetrik ve düzgündür. İstifin en üstünde yer alan 150 cm kalınlığındaki masif ignimbirit düzeyi içinde, özgül olarak kızılımsı koyu kahverenkli diyajenetik demir konkresyonları bulunur. Desimetrik büyüklüklerdeki bu oluşumlar küresele yakın görünümüleri ile karakteristiktir (Şekil 10e). Neojen öncesi temel kayalarından türeme bileşenler olağan olarak bulunur. Ender olarak gaz kaçış kanalları gözlenmiştir.



## İkinci evre lav üyesi

Salman köyü civarında küçük domsal çıkışlar ve Yaylaköy çevresinde birinci evre lavlarına göre daha sınırlı yayılım sunan lav akıntıları şeklinde gözlenir (Şekil 10a). Kalınlık yaklaşık 20 metredir. Birinci evre lavları ile benzer litolojik özellikler taşıyan bazalt görünümlü lavların taze yüzeyi gri-mavimsi koyu gri, alterasyon rengi ise sarı-koyu kahverengidir. Köşeli kırılmalı, dayanımlı, oldukça sert ve ince tanelidir. Sarıyar Tepe civarındaki lavlardan alınan petrografik örnekte mineral parajenezinin, plajiyoklas mikrolitlerinin egemen olduğu bir hamur içinde yer alan plajiyoklas, piroksen, olivin ve opak minerallerden oluştuğu gözlenmiştir.

## EKONOMİK JEOLJİ

### Jeokimyasal ve Mineralojik Analizler

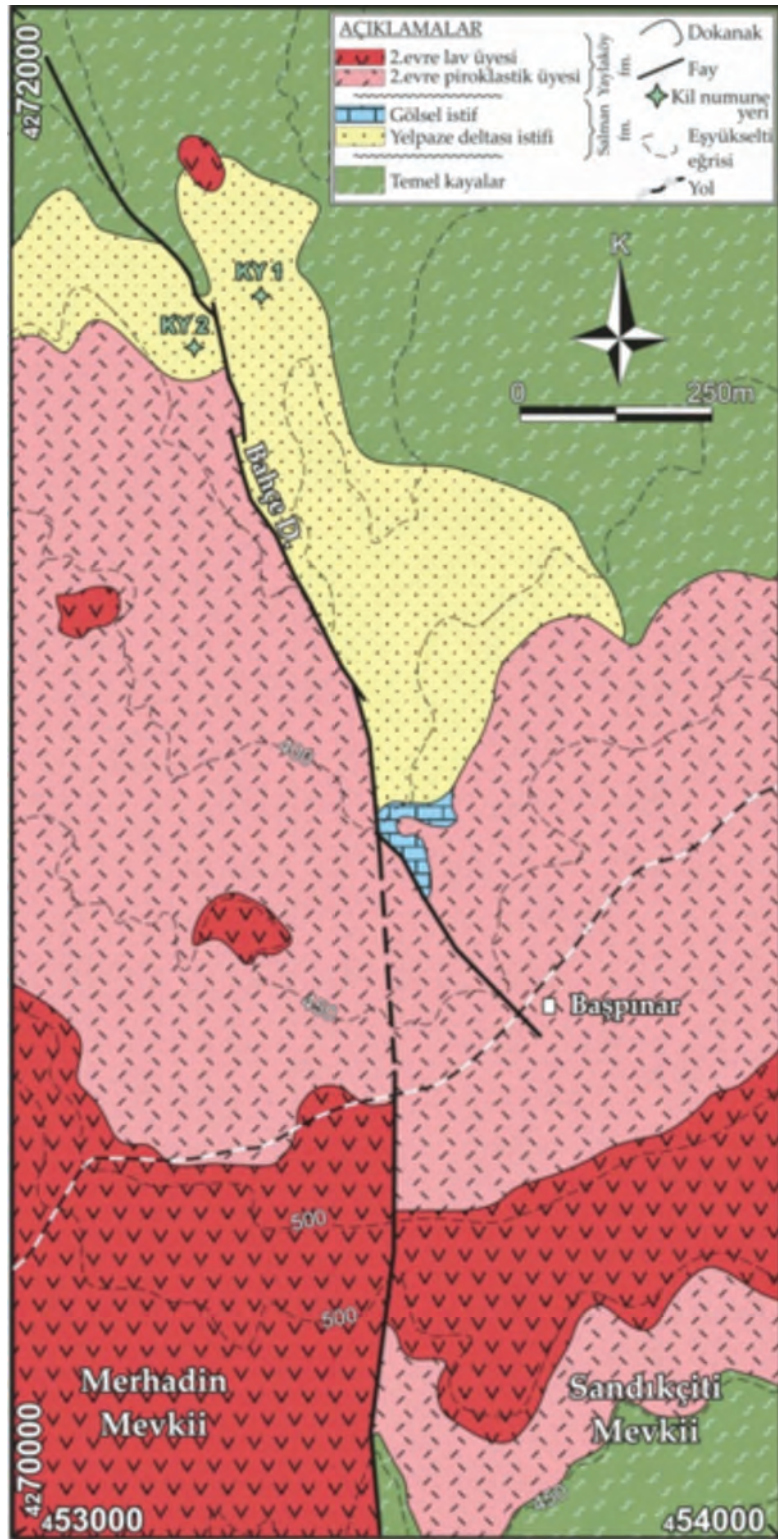
Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesimindeki kil oluşumları, Salman Köyü'nün 1 km

güneyinde Kızılyar Tepe civarında (Şekil 6c, 12a), 750 m kuzeyinde Sarıyar Tepe civarında (Şekil 12b-c) ve Yaylaköy'nün yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda (Şekil 12d) Bahçe Deresi boyunca yüzeylenmektedir. Kil mostralarından jeokimyasal (Çizelge 1) ve mineralojik (Şekil 7) analizler yapılmak üzere örnekler alınmıştır. Kızılyar Tepe civarında, Salman formasyonunun alt bölümündeki gri renkli istifin tabanındaki kil oluşumundan KS-1 ve KS-2 örnekleri, kırmızı renkli üst bölümün tabanından SK-1 ve SK-2 örnekleri ile üzerleyen lavlara yakın kesimden KS-3 örneği alınmıştır (Şekil 4). Salman Köyü'nün yaklaşık olarak 750 m kuzeyinden, Sarıyar Tepe'nin güney yamacı boyunca KP-1, KP-2 ve KP-3 örnekleri alınmıştır (Şekil 4). Yaylaköy'de ise, Bahçe deresinin doğusunda istifin üst kesiminden KY-1 örneği, derenin batısında istifin piroklastiklerle dokanağına yakın kesimden KY-2 örneği alınmıştır (Şekil 5).

Çizelge 1. Temel kayalar ve kil oluşumlarının jeokimyasal analiz sonuçları.

**Table 1.** Results of geochemical analyses of clay occurrences and basement rocks.

Örnek No	TK	KY-1	KY-2	KS-1	KS-2	KS-3	SK-1	SK-2	KP-1	KP-2	KP-3
% SiO <sub>2</sub>	56,50	59,27	58,28	64,14	61,16	52,49	58,69	50,25	68,70	66,27	56,01
% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,50	25,01	25,16	22,74	24,73	26,01	24,32	30,87	19,10	21,64	23,49
% TiO <sub>2</sub>	1,10	1,16	1,09	1,12	1,15	0,94	0,94	0,87	0,96	1,04	0,96
% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,80	2,12	2,92	1,86	1,82	7,62	4,39	4,02	1,59	0,13	8,34
% CaO	0,40	0,16	0,18	0,01	0,04	0,43	0,53	0,57	0,03	0,45	0,11
% MgO	2,50	0,74	0,99	0,47	0,58	0,68	0,46	0,48	0,43	0,01	0,34
% Na <sub>2</sub> O	0,60	0,01	0,01	0,76	0,64	0,26	0,22	0,16	0,01	3,33	0,40
% K <sub>2</sub> O	4,30	3,32	3,72	3,43	3,71	1,70	2,03	1,18	2,85	2,03	2,56
% A.Z.	5,15	8,14	7,56	5,35	6,10	9,73	8,19	11,28	6,29	5,68	7,66

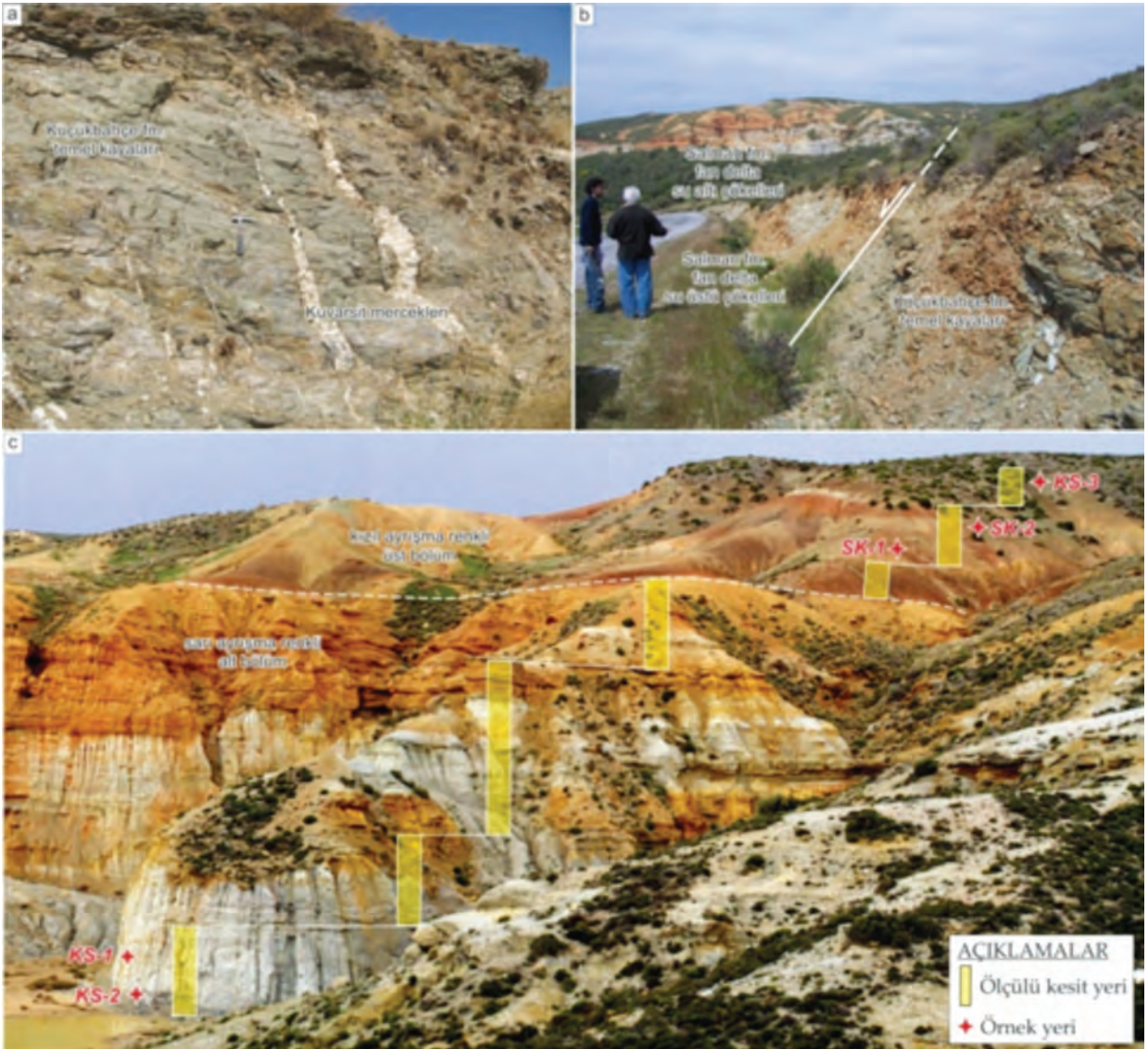


Şekil 5. Yaylaköy bölgesinin jeoloji haritası.  
Figure 5. Geological map of the Yaylaköy region.



Salman Köyü civarında alt bölümden alınan örneklerden KS-1 örneğinde kuvars, muskovit, kaolinit, klinoklor; KS-2 örneğinde kuvars, kaolinit, klinoklor, muskovit, anataz, albit, mikroklin; KS-3 örneğinde kuvars, kaolinit, illit ve götit mineralleri tespit edilmiştir. Üst bölümden alınan örneklerden SK-1 örneğinde

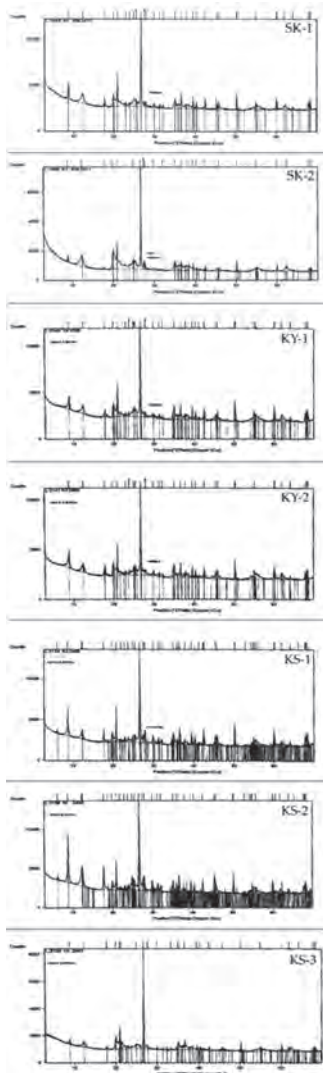
kuvars, illit, kaolinit, anataz; SK-2 örneğinde ise kuvars kaolinit, illit, anataz minerallerinin varlığı belirlenmiştir. Yaylaköyden alınan örneklerden KY-1 örneğinde kuvars, illit, anataz, kaolinit; KY-2 örneğinde kuvars, kaolinit, illit, anataz mineralleri gözlenmiştir.



Şekil 6. a) Temel kayalarının karakteristik arazi görünümü, b) Temel kayaları ile Salman formasyonu dokanağı, c) Salman formasyonunun karakteristik arazi görünümü ve ölçülü kesit yerleri.

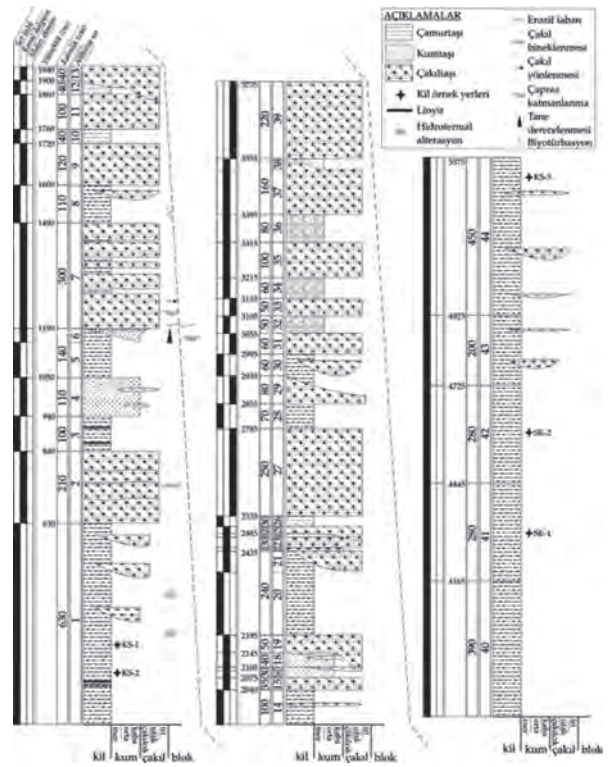
Figure 6 a) Characteristic field view of the basement rocks, b) boundary between the basement rocks and Salman formation, c) characteristic field view of Salman formation and locations of the measured sections.

Analiz sonuçlarına göre kil oluşumunu niteleyen başlıca kil mineralleri illit ve kaolinittir. Bunun yanı sıra, Kızılyar Tepe güneyindeki temel kayalardan alınan altere çamurtaşı örneğinin (TK) jeokimyasal ve XRD analiz sonuçlarına bakıldığında, sedimanter kil örnekleri ile yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. XRD analiz sonuçlarına göre TK örneğinin mineral içeriği kuvars, illit, smektit, kaolinit, plajiyoklas, jips, jipsit, K-feldspattan oluşmaktadır.



**Şekil 7.** Kil oluşumlarının XRD analiz sonuçları.  
**Figure 7.** XRD analyses results of clay occurrences.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre, Salman formasyonu içerisindeki kil oluşumlarını denetleyen ana faktörün, beslenme alanındaki kayaçların jeokimyasal ve mineralojik niteliği olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte kil oluşumlarında rol oynayan ikincil etken, temel kayalar içinde sınırlı olarak görülen alterasyonlardır. Olası Neojen öncesi, gömülü bir magmatik sokulumun göstergesi olan ve az olarak bulunan kuvars damarları ile killeşme şeklindeki alterasyonlar, Neojen tortullaşmasından önce daha yaygın olmalıdır. Büyük olasılıkla, Salman formasyonunun çökelişi süresince bu alterasyonlar aşınmış ve kil-silt-kum boyutunda malzeme olarak tortullaşmaya katılmıştır.



**Şekil 8.** Salman formasyonu yelpaze deltası su altı çökellerinin ölçülü kesiti.

**Figure 8.** A measured section of the sublacustrine fan-delta deposits from the Salman formation.





**Şekil 9.** a) Salman formasyonu bataklık düzeyleri, b) Bataklık düzeyleri içerisinde iyi korunmuş *Planorbis* fosili, c) Yaylaköy bölgesinde yüzlek veren kayaların dokanak ilişkileri.

**Figure 9.** a) Swamp layers of the Salman formation, b) well-preserved *Planorbis* from swamp layers, c) boundary relations of rocks outcropping in the Yaylaköy area.

## Rezerv

Salman Köyü'nün güneyindeki Kızılyar Tepe güneyinden alınan ölçülü stratigrafik kesite göre, istifin gri renkli alt bölümünün tabanında 6,3 m kalınlığında kil oluşumu gözlenmektedir. Üst bölümde ise toplam kalınlığı 16 m olan kırmızı renkli kil oluşumu bulunmaktadır. Sahadaki çamurtaşlarının özgül ağırlığı bilinmemektedir. Bu nedenle birimin özgül ağırlığı, bu tür kayalar için minimum değere yakın şekilde 2.5 gr/cm<sup>3</sup> olarak kabul edilmiştir. Buna göre gri renkli kil oluşumunun ortalama kalınlığını 6 m kabul edersek, uzanımı 2000 m, genişliği ortalama 200 m olan kil oluşumunun muhtemel rezervi 6.000.000 ton olarak bulunur. Kırmızı renkli kil

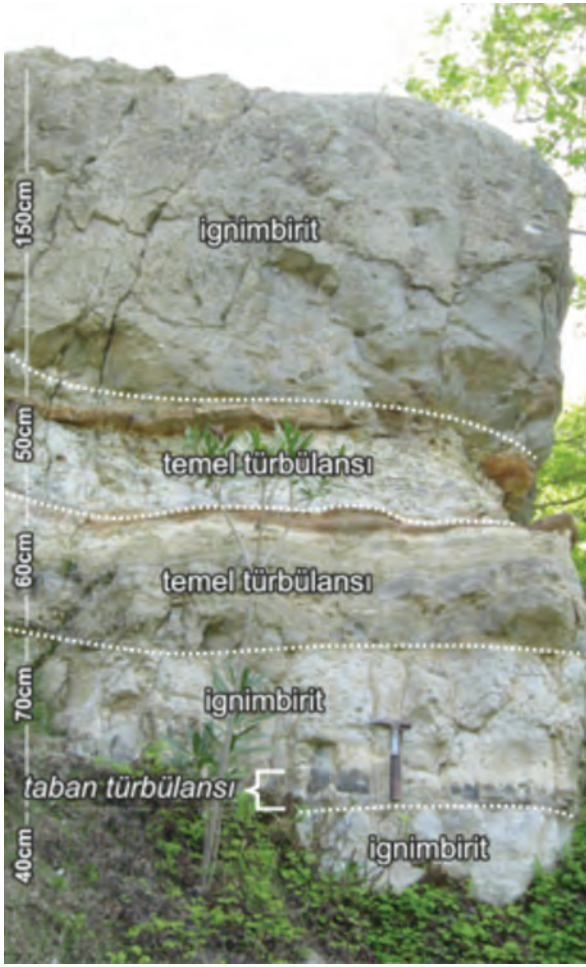
oluşumları istifin üst kesimlerinde olmasından dolayı, olasılıkla aşınma nedeniyle, sınırlı alanda gözlenirler. Kırmızı renkli kil oluşumunun ortalama kalınlığını 10 m kabul edersek, uzanımı 1000 m, genişliği ortalama 150 m olan kil oluşumunun muhtemel rezervi 3.750.000 ton olarak hesaplanır. Yaylaköy'ün kuzeyindeki Bahçe deresi boyunca gözlenen kil oluşumunun ortalama kalınlığı 5 m, istifin uzanımı 800 m ve genişliği ortalama 200 m'dir. Buna göre muhtemel rezerv 2.000.000 ton bulunur. Sonuç olarak Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesimindeki Neojen istifi içerisinde ekonomik olarak işletilebilir farklı özellikteki kil yataklarının toplam rezervi 11.750.000 ton olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 10.** a) Taşlı tepe çevresinde Yaylaköy volkanitlerinin dokanak ilişkileri, b) İkinci evre piroklastik üyesine ait ince kül-lapilli tuf ardalanması, c) Temel türbülansı fasiyesindeki kaba kül tuf düzeylerinde nadiren rastlanan “dune” benzeri yapılar, d) İkinci evre lav çıkışının başlangıcını yansıtan “spatter” lav parçaları, e) İkinci evre piroklastik üyesine ait ignimbirit ünitelerinden biri içinde gelişmiş diyajenetik konkresyonlar (“cannonball”).

**Figure 10.** a) Contact relation of the Yaylaköy volcanics around Taşlı Hill, b) fine ash-lapille tuff alternation of the second stage pyroclastic member, c) dune structures from lapille tuff layers in ground-surge facies, d) spatter clasts reflecting the beginning of second stage lava output, e) canon ball diagenetic concretions developed in the ignimbrite unit of the second stage pyroclastic member.





Şekil 11. Yaylaköy volkanitleri ikinci evre piroklastik üyesine ait ignimbirit ünitesi.

Figure 11. Ignimbrite unit of the second stage pyroclastic member of the Yaylaköy volcanics.

### Teknolojik Çalışmalar

Salman Köyü, Parlak Köyü ve Yaylaköy'den alınan örneklerin (KS-1, KS-2, KS-3, KP-1, KP-2, KY-1, KY-2), Kalemaden A.Ş. laboratuvarlarında pişme testleri yapılmıştır (Çizelge 2). İncelenen örneklerin oda sıcaklığındaki kuru mukavemetleri 17,20-50,51 kg/cm<sup>2</sup> gibi geniş bir aralık sunmakta, kuru küçülmeleri %2,60-4,70 arasında değişmektedir. Örneklerin 1150 °C'deki beyazlıkları ise, % 60,82 ile % 76,77 arasında değişmektedir. Bu aralığın dışında kalan KS-3 örneği (L\*: 41,46) üzerleyen lavın hemen altından alınan bir örnek olmasından dolayı düşük beyazlık değeri vermiştir, dolayısıyla ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Salman formasyonunun gri renkli alt bölümünden alınan kil örneklerinin seramik ön teknolojik testleri yapılmış, bunun sonucunda örneklerin suda dağıldıkları, plastik bir çamur oluşturdukları, karbonat içermedikleri, 1150 °C'de bej, krem renkte sinterleşme veya pişme gösterdikleri, 1300 °C'de çoğunlukla bej-krem renkte sinterleştikleri, renkli pişen seramiklerde plastiklik verici olarak kullanılabilirleri saptanmıştır. Kızıl renkli üst bölümden alınan örneklerin seramik ön teknolojik testleri sonucunda ise örneklerin suda dağıldığı, plastiklik özelliği gösterdiği, 1150 °C ve 1300 °C'de kızıl-kahverengi renkte sinterleştiği gözlenmiş olup renkli pişen seramiklere plastiklik verici olarak katılabileceği saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Kil oluşumlarının pişme testi analiz sonuçları.

**Table 2.** Results of burning test analyses of clay occurrences.

Örnek No	KS-1		KS-2		KS-3		KP1		KP2		KY-1		KY-2	
Sıcaklık°C	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185
Küçülme %	1,80	3,85	2,45	4,85	11,85	12,05	0,25	2,10	0,70	0,85	4,65	5,65	6,85	8,20
Su emme %	12,71	9,00	13,61	8,76	2,43	1,73	12,63	10,94	16,76	12,80	7,27	4,85	3,93	2,04
L	66,41	61,98	66,53	62,77	41,66	41,38	76,77	71,19	75,20	70,87	76,53	72,75	60,82	53,51
a	12,34	9,72	10,56	6,42	10,92	11,78	8,37	7,69	8,58	6,33	3,58	2,54	10,80	6,88
b	23,60	22,02	20,17	17,53	14,51	15,21	16,14	17,62	19,39	18,42	19,32	18,50	23,47	18,18
Kuru küçülme %			2,60										4,70	
Kuru mukavemet kgf/cm <sup>2</sup>			17,20								19,27		50,51	



**Şekil 12.** a) Salman bölgesi üst bölüm kil oluşumu, b)-c) Parlak bölgesi kil yarmaları, d) Yaylaköy bölgesi kil oluşumu.

**Figure 12.** a) Upper part clay occurrences of the Salman area, b)- c) Clay trenches of the Parlak area, d) Clay occurrences of the Yaylaköy area.



## SONUÇLAR

Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesiminde kil içeren istiflerin stratigrafik ve sedimantolojik araştırılması sonucunda, Salman Köyü ve Yaylaköy civarında yüzeyleyen Salman formasyonu içerisinde kil oluşumlarına rastlanmıştır. Salman formasyonu, türbiditik ortamda çökelmiş Ordovisiyen-Karbonifer yaşlı, kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan Küçükbahçe ve Dikendağı formasyonları üzerinde açılmal uyumsuzlukla yer alır ve alüvyal yelpaze ortamında çökelişi yansıtır. Formasyon, Erken Miyosen yaşlı silttaşı-çakıltası karmasından oluşur, istifin bazı düzeylerinde kil olarak işletilebilir nitelikte masif silttaşı seviyeleri bulunur. Salman formasyonu sedimantolojik olarak, sel akması baskın yelpaze deltası çökelişini simgeler. Silttaşı egemen seviyeler set üstü litofasiyesinde, çakıltası egemen kesimler kanal dolgusu ve seyrek olarak moloz akması litofasiyesinde çökelişi yansıtır. Salman formasyonunun Erken Miyosen gölüne açıldığı, yelpaze deltası sisteminin su altı çökelleri ve üste gelen gölsel kıyı gerisi çökelleri aracılığıyla kanıtlanmıştır. Salman formasyonu, iki ayrı volkanik evrede yerleşen Yaylaköy volkanitleri tarafından üzerlenir. Yaylaköy volkanitleri, iki evrede yerleşmiş andezit-bazaltik andezit lavları ve lav akıntılarını birbirinden ayıran piroklastik çökellerden oluşur. Kil oluşumlarından alınan örnekler üzerinde yapılan mineralojik ve jeokimyasal analizler neticesinde, içerdikleri kil minerallerinin çokluk sırasına göre illit-kaolinit olduğu ve SiO<sub>2</sub> değerlerinin %50-68, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerinin % 18,5-31 arasında değiştiği saptanmıştır. Gri renkli ve kırmızı renkli farklı özellikteki kil seviyeleri ayırt edilmiş, toplam rezerv ise 11.750.000 ton olarak hesaplanmıştır. Örnekler üzerinde yapılan seramik ön teknolojik testlere göre, killerin renkli pişen seramiklerde plastiklik verici olarak kullanılacakları görülmüştür.

## KATKI BELİRTME

Birinci yazar, arazi çalışmalarındaki katkı ve yorumlarından dolayı Ali Çakmakoğlu'na ve seramik ön teknoloji analizlerindeki yorumlarından dolayı Hürriyet Demirhan'a teşekkür eder.

## EXTENDED SUMMARY

*Depends on the requirement of developing ceramic industry, detail researches on the clay deposits which are already known and expose to their origin will be a guide to explore the new ones. It is already known that the Neogene terrestrial deposits of the Karaburun Peninsula include commercially important clay formations. These formations are observed around of Salman and Yaylaköy villages which are 140 km far from İzmir city center. Clay formations unconformably overlie the Paleozoic basement rocks represented by intercalation of turbiditic sandstone, siltstone, fine-grained conglomerate and greenish gray mudstone. The basement rocks exposed around Salman village were named as the "Küçükbahçe formation" by Çakmakoğlu and Bilgin (2006). However, they termed these rocks as the "Dikendağı formation" around Yaylaköy village. The Salman formation which indicates the beginning of the terrestrial Neogene deposition overlies the basement rocks. It has typically yellow or red colored conglomerate-siltstone sequence group and approximately 70 m in total thickness. It is mainly represented by fan-delta depositional environment. The base of the sequence starts with disorganized boulderstone and grades into coarse-grained conglomerate that indicate a subareial part of the fan-delta. It is overlain by sublacustrine fan-delta deposits which are made up of mudstone-conglomerate alternation separated by three lithofacies as channel-fill, debris-flow and overbank. Channel-fill lithofacies consists of conglomerates which are*

grain-supported, fine-grained, angular pebbles and oblate morphology. Debris-flow lithofacies also contains conglomerates which are matrix-supported, fine to coarse-grained, poorly-sorted. Overbank lithofacies is made up of massive layers in clay-silt size and can be observed their lateral continuity. The sublacustrine fan-delta deposits are overlain by lignite-bearing lacustrine sediments which are represented by clay-silt and fine-grained sand size layers that also contain gastropod shell fragments. The Salman formation is overlain by the Yaylaköy volcanites represented by bluish black colored mafic lavas and fine ash-lapille tuff pyroclastics. According to stratigraphical data, the volcanism can be separated into two-stages. First stage of volcanism is represented by lava flows. Second stage of volcanism is characterized by pyroclastic deposits at the bottom and lava flows at the top. The clay formation in the northern part of the Karaburun Peninsula is located at 1 km south of Kızılyar Hill and 750 m north of Sarıyar Hill, around Salman village, and 2 km north of Bahçe River, around Yaylaköy village. According to results of clay mineralogy, the main clay minerals are illite and kaolinite which controlled the clay formation. Furthermore, the result of a sample taken from the basement rocks located at the south of Kızılyar Hill indicates that the composition of the basement rocks and clay formations are very similar. It is suggested that the formation of the clay deposit is related to geochemical and mineralogical composition of source environment. In addition, it is possible to see alterations in the basement rocks in some places. As a result, a magmatic intrusion which caused the alteration and forming of quartz veins was probably common in the region but not exhumated before Neogene. These basement rocks were possibly eroded, and their clay, silt and sand size products participated in sedimentation during the deposition of the Salman formation. The potential

reserve of the economical clay formations from the northern part of the Karaburun Peninsula has been calculated as 11.750.000 mt which can be used as a plasticizer in ceramic industry.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akal, C., Koralay, O.E., Candan, O., Oberhanslı, R., ve Chen, F., 2011. Geodynamic Significance of the Early Triassic Karaburun Granitoid (Western Turkey) for the Opening History of Neo-Tethys. Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 255-271.
- Aras, A., Göktaş, F., Demirhan, M., Demirhan, H., ve İçöz, S., 1999. Karaburun Kilinin Stratigrafisi, Mineralojisi ve Pişme Özellikleri. BAKSEM'99 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu, İzmir, 238-247.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972. Geochronolog and petrology of Recent volcanics in the eastern Aegean. Bull. Volcanologie, 36, (3), 473-496.
- Çakmakoğlu, A., ve Bilgin, R., 2006. Karaburun Yarımadasının Neojen Öncesi Stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 132, 33-62.
- Demirhan, H., 1999. Karaburun Yarımadası Killerinin Seramik Sektöründe Kullanım Olanaklarının Araştırılması. 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, 47-56.
- Ercan, T., Türkecan, A., ve Satır, M., 2000. Karaburun Yarımadasının Neojen Volkanizması. Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı I, MTA Yayını, 1-18.
- Erdoğan, B., Altuner, D., Güngör, T., ve Özer, S., 1990. Karaburun Yarımadasının Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 111, 1-24.
- Erkül, S.T., Sözbilir, H., Erkül, F., Helvacı, C., Ersoy, Y., ve Sümer, Ö., 2008. Geochemistry of I-type granitoids in the Karaburun Peninsula, West Turkey: Evidence for Triassic continental arc magmatism following closure of the Paleotethys. Island Arc, 17, 394-418.
- Galloway, W.E. ve Hobday, D.K., 1996. Terrigenous Clastic Depositional Systems. Springer, Berlin, 489.
- Gümüş, H., 1971. Karaburun Yarımadasının Orta Kısımının Jeolojisi (İzmir). EÜFF İlimi Rapor Serisi, 100, 16.
- Helvacı, C., Ersoy, E.Y., Sözbilir, H., Erkül, F., Sümer, Ö., ve Uzel, B., 2009. Geochemistry and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology of Miocene volcanic rocks from the Karaburun Peninsula:

Implications for amphibole-bearing lithospheric mantle source, Western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185, 181-202.

Kalafatıoğlu, A., 1961. Karaburun Yarımadasının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 56, 53-62.

Robertson, A.H.F., ve Pickett, E.A., 2000. Paleozoic-Early Tertiary Tethyan evolution of melanges, rift and passive margin units in the Karaburun Peninsula (western Turkey) and Chios Island (Greece). In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., ve Piper, J.D.A. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area* Geological Society, London, Special Publications, 173, 43-82.

---

Makale Geliş Tarihi : 14 Mart 2013  
Kabul Tarihi : 17 Nisan 2013

*Received* : 14 March 2013  
*Accepted* : 17 April 2013



## TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

### YAZIM KURALLARI

#### Yazıların hazırlanması

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ'nin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Türkçe makalelerde "Extended Summary", İngilizce makalelerde ise "Genişletilmiş Özet" verilmelidir. Yazarların ana dillerinin Türkçe olmaması durumunda, yazıların başlığı ve özeti ile çizelge ve şekillerin başlıkları Editörlükçe Türkçeye çevrilir. Ana dili İngilizce olmayan yazarlara, yazılarını Editörlüğe göndermeden önce, gramer ve üslup açısından, ana dili İngilizce olan bir kişiden katkı almaları özellikle önerilir. Hazırlanan makaleler orijinal ve daha önce basılmamış araştırma, yorum ya da her ikisine ait sentezi içermeli, veya teknik not niteliğinde olmalıdır. Yazının gönderilmesi, daha önce basılmamış veya başka bir yerde incelemede olmadığını gösterir.

Yazılar, aşağıda verilen düzen çerçevesinde hazırlanmalıdır.

- (a) **Başlık** (Türkçe ve İngilizce)
- (b) **Yazar adları** (koyu ve tamamı büyük harfle) ve **adresleri** (italik ve küçük harfle) ile başvurulacak **yazarın E-posta adresi**
- (c) **Öz** (Türkçe ve İngilizce)
- (d) **Anahtar Kelimeler** (Türkçe ve İngilizce)
- (e) **Giriş** (amaç, kapsam ve yöntem)
- (f) **Ana metin** (kullanılan yöntemler, çalışılan malzemeler, tanımlamalar, analizler vd.)
- (g) **"Tartışma ve Sonuçlar"** veya **"Tartışma ve Öneriler"**
- (h) **"Extended summary"/"genişletilmiş özet"**
- (i) **Katkı Belirtme** (gerekliyorsa)
- (j) **Kaynaklar**
- (k) **Çizelgeler**
- (l) **Şekiller Dizini**
- (m) **Şekiller**
- (n) **Levhalar** (var ise)

Metinde kullanılan değişik türde başlıklar farklı şekillerde ve tüm başlıklar sayfanın sol kenarında verilmelidir. Ana başlıklar büyük harflerle ve koyu yazılmalıdır. İkinci derece başlıklar alt başlık olarak değerlendirilmeli ve birinci ve ikinci derece alt başlıklar küçük harfle (birinci derece alt başlıklarda her kelimenin ilk harfi büyük) ve koyu, üçüncü derece alt başlıklar ise italik olmalıdır. Başlıkların önüne numara veya harf konulmamalıdır. Yazılar (öz, metin, katkı belirtme, kaynaklar, ekler ve şekiller dizini) A4 (29.7 cm x 21 cm) boyutundaki sayfaların bir yüzüne, kenarlardan en az 2.5 cm boşluk bırakılarak, 1.5 cm aralıkla ve 12 puntuyla (Times New Roman) yazılmalı, ayrıca tüm sayfalara numara verilmelidir.

**Başlıklar şu şekilde olmalıdır:**

**ÖZ**

**ABSTRACT**

**GİRİŞ**

**ANA BAŞLIK**

**Birinci Derece Alt Başlık**



**İkinci derece alt başlık**  
**Üçüncü derece alt başlık**  
**SONUÇLAR VE TARTIŞMA**  
**GENİŞLETİLMİŞ ÖZET**  
**KATKI BELİRTME**  
**KAYNAKLAR**

**Kapak Sayfası**

Yazıdan ayrı olarak sunulacak kapak sayfasında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır.

- Yazının başlığı
- Yazar(lar)ın ad(lar)ı (ad ve soyadı kısaltılmadan)
- Tüm yazarların açık posta ve e-mail adresleri (Başvurulacak Yazar belirtilerek). Başvurulacak yazarın faks ve telefon numaraları da ayrıca belirtilmelidir.

**Başlık ve Yazarlar**

Yazının başlığı, çalışmanın içeriğini anlaşılır şekilde yansıtmalıdır. Eğer yazı Türkçe hazırlanmışsa, Türkçe başlığı (koyu ve kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde) İngilizce başlık (italik ve kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde) izlemelidir. İngilizce hazırlanmış yazılarda ise, İngilizce başlık Türkçe başlıktan önce ve yukarıda belirtilen yazım kuralına göre verilmelidir.

Yazarlara ilişkin bilgi ise aşağıdaki örneğe uygun olarak verilmelidir:

Ahmet Ahmetoğlu                      Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tandoğan 06100 Ankara  
A. Hüsnu Hüsnuoğlu                      MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, 06520 Ankara  
(e-posta: husnu56@mta.gov.tr)

**ÖZ**

Öz, çalışma hakkında bilgi verici bir içerikle (çalışmanın amacı, elde edilen başlıca sonuçlar) ve 300 kelimeyi aşmayacak şekilde hazırlanmalıdır. Özde kaynaklara atıfta bulunulmamalıdır. Özler, hem Türkçe hem, İngilizce olarak verilmelidir. Türkçe hazırlanmış yazılarda Öz'den sonra "Abstract" (italik) yer almalı, İngilizce yazılarda ise italik yazılmış Türkçe Öz Abstract'ı izlemelidir.

**Anahtar Kelimeler**

Öz ve Abstract'ın altında en az 2, 7 kelimeyi aşmayacak şekilde ve yazının konusunu yansıtan anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce olarak verilmelidir. Anahtar kelimeler, alfabetik sırayla küçük harfle (ilk anahtar kelimenin ilk harfi büyük) yazılmalı ve aralarına virgül konmalıdır. Teknik Not ve Tartışma türü yazılarda anahtar kelimelerin verilmesine gerek yoktur.

**EXTENDED SUMMARY/GENİŞLETİLMİŞ ÖZET**

Genişletilmiş özet 2500 kelimeyi geçmemelidir. Ancak makalenin öz/abstract kısmından daha geniş hacimli olmalıdır. Genişletilmiş özet kısmında yeni bir şekil ve çizelge verilmemelidir. Ancak makalede kullanılan şekil ve çizelgelere bu kısımda atıf yapılabilir. Aynı şekilde, makale içinde atıf yapılan kaynaklara da gerektirdiğinde bu kısımda atıf yapılmalıdır.

**KATKI BELİRTME**

Katkı belirtme, kısa olmalı ve teşekkür edilecek olanlar çalışmaya en önemli katkıyı sağlayan kişilerin ve/veya kuruluşların adlarıyla sınırlandırılmalıdır. Teşekkür edilecek kişilerin açık adları unvanları belirtilmeksizin verilmeli, ayrıca bu kişilerin görevli oldukları kurum ve kuruluşların adları da eklenmelidir.

**DEĞİNİLEN BELGELER**

(aşağıdaki örnekler ile kesinlikle uyumlu olmalıdır)

**(a) Süreli yayınlar :**

Hoek, E. ve David, M., 1990. Estimating Mohr - Coulomb friction and cohesion values from Hoek - Brown failure criterion. International Journal of Rock Mechanics, 27(3), 220 - 229.

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Makalenin başlığı. Süreli Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No. (Sayı No.), sayfa no.

**(b) Bildiriler:**

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editör(ler) varsa, Basımevi,

Cilt/Sayı No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yerin Adı, sayfa no.

**(c) Kitaplar:**

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York, 562 s.  
Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869, 520 s. Yazar ad(lar)ı, Tarih. Kitabın Adı (ilk harfleri büyük). Yayınevi, Basıldığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.

**(d) Raporlar ve Tezler:**

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayınlanmamış).

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Raporun veya tezin başlığı. Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayınlanıp,yayınlanmadığı)

**(e) Kişisel Görüşme:**

Sözbilir, H., 2005. Personal communication. Geological Engineering Department of 9 Eylül University, İzmir, Turkey.

**(f) İnternette İndirilen Bilgiler:**

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005. Kurumun Adı , Tarih. Web adresi, Web adresine girildiği tarih.

Türkçe kaynaklar doğrudan Türkçe olarak verilmeli ve Türkçe karakterlerle yazılmalıdır.

**Eşitlikler ve Formüller**

Matematiksel semboller ve formüller el yazısıyla yazılmamalıdır. Eşitlik numaraları eşitliğin hizasında ve sağ kenarına dayandırılarak birbirini izleyen bir sırayla parantez içinde, ayrıca eşitliklerdeki sembollerin anlamı makalede ilk kez kullanıldıkları eşitliğin altında verilmelidir.

Burada; makaslama dayanımı, c kohezyon, normal gerilme ve içsel sürtünme açısıdır". Eşitliklerde kullanılan alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterle yazılmalıdır (örneğin;  $I_d$ ,  $x_2$ ). Karekök işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır (örneğin;  $c_{mass} = s0.5$ ). Çarpım işlemi göstermek için herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak gerekli durumlarda "\*" işareti tercih edilmelidir (örneğin;  $y = 5 \cdot 10^{-3}$ ). Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine "/" işareti kullanılmalıdır. Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla  $Ca^{++}$  ve  $CO_3^{--}$  yerine  $Ca^{2+}$  ve  $CO_3^{2-}$  tercih edilmelidir. Metinde eşitlikler "eşitlik (1)" şeklinde atıfta bulunulmalıdır. Gerekliyse, bilgisayar programı listeleri de net ve okunur şekilde ekte verilmelidir.

### Çizelgeler

Çizelgeler, başlıklarıyla birlikte, Dergi'nin sayfalarındaki baskı alanını (15.8 cm x 22.5 cm) aşmayacak şekilde hazırlanmalı ve birbirini izleyen sıra numaralarıyla verilmelidir. Çizelgelerin üst kısmında hem Türkçe, hem de İngilizce başlıkları bulunmalıdır (Çizelge başlıkları ayrı bir sayfada liste halinde verilmemelidir). Makalenin Türkçe yazılması halinde İngilizce başlık italik harflerle Türkçe başlığın altında yer almalı, İngilizce makalelerde ise, italik yazılmış Türkçe başlık İngilizce başlıktan sonra verilmelidir. Çizelgeler, "Çizelge 1" vb. şeklinde sunulmalıdır. Metinde çizelgelere Çizelge 1 veya Çizelge 1 ve 2 (eğer birden fazla sayıda çizelgeye atıfta bulunulacaksa) şeklinde değinilmelidir. Çizelgeler, metinde kullanılan karakterlerden daha küçük (10 veya 11 punto) karakterle yazılmalı ve Dergi'nin tek (7.3 cm-Genişlik) veya çift (15.8 cm-Genişlik) kolonuna sığacak şekilde düzenlenmelidir. Çizelgelerde düşey çizgiler kullanılmamalı, yatay çizgiler ise sadece çizelgenin alt ve üstünde, ayrıca çizelgedeki başlıklar ile bunların altında listelenen rakamları ayırmak için kullanılmalıdır (Bunun için Dergi'nin önceki sayılarına bakılması önerilir). Çizelgelerde makalenin diğer kısımlarında verilen bilgi veya sonuçların (örneğin grafikler vb.) tekrar verilmemesine özen gösterilmelidir. Her çizelge ayrı sayfalara bastırılarak metnin sonunda (Kaynaklar dizininin sonra) sunulmalıdır. Çizelgelerdeki kısaltma ve simgeler daha küçük karakterlerle çizelgelerin altında verilmelidir (örneğin; c: tek eksenli sıkışma dayanımı; II: illit;...vd.).

### Şekiller

Çizim, grafik ve fotoğraf gibi tüm şekiller yüksek kalitede basılmış olarak "Şekil" başlığı altında ve metin içinde anıldıkları sırayla numaralandırılarak verilmelidir. Şekiller orijinal çıktılar olup, ayrı sayfalara bastırılarak ve katlanmadan gönderilmelidir. Şekil numaraları sayfanın sağ üst köşesine yazılmalı, ayrıca şekiller küçültülüp büyütülebilecek halde sunulmalıdır. Şekil açıklamaları; şekillerin altına yazılmamalı ve ayrı bir sayfaya bastırılarak "Şekiller Dizini" başlığıyla verilmeli, ayrıca "Şekil 1." olarak başlamalıdır. Çizelgeler için yukarıda belirtilen yazım kurallarına benzer şekilde, şekil başlıkları hem Türkçe, hem de İngilizce hazırlanmalıdır. Ayrı sayfalara bastırılmış olan şekiller, çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekiller için en büyük boyut, şekil başlığını da içerecek biçimde 15.8 cm (Genişlik) x 22.5 cm (uzunluk) olmalıdır. Tüm şekillerin Dergi'nin tek veya çift kolonuna sığacak boyutlarda hazırlanması ve mümkünse daha çok tek kolona göre tasarlanması önerilir. Katlanmış şekiller ile renkli şekiller Dergi'ye kabul edilmez. Özellikle haritalar, araziyle ilgili çizimler ve fotoğraflar, sayısal ölçek (1:25000 vb.) yerine, metrik sisteme uygun çubuk ölçekle verilmelidir. Tüm haritalarda kuzey yönü gösterilmelidir. Bölgesel haritalarda, uygun olduğu takdirde, ulusal grid veya enlem/boylam değerleri verilmelidir. Harita açıklamaları, şekil başlığıyla birlikte değil, şeklin üzerinde yerelmalıdır. Fotoğraflar, çizimler veya bunların birlikteliğinden oluşan şekiller (a), (b) vb. gibi gruplar halinde verilebilir. Bu tür sunumlarda (örneğin; Şekil 5a ve 5b) a, b, c vb. gibi tek bir şekle ait çizimler veya fotoğraflar, ayrı sayfalarda basılması yerine, gruplandırılarak aynı sayfada sunulmalıdır. Şekillerde açık gölge ve tonlarından kaçınılmalı, özellikle bilgisayar programlarından elde edilen grafiklerde bu hususa dikkat edilmelidir. Gölgeleme belirgin, fotoğraflar siyah-beyaz ve iyi bir kontrasta sahip olmalıdır. Tüm şekiller, Şekil 1 veya Şekil 1 ve 2 (birden fazla şekle değiniliyorsa) gibi ve metinde anıldıkları sırayla numaralandırılmalıdır. Bir dizi fosil fotoğraflarını içeren şekiller Levha olarak değerlendirilmeli ve parlak kağıda basılmış orijinal halde verilmelidir. Levha sayısı mümkün olduğunca az tutulmalıdır. Levhalara ilişkin açıklamalar, hem Türkçe hem İngilizce olarak aynı sayfada verilmelidir.

### MAKALELERİN EDİTÖRLÜĞE GÖNDERİLMESİ

Metin, şekil, tablo ve başlıkların iyi kaliteli A4 kağıda basılmış üç kopyası, aşağıdaki yazışma adresine gönderilmelidir.

#### TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDİTÖRLÜĞÜ

T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK 464, Yenışehir 06444, Ankara

Tel : (312) 432 30 85 / (312) 434 36 01

Faks : (312) 434 23 88

Ayrıca makalelerin gönderildiği, aşağıdaki editörün e-mail adresine de mesaj ile mutlaka bildirilmelidir.

E-posta: Orhan TATAR orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

### **YAYIMA KABUL EDİLEN MAKALELERİN SUNUMU**

Yazarlar, makalelerinin yayıma kabulü halinde, makalenin düzeltilmiş son kopyasını orijinal çıktısıyla birlikte CD'ye de kopyalayarak (metin, çizelgeler ve tablolar) Editör'e göndermelidir. Levhalar iyi kalitede basılmış olarak gönderilmelidir. Metin, çizelgeler ve şekiller elektronik ortamda (internet aracılığıyla) gönderilmemelidir. Makaleler WORD ile hazırlanmalıdır. Diskin üzerinde yazarların adları, kullanılan yazım programının adı ve versiyonu, makalenin başlığı ve dosyanın adı belirtilmelidir. Levhalar hariç, tüm şekiller Corel Draw ile hazırlanmalıdır. Bununla birlikte, şekillerin 300 dpi'dan az olmamak koşuluyla JPG dosyaları da gönderilmelidir.

### **PROVA BASKILAR**

Makalelerin prova baskıları, dizgi ve yazım hatalarının olup olmadığının kontrolü için Başvurulacak Yazar'a gönderilir. Prova baskılarda yapılacak düzeltmeler yazım hataları ile sınırlı olup, yazarların makaleyi kabul edilmiş son halinden farklı bir duruma getirebilecek değişiklikler ve düzeltmeler yapması kabul edilmez. Prova baskılar, yazarlar tarafından alındıktan sonra en geç üç gün içinde Editör'e gönderilmelidir. Gecikmeli olarak yapılacak düzeltmelerin baskıya verilmesi garanti edilmeyeceği için, yazarların prova baskıları göndermeden çok dikkatli şekilde kontrol etmeleri önerilir.

### **AYRI BASKILAR**

Makalenin onbeş ayrı baskısı, makalenin basıldığı sayı ile birlikte ücretsiz olarak Başvurulacak Yazar'a gönderilir. İlave ayrı baskı talep edilmemelidir.

### **TELİF HAKLARI**

Yazar veya Başvurulacak Yazar (birden fazla yazarlı makalelerde), kendisi ve diğer yazarlar adına "Telif Hakkı Devir Formu"nu makalenin baskıya verilmesinden önce imzalamalıdır. Bu sözleşme, Jeoloji Mühendisleri Odası'na yazarlar adına telif hakkı alınmış yayınlarını koruma olanağı sağlamakla birlikte, yazar(lar)ın makalenin sahibi olma haklarından vazgeçtiği anlamına gelmemektedir. Telif Hakkı Devir Formu, en kısa sürede Editör'e gönderilmelidir. Bu form Editör'e ulaştırılıncaya değin, makale yayıma kabul edilmiş olsa bile, baskıya gönderilmez.





## GEOLOGICAL BULLETIN OF TURKEY

### INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

#### Preparation of Manuscripts

The language of the GEOLOGICAL BULLETIN OF TURKEY is both Turkish and English. For manuscripts submitted in English "Genişletilmiş Özet", for manuscripts submitted in Turkish "Extended Summary" should be given. If the author(s) are residents of a non-Turkish speaking country, titles, abstracts, and captions of figures and tables are translated into Turkish by the Editors. It is strongly recommended that authors whose native language is not English, should ask a person whose native language is English to check the grammar and style of manuscript before submission. Papers should be original and comprise previously unpublished research, interpretations, or synthesis of two, or technical notes. Submission implies that the manuscript is not currently under consideration for publication elsewhere.

Manuscripts should generally be structured as follows:

- (a) **Title** (English and Turkish)
- (b) **Names of authors** (bold and in capital), **their affiliations** (italic and lower-case) and the name and E-mail address of the corresponding author.
- (c) **Abstract** (English and Turkish)
- (d) **Key words** (English and Turkish)
- (e) **Introduction** (aim, content and methodology)
- (f) **Main text** (methods, material studied, descriptions, analyses etc.)
- (g) **"Results and Discussion"** or **"Conclusions and Recommendations"**
- (h) **"Extended summary"** / **"Genişletilmiş özet"**
- (i) **Acknowledgements** (if necessary)
- (j) **References**
- (k) **Tables**
- (l) **List of figure captions**
- (m) **Figures**
- (n) **Plates** (if any)

The various levels of headings used in the manuscript should be clearly differentiated. All headings should be in left-aligned. Major headings should be bold capitals. Secondary headings should be considered as sub-headings. Primary- and secondary-subheadings should be given in lower-case and tertiary headings in italics. Headings should not be preceded by numerals or letters. Manuscripts (abstract, main text, acknowledgments, references, appendices and figure captions) should be typed on one side of the paper (A4 size: 29.7 cm x 21 cm) with wide margins (at least 2.5 cm) and 1.5 line-spaced throughout, at a font size of 12 point (Times New Roman) and with all pages numbered.

#### Examples for headings:

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION**

**PRIMARY HEADING**

**Primary Sub-Heading**

**Secondary sub-heading**

**Tertiary sub-heading**



**(b) Proceedings and Abstracts:**

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

Author(s), Date. Title of paper. Title of Symposium or Congress, Name of Editor(s), Name and Location of Publisher, Vol. (if any), pages

**(c) Books:**

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869.

Author(s), Date. Name of Book. Name and Location of Publisher

**(d) Unpublished Reports and Thesis:**

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234. (yayınlanmamış). [Author(s), Date. Title of report. Name of Organization, Report No., Name of City (unpublished).]

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütleli içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

Author, Date. Title of thesis. Type of Thesis (MSc or PhD), Name of University or Institution, City, Country (unpublished).

**(e) Personal Communications:**

Sözbilir, H., 2005. Personal communication. Geological Engineering Department of 9 Eylül University, İzmir, Turkey.

**(f) Information Downloaded from the Internet**

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005. [Name of the Organization, Date. Web address, date of access to website.]

Turkish references can also be given directly in Turkish. For such references please use Turkish characters.

**Mathematical Expressions**

Mathematical symbols and formulae should be typed. Equation numbers should appear in parentheses at the right-hand side of the equations and be numbered consecutively. For Greek or other non-Roman letters, identify the symbol in words in the left-hand margin just below the equation the first time it is used. In addition, the meaning of symbols used in equations should be given below the equations. "

Where  $\tau$  is the shear strength,  $c$  is cohesion,  $\sigma$  is normal stress and,  $\phi$  is internal friction angle." Subscripts and superscripts should be given clearly and written in smaller character (e.g.  $\text{Id}$ ,  $x^2$ ). Instead of square-root symbol, an indice of 0.5 should be used (e.g.  $y = 5x^{0.5}$ ). For the of multiplication sign do not use any symbol, however if necessary, the symbol "\*" can be preferred (e.g.  $y=5*10^{-3}$ ). Please use "/" for division instead of a horizontal line between numerator and denominator. In the expression of chemical reactions, ions should be given as  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{CO}_3^{2-}$  (not  $\text{Ca}^{++}$  and  $\text{CO}_3^{--}$ ). In the text, equations should be referred to as equation (1). Computer program listings, if appropriate, must be very clear in an Appendix.

**Tables**

Tables with their titles should not exceed the printed area of the page (15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep)) and be numbered consecutively. Both Turkish and English titles should appear at the top of a table (do not print table captions on a separate sheet). If the manuscript is written in Turkish, English title in italics should follow the Turkish title. For manuscripts in English, a Turkish title should appear below the English title in italics. They should begin "Table 1." etc. Tables should be referred to as Table 1 or Tables 1 and 2 (if more than one table is referred to). Tables can be written in a font size smaller than that of the text (10 or 11 point). Tables should be arranged to fit single column (7.3 cm wide) or double column (15.8 cm wide). No vertical rules should be used.

Horizontal rules should only be used at the top and bottom of the tables, and to separate headings and numbers listed in the tables (Please check the previous issues of the Journal). Tables should not duplicate results presented elsewhere in manuscript (e.g. in graphs). Each table should be separately printed and appear after the text (after references). All abbreviations and symbols must be identified with smaller character underneath the tables (e.g. c: uniaxial compressive strength; Il: Illite; etc).

### **Illustrations**

All illustrations, whether diagrams, charts and photographs, should be of high quality, referred to as "Figures" and be numbered consecutively as they appear in the text. They must be originals presented separately from manuscripts, and not be folded. The number of the figure should be given at top on the right-hand side of the paper. Illustrations should be provided in camera-ready form, suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Figure captions should be supplied on a separate sheet and should begin "Figure 1," etc. As with the rules given for tables, figure captions should also be given both in Turkish and English. All illustrations should be printed on separate pages and given offer tables together with a list of figure captions. The maximum printed size of illustrations is 15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep) together with figure captions. It is recommended that all illustrations should be designed with the Journal's single-column or two-column layout in mind, and where possible, illustrations should be designed for a single column. Foldout and colored illustrations are not accepted. Illustrations, particularly maps, field sketches and photographs should have a metric bar scale rather than magnification factors. All maps should have a north mark. Regional maps may include National Grid or latitude/longitude number where appropriate. Map keys should be given on the figure, not in the figure caption.

Photographs, line drawings, or combinations may be grouped as figure parts (a), (b), etc. It is preferred that these are mounted. Letters or numerals should not be less than 1 mm after reduction. Avoid fine shading and tones, particularly from computer graphics packages. Shading should be distinct. Photographs must be black and white and sharp, and exhibit good contrast.

All illustrations must be numbered in the order in which they are referred to and discussed in the text as Figure 1 or Figures 1 and 2 (if more than one figures is referred to). Illustrations consisting of a set of fossil photographs should be given as "Plates" and submitted as original glossy prints and mounted in the desired layout. The number of plates should be kept to a minimum. Explanations of plates should be given in both Turkish and English on the same page.

### **SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

Three copies of the text, figures, tables and captions on good quality A4 paper should submitted to the following Adress:

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDITÖRLÜĞÜ  
T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK 464, Yenişehir 06444, Ankara

After submitting of the manuscript, the e-mail message must be sent to the editor.

E-posta: Orhan TATAR orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

### **FINAL SUBMISSION OF MANUSCRIPTS ACCEPTED FOR PUBLICATION**

On acceptance of a manuscript, authors must submit one hard copy of the revised final draft as well as a copy of the manuscript on disk (both text, and tables and figures) in standard word processing format. High quality originals of plates should be submitted. Text, tables and figures should not be electronically transmitted, via the internet. Manuscripts should be processed in WORD. The disk should be clearly labeled with names of authors, version of word processor, a short title and file name. Please keep the paper as one file. Illustrations (except Plates) are welcome using the Corel Draw or Free Hand drawing program for PC. However, JPG files of the illustrations in resolution not less than 300 dpi should also be included.

### **PROOFS**

One set of page proofs are sent to the corresponding author to be checked for typesetting/editing errors. Corrections should



be restricted to typesetting errors, change or corrections that constitute departures from the article are not accepted. Proofs should be returned to the Editor within 3 days of receipt. Please note that the authors are urged to check their proofs carefully before return, since the inclusion of late corrections cannot be guaranteed.

#### **REPRINTS**

Fifteen reprints and a copy of the issue are supplied free of charge. They are sent to the corresponding author. Additional reprints must not be ordered.

#### **COPYRIGHT**

The author or corresponding author on behalf of all authors (for papers with multiple authors) must sign the "Copyright Transfer" agreement before the article can be published. This transfer agreement enables the Chamber of Geological Engineers to protect the copyrighted material for the authors, but does not relinquish the authors' proprietary rights. The Copyright Transfer form should be sent to the Editor as soon as possible. Manuscripts accepted for publication will not be sent to print until this form is received by the Editor.





# TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2013 Cilt 56 Sayı 1  
January 2013 Volume 56 Number 1

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

- Seray ÇINAR YILDIZ, Süha ÖZDEN, Salih Zeki TUTKUN, Özkan ATEŞ,  
Selda ALTUNCU POYRAZ, Sevinç KAPAN YEŞİLYURT, Öznur KARACA**  
**Ganos Fayı Boyunca Geç Senozoyik Yaşlı Gerilme Durumları, KB Türkiye**  
*Late Cenozoic Stress States along the Ganos Fault, NW Turkey .....1*
- B. Levent MESCİ**  
**Özgün Niteliklere Sahip Travertenler ve Önemleri: Sivas Yöresi Travertenlerinden Örnekler**  
*Travertines with original features and their importances: Examples from the Sivas travertines .....23*
- Berk ÇAKMAKOĞLU, Fikret GÖKTAŞ, Mahmut DEMİRHAN, Cahit HELVACI**  
**Karaburun Yarımadası'nın Kuzey Kesimindeki Killerin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve  
Ekonomik Kullanım Olanaklarının Araştırılması**  
*Investigation of Stratigraphy, Sedimentology and Economical Usage of the Clays from the  
Northern Part of the Karaburun Peninsula .....39*

### **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*

#### **Makale Gönderim Adresi**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara  
Tel: (0312) 434 36 01  
Faks: (0312) 434 23 88  
E-Posta: jmo@jmo.org.tr  
URL: www.jmo.org.tr

#### **Corresponding 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