

# TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2014 Cilt 57 Sayı 1

*January 2014 Volume 57 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, Slovakia)	YÜRÜR M. Tekin (Ankara, Türkiye)

**Makale Gönderim Adresi**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK. 464 Yenişehir, 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 Yenişehir, TR-06410 Ankara  
Phone: +90 312 434 36 01  
Fax: +90 312 434 23 88  
E-Mail: jmo@jmo.org.tr  
URL: www.jmo.org.tr

Yayın Türü	: Yaygın Süreli Yayın
Yayının Şekli	: 4 Aylık Türkçe - İngilizce
Yayın Sahibi	: TMMOB JMO Adına Dündar ÇAĞLAN
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü	: Dündar ÇAĞLAN
Yayının İdari Adresi	: Hatay 2 Sokak No: 21 Kocatepe / Ankara Tel: 0 312 432 30 85 Faks: 0 312 434 23 88
Baskı (Printed by)	: Afşaroğlu Matbaası Kazım Karabekir Cad. Altıntop İşhanı No: 87/7 İskitler / Ankara Tel: 0 312 384 54 88
Baskı Tarihi	: Şubat 2014
Baskı Adedi	: 1000

# TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2014 Cilt 57 Sayı 1  
January 2014 Volume 57 Number 1

ISBN 1016-9164

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

- Mehmet Ali KURT, Musa ALPASLAN, Abidin TEMEL, Cüneyt GÜLER**  
**Deliçay ile Tarsus (Berdan) Çayı Arasındaki Bölgede Yer Alan Kuvaterner Sedimanlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri**  
*Mineralogical and Geochemical characteristics of Quaternary Sediments from the Area Between Deliçay and Tarsus (Berdan) Rivers..... 1*
- Nizamettin KAZANCI, Alper GÜRBÜZ**  
**Jeolojik Miras Nitelikli Türkiye Doğal Taşları**  
*Natural Stones Qualified as Geological Heritage in Turkey..... 19*
- Akın KÜRÇER, Yaşar Ergun GÖKTEN**  
**Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi, Örnek Çalışma: Duru-2011 Hendeği, Tuz Gölü Fay Zonu, Orta Anadolu, Türkiye**  
*Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method, Case Study: Duru-2012 Trench, Tuz Gölü Fault Zone, Central Anatolia, Turkey..... 45*
- Hülya GÜRELİ YOLCUBAL, Mehmet AKYAZI, T. Fikret SEZEN, Özlem TOPRAK, M.Yasin CANBOLAT, Filiz KOÇAK, Ayşegül ÖZKAN**  
**Turhal-Pazar-Zile (Tokat) Yöresinin Üst Mesozoyik Stratigrafisi**  
*The Upper Mesozoic Stratigraphy of Turhal, Pazar, Zile (Tokat) Region..... 73*

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



## Deliçay ile Tarsus (Berdan) Çayı Arasındaki Bölgede Yer Alan Kuvaterner Sedimanlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri

*Mineralogical and Geochemical characteristics of Quaternary Sediments from the Area Between Deliçay and Tarsus (Berdan) Rivers*

**Mehmet Ali KURT<sup>1</sup>, Musa ALPASLAN<sup>2</sup>, Abidin TEMEL<sup>3</sup>, Cüneyt GÜLER<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin (e-posta: mehmetalikurt@gmail.com)

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin

<sup>3</sup> Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

### ÖZ

Bu çalışmada, Deliçay ile Tarsus Çayı (Mersin) arasındaki bölgede yer alan Kuvaterner çökellerinin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve kökensel farklılıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma alanı topraklarının mineralojisini belirlemek için 40 ayrı noktadan ve üç farklı derinlikten toplam 120 adet örnek alınmıştır. Ayrıca, yüzey (0-15 cm) topraklarının dokusal ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla toplam 208 adet örnek alınmıştır. Toprak örneklerinin mineralojik bileşimleri XRD yöntemiyle, dokusal özellikleri Bouyoucos hidrometre yöntemiyle ve jeokimyasal özellikleri ise ICP-MS yöntemiyle belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen tüm veriler bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) veritabanına aktarılarak çeşitli dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca, Ni, Cr, Co ve Fe elementleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla ikili değişim diyagramları oluşturulmuştur. Dağılım haritalarından ve değişim diyagramlarından elde edilen sonuçlara göre; çalışma alanındaki Kuvaterner çökellerinin mineralojik ve jeokimyasal olarak iki farklı kökenden kaynaklandığı belirlenmiştir. Köken farklılığına göre delta çökelleri, jeokimyasal ve mineralojik bileşim olarak batı ve doğu bölümü toprakları olmak üzere iki farklı kısma ayrılmaktadır. Bu ayrımı, Kuvaterner çökellerinin oluşumunda önemli rol oynayan Deliçay ve Tarsus Çayı'nın farklı kaynaklardan getirdikleri jeolojik malzeme sağlamıştır. Çalışma alanındaki Kuvaterner çökelleri; kuzey-güney yönünde çökellerdeki tane boyu bakımından, batı-doğu yönünde ise jeokimyasal ve mineralojik olarak farklılıklar göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Deliçay, Kuvaterner çökelleri, Tarsus çayı, toprak jeokimyası, toprak mineralojisi.

**ABSTRACT**

*In this study, it was aimed to determine mineralogical and geochemical properties and differences in sources of the deltaic sediments from the area between Deliçay and Tarsus rivers (Mersin). A total of 120 samples were taken from 40 different locations and from three different depth intervals to determine mineralogical characteristics of the soils from the study area. Furthermore, a total of 208 samples were taken for determination of textural and geochemical properties of the topsoils (0-15 cm). Mineralogical composition of soil samples were determined with XRD method, followed by determination of textural and geochemical properties with Bouyoucos hydrometer and ICP-MS methods, respectively. All the data obtained in this study were compiled into a Geographic Information System (GIS) database for preparation of various thematic map layers. Furthermore, scatter plots were also used to explore the relationship between the elements such as Ni, Cr, Co, and Fe. The results obtained from thematic map layers and scatter plots suggest that deltaic sediments in the study area originated from two different sources that differ in mineralogical and geochemical characters. According to mineralogical and geochemical differences in these sources, Quaternary sediments in the study area can be divided into two separate parts, such as western and eastern soils. This differentiation is caused by the geological materials brought from different sources by the Deliçay and Tarsus rivers, which also played important roles in the formation of Quaternary sediments. Quaternary sediments in the study area display differences in textural properties in the north-south direction, whereas showing differences only in geochemical and mineralogical properties in the west-east direction.*

**Key Words:** *Deliçay river, Quaternary deposits, soil geochemistry, soil mineralogy, Tarsus river.*

**GİRİŞ**

Nehir ve ırmak gibi büyük akarsular delta özellikli ovaların oluşumunu sağlayan en büyük etmendir. Ceyhan ve Seyhan nehirleri ile Tarsus Çayı da (Berdan Nehri) Çukurova'nın şekillenmesinde rol alan büyük boyutlu akarsulardır (Gürbüz, 1997). Bu nehirler kuzey ve batıdan Toros Dağları, doğudan Amanos Dağları ve Misis Yükselimi, güneyde ise Akdeniz ile çevrili Miyosen yaşlı, 6-10 km kalınlığındaki Adana Baseni istifini keserek Akdeniz'e dökülmektedir (Gürbüz, 1997). Deliçay ve Müftü Deresi gibi bölgede sayıları onlarla ifade edilebilen akarsular ise Çukurova'nın şekillenmesinde rol alan küçük boyutlu ikincil akarsulardır. Çalışma alanının doğu bölümünde yer alan ve Bolkar Dağları'nın eteklerinden kaynaklanan Tarsus Çayı, Berdan Barajı'nın kuzeyinde iki ana kolun birleşmesinden

oluşmaktadır. Bu kollardan birincisi Gülek ve Kadıncık derelerinin birleşmesiyle oluşan doğu koludur. Kale Dere ve Cehennem Dere'nin birleşmesi sonucu oluşan Pamukdere de batıdaki koldur. Tarsus Çayı, Çamlıyayla ilçesinin doğu ve batı bölümlerindeki kaynak ve derelerden doğar (Şekil 1). Deliçay ise; Arslanköy, Kızılbag, Ayvagediği ve Gözne bölgelerindeki küçük kaynak ve derelerin birleşmesi sonucu oluşmuştur. Deliçay'ın kaynağı Bolkar Dağları'nın Arslanköy bölümleri, Tarsus Çayı'nın kaynağı ise Çamlıyayla bölümleridir (Şekil 1).

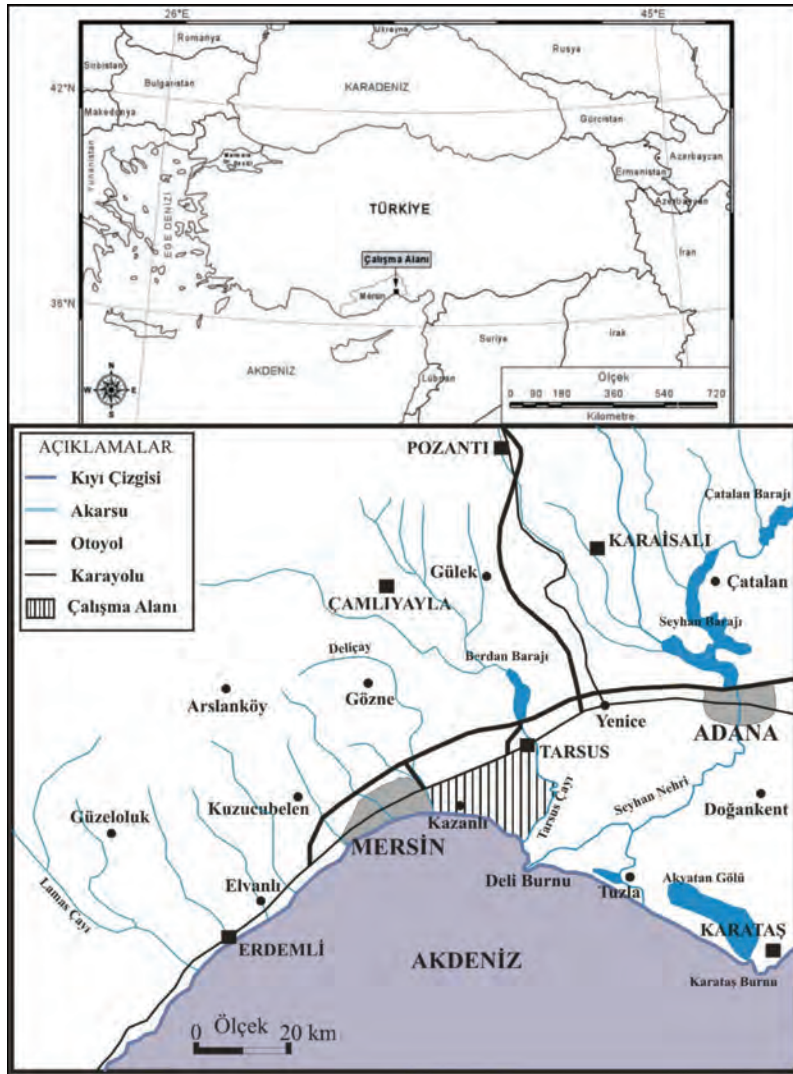
Akarsular, yüksek dağlık kesimlerden getirdikleri malzemeleri enerjilerinin bittiği düzlük alanlara bırakarak delta çökellerini oluşturmaktadır. Delta çökelleri genel olarak kaynak bölgenin jeolojik özelliklerini yansıtır (Prakongkep vd., 2008). Bundan dolayı, delta

çökelleri veya dere sedimanlarına ait jeokimyasal veriler maden aramalarında uzun yıllardan beri sıklıkla kullanılmaktadır. Bu jeokimyasal veriler son yıllarda kirlilik kaynaklarının ve çökellerin ayrışma-taşınma süreçlerinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Ranasinghe vd., 2008). Toprakların elementel bileşimleri türedikleri anakayanın bileşimini ve ayrışma süreçlerini yansıtmaktadır (Prakongkep vd., 2008). Jeokimyasal olarak deltalar; anakayadan türeyen bileşenler (Al, Ca, Co, Cr, Fe, K, Mg, Na ve Ni) ve insan aktiviteleri sonucu oluşan kirletici bileşenlerden (As, Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn) oluşmaktadır (Pasternack ve Brown, 2006). Delta çökellerinin veya dere sedimanlarının jeokimyasal ve kökensel özelliklerine dair literatürde yapılmış çok sayıda çalışma vardır (Kosters vd., 2000; Amorosi ve Milli, 2001; Tareq vd., 2003; Borrego vd., 2005; El-Kammar vd., 2007; Singh, 2009; Ranasinghe vd., 2009).

Gürbüz(2003),doğuAkdenizbölgesindeki akarsuların ovaya getirdikleri sedimanların çok az litolojik değişiklik gösterdiğini ve bunların benzer litolojilerden oluşan geniş bir kaynak alandan türediğini belirtmektedir. Çukurova bölgesinde akarsular ve bunların getirdikleri delta çökelleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır (Erinç, 1953; Evans, 1971; Göney, 1976; Bal, 1983; Erol, 1983; Gürbüz, 1997; 1999; 2003; Çetin vd., 1999). Bu

çalışmalar daha çok bu nehirlerin oluşumları ve evrimleri, delta kumullarının yaşlarının ve kıyı değişimlerinin belirlenmesi ile ilgilidir. Kurt vd. (2009a), Deliçay ile Tarsus Çayı arasında görülen çökellerin tane boyu dağılımı ve mineralojik bileşimi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, kıyıya yakın bölümlerde hakim tane boyunun kum olduğu, buna karşın kıyından uzak kuzey bölümlerde ise kil ve silt boyutunda malzemelerin ağırlık kazandığı belirtilmektedir. Bölgede genel jeolojik amaçlı (Çavuşgil, 1985; Şenol, 1989; Şenol vd., 1993; 1998) ve toprak kirliliğine yönelik çok sayıda çalışma vardır (Topak, 1997; Aysan, 1999; Köleli ve Halisdemir, 2005; Kurt vd., 2008; 2009b; 2009c; Güler, 2009). Buna karşın bölgedeki delta çökellerinin mineralojik bileşim ve jeokimyasal özellikleri ile ilgili kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Deliçay ile Tarsus Çayı arasında kalan bölgede yüzeyleyen delta çökellerinin mineralojik ve jeokimyasal olarak kökenini belirlemek ve varsa farklılıklarını ortaya koymaktır. Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli Mersin O33-a3, O33-b1, O33-b2, O33-b3 ve O33-b4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Bu alan, batıda Deliçay, doğuda Tarsus Çayı (Berdan Nehri), kuzeyde Mersin-Tarsus karayolu ve güneyde Akdeniz tarafından sınırlandırılan yaklaşık 234 km<sup>2</sup>'lik bir alandır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

## MATERYAL VE METOT

Deliçay ile Tarsus Çayı arasında kalan bölgedeki toprakların mineralojisini belirlemek için Şubat 2007’de 40 ayrı noktanın 3 farklı derinliğinden (A seviyesi = 0-20 cm, B seviyesi = 60-80 cm ve C seviyesi = 120-140 cm) toplam 120 adet toprak örneği alınmıştır. Ayrıca, toprakların dokusal özelliklerini ve jeokimyasal bileşimini belirlemek amacıyla, Ağustos 2007’de toplam 208 adet yüzey (0-15 cm) toprak örneği alınmıştır.

Toprak örneklerinin mineralojik bileşimlerinin tespit edilmesi için gerekli olan tüm kayaç ve kil mineralojisi çözümlenmeleri XRD cihazıyla, dokusal özellikleri ise Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951) belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kireç içeriklerini belirlemek için Bernard kalsimetresi kullanılmıştır (Gedikoğlu, 1990). Bir ardışıklı süzdürme yöntemiyle (5 aşamalı) (Väisänen ve Kiljunen, 2005) sıvı faza alınan toprak örneklerinin tüm jeokimyasal analizleri Agilent 7500ce marka

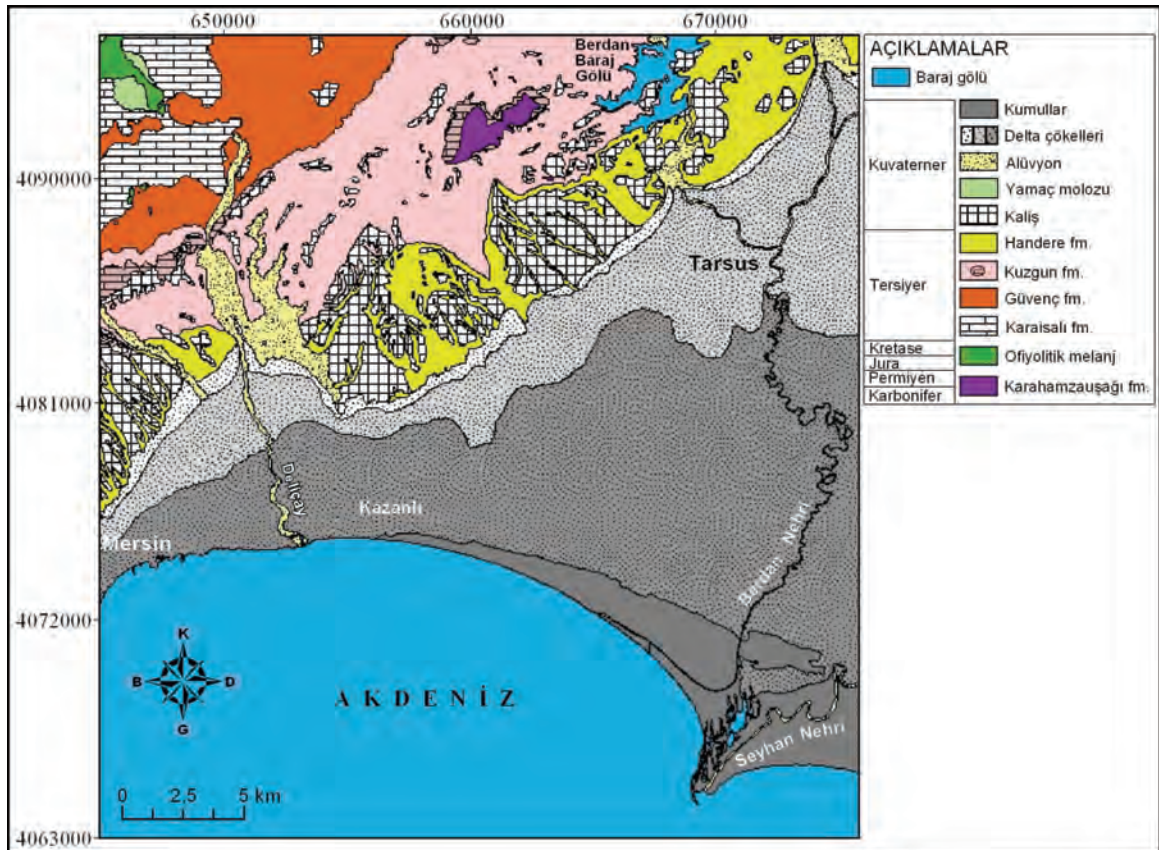
ICP-MS cihazı (Tokyo, Japonya) ile yapılmıştır. Elde edilen tüm veriler bir Coğrafi Bilgi Sistemi veritabanına aktarılarak çeşitli dağılım haritaları oluşturulmuştur. Dağılım haritaları ve değişim diyagramları yardımıyla, çalışma alanındaki delta çökellerinin kökenlerine yönelik çeşitli yorumlamalar yapılmıştır.

## GENEL JEOLJİ

Mersin ili ve çevresi Orta ve Doğu Toroslar'ın batı bölümünde yer almakta olup bölgede çok sayıda litolojik birim yer almaktadır (Şekil 2). Bu birimler; Permo-Karbonifer yaşlı temel birimler, bunların üzerinde yer alan Jura-Kretase yaşlı ofiyolit ve ofiyolitik melanj, post-tektonik özellikli

ve genellikle ofiyolitik birimleri örten Tersiyer birimleri ve Kuvaterner döneminde oluşan karasal çökel birimleridir.

Genellikle meta-kireçtaşları ve şistlerden oluşan Paleozoyik yaşlı Karahamzauşağı Formasyonu bölgedeki temel kaya birimidir. Mersin Ofiyoliti ve Mersin Ofiyolitik Melanjı, Karahamzauşağı Formasyonu üzerinde yer alan tektonik dokanıklı birimlerdir. Genellikle karbonat ve kırıntılı çökellerden oluşan Tersiyer birimleri ofiyolitik kayalar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Tersiyer kayalarını açısız uyumsuzlukla örten Kuvaterner yaşlı kıyı kumulları ve delta çökelleri bölgedeki en genç birimlerdir.



**Şekil 2.** Çalışma alanı ve yakın civarının jeolojik haritası (Şenol vd., 1998 ve Güler vd., 2009'dan değiştirilerek).

**Figure 2.** Geology map of the study area and surrounding region (modified from Şenol et al., 1998 and Güler et al., 2009).

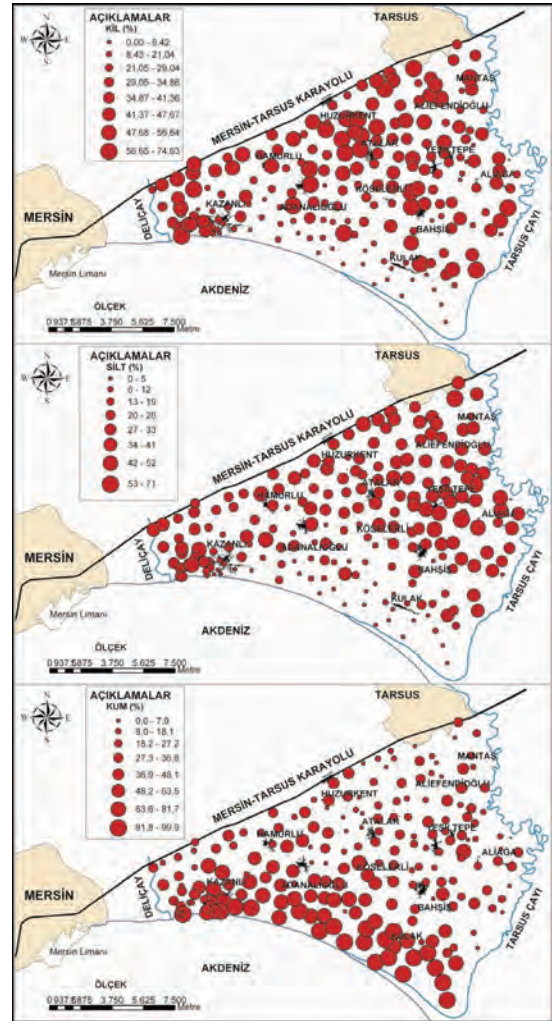


Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı Çukurova'nın Kuvaterner jeolojisi ile ilgili çok sayıda çalışma vardır (Bal, 1983; Çavuşgil, 1985; Şenol, 1989; Şenol vd., 1993; 1998; Gürbüz, 1997; Gürbüz, 1999; Öner vd., 2002; Gürbüz, 2003; Öner vd., 2005a; Öner vd., 2005b; Darbaş vd., 2008; Kurt, 2010; Lécuyer, 2012; Güler vd., 2013). Çalışma alanında, Kuvaterner döneminde karasal ve geçiş ortamını temsil eden birimler çökelmiş olup bu birimler fasiyes özelliklerine göre stratigrafik olarak Kalabriyen-Siciliyen birimleri ve Tirreniyen-Güncel birimleri olarak ikiye ayırmıştır (Şenol vd., 1993). Alttaki birimleri açısal uyumsuz olarak örten ve üstündeki birimler tarafından uyumsuz olarak örtülen Kalabriyen-Siciliyen birimleri; alüvyon yelpazesi çökelleri/yüksek seki konglomeraları, fan delta çökelleri ve kıyı çökelleri ile pedolojik oluşuklar, Akdeniz kırmızı toprağı ve sert kalışlerden oluşmaktadır (Şenol vd., 1998). Kalabriyen-Siciliyen birimleri üzerine uyumsuz olarak gelen Tirreniyen-Güncel birimleri ise yamaç molozları, akarsu seki konglomeraları, delta çökelleri, kıyı çökelleri, kumul ve pedolojik oluşuklardan meydana gelmiştir (Şenol vd., 1993). Çalışma alanı sınırları içerisinde bu birimlerden delta çökelleri ve kıyı kumulları yer almaktadır. Siciliyen sonlarında Adana bölgesinde meydana gelen çöküntü alanlarının daha sonra oluşan akarsu ve kolları tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu delta çökelleri birikmiş ve bu çökeller stratigrafik olarak alttan üste ve karadan denize doğru Dç1, Dç2 ve Dç3 olarak üçe ayrılmıştır (Şenol vd., 1993). Çalışma alanı içerisinde, delta çökellerinden Dç3 ve Dç2 yer almakta olup, Dç3 çok daha geniş bir yayılıma sahiptir. Kıyı kumulları çalışma alanında Deliçay-Tarsus Çayı arasındaki kıyı şeridi boyunca doğudan batıya doğru incelen bir yayılım göstermektedir (Şekil 2).

### Toprakların Tane Boyu Dağılımı

Deliçay ile Tarsus Çayı arasındaki Kuvaterner çökellerinin kil, silt ve kum içeriklerinin dağılımı Şekil 3'te verilmektedir. Toprak örneklerinin kum içeriklerinin dağılımına bakıldığında (Şekil 3), kum

içeriği yüksek örneklerin Akdeniz sahiline paralel 2-3 km'lik bir bölümde yer aldığı ve Kazanlı kasabası civarında son bulunduğu görülür. Bu alan çalışma alanının jeolojik haritasında (Şekil 2) kıyı kumulları olarak adlandırılan alana karşılık gelmektedir. Buna karşın bölgedeki Kuvaterner çökellerinin kil ve silt içeriklerinin (Şekil 3) ise güneyden kuzeye doğru gidildikçe kademeli olarak arttığı ve çalışma alanının kuzey sınırı olan Mersin-Tarsus karayoluna yakın bölümlerde yer alan toprakların kil içeriklerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Deliçay ve Tarsus Çayı arasında yer alan Kuvaterner çökellerinin kil, silt ve kum içeriklerinin alansal dağılımı.

**Figure 3.** Spatial distribution of the clay, silt and sand content of Quaternary sediments from the area between Deliçay and Tarsus rivers.

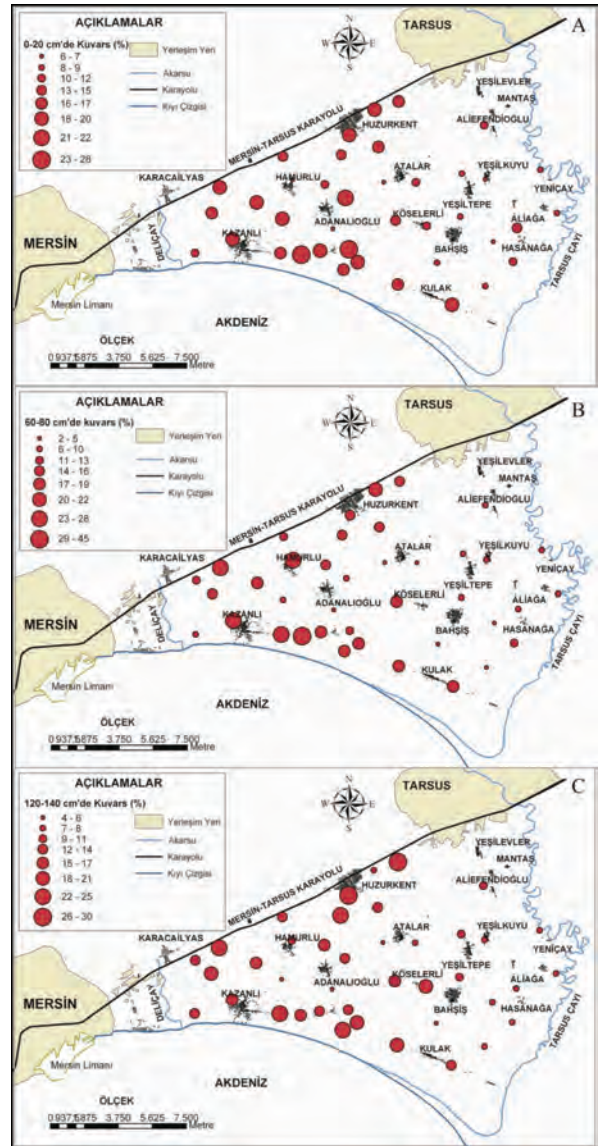
## Çalışma Alanı Topraklarının Mineralojik Özellikleri

Çalışma alanındaki toprak profillerinin mineralojisini belirlemek amacıyla, 40 ayrı noktanın üç farklı derinliğinden alınan toplam 120 adet toprak örneğinin XRD tüm kayaç çözümlenmeleri ve 16 adet örneğin XRD kil bileşeni çözümlenmeleri yapılmıştır. Tüm kayaç çözümlenmelerine göre çalışma alanı toprakları ağırlıklı olarak kil, kalsit, kuvars, feldispat, mika, dolomit ve amfibol minerallerinden oluşmaktadır. Kil mineralojisi çözümlenmelerine göre Deliçay ile Tarsus Çayı arasındaki Kuvaterner çökelleri, simektit, klorit, illit, kaolinit ve serpantin türü killerden oluşmaktadır. Simektit grubu killer bölge topraklarında genel olarak en yaygın görülen kil türüdür.

Şekil 4'te Kuvaterner çökellerinin üç farklı seviyesindeki (0-20 cm, 60-80 cm ve 120-140 cm) kuvars yüzdelерinin dağılımı görülmektedir. Toprak profillerinin A, B ve C seviyeleri genel olarak benzer bir mineralojik dağılım göstermektedir (Şekil 4). Çalışma alanının batı bölümlerinde A seviyesindeki toprak örneklerinin üçü hariç tümü yüksek oranda kuvars (%16-28) içerirken; doğu bölümlerindeki topraklardan dördü hariç (%13-18) tümü düşük oranda (%6-15) kuvars içermektedir. Şekil 4'e bakıldığında genel olarak, çalışma alanının batı bölümlerindeki toprakların doğu bölümlerindeki topraklara göre daha yüksek oranda kuvars içerdikleri görülür.

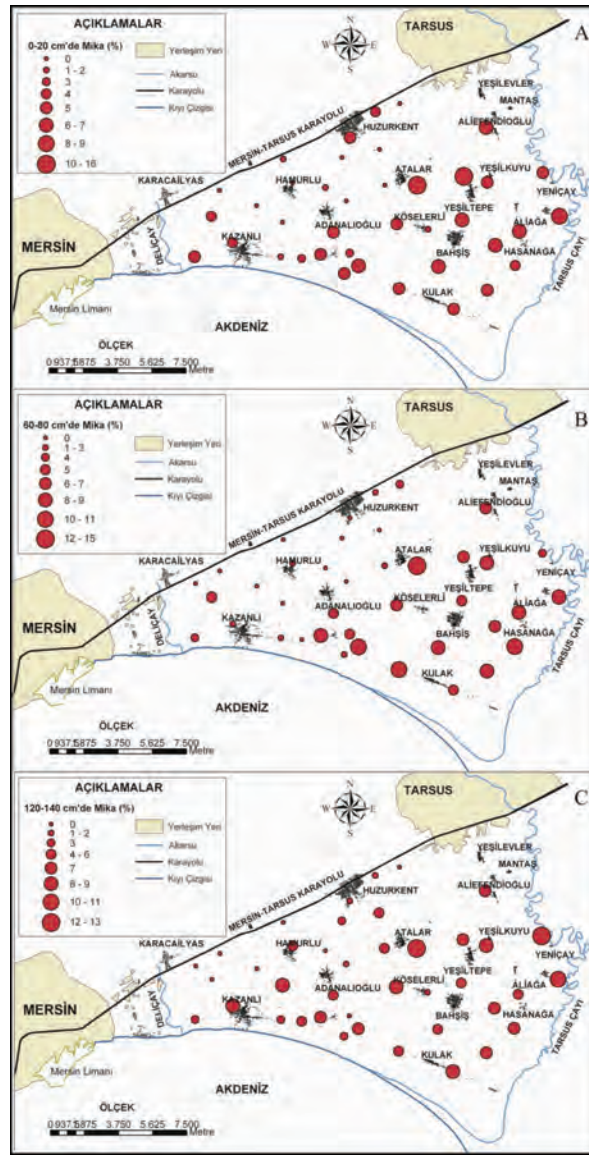
Şekil 5'te çalışma alanı toprak profillerinde mika yüzdelерinin dağılımı görülmektedir. Bölge topraklarının A, B ve C seviyelerindeki mika minerallerinin dağılımı genel olarak benzerdir. Batı bölümde dört örnek hariç tüm örnekler düşük oranda (%0-9) mika içerirken; doğu bölüm topraklarının üçü hariç tümü daha yüksek miktarda mika içermektedir. Çalışma alanının doğu bölümündeki topraklar batı bölümündeki topraklara göre daha yüksek

miktarda mika içermektedir (Şekil 5). Çalışma alanının doğu bölümündeki toprakların daha yüksek miktarda mika içermesi, doğu bölümü besleyen Tarsus Çayı'nın batı bölüme göre metamorfik kayalardan daha fazla beslendiğini göstermektedir.



Şekil 4. Delta çökellerinin üç farklı seviyesinde belirlenen kuvars yüzdelерinin alansal dağılımı.

Figure 4. Spatial distribution of the quartz percentages determined in three different levels of the deltaic sediments.

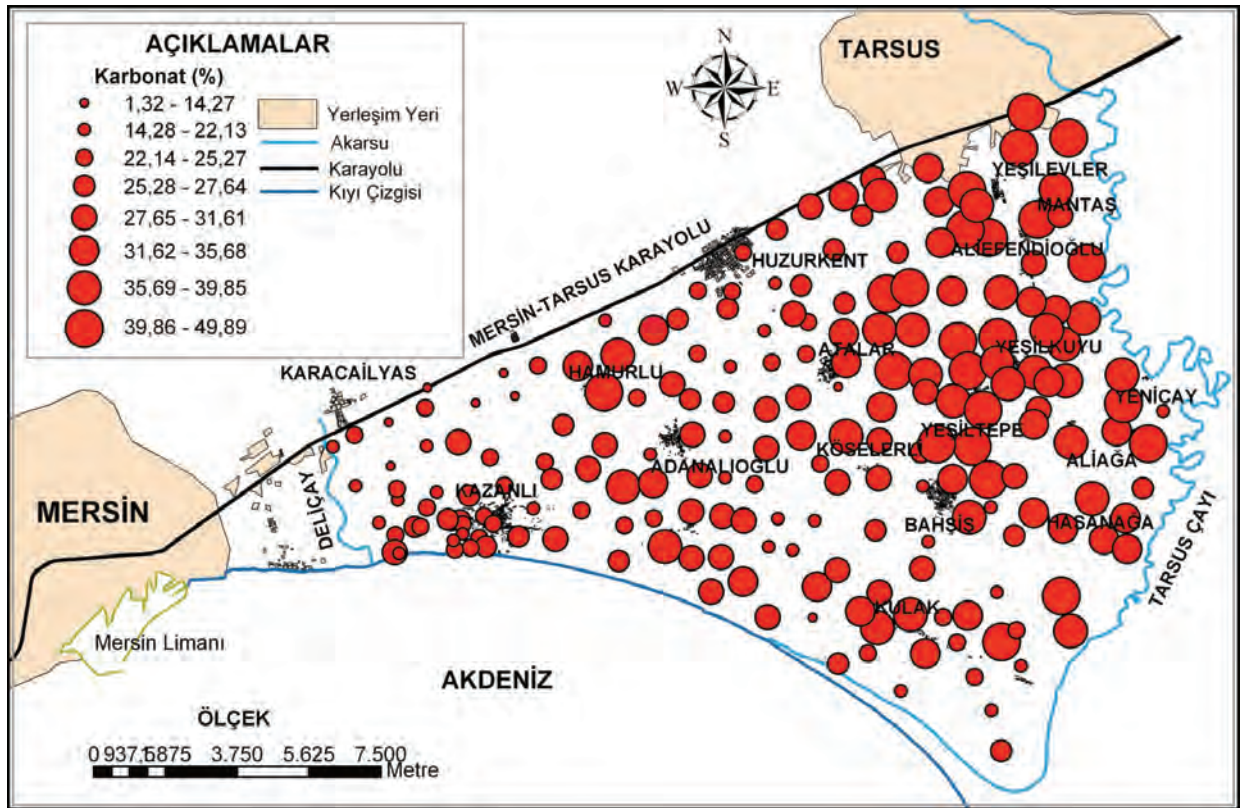


**Şekil 5.** Delta çökellerinin üç farklı seviyesinde belirlenen mica yüzdelerinin alansal dağılımı.

**Figure 5.** Spatial distribution of the mica percentages determined in three different levels of the deltaic sediments.

Çalışma alanı topraklarının en büyük, en küçük ve ortalama  $\text{CaCO}_3$  içerikleri sırasıyla %49,9; %1,3 ve %29,2'dir. Çalışma alanındaki toprak örneklerinin karbonat içeriklerinin dağılımı Şekil 6'da görülmektedir. Bu şekilde, kabaca doğu bölüm topraklarının, batı bölüm topraklarına göre daha yüksek karbonat içerdiği görülmektedir. Özellikle Tarsus Çayı'na paralel olan bölüm topraklarının  $\text{CaCO}_3$  içerikleri daha yüksektir

(Şekil 6). Doğu bölüm çökellerinin karbonatça daha zengin olması Tarsus Çayı'nın kireçtaşından daha fazla beslendiğini göstermektedir. Batı bölümde yer alan Kazanlı kasabası civarındaki toprakların  $\text{CaCO}_3$  değerleri oldukça düşüktür. Ancak, batı bölümde de Hamurlu ile Adanalıoğlu kasabaları civarında yüksek  $\text{CaCO}_3$  değerlerine sahip alanlar mevcuttur (Şekil 6).



Şekil 6. Delta çökellerinde belirlenen  $\text{CaCO}_3$  yüzdelерinin alansal dağılımı.

Figure 6. Spatial distribution of the  $\text{CaCO}_3$  percentages determined in deltaic sediments.

## TOPRAK JEOKİMYASI

Delta çökelleri türedikleri kaynak bölgenin jeokimyasal özelliklerini taşırlar (Chandrajith vd., 2000; Prakongkep vd., 2008). Çalışma alanındaki delta çökellerinin birikimini Mersin ilinin kuzeyinden beslenen Deliçay ile Tarsus Çayı (Berdan Nehri) sağlamıştır. Bu akarsuların kaynak bölgelerinde ofiyolitik kayalar mevcuttur. Nikel, krom, kobalt ve demir elementleri de ultramafik ve mafik kayalarda zenginleşme gösteren elementlerdir. Bu elementler aynı zamanda kaynak bölgedeki ofiyolitik kayalarda da zenginleşme göstermektedirler (Yaman, 1991; Güler vd., 2010). Bu çalışmada özellikle Cr, Co, Fe ve Ni elementleri jeokimyasal olarak benzer

davranışlar gösterdikleri için ve kaynak bölgede bu elementlerce zengin kayalar olduğu için seçilmiştir. Deliçay ile Tarsus Çayı'nın kaynak bölgeleri farklıdır. Farklı kaynak bölgelere sahip olan bu akarsuların ovaya getirmiş oldukları delta çökellerinin jeokimyasal özelliklerinde bir takım farklılıkların olup olmadığı bu bölümde irdelenmiştir.

Çalışma alanında görülen toprakların kimyasal bileşimleri, bir ardışıklı süzdürme yöntemiyle (beş aşamalı) elde edilen çözeltilerden ICP-MS yöntemiyle belirlenmiştir. Bu ardışıklı süzdürme yönteminin aşamaları şöyle sıralanabilir: (1) suya geçen/kolaylıkla değişebilir faz, (2) karbonatlara bağlanan faz, (3) Fe ve Mn oksit

fazları, (4) organik madde fazları ve (5) silikat fazlarıdır (Vaisanen ve Kiljunen, 2005). İlk dört aşama antropojenik olarak toprakta biriken faz, son aşama olan silikat fazı ise litolojik olarak toprakta bulunan fazdır. Cr, Co, Fe ve Ni elementleri 208 örneğin hemen hemen tümünde beşinci aşama olan silikat fazında en fazla zenginleşmişlerdir. Bu elementlerin özellikle silikat fazındaki konsantrasyonunun kaynağı, bölgede yaygın olarak görülen ofiyolitik kayalardır.

Bu elementlerin birbirine göre ikili değişim diyagramlarında belirgin bir ayrışma olup, örnekler iki farklı bölgede kümelenme göstermektedirler. Bu çalışmada, Deliçay ile Tarsus Çayı arasındaki Kuvaterner çökellerinin grafiklerde göstermiş oldukları ayrışmadan dolayı örnekler batı bölüm toprakları ve doğu bölüm toprakları olarak iki kısma ayrılmışlardır. Deliçay ile Tarsus Çayı arasındaki bölge topraklarının ve dünya topraklarının (Bowen, 1979) Cr, Co, Ni ve Fe element konsantrasyonlarının

en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri Çizelge 1’de verilmektedir. Bu çizelgeye göre; hem doğu bölüm topraklarının, hem de batı bölüm topraklarının Ni konsantrasyonları ve batı bölüm topraklarının Co konsantrasyonları dünya ortalamasının çok üzerindedir. Buna karşın, hem doğu bölüm topraklarının, hem de batı bölüm topraklarının Cr ve Fe konsantrasyonları dünya ortalamasının altındadır (Çizelge 1). Çalışma alanı topraklarının Cr, Co, Ni ve Fe element içerikleri arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Çizelge 2’de batı ve doğu bölüm topraklarının Cr, Co, Ni ve Fe element konsantrasyonlarının korelasyonu ayrı ayrı verilmiştir. Batı bölüm topraklarında en yüksek korelasyon Fe ve Ni arasındadır ( $r = 0,91$ ). Buna karşın batı bölüm topraklarında en düşük korelasyon ise Fe ve Cr elementleri arasındadır ( $r = 0,18$ ). Doğu bölüm topraklarındaki Ni, Co ve Cr elementleri arasında yüksek korelasyon ( $r = 0,61-0,85$ ) varken, Ni, Co ve Cr elementlerinin Fe elementi ile korelasyonları ise düşüktür ( $r = 0,16-0,37$ ).

**Çizelge 1.** Çalışma alanı toprakları ile dünya toprakları ortalaması, kabuk değerleri ve Karaduvar (Mersin) topraklarının ortalama Cr, Co, Ni ve Fe konsantrasyonları (ppm).

**Table 1.** Mean values of Cr, Co, Ni and Fe concentrations (ppm) of study area soil and world soils, crust, Karaduvar (Mersin) soils.

Element	Çalışma Alanı Batı Bölüm Toprakları				Çalışma Alanı Doğu Bölüm Toprakları				Dünya Toprakları (Bowen, 1979)				Kabuk Değerleri (Gao, vd., 1998a)			Karaduvar (Mersin) Toprakları (Güler, vd., 2010)		
	Ni	Cr	Co	Fe	Ni	Cr	Co	Fe	Ni	Cr	Co	Fe	Ni	Cr	Co	Ni	Cr	Co
Ortalama	69	28	20	10109	91	23	8	5056	19	54	9	26000	38	80	17	209	51	17

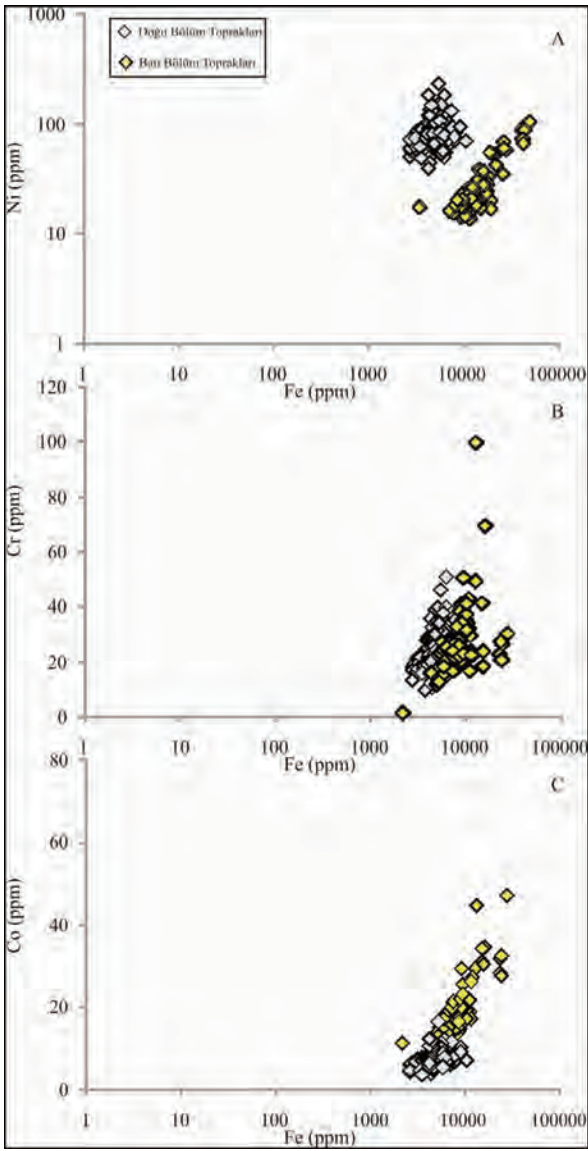
Şekil 7’de bölge topraklarının demir elementi ile nikel, krom ve kobalt elementleri arasındaki ilişki görülmektedir. Şekil 7a’daki Fe-Ni grafiğinde doğu bölüm toprakları ile batı bölüm topraklarının çok net bir şekilde ayrıldığı görülmektedir. Bu grafikte doğu bölüm toprakları, batı bölüm topraklarına göre genel olarak Ni bakımından daha zengin iken, batı bölüm toprakları da Fe bakımından daha zengindir. Şekil 7b’de çalışma alanı topraklarının Fe-Cr element içeriklerinin birbirine göre ikili değişimi yer almaktadır. Bu grafikte, doğu ve batı bölüm topraklarının ayrımı çok belirgin olmamakla birlikte, az da olsa bir ayrım söz konusudur. Şekil 7c’de Fe-Co grafiğinde ise doğu bölüm toprakları ile batı bölüm topraklarının ayrımı belirgin olarak görülmektedir. Bu grafikte ayrıca batı bölüm topraklarının doğu bölüm topraklarına göre hem Co, hem de Fe bakımından daha zengin oldukları görülmektedir.

**Çizelge 2.** Çalışma alanı batı ve doğu bölüm topraklarında; Ni, Cr, Co ve Fe elementleri arasındaki korelasyon katsayıları ( $r$ ).

**Table 2.** *Correlation coefficients ( $r$ ) between Ni, Cr, Co and Fe elements in the soils from western and eastern parts of the study area.*

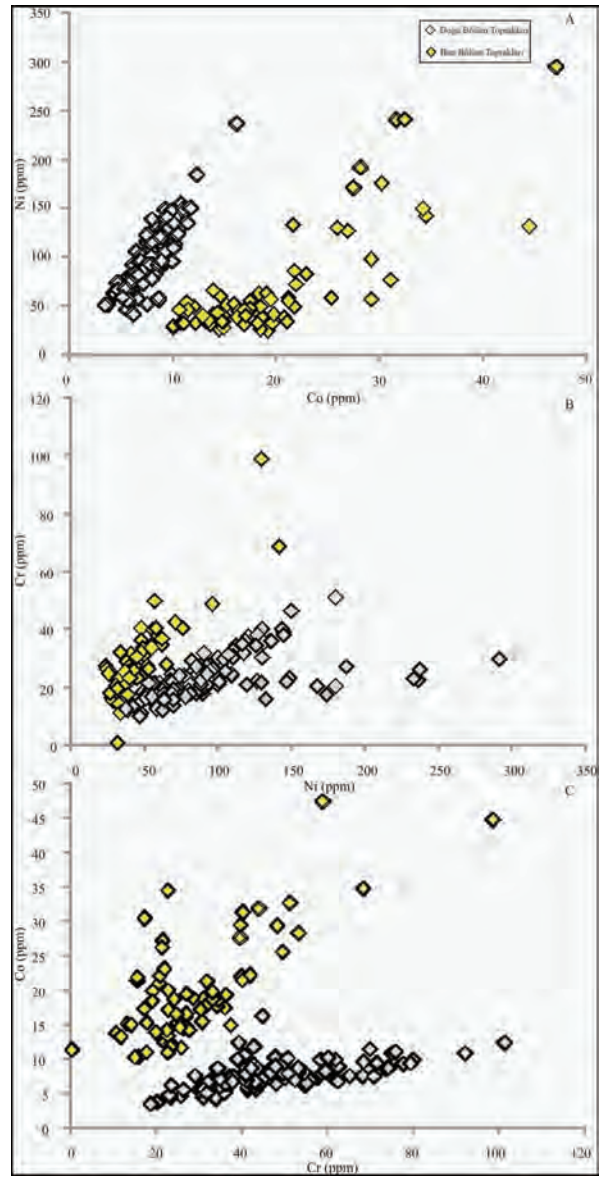
Batı Bölüm Toprakları			Doğu Bölüm Toprakları			
Element	Ni	Cr	Co	Ni	Cr	Co
Cr	0,18			0,73		
Co	0,81	0,53		0,85	0,61	
Fe	0,91	0,18	0,79	0,18	0,16	0,37

Şekil 8’de bölge topraklarının nikel-kobalt, krom-nikel ve kobalt-krom element konsantrasyonlarının değişimleri görülmektedir. Bu grafikte doğu ve batı bölüm topraklarının ayrımlaşması oldukça belirgindir. Doğu bölüm toprakları genellikle yüksek nikel, düşük kobalt içerirken; batı bölüm topraklarının çoğu yüksek kobalt ve düşük nikel içermektedirler (Şekil 8a). Krom-nikel grafiğinde ise (Şekil 8b), hem doğu bölüm topraklarının hem de batı bölüm topraklarının krom içerikleri benzer aralıklarda değişirken; doğu bölüm topraklarının nikel değişim aralığı, batı bölüm topraklarının nikel değişim aralığından daha büyüktür. Şekil 8c’deki kobalt-krom grafiğinde, doğu ve batı bölüm topraklarının krom içeriği yaklaşık aynı aralıkta değişirken; batı bölüm topraklarının kobalt içeriklerinin değişim aralığı, doğu bölümün kobalt içeriklerinin değişim aralığından daha büyüktür. Şekil 8’deki üç grafik genel olarak incelendiğinde; doğu bölüm topraklarının batı bölüm topraklarına göre Ni bakımından daha zengin, buna karşın Co bakımından daha fakir olduğu görülür. Doğu ve batı bölüm toprakları genel olarak yaklaşık benzer oranlarda Cr elementi içermelerine rağmen, grafiklerdeki eğimleri birbirinden farklıdır. Cr, Ni, Co ve Fe elementlerinin birbirine göre değişim diyagramları, Deliçay ile Tarsus Çayı arasındaki bölgede yer alan delta çökellerinin iki farklı kökenden kaynaklandığını göstermektedir.



**Şekil 7.** Çalışma alanı topraklarında belirlenen Ni-Fe, Cr-Fe ve Co-Fe elementlerine ait ikili değişim grafikleri.

**Figure 7.** Scatter diagrams for the elements Ni-Fe, Cr-Fe and Co-Fe which were determined in the study area soils.



**Şekil 8.** Çalışma alanı topraklarında belirlenen Ni-Co, Cr-Ni ve Co-Cr elementlerine ait ikili değişim grafikleri.

**Figure 8.** Scatter diagrams for the elements Ni-Co, Cr-Ni and Co-Cr which were determined in the study area soils.

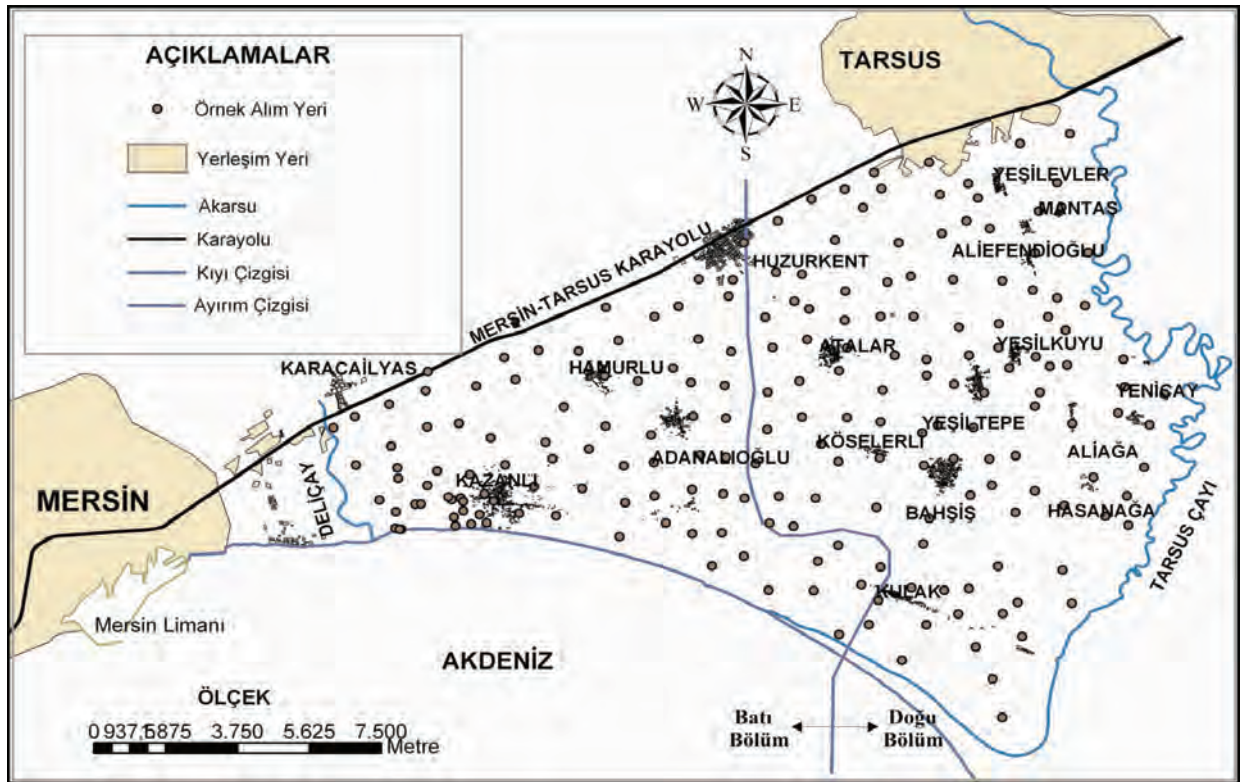
## Doğu ve Batı Bölüm Toprakları

Bu çalışmada; özellikle jeokimyasal olarak benzer davranış gösteren elementlerin (Cr, Co, Fe ve Ni) birbirine göre ikili değişim grafiklerinden (Şekil 7 ve 8) elde edilen sonuçlara göre, bölge topraklarının iki farklı kökene ait oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, bölge topraklarının bazı mineralojik bileşenlerinde de önemli farklılıklar gözlenmektedir (Şekil 4–6). Şekil 9’da, çalışma alanından alınan 208 toprak örneğinin dağılımı görülmektedir. Bu şekilde, yukarıda belirtilen jeokimyasal ve mineralojik verilere dayanarak çizilmiş olan doğu ve batı bölüm topraklarını ayıran ayırım çizgisi gösterilmiştir. Bu çizginin sağında kalan topraklar doğu bölüm toprakları, solunda kalan topraklar ise batı bölüm toprakları olarak adlandırılmıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışma alanının doğu ve batı sınırlarını oluşturan Deliçay ve Tarsus Çayı, Bolkar Dağları’nın farklı bölümlerinden kaynaklanmaktadır. Deliçay, Bolkar Dağları’nın Arslanköy bölgesinden, Tarsus Çayı ise Çamlıyayla kesiminden doğar. Bu nedenden dolayı adı geçen akarsuların getirdikleri delta çökelleri mineralojik ve jeokimyasal olarak farklılıklar göstermektedirler. Çalışma alanında görülen Kuvaterner çökellerinin jeokimyasal ve mineralojik özelliklerinin şekillenmesinde, çalışma alanının doğu ve batı sınırını oluşturan Deliçay ve Tarsus Çayı etken olmuştur.

Bu çalışmada, bölge toprakları, jeokimyasal ve mineralojik bileşimindeki farklılıklarından dolayı doğu ve batı bölüm toprakları olarak iki bölüme ayrılmıştır. Çalışma



Şekil 9. Toprak örnekleme noktaları ve batı/doğu topraklarını ayıran sanal çizgi.

Figure 9. Soil sampling locations and the imaginary line separating west/east soils



alanı topraklarının doğu ve batı bölüm olarak ikiye ayrılmasını, delta çökellerinin oluşumunda rol oynayan Deliçay ve Tarsus Çayı'nın farklı kaynaklardan getirdikleri jeolojik malzeme sağlamıştır. Doğu ve batı bölüm topraklarının kuvars, mika ve kalsit içerikleri birbirinden farklıdır. Çalışma alanı toprakları jeokimyasal olarak ise Co, Cr, Ni ve Fe element içerikleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Özellikle jeokimyasal farklılaşmayı sağlayan Co, Cr, Ni ve Fe elementleri, bölgedeki ofiyolit ve ofiyolitik karmaşadan kaynaklanmaktadır. Jeokimyasal farklılaşmayı sağlayan etmen ya da etmenler, ofiyolitik dizilimin farklı seviyeleri ve/veya kaynak bölgelerdeki farklı ayrışma ve aşınma karakteristiklerinden kaynaklanmış olabilir. Deliçay ile Tarsus Çayı arasında kalan bölgedeki delta çökelleri, kuzey-güney yönde çökellerdeki tane boyu bakımından; doğu-batı yönünde ise jeokimyasal ve mineralojik olarak farklılıklar göstermektedir.

### **KATKI BELİRTME**

Bu çalışma, Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP-FBE-JM (JM) 2007-2DR nolu proje) ve Devlet Planlama Teşkilatı (2006 K 120770 nolu proje) tarafından maddi olarak desteklenmiş olup yazarlar desteklerinden dolayı bu kurumlara teşekkür ederler.

### **EXTENDED SUMMARY**

*Rivers, especially the large ones, are prominent factors that enable the formation of huge delta plains. Ceyhan, Seyhan and Tarsus (Berdan) rivers are the most important perennial rivers that take a significant part in the shaping of the Çukurova deltaic plain. These large rivers flow into the Mediterranean Sea after transversing the Miocene aged Adana Basin (with a thickness of 6-10 km),*

*which is surrounded by Taurus Mountains in the north and west, Amanos Mountains and Misis Uplift in the east, and the Mediterranean Sea in the south. A heavy load of detritic material brought down by these rivers from the high mountainous areas is deposited as deltaic sediments in the flat areas where the water velocity is slower. In general, deltaic sediments reflect the geological properties of their source areas such as bedrock composition and dominant weathering processes. Therefore, geochemical data related to the delta or stream sediments have long been used in the mineral exploration studies. In recent years, this geochemical data is also utilized for identifying sources of pollution and determining weathering and transport processes of the sediments. Multi-element sediment geochemical data can be divided into two components; elements derived from the bedrock weathering (Al, Ca, Co, Cr, Fe, K, Mg, Na, Ni, etc.) and pollutants resulting from anthropogenic activities (As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, etc.).*

*The study area is situated in fertile fluvio-deltaic plains of two rivers, Deliçay and Tarsus (Mersin, SE Turkey) and stretches from Mersin-Tarsus motorway in the north to the Mediterranean Sea in the south, covering an area about 200 km<sup>2</sup>. In this area, agricultural, industrial, and domestic activities are known to be very intense. In this study, it was aimed to determine mineralogical and geochemical properties and differences in sources of the Quaternary sediments from the area between Deliçay and Tarsus rivers. A total of 120 samples were taken from 40 different locations and from three different depth intervals to determine mineralogical characteristics of the soils from the study area. Furthermore, a total of 208 samples were taken for determination of textural and geochemical properties of the topsoils (0-15 cm). Mineralogical composition*

*of soil samples were determined with XRD method, followed by determination of textural and geochemical properties with Bouyoucos hydrometer and ICP-MS methods, respectively. All the data obtained in this study were compiled into a Geographic Information System (GIS) database for preparation of various thematic map layers. Furthermore, scatter plots were also used to explore the relationship between the elements such as Ni, Cr, Co, and Fe. The results obtained from thematic map layers and scatter plots suggest that Quaternary sediments in the study area originated from two different sources that differ in mineralogical and geochemical characters. According to mineralogical and geochemical differences in these sources, deltaic sediments in the study area can be divided into two separate parts, such as western and eastern soils. This differentiation is caused by the geological materials brought from different sources by the Deliçay and Tarsus rivers, which played important roles in the formation of deltaic sediments.*

*Mineral (quartz, mica and calcite) and elemental (Co, Cr, Ni and Fe) contents of the soils from the western and eastern parts also significantly differ from each other. Especially, elements providing the geochemical differentiation (Co, Cr, Ni and Fe), are sourced from ophiolite and ophiolitic mélangé units found in the area. In summary, Quaternary sediments in the study area display differences in textural properties in the north-south direction, whereas showing differences only in geochemical and mineralogical properties in the west-east direction.*

## **DEĞİNİLEN BELGELER**

- Amorosi, A. and Milli, S., 2001. Late Quaternary depositional architecture of Po and Tevere river deltas (Italy) and worldwide comparison with coeval deltaic successions. *Sedimentary Geology*, 144 (3-4), 357-375.
- Aysan, H., 1999. Adana-Tarsus güneyinde kalan bölgenin serbest akifer ve topraklarındaki ağır metal kirliliğinin saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Doktora Tezi, 133 s (yayımlanmamış).
- Bal, Y., 1983. Doğu Akdeniz kıyı çizgisi değişimleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 67 s (yayımlanmamış).
- Borrego, J., López-González, N., Carro, B. and Lozano-Soria, O., 2005. Geochemistry of rare-earth elements in Holocene sediments of an acidic estuary: Environmental markers (Tinto River Estuary, South-Western Spain). *Journal of Geochemical Exploration*, 86 (3), 119-129.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43 (9), 434-438.
- Bowen, H.J.M., 1979. *The Environmental Chemistry of the Elements*, Academic Press, New York.
- Çetin, H., Bal, Y. and Demirkol, C., 1999. Engineering and environmental effects of coastline changes in Turkey, northeastern Mediterranean. *Environmental & Engineering Geoscience*, 5 (3), 315-330.
- Chandrajith, R., Dissanayake, C.B., Tobschall, H.J., 2000. The stream sediment geochemistry of the Walawe Ganga Basin of Sri Lanka - implications for Gondwana mineralisation. *Gondwana Research*, 3 (2), 189-204.
- Çavuşgil, V.L., 1985. Adana-Kurtepe akarsu sekilerinde yer alan Akdeniz kırmızı topraklarının oluşumları ve birbirleri ile olan ilişkisi üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Doktora Tezi, 198 s (yayımlanmamış).
- Darbaş, G., Nazik, A., Temel, A. and Gürbüz, K., 2008. A paleoenvironmental test for Messinian Salinity Crisis using Miocene-Pliocene clays, Adana Basin, southern Turkey. *Applied Clay Sciences*, 40, 108-118.
- DSİ, 1978. Mersin, Berdan ve Efrenk Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu. Ankara.
- El-Kammar, A.M., Arafa, I.H. and El-Sheltami, O.R., 2007. Mineral composition and environmental geochemistry of the beach sediments along the eastern side of the Gulf of Suez, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 49 (3), 103-114.
- Erinç, S., 1953. Çukurova'nın alüvyal morfolojisi hakkında. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 3 (4), 149-159.
- Erol, O., 1983. Historical changes on the coastline of Turkey. *Proceedings "Coastal Problems in the Mediterranean Sea"* Eric, C., F. Bird and Paolo Fabbri (Editors), Bologna, 95-107.
- Evans, G., 1971. Recent sedimentation of Turkey and adjacent Mediterranean and Black seas: a review. In A.S. Campbell

- (Editor), *Geology and History of Turkey*. Petr. Expl. Soc., Tripoli, Libya, 385-406.
- Gao, S., Luo T. C., Zhang, B. R., Zhang, H. F., Han, Y. W., Hu, Y. K. and Zhao Z. D., 1998a. Chemical composition of the continental crust as revealed by studies in east China. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 62, 1959-1975.
- Gedikoğlu, I., 1990. Toprak verimliliğinin tayininde kullanılan laboratuvar analiz yöntemleri. KHGM, Şanlıurfa Araş. Enst. Müd. Yay. Genel Yayın No: 55, Teknik Yayın No:11, Şanlıurfa, 75 s.
- Göney, S., 1976. Adana ovaları I. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2162, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 88, İstanbul, 179 s.
- Güler, C., 2009. Site characterization and monitoring of natural attenuation indicator parameters in a fuel contaminated coastal aquifer: Karaduvar (Mersin, SE Turkey): *Environmental Earth Sciences*, 59 (3), 631-643.
- Güler, C., Alpaslan, M., Kurt, M.A. and Temel, A., 2010. Deciphering factors controlling trace element distribution in the soils of Karaduvar industrial-agricultural area (Mersin, SE Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 60 (1), 203-218.
- Güler, C., Kurt, M.A., Alpaslan, M., Akbulut, C., 2012. Assessment of the impact of anthropogenic activities on the groundwater hydrology and chemistry in Tarsus coastal plain (Mersin, SE Turkey) using fuzzy clustering, multivariate statistics and GIS techniques. *Journal of Hydrology*, 414-415, 435-451.
- Güler, C., Kurt, M. A. and Korkut, R. N., 2013. Assessment of groundwater vulnerability to nonpoint source pollution in a Mediterranean coastal zone (Mersin, Turkey) under conflicting land use practices. *Ocean & Coastal Management*, 71, pp 141-152.
- Gürbüz, K., 1997. Seyhan ve Ceyhan Delta'larının kronolojik evrimi ve bunların kıyı değişimine etkileri. *Geosound*, 30, 175-190.
- Gürbüz, K., 1999. An example for river course changes on a delta plain: Seyhan Delta (Çukurova plain, southern Turkey). In: Bozkurt, E. and Rowbotham, G. (eds) *Aspects of Geology of Turkey II*. Geological Journal, Special Issue, 34 (1-2), 211-222.
- Gürbüz, K., 2003. Berdan Nehri'nin Kuvaterner'deki evrimi ve Tarsus'un tarihçesine jeolojik bir yaklaşım. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Kuvaterner Çalıştayı IV, İstanbul, 79-83 s.
- Kosters, E.C., VanderZwaan, G.J. and Jorissen, F.J., 2000. Production, preservation and prediction of source-rock facies in deltaic settings. *International Journal of Coal Geology*, 43 (1-4), 13-26.
- Köleli, N. and Halisdemir, B., 2005. Distribution of chromium, cadmium, nickel and lead in agricultural soils collected from Kazanlı-Mersin, Turkey. *International Journal of Environment and Pollution*, 23 (4), 409-416.
- Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M., Temel, A., 2008. Karaduvar (Mersin) tarım topraklarındaki bazı ağır metallerin kökeni ve dağılımının faktör analizi ve CBS yardımıyla belirlenmesi. 61. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, 17-18.
- Kurt, M.A., Alpaslan, M., Temel, A. ve Güler, C., 2009a. Mersin ve Tarsus arasındaki tarım topraklarının bünyesi ve mineralojik özellikleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, 124-125.
- Kurt, M.A., Güler, C., Alpaslan, M. ve Akbulut, C., 2009b. Mersin-Tarsus arasındaki bölge topraklarında ve yeraltı sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin karşılaştırılması. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, 524-525.
- Kurt, M.A., Alpaslan, M., Güler, C. ve Temel, A., 2009c. Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) arasındaki tarım topraklarında ağır metal dağılımlarının CBS yardımıyla belirlenmesi. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara, Bildiri Özleri Kitabı, 544-545.
- Kurt, M. A., 2010. Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Alandaki Toprak Profillerinin Mineralojisi, Toprak ve Su Kirliliğinin Araştırılması. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Doktora Tezi, 430 s (yayımlanmamış).
- Lécuyer C., Bodergat A.M., Martineau F., Fourel F., Gürbüz K. and Nazik A. 2012. Water sources, mixing and evaporation in the 1 Akyatan lagoon, Turkey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 115, 200-209.
- Öner, E., Uncu, L. ve Hocaoğlu, B., 2002. Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında deniz seviyesi ve kıyı çizgisi değişimleri. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı. 5-8 Kasım 2002, İzmir Bildiriler Kitabı, 1237-1247.
- Öner, E., Hocaoğlu, B., Uncu, L., 2005a: Tarsus Ovasının Jeomorfolojik Gelişimi ve Gözlükule Höyüğü. TURQUA-V, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu. 2-5 Haziran 2005, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul. Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 82-89.
- Öner, E., Hocaoğlu, B., Uncu, L., 2005b: Palaeogeographical Surveys around the Mound Gözlükule (Tarsus). In: Field Seasons 2001-2003 of the Tarsus-Gözlükule Interdisciplinary Research Project (ed. A. Özyar). Ege Yayınları, İstanbul, 69-82.
- Pasternack, G.B. and Brown, K.J., 2006. Natural and anthropogenic geochemical signatures of floodplain and deltaic sedimentary strata, Sacramento-San Joaquin Delta, California, USA. *Environmental Pollution*, 141 (2), 295-309.

- Prakongkep, N., Suddhiprakarn, A., Kheoruenromne, I., Smirk, M. and Gilkes, R.J., 2008. The geochemistry of Thai paddy soils. *Geoderma*, 144 (1-2), 310–324.
- Ranasinghe, P.N., Fernando, G.W.A.R., Dissanayake, C.B., Rupasinghe, M.S. and Witter, D.L., 2009. Statistical evaluation of stream sediment geochemistry in interpreting the river catchment of high-grade metamorphic terrains. *Journal of Geochemical Exploration*, 103 (2-3), 97-114.
- Ranasinghe, P.N., Fernando, G.W.A.R., Dissanayake, C.B. and Rupasinghe, M.S., 2008. Stream sediment geochemistry of the Upper Mahaweli River Basin of Sri Lanka-Geological and environmental significance. *Journal of Geochemical Exploration*, 99 (1-3), 1-28.
- Singh, P., 2009. Major, trace and REE geochemistry of the Ganga River sediments: Influence of provenance and sedimentary processes. *Chemical Geology*, 266 (3-4), 242-255.
- Şenol, M., 1989. Adana–Balcalı/Çatalan bölgesi Geç Tersiyer–Kuvaterner istifinin Lito-pedolojik ve sedimantolojik incelemesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Doktora Tezi, 128 s (yayımlanmamış).
- Şenol, M., Kapur, S. ve Şahin, Ş., 1993. Adana Havzası Kuvaterneri. İ.T.Ü. Maden Fak. Türkiye Kuvaterneri Workshop Bildiri Özleri, İstanbul, 24-27.
- Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman T.Y., 1998. Adana-Mersin dolayının jeoloji etüd raporu. M.T.A., Ankara, 46 s (yayımlanmamış).
- Tareq, S.M., Safiullah, S., Anawar, H.M., Rahman, M.M. and Ishizuka, T., 2003. Arsenic pollution in groundwater: a self-organizing complex geochemical process in the deltaic sedimentary environment, Bangladesh. *The Science of the Total Environment*, 313 (1-3), 213-226.
- Topak, Y., 1997. Berdan Nehiri (Tarsus) Keşbükü-Kulaklı köyleri arası ağır metal analizleri ve mevsimsel hidro-jeokimyasal değişimleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 180 s (yayımlanmamış).
- Vaisanen, A. and Kiljunen, A., 2005. Ultrasound-assisted sequential extraction method for the evaluation of mobility of toxic elements in contaminated soils. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, 85 (14), 1037-1049.
- Yaman, S., 1991. Mersin ofiyolitinin jeolojisi ve metallojenisi. Yetiş, C. (Ed.) Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Adana, 225-267.

---

Makale Geliş Tarihi : 31 Ekim 2013  
Kabul Tarihi : 22 Kasım 2013

*Received* : 31 October 2013  
*Accepted* : 22 November 2013





## **Jeolojik Miras Nitelikli Türkiye Doğal Taşları**

*Natural Stones Qualified as Geological Heritage in Turkey*

**Nizamettin KAZANCI<sup>1,3</sup>, Alper GÜRBÜZ<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> *Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği. Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara*

<sup>2</sup> *Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde*

<sup>3</sup> *Jemirko-Jeolojik Mirası Koruma Derneği, P.K. 10, 06100 Maltepe, Ankara,*

*(E-Posta: nkazanci@ankara.edu.tr)*

### **ÖZ**

Türkiye jeolojik yapısından dolayı doğal taşların çok çeşitli ve göreceli bol olduğu bir ülkedir. Kendine özgü çok sayıda doğal taş antik dönemlerden bu yana kullanılmaktadır. Bunların birçoğu jeolojik miras niteliğindedir ve fakat henüz tespitleri yapılmamıştır. Ayrıca, ticari ve bilimsel anlamda doğal taş terminolojisi farklı olduğu gibi, doğal taşlar hakkındaki jeolojik bilgiler de sınırlıdır. Konuya yerbilimcilerin dikkatini çekmek amacıyla, bu yazıda doğal taşların kültürel jeolojideki yeri (veya doğal taş kültürünün jeolojik temelleri) tartışılmış-ve eşsiz yapı malzemeleri olan Ahlat Taşı, Ankara Taşı, Nevşehir Taşı, Sille Taşı ile özgün el işçiliği hammaddeleri olan Lületaşı, Pileki Taşı ve Oltu Taşı hakkında özet bilgiler verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ahlat Taşı, Doğal taşlar, Jeomiras taşlar, Kültürel jeoloji, Lületaşı

### **ABSTRACT**

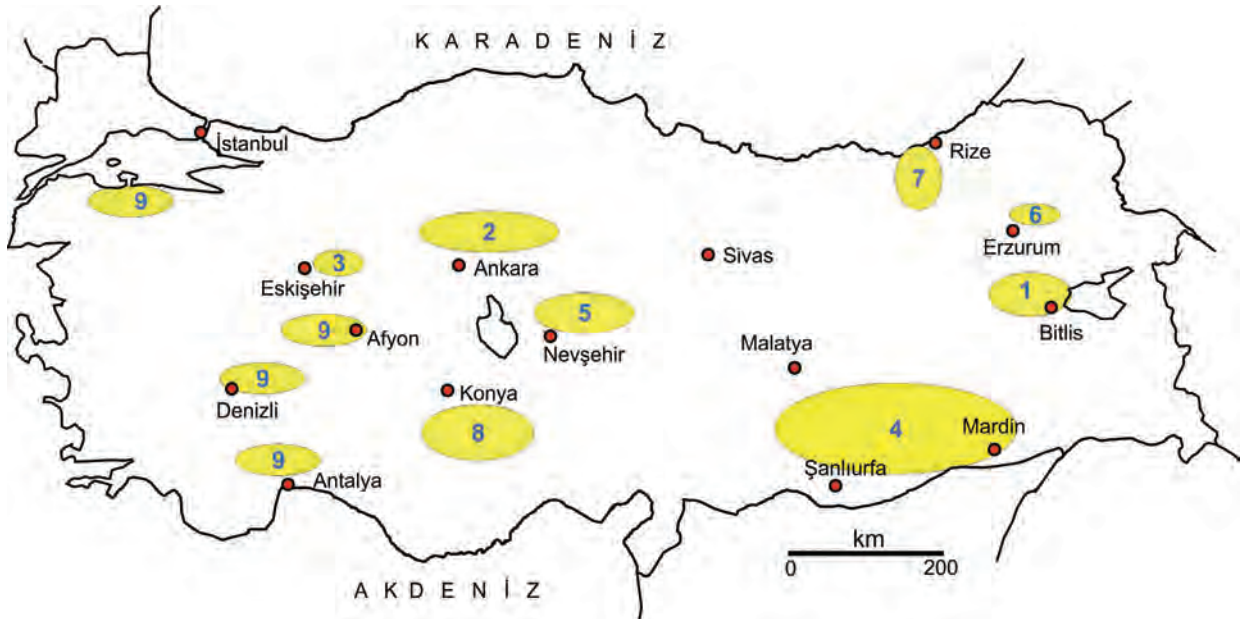
*Natural stones qualified as geological heritage are various and also plenty in Turkey, based on its complex geological framework. Some unique stones have been used in Anatolia since antic times, particularly for large and prestigious buildings. Most of the natural stones are typical geoheritages of the country. However they have been no documented at international level, yet. In addition, economic and scientific terminology on the Turkish natural stones are completely different and people do not have correct geological knowledge about them. In this study, to be able to take attention of earth scientists to the subject, the roles of natural stones in cultural geology (or the geological fundamentals of natural stone culture) have been discussed providing brief information about the unique building materials Ahlat Stone, Ankara Stone, Nevşehir Stone Sille Stone and Lületaşı (meerschaum), Pileki Stone, Oltu Stone as raw materials for local handcrafts.*

**Keywords:** Ahlat Stone, Cultural geology, Geoheritage stones, Lületaşı (meerschaum), Natural Stones

## GİRİŞ

Yerbilimlerinin bilgi kaynağı olan doğal taşlar, yaşamın değilse bile dünyadaki gelişmelerin ve kültürün temeli olmuştur. Bunu anlamak için, örneğin ilk insanların el baltalarını, yerleşim mağaralarını, Göbekli Tepe'yi, Mısır piramitlerini, Efes harabelerini, Ayasofya'yı, Selimiye Cami'ini, Anıtkabir'i, Kaşıkçı elmasını veya müzelerdeki antik zaman taşlarını görmek yeterlidir. *Doğal taş* denildiğinde çoğunlukla akla gelen *yapı taşlarıdır*, çünkü insanlık tarihinin en önemli eserleri taştan inşa edilmiştir. Eski veya yeni, bütün taş yapıların ortak özelliği, görkemli ve kalıcı oluşlarıdır. Bu yüzden taş kullanımı her kültürde her zaman tercih edilmiştir (Farrelly, 2011; DYDTS, 2012). Günümüzde de doğal taşların kullanımı sürmektedir. Bu kullanım tercihi bazı doğal taşların ününü artırmakta, yenilerinin piyasaya çıkmasını sağlamakta, bulunduğu yöre ve ülke için giderek büyüyen ekonomik değer oluşturmaktadır. Bununla birlikte, doğal kaynaklar ve yapı taşları sonsuz değildir. Rezervleri tükenebilir, hatta çevre şartlarından etkilenebilir ve bozulurlar (Gökaltun, 2004; 2011). Silip süpürmeye varan vahşi tüketimin çok yönlü sorunlar getirdiği yaşanarak öğrenilmiştir. Dolayısıyla sürdürülebilirlik esas olmalıdır, bu da “planlı kullanım” ile mümkündür. Bunun için doğal taş üretiminde köken, rezerv, alan dağılımı, gelecek öngörüsü, yöre ekonomisi, korunma ihtiyacı, çevre sorunları, verimlilik vb bütün yönlerin ortaya konulması ve bunlara taraf olan bütün ilgililerin hazırlanacak kullanım planlarında anlaşmaları gerekir. Dar alanlı planlar için bile yalnızca oradaki kaynaklar değil, tüm ülkede benzeri nelerin bulunduğu biliniyor olmalıdır. Çok sayıda işletme ve taş ocağı varlığına karşın, doğal yapı taşları ülkemizde yeterince

biliniyor değildir. Mevcut bilgilerin büyük kısmı işletmecilerin internet sayfaları, çok az kısmı ise kullanım planlarına katkısı olmayan ileri incelemelerdir. En sık rastlanan çalışma ya ticari taş türlerinin adları ve yerleri (örn. Mutlu, 2005), ya da bu kayaların yapı taşı olarak kullanılabilirlikleri üzerinedir. Buna karşın Türkiye'nin hemen her yöresinin jeoloji incelemesi yapılmıştır, kayaçları ve istifleri hakkında bilgi mevcuttur. Ancak bunlar doğal yapı taşları ile ilişkilendirilmemiştir. Bunun tersine durum ise ülkenin hemen her yerindeki kayaların yapı taşı olarak değerlendirilmesi üzerine incelemelerdir. Yeni hammadde kaynakları bulmak amacıyla, jeoloji haritalarına bakılarak bir yerler seçilmekte, buralardaki görece sert kayaların mühendislik özellikleri (birim hacim ağırlığı, su emme, özgül ağırlık, görünen gözeneklilik, basınç mukavemeti, eğilme mukavemeti, sürtünme ile aşındırma kaybı, donma çözünme sınırları, ses geçirgenliği, doğal su içeriği, kaya sertliği) ortaya konulmaktadır. Elde edilen veriler TSE ölçüleri ile karşılaştırılarak işletme ve kullanım konularında öneriler yapılmaktadır. Bunlar taşocağı işletmecilerine hizmet eden hazır bilgilerdir. Bu tarz yaklaşımda jeolojik koruma, jeomiras, jeoestetik, taşları tanıtmaya kaygısı yoktur. Bu yazının amacı taşların doğal ve kültürel miras niteliklerine dikkat çekmek ve ekonomik ve kültürel değeri ulusal boyuta ulaşmış bazı doğal taşlar hakkında (Ahlat Taşı, Ankara Taşı, Lületaşı, Midyat Taşı, Nevşehir Taşı, Oltu Taşı, Pileki taşı, Sille Taşı, traverten ve mermer) yaptığımız araştırmaların ön sonuçlarını sunmaktır. Hemen belirtilmelidir ki, ülkemizdeki jeomiras nitelikli ünlü doğal taşlar elbette bunlardan ibaret değildir. Yazıda, yalnızca Türkiye'nin değişik yörelerinden örnekler verilmeye çalışılmıştır (Şekil1).



**Şekil 1.** Ülkemizdeki jeomiras nitelikli bir kısım doğal taşların yerleri; 1. Ahlat Taşı, 2. Ankara Taşı, 3. Lületaşı, 4. Midyat Taşı, 5. Nevşehir Taşı, 6. Oltu Taşı, 7. Pileki Taşı, 8. Sille Taşı, 9. Önemli traverten ve mermer yatakları. Boyalı alanların büyüklüğü göreceli rezerv karşılaştırması içindir.

**Figure 1.** Location of natural stones studied and qualified as geoheritages in Turkey; 1. Ahlat Stone, 2. Ankara Stone, 3. Meerschaum, 4. Midyat Stone, 5. Nevşehir Stone, 6. Oltu Stone, 7. Pileki Stone, 8. Sille Stone, 9. Significant travertines and marble beds. Symbols show the comparable reserves of the Stones.

Mimarlık ve sanat tarihi, aynı zamanda doğal taşların kullanım tarihidir (Farrelly, 2011). Bütün ünlü yapıların taşlarının nerelerden getirildiği belgelidir. Yapılara yenileme veya bakım gerektiğinde orijinal taş ocaklarının kullanılması önerilmektedir. Çünkü zaman içinde yapı ünlenirken, onu görkemli kılan taşlar daha çok aranır olmakta, böylece eserler gibi orada kullanılan taşlar da “ulusal değer” halini almaktadır. Bu bir süreçtir ve yaşanmış olması şanstır. Bütün gelişmiş ülkeler böyle doğal taşları ve taş ocaklarını “doğal ve kültürel sit”, genellikle de “jeolojik miras” olarak görmektedirler (örn. BGS, 2011; EGS, 2011; USGS, 2012). Bu çalışmanın bir diğer amacı yukarıda adı geçen, ülkemize ait taşların jeolojik miras olarak algılanmasına yardımcı olmaktır. Toplum sahip olduğu değerlerin farkına vardıkça, onları koruma ve geliştirmede daha duyarlı olacaktır.

## JEOLOJİK MİRAS ve KÜLTÜREL JEOLOJİ

Bilimsel öneme ve belge niteliğine sahip, kaybolması durumunda bulunduğu yerin jeolojik geçmişini açıklamanın mümkün olmayacağı istif, kayaç, mineral, fosil topluluğu, yapı, doku, yerşekli vb oluşuklara jeolojik sit (= jeosit), yok olma tehdidi altında olanlara da jeolojik miras (= jeomiras) adı verilmektedir (www.jemirko.org.tr; www.progeo.se). ‘Jeosit’ bilimsel bir tanım ve fakat ‘jeomiras’ onun toplumsal ifadesidir. İnsanın kendisine atalarından kalan varlığa sahip çıkacağı varsayılarak, koruma ihtiyacını vurgulamak için bu şekilde isimlendirilmiştir (Kazancı, 2010). Türkiye’nin Avrupa ile bütünleşme sağlayacak şekilde **Jeolojik Miras Çatı Listesi** mevcuttur (Theodossiou-Drandaki ve diğ., 2004; Kazancı ve Şaroğlu, 2009). Bu yazıda tanıtılacak olan doğal yapı taşları ProGEO (Avrupa Jeolojik Mirası



Koruma Kurumu) jeosit ölçütlerine uymaktadır. Hepsi belli bir yöreye ve belli bir zamana ait özel oluşumlardır. Yokolma durumları söz konusu değilse de varlıklarının bilinmesi, sahip çıkılması ve gelecek nesiller için yeterli rezervin ayrılması gereklidir.

Son aylarda Türkiye’de “kentsel dönüşüm” gündemdedir. Gecekondular ve sağlıksız binalar yıkılacak, yerlerine yenileri yapılacaktır. Ümit edilir ki, bu kapsamda estetik yönü öne çıkan doğal taşların planlı şekilde kullanılması mümkün olur. Ülkemizde *kişilikli kentlerin* ortaya çıkmasına yol açabilecek böyle uygulamalar, başka ülkelerde çoktan başlamış ve artan şekilde teşvik edilmektedir (Heldal ve Neeb, 2000; BGS, 2011; USGS, 2012). Şehirlerin tescilli taşlardan oluşturulmasına katkıda bulunmak üzere, Jeolojik Mirası Koruma Derneği bu doğal taşları kendi listesinde jeomiras olarak kayda geçirmiştir. Yerel yönetimlerin de Türk Patent Enstitüsü’nde aynı taşlar için “coğrafi marka” tescili yaptırılmaları için çabalarını sürdürmektedir.

İnsan yaşamı ile alakalı bütün doğal süreçlerin incelenmesi Kültürel Jeoloji kapsamındadır (Kazancı, 2005; Altunel, 2012). Bu tanım Farrelly (2011)’nin “mimarlık tarihi doğal taş kullanım tarihidir” görüşü ile birleştirildiğinde, doğal yapı taşlarının kültürel jeolojideki yerinin büyüklüğü ortaya çıkmaktadır. Efes antik kenti, Ahlat mezartaşları ve kümbetleri, Mardin il merkezi veya Divriği Ulu Camii ve Külliyesi’ni Dünya Mirası listesine dahil eden özelliklerin bir kısmı sanatsal, diğeri ise bunları sağlayan taşlardır. Doğal taşlardan ileri gelen özellik ve güzellikler yerbilimcilerin sorumluluğundadır.

### **Günlük yaşamda doğal taşlar ve terimler**

Doğal taşlar günlük yaşamın olduğu kadar ekonominin de önemli bir parçasıdır. Maliye

Bakanlığı’nın yabancı dilde hazırladığı bilgi notundan 2011’de ülkemizde 1500 ocağın üretim yaptığını, 2000 fabrika ve 9000 satış merkezi olduğu anlaşılmaktadır. Üretimin önemli kısmı ihraç edilmiş ve 1,7 milyar USD gelir sağlanmıştır (TR-ME, 2012). Bu gelişmede standartların varlığı (TS-EN-12440/2008) ve üreticilerin buna titizlikle uymalarının payı büyüktür (Büyükbağış, 2012; TSE, 2012).

Doğal taş sektörü ve piyasası son iki yılda, blok ve işlenmiş taşların yurtdışına (özellikle Çin’e) satılıyor olması nedeniyle çok canlıdır. Her türlü taşın piyasasının olması, bunlardaki madencilik göreceli kolay oluşu taşocağı işletmeciliğine talebi artırmaktadır. Ocaklardan söküm ve sökülen taşların işlenmesi için teknoloji devamlı yenilenmekte, yenilenen teknoloji ile daha çok üretim yapılmaktadır. Bu süreçte doğal taşın kullanım alanları çeşitlenmiş ve özel bir terminoloji doğmuştur. Terimlerin bazıları standartlara girmiş ise de (bkz. TS-EN-12440/2008), büyük çoğunluğu salt kullanım yerini anlatmaktadır. Terimlerin bazıları şunlardır;

*Yapı taşları*; özel bir anlam yüklenmediği sürece binaların kaba iskeletlerinde (dış ve iç duvarlar) kullanılan doğal taşları anlatır.

*Mermer*; jeolojik anlamda değil de ticari anlamda kullanılan bir terimdir ve parlatılabilen bütün doğal taşlar bu adla anılmaktadır.

*Süs taşları*; kişisel eşya olarak veya dekorasyon amaçlı kullanılan taşlardır.

*Kıymetli ve yarı kıymetli taşlar*; süs taşlarının bir alt grubu olmakla beraber çoğunlukla mücevherat olarak değerlendirilirler.

*Kaplama taşları*; ekseri binalarda iç ve dış cephe kaplamalarında kullanılan taşlardır. Çoğunlukla *Kayrak taşı* olarak pazarlanmaktadır.

*Yantu taşları*; heykelticilikte kullanılan taşlardır.

*Dekorasyon taşları*; bina iç ve dış süslemelerinde kullanılırlar.

*Dekoratif taşlar*; doğrudan kendisi süs eşyası olan taşlardır, ekseri vazo, sehpa, çiçeklik olarak değerlendirirler.

*Açık alan yapı taşları*; şehircilikte ve peyzajlarda kullanılan doğal taşlar olup *park-bahçe taşları*, *meydan taşları*, *yol taşları*, *çeşme taşları* ve *heykel/anıt taşları* olarak alt gruplara ayrılmaktadır.

*Tespah taşları*; el işlemeciliği taşları olarak da bilinirler.

*Isı yalıtım taşları*; yalıtım amacıyla kullanılırlar.

*Fırın ve şömine taşları*; Son yıllarda çoğunluğu suni yolla üretilmekte olup bununla beraber doğal olanları da vardır.

*İnşaat sektörü doğal taşları*; başlıca beyaz mermer, renkli mermer, sert taşlar, traverten olarak dört grupta toplanır.

*Ticari doğal taşlar*; ocaklardan sökülüp satılan ve ürün devamlılığı olan taşlardır.

*Parlatılabilen doğal taşlar*; doğrudan mermerleri ifade eden bir tanımdır.

*Kesme taşlar*; inşaata uygun boyutlarda hazırlanmış, ekseri kübik taşlardır. Yol döşemesi veya duvar yapımında kullanılır.

*Kamu ve özel yapılarda doğal taşlar*; kamu veya özel kurumlar tarafından inşa edilen, temsil özelliği olan ve/veya saygınlık için dikilen yapılarda kullanılan, kullanımı mimarı tarafından bizzat tarif edilen taşlardır. *İç mekân* ve *dış mekân taşları* olarak ayrılırlar.

Yukarıda belli bir sıra gözetilmeksizin listelenen terimler, doğal taşların son derece yaygın kullanıldığını ve hepsinin büyük ekonomik değere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bunlar arasında kültürel değer, bilimsel değer ve

korunmaya vurgu yapan hiçbir terim veya tanım yoktur. Oysa doğal taşlar yerkürenin evriminin bir parçasını temsil ederler. Örneğin mermerler Paleozoyik, travertenler ise Kuvaterner için tipiktir. Bunların yalın *doğal taş* şeklinde değil, doğru jeolojik adları vurgulanarak anlatılması halinde daha geniş kitlelere ulaşabilir ve yurtdışında tanınma şansları artabilir. Yöresel ad ile jeolojik adları birlikte kullanılması sosyoekonomik anlamda daha önemli katkılar sağlayacaktır (Pivko, 2003).

## JEOLJİK MİRAS VE MİLLİ TAŞLAR

Aşağıda kısaca tanıtılan doğal taşlar çeşitli yapıların ve sanat eserlerinin asıl malzemesi olmuş, kullanıla kullanıla daha çok tanınır ve tercih edilir hale gelmişlerdir. Bu taşlar bir anlamda artık *milli taşlardır*. Çünkü bu taşlarla inşa edilen pek çok eser kültürümüzün vazgeçilmez parçalarıdır. Bu taşlar aynı zamanda ülkemizin jeolojik miraslarıdır. Uluslararası terminolojiye göre doğru tanımlaması *Jeomiras nitelikli doğal taşlar*'dir. Kısaca *Jeomiras taşlar* da demek de mümkündür. Bunların en tanınmışları, bazı özelliklerine vurgu yapılarak aşağıda alfabetik sıra içinde verilmiştir (yöre adı ile anılan taşlar, nitelikleri bakımından benzersizdirler ve bu nedenle özel isimdirler. Dolayısıyla iki kelime olarak ayrı ve ilk harfleri büyük yazılmıştır: Ahlat Taşı, Nevşehir Taşı gibi) (Şekil 2-6).

### Ahlat Taşı

**Tip yeri:** Çok tanınan bu taşın bulunduğu ve yaygın şekilde kullanıldığı yer Bitlis'in Ahlat ilçesidir (Şekil 1). Yöredeki çeşitli kültürlerin eserlerinde yer alır, belirgin olarak Selçuklu mezar taşları ve kümbetlerin yapımında kullanılarak dikkat çekmiştir (Şekil 2). Yöredeki görkemli bütün binalar bu taş ile yapılmıştır.

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Ahlat Taşı volkanik kökenli bir kayadır. Petrografik adı ignimbrittir (Şekil 2 a-d). Mikroskop incelemelerinde içinde az miktarda plajiyoklas, piroksen ve hornblend mineralleri bulunduğu görülür. Kaynaklaşma, yani volkanik tanelerin birbirine tutturulma oranı gri renklilerde çok belirgindir (Şekil 2a,b). Kırmızı renkli ignimbritlerde kaynaklaşma daha zayıf, bozuşma (alterasyon) daha ileridir. Bu değerli kültürel taşın tanıtman rengi kırmızının tonlarıdır (Şekil 2c,d). En yaygını kahverengimsi kırmızıdır. Diğer renkler ise açık sarı ve koyu gridir. Dikkat çekmesi nedeniyle küçük yapılarda kırmızı en tercih edilen yapı taşı iken, büyük binalarda diğer renkler de kullanılmaktadır. Ahlat Taşı olarak pazarlanan bazı volkanik taşlar ise tipik ignimbrit değil, içinde kayaç parçaları bulunan tüftür.

Benzer bazı doğal yapı taşları gibi, Ahlat Taşı'nın da en önemli fiziksel özelliği yüzeyaltı ocaklardan çıkarıldığında kolay işlenebilmesidir (Şekil 2c). Bunu sağlayan, birincil gözenekliliğe sahip dokusudur. Yani, taneler arasında çok küçük, kılcal boşluklar bulundurulur. Zaten, ignimbriti oluşturan pümis tanelerinin kendisi gözeneklidir. Bu gözeneklerdeki su ve/veya rutubet taşın kolay işlenmesini sağlar. Bununla birlikte, Ahlat Taşı'nın su emme potansiyelinin göreceli yüksek olması yağışlı şartlara dayanımını düşürmektedir (Şimşek ve Erdal, 2004; Dinçer ve diğ., 2012). Tersine, yüzeyde uzun süre kuru kalan veya yapıda atmosfer ile temas eden kayanın suyu kaybolur, sertleşir. Dayanımı da artar.

**Sahayayı ve rezerv durumu:** Van Gölü kıyılarından başlayarak Ahlat çevresinde oldukça geniş bir alanda Ahlat Taşı işletmesi yapılmaktadır. Yani, görünüşte rezerv sorunu yoktur. Bununla

birlikte kırmızı renkli olanını bulmak, özellikle işlenmesi kolay bloklar çıkarmak güçtür. Bunun temel sebeplerinden birisi uzun yıllardan beri devam eden kötü işletmeciliktir. İkincisi ise Ahlat Taşı'nı teşkil eden ignimbritlerin, alterasyon nedeniyle çoğu yerde toprağımsı hal alması ve blok vermez oluşudur. İlâveten işletmelerde büyük atıklar ve kayıplar olmaktadır. Günümüzde gittikçe artan atıklarının taş unu olarak beton içinde değerlendirilmesi üzerine çalışmalar başlamıştır (Erdal ve Şimşek, 2011). Bu olanaklı görünmektedir, çünkü öğütülmesi kolaydır.

**Jeolojik özellikleri:** Ahlat Taşı'nı teşkil eden ignimbritler Nemrut Volkanı'nın ürünleridir. Bu ilişki, önceki jeoloji araştırmalarının verileri ile (Yılmaz ve diğ., 1987) Ahlat taş ocaklarının yerleri karşılaştırılarak tarafımızdan kurulmuştur. Jeoloji incelemelerinde Ahlat Taşı'na değinme yoktur, ancak taş ocaklarının olduğu yerler Nemrut volkanizmasına bağlı kırıntılı püskürükler olarak haritalanmıştır. Ahlat Taşı'nı oluşturan piroklastikler, mevcut volkanostratigrafiye göre, volkanizmanın başlangıç dönemlerinde, erken Pleistosen'de yerleşmişlerdir (Yılmaz ve diğ., 1998). Bu bölgede kalmakla beraber Süphan volkanizması göreceli daha dar yayımlıdır (F. Şaroğlu ile sözlü görüşme, 2013). Yakın zamanda gerçekleştirilen incelemelerde bu piroklastikler *Nemrut İgnimbritleri* olarak adlandırılmış ve kaldera öncesinde meydana geldikleri belirtilmiştir (Karaoğlu ve diğ., 2005). Bu çalışmaya göre Nemrut İgnimbritleri üç fazda, en az on üç ayrı püskürmenin ürünlerini kapsamaktadır. Bunların çoğu kül, pümis ve skorya döküntüleri, bazıları da piroklastik akma şeklinde olmuştur. Jeomiras nitelikli kesimleri piroklastik akma süreçleriyle yerleşmişlerdir.



**Şekil 2.** Ahlat Taşı; a. İnce kesitteki görünüşü. Tipik ignimbrit dokusu dikkat çeker, b. Tarihi bir yapıda gri ve kırmızı renkli Ahlat Taşı'nın birlikte kullanımı, c. Ocaktan yeni getirilmiş ve testere ile kesilen kırmızı Ahlat Taşı blokları, d. Ahlat Taşı'ndan mezartaşları.

**Figure 2.** Ahlat Stone; a. Texture of the Stone in thin section, b. Gray and red Ahlat Stone in a historical building, c. Cutted blocks of the fresh Ahlat Stone, d. Tombstones by Ahlat Stone.

### Ankara Taşı

**Tip yeri:** İsmindeki nitelemeye rağmen Ankara Taşı'nın tip yeri, daha doğrusu en iyi örneklerin çıkarıldığı ocakların bulunduğu yer, Ankara'nın Gölbaşı ilçesidir (Şekil 1). 1932'de başkent Ankara'yı modern bir şehir olarak planlayan Alman mimar Hermann Jensen buradaki önemli binaların çevrede bol bulunan, güzel görünümlü bu kayalarla yapılmasını önermiştir (Atay, 1968). Bu ilk planın sonraki yıllarda bütünüyle terk edilmesine karşın, halen görkemini koruyan bazı eski binalar (Ankara Üniversitesi DTCF, Hukuk, Ziraat, Fen fakülteleri, Ziraat Bankası, Merkez Bankası) Ankara Taşı ile inşa edilebilmişlerdir (Şekil 3).

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Ankara Taşı kendine özgü pembeliği bulunan andezittir

(Şekil 3). Pembe renk kayaç içinde yer alan plajiyoklaslardan ileri gelir. Bununla birlikte bütün Ankara taşları aynı renkte değildir. Gri renkte olanları da vardır, fakat tercih edileni pembe renklidir. Çoğu kez pembe ve gri renkli taşlar birlikte kullanılır (Şekil 3 c). Ankara taşı sert, sık dokuludur, fakat göreceli kolay işlenir. Gözenekli değildir. Bu nedenle dayanıklıdır. Islakken rengi parlaktır. Ekseri döşeme ve kaplama işlerinde tercih edilmektedir.

**Saha yayılımı ve rezerv durumu:** Ankara Taşı, İç Anadolu'da yaygın olan volkaniklerin (bkz Ercan, 1986) pembe olan Gölbaşı andezitleridir (Şekil 1). Harita üzerinde yaygındır, fakat her yerde ocaklardan blok çıkarılmadığından rezervin sınırlı olduğu söylenebilir. Buna karşın işletme yoğunudur ve daha hızlı üretim yalnızca taş

ocağı ruhsatı almadaki güçlükler nedeniyle (şehir merkezine yakınlık, özel mülkiyet, orman ve sit alanı, çevre sorunları vb) sınırlanmaktadır.

**Jeolojik özellikleri:** Ankara çevresinde yaş aralığı olarak Geç Kretase'den Pliyosen'e kadar volkanik kayalar bulunmaktadır (Ercan, 1986; Tankut ve diğ., 1990). Bunların en yaygını ve belli bir topluluk oluşturan Erken Neojen yaşlı Kızılcahamam veya Galatya volkanitleridir (Toprak ve diğ., 1996; Koçyiğit ve diğ.2003). Ayrıca Ankara-Haymana arasında, Ankara-Polatlı arasında Ballıkuyumcu köyü civarında, Mamak ilçesi civarında bazaltik, andezitik ve riolitlik bileşimde piroklastik ve lav akmaları şeklinde püskürük kayalar yer almaktadır. Bunların bir kısmı Tekke volkanitleri olarak adlandırılmış

ve stratigrafik konumlarına dayanılarak Geç Miyosen yaşı verilmiştir (Yılmaz ve Çakır, 2007). K-Ar yaşlandırmasında ise bunların bir bölümü Eosen olarak çıkmış ve birçok jeoloji haritasında ayırım yapılmaksızın hepsi birlikte haritalanmıştır (Seyitoğlu ve Büyükönel, 1995). Özetle, Ankara civarındaki volkanik kayalar bilinenlerden çok daha karmaşıktır, yaşı ve bileşimleri konusunda daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır. Ankara Taşı olarak işletilen volkanitler ise Gölbaşı-Bala-Elmadağ arasında yamalar halinde görülür. Bunlar belli bir volkanik sistemin (örn. Kapadokya volkanik bölgesi, atı Anadolu volkanik bölgesi gibi) parçası olmaktan çok, çoğunlukla Erken ve Orta Miyosen yaşlı tekçe volkanik çıkışların, Geç Miyosen ve Pliyosen dönemindeki çökellerle üzeri örtülmüş temsilcileridir.



**Şekil 3.** Ankara Taşı ve genel görünümü; a. Gri renkli Ankara Taşı ince taneli ve sıkı dokuludur, b. “Ankaraite” de denilen iri kristalli ve pembe renkli Ankara Taşı, c. Ankara Taşı'nın yapıdaki görüntüsü (A.Ü. Fen Fakültesi A Blok).

**Figure 3.** General appearance of the Ankara Stone; a. Gray Ankara Stone with tough texture, b. Pinkish Ankara Stone with large crystals described as “Ankaraite”, c. Ankara Stone in walls of a building (Science Faculty of Ankara Univ, Block A).

## Lületaşı (Eskişehir Taşı)

**Tip yeri:** Adı bulunduğu şehir ile özdeşleşmiş olan Lületaşı, Eskişehir Taşı olarak da bilinir, ancak bu taşın üretilen el işleri, bilhassa lüle (pipo) o kadar tanınmış ve benimsenmiştir ki, yüzyıllardan bu yana Lületaşı olarak tanınmaktadır. Taş, hâlihazırda, yaygın olarak Eskişehir ilinin üç ayrı bölgesinde yeraltından çıkarılmaktadır (Şekil 1). Yüzeide ocakları (açık ocak) yoktur. Üretimin verimli olarak yapıldığı yerler Alpu ilçesinin kuzey-kuzeybatısındaki Sepetçi-Margi-Söğütçü köylerinden oluşan *Yakaboyu bölgesi* ve Alpu güneybatısında *Sarısu yatağı* olarak bilinen İmişehir-Karatepe köyleri civarındadır. Ayrıca Eskişehir'in doğusunda Porsuk Barajı civarındaki Nemli bölgesidir. Bu bölgelerde kişisel gayretlerle ve güvensiz şartlarda, bazıları 300 metre derine inen ve buradan 150-200 metre yanal ilerleyen galerilerden çıkarılmaktadır. Yine de bir ocak sahibi olmak yerel halk için şans sayılmakta, çünkü önemli bir gelir kaynağı olmaktadır.

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Lületaşı, magnezyumca zengin kildir. Bu taşı meydana getiren mineral, alfa-sepiyolit, fiziksel özellikleri bakımından eşsizdir; çünkü yumrular şeklinde bulunur, sertliği düşük olmakla beraber dağılgan değildir, şekil verilebilir. Onun yaygın türevi olan beta-sepiyolit ise fiziksel olarak lületaşından çok farklı, çoğunlukla tabakalar halinde yataklanmış, dağılgan, çeşitli sanayi dallarında kullanılan tiptir (Sabah ve Çelik, 1999). Lületaşının rengi genellikle beyaz, nadiren açık krem olur. Lületaşı kamuoyu tarafından göreceli en iyi bilinen doğal taştır. Çünkü çoğu evde süs eşyası olarak bu taşın üretilmiş bir ürün, ekseri gösterişli bir pipo bulunur (Şekil 6c). Kayacın büyük kültürel geçmişi ansiklopedilere girmiştir, hakkında tarihi hikayeler vardır (Bilim, 1997). Hakkında fazla bilimsel inceleme olmasa da, toplumsal değeri yeni çalışmalarla gündemde tutulmaktadır (Zengin, 1955; Gül ve diğ., 2010; Taşlıgil ve Güven, 2011).

Lületaşının sertliği 2-2,5 arasındadır, bu nedenle işlenmesi çok kolaydır. İçindeki nem işlenmesini daha da kolaylaştırır. Lületaşı ocaklardan genellikle 10-15 cm civarında yumrular şeklinde çıkarılır. Parlatılabilir, boya ve cila tutar, ancak çoğunlukla doğal rengi tercih edilir. Bütün kil kayaçları gibi Lületaşı da atmosferik şartlardan etkilenir. Bu nedenle açık alanlarda kullanılması tercih edilmez. Bununla birlikte Hitit ve Frig kalıntıları arasında Lületaşından yapılmış ve bozulmadan kalmış eşyalara rastlanmıştır (Gül ve diğ., 2010).

### **Saha yayılımı ve rezerv durumu:**

Oluşumundaki olası öznelik nedeniyle Lületaşı yatakları geniş alana yayılmış değildir. Eskişehir Grabeni'nde (Ocakoğlu, 2007), ofiyolitli melanjin genç çökellerle dokanakları boyunca, 1-4 km'lik şerit içinde, seyrek yumrular halinde rastlanır. Bu ilişkiden Lületaşının yayılımının ofiyolitik ana kayanın varlığına bağlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte melanjin bulunduğu her yerde Lületaşı oluşmuş değildir. Oluşum yalnızca Eskişehir civarında görülür ve adeta Eskişehir'e bir hediye gibidir. Bilinen işletme yatakları ve köken ilişkisinden çıkan sonuç, Lületaşı rezervinin son derece sınırlı olduğudur. Üretim de sınırlıdır ve yurtiçi talebi güçlkle karşılar. Bu nedenle olsa gerek, yurtdışına doğal taş olarak satışı yasaklanmıştır (Bozkurt, 1989; Taşlıgil ve Güven, 2011).

Lületaşı hakkında yaygın internet dosyası vardır. Bunlar kadar olmasa bile, çoğunluğu sosyal bilimlerden gelen yazılı kaynak bulunmaktadır, ancak bunlardaki jeolojik bilgi son derece sınırlıdır ve genellikle birbirinden aktarmadır. Örneğin hiç biri ayrıntılı jeoloji haritası bulundurmaz, yatakların stratigrafisini ve ayrıntılı petrojenezini kapsamaz. Önceki çalışmalar çoğunlukla sorunlara değinmektedir (bkz. Petraschek, 1963; Bozkurt, 1989 ve bunlardaki kaynaklar). Bu

nedenle şimdiye kadar ne kadar üretim yapıldığı ve ne kadar kaynak kaldığı bilinmemektedir.

**Jeolojik özellikleri:** Yukarıda belirtildiği gibi Lületaş üretimi sınırlı bir alanda yapılmaktadır. Alfa-sepiyolit kaynağı ofiyolitik kayalar olmakla beraber, oluşum daha genç kırıntılı çökeller içine yerleşmiştir. Mevcut üretimin yapıldığı bu çökellerin yaşı, jeoloji haritalarında Pliyosen olarak görünmektedir (MTA, 2002a; Ocakoğlu, 2007; Şengüler ve Izladı, 2013). Ancak değinilen kaynaklarda belirtildiğine göre, Eskişehir havzası veya grabenindeki Pliyosen istifinin kalınlığı 50 metreden azdır. Halbuki şimdilerde üretim kuyularının derinliği 300 metreye ulaşmıştır. Bu durum, Lületaş'ın belli bir stratigrafik döneme ait olmayıp, ofiyolit dokanağında biriken çeşitli yaşlardaki (Pleyistosen, Pliyosen, Miyosen) kırıntılı çökeller içine yerleştiğini işaret etmektedir. Tarafımızca yapılan incelemelerde de, bazı Lületaş yumrularının ortalarında manyezit kalıntıları gözlenmiştir. Bu kalıntılar Lületaş ustaları tarafından “taşın özü” veya “kirlilik” olarak tarif edilmektedir. İlginçtir ki, Lületaş üretimi yapılan bölgelerdeki ofiyolitik kayalarda ince bant veya damarlar halinde manyezit seviyeleri bulunmaktadır. Hatta bunlar yakın tarihlerde ruhsatlandırılmış ve işletilmeye çalışılmıştır (Y.Suludere; sözlü görüşme, 2013). Çok büyük olasılıkla, bu manyezitli seviyeler parçalanıp değişik boydaki taneler halinde çökel ortamına aktarılmakta, burada zamanla alterasyona uğrayıp lületaş halini almaktadırlar. Bu olası ilişkiyi Petraschek (1963) de fark etmiş fakat sonradan şüpheye düşmüştür. Üretim yapılan yerlerdeki tortul birikimin doku ve istif özellikleri, depolanmanın kolüvyon, alüvyon yelpazesi veya örgülü akarsu süreçleriyle olabildiğini işaret etmektedir. Manyezitten Lületaş'na dönüşmede yersel özellikler de (fay veya fay zonları, yeraltı suyu dolaşımı, termal su varlığı vb) önemli rol oynamış görünmektedir (Sabah ve Çelik, 1999).

## Midyat Taşı

**Tip yeri:** Çok az doğal oluşum Midyat Taşı kadar şans ve şanssızlığı birlikte yaşar. Çünkü taş mimarisi ile dünyaca ünlü Mardin şehri ve neredeyse güneydoğu Anadolu'daki eski yeni bütün önemli binalar Midyat Taşı ile yapılmıştır, ancak Midyat Taşı'nın kendisi eserler kadar tanınmış değildir. Özellikle de bu açıdan yerbilimcilerin dikkatini çok az çekmiştir. Doğal taşın tip yeri ve en iyi blokların çıkarıldığı alan, taş adını veren Midyat ilçesi ve civarındadır (Şekil 1). “Mardin Taşı”, hatta “medeniyetler taşı” olarak da anılmaktadır (Önenç ve diğ., 2006), ancak bu daha çok Mardin'deki taş yapıların ünü dolayısıyladır. Çünkü Mardin Merkez civarında Tersiyer birimleri göreceli sınırlı alandadır (bkz. MTA, 2002b). Midyat Taşı üretimi, tüketimin en yaygın olduğu Midyat çevresinde yoğunlaşmıştır.

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Midyat Taşı yer yer dolomitik, ince taneli, gözenekli kireçtaşıdır. Orta-Üst Eosen yaşlı Midyat Formasyonu'ndan üretilmektedir (Şekil 4a). Bu birimin genel litolojisi bolca neritik ortam fosili (*Rotalia*, *Operculina*, *Amphystegina*, *Assylina* vb.) bulunduran, ekseri mikritik, daha az oranda sparitik kireçtaşlarıdır (Özkaya, 1974). Çoğu yerde bol kırıklıdır ve yoğun karstlaşma nedeniyle içinde küçük ve orta boy mağaralar oluşmuştur. Yeni açılmış yarmalarında açıkça belli olduğu gibi, bu ikincil etkilerle breşik görünüm kazanmıştır. Ocakların sayıları talebe göre değişmektedir. Örneğin son iki yıldır Midyat'taki ocak sayısı dört, taş işleme atölyesi sayısı 15 ile sınırlı kalmıştır (Şahin ve diğ., 2013). Ocaklardan blok çıkarılması yüksek devirli bıçaklarla kesilerek yapılmaktadır. Buralarda taşlar tüketiciye iri parçalar halinde veya istenilen ölçülerde hazırlanmış olarak sunulmaktadır.

Ocaklardan çıkarılan Midyat Taşı beyaz, sarımsı beyaz veya krem renklerde. Ancak bu

renk yüzey şartlarda zaman içinde kısmen koyulaşır ve kırmızımsı hal alır (Şekil 4b). Bu durum içinde eser miktarda bulunan demir nedeniyledir. Midyat Taşı gözeneklidir ve ağırlığının %10'u kadar su bulundurur. Bu nemlilik dolayısıyla metal testere ile kesilebilir, kazılabilir, delinebilir. Suyunu kaybettikten sonra sertleşir ve işlenemez hale gelir, yalnızca kırılabilir. Kuru halde iken ortalama özgül ağırlığı 2,2 g/cm<sup>3</sup>, ortalama birim hacim ağırlığı 1,6 g/cm<sup>3</sup>, dayanımı ise yapılarda kullanım için verilen sınırlar içindedir (Kaya, 2008). Su emme kapasitesi (gözeneklere giren suyun donma ile yaratabileceği çatlak vb açısından önemli) standartlarda verilen değerlerin içinde olup iç ve dış cephelerde kullanılması uygundur. Aynı şekilde ısıl iletkenliği ve ısı yayılım değerleri standartlar içinde ve iyi kaliteli beton seviyesindedir (Adin, 2007).

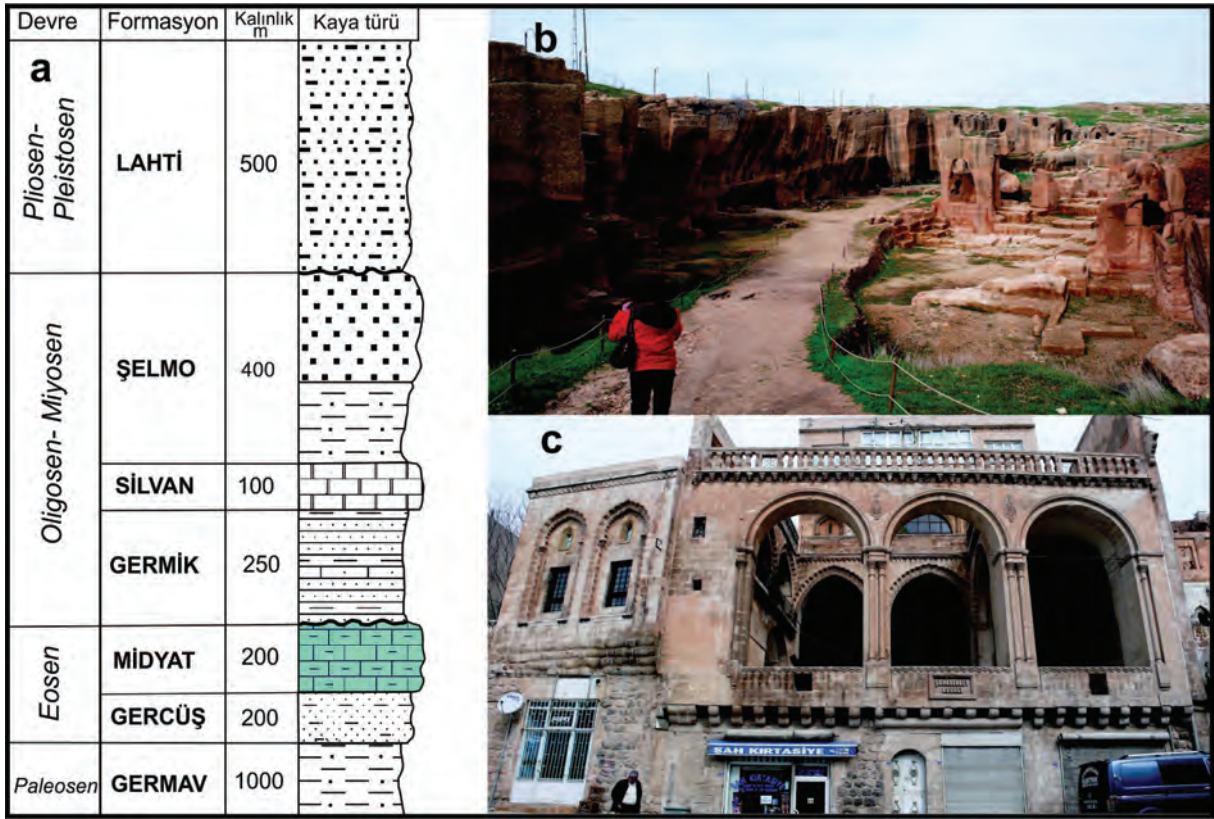
Yerinde aldığımız bilgilere göre Midyat Taşı'nın kullanımı son yıllarda yapılardan ev ve süs eşyası yapımına, özellikle heykelticiliğe doğru değişim içindedir. Bunlarda işleme kolaylığını korumak için, ocaklardan alınan küçük bloklar atölyelerde suyunu kaybetmeyecek şekilde korunmaktadır.

**Saha yayılımı ve rezerv durumu:** Midyat Taşı'nın üretildiği Midyat Formasyonu güneydoğu Anadolu'da çok geniş alanlara yayılır. Siirt, Mardin, Urfa, Gaziantep ve Kilis illerinde aynı formasyon ve yanal eşdeğerleri yüzeylenmektedir (MTA, 2002b). Bununla birlikte, birimin ileri derecede kırıklı ve çatlaklı durumu, karstlaşmanın da yaygın olması dolayısıyla her yerde üretim yapılması söz konusu değildir. Ayrıca, işlenebilir nemlilikte olması için yüzey altında ve yatay konumda bulunması gerektiğinden rastgele yerlerde ocak açılmaz. Bütün kısıtlamalara karşın, herhangi bir hesaplama ve planlama yapılmış değildir, ancak rezerv sıkıntısı olduğu söylenemez. Burada dikkat çeken bir hususu belirtmek gerekir;

Şanlıurfa civarında, Midyat Formasyonu'nun yanal eşdeğerleri içine açılmış çok sayıda "kapalı" taşocağı bulunmaktadır. Kendi tespitlerimize göre büyüklerden biri 150 m uzunlukta, 70 m genişlikte ve 25 m yüksekliktedir. Bunlar adeta orta büyüklükte yapay mağaralardır ve hemen hepsi yerel halk tarafından kullanılmaktadır. Bu durum Şanlıurfa civarındaki eski yeni taş yapıların oluşturulması için bu kapalı ocaklardan üretim yapıldığını işaret etmektedir. İlginç bir gelişme olarak, son yıllarda Mardin ve Midyat'a Şanlıurfa'dan taş bloklar götürülmekte, oralarda Midyat Taşı olarak işlenmektedir. Benzer doğal taş nakli geçmişte de yaşanmış olabilir. Kesin olan, Şanlıurfa çevresindeki mağara halindeki eski taş ocaklarının hem doğal hem kültürel miras olduklarıdır.

**Jeolojik özellikleri:** Midyat Formasyonu ve beraberindeki otokton Tersiyer birimleri Arap Platformu üzerindeki bir sığ denizin ürünleridir (Özkaya, 1974; Perinçek ve diğ., 1992) (Şekil 4a). Bunlar alloktan Kretase birimleri üzerine otururlar. Mardin civarından güneye ve batıya doğru çok geniş alanlara yayılmışlardır. Hatta bir bölümü Kerkük petrolünün hazne kayaları durumundadır (Nairn ve Alsharhan, 1997). Gölbaşı-Gerger arasında bu Tersiyer birimleri Midyat Grubu altında toplanmış, Midyat Formasyonu eşdeğeri tortullar ise Hoya Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Sungurlu, 1972). Son yıllarda Nizip-Kilis civarındaki yüzlekleri Gaziantep Fm olarak adlanmakta, bunlardan üretilen doğal yapı taşları **Havra Taşı** adıyla pazarlanmaktadır (Önenç ve diğ., 2006). Geniş yayılımı dolayısıyla Midyat Formasyonu (= Hoya Fm)'nun stratigrafik kalınlığı değişkendir. Genel olarak doğudan batıya doğru kalınlaşır, 200 metreden 650 metreye kadar çıkar. Midyat Formasyonu Mardin civarında tümüyle karbonatlardan kurulu iken, kalınlığının arttığı yerlerde ince seviyeler halinde kırıntılı





**Şekil 4.** Güneydoğu Anadolu otokton birimlerinin stratigrafik durumu ve Midyat Formasyonu (mavi boyalı) (Özkaya 1974), b. Midyat Formasyonu (Midyat Taşı) içine oyulmuş Dara antik kentinin mezarlığı. Yerleşimin kırmızıya çalan renk dikkat çekiyor, c. Midyat Taşı ile yakın zamanda inşa edilmiş, süslemeli, bej renkli bir konak (Midyat).

**Figure 4.** Midyat Formation (in blue) and stratigraphy of the autochthonous units in southeastern Anatolia (from Özkaya 1974), b. Cemetery of Dara city (antic) hosted in Midyat Fm. Note the reddened colour of the settlement, c. A new and large house built by Midyat Stone. See the cream colour of the building.

tortullar bulundurduğu gözlenir. Aynı nedenle olsa gerek, bazı yerlerde Tersiyer istifi Orta Eosen-Erken Miyosen arasında devamlı iken bazı yerlerde Midyat Formasyonu alttan ve üstün uyumsuzlukla kesilmiştir (Perinçek ve diğ., 1992). Bunlar depolanma ortamlarının ve depolanmayı kontrol eden tektonizmanın yerel farklılıkları sonucu olsa gerektir.

### Nevşehir Taşı

**Tip yeri:** Ülkemizin göreceli çok kullanılan, fakat bir o kadar az tanınan volkanik kökenli bu doğal

taşının tip yeri, Nevşehir-Ürgüp-Avanos arasında kalan sahadır. Burası aynı zamanda Kapadokya Volkanik Provensi içindeki çeşitli birimlerin en iyi yüzeylendiği alandır. Ticarileşmede kolaylık olması için il adı verilmiştir (işletmecilerden sözlü bilgi). Egemen renginin pembemsi bej olmasına karşılık, alterasyon durumlarına bağlı olarak çeşitli renklerde de bulunabilir ve bunların her birine ayrı ad verilmiştir (damarlı, mortaş, sarı, Kapadokya beji, gül kurusu, vişne; Korkanç, 2007). İşletme açık ocaklarda, önemli miktar örtü kaldırılarak yapılır. Ayrıca bölgedeki yoğun turizm

faaliyetleri ve çok sayıdaki sit alanı nedeniyle üretim sınırlaması vardır.

Nevşehir Taşı'nın da içinde bulunduğu Kapadokya Volkanik Provensi'nin bu bölümü, Ürgüp Formasyonu olarak haritalanmıştır. Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı birim, gösel çökellerle ayrılır ve her biri ayrı adlarla anılan on bir adet ignimbrit seviyesi bulundurulur. En altındaki Kavak İgnimbritidir (Gevrek, 1997). Nevşehir Taşı Kavak İgnimbriti'nden üretilmektedir (Şekil 5a).

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Nevşehir Taşı esas itibarıyla ince taneli piroklastik kayadır. Bileşiminde fazlaca pümis bulundurması ve zayıfça kaynaklanmış olması dolayısıyla, petrografik bakımdan ignimbrit olarak tanınır (*Kavak İgnimbriti*). Hammaddede olarak mühendislik özellikleri ve kimyasal bileşimi Korkanç (2007) tarafından incelenmiştir. Buradaki verilere göre % 20 civarında etkin gözenekliliği vardır ve yine bu oranda su emer. Dayanımı düşüktür. Bileşimindeki SiO<sub>2</sub> oranı % 66-78, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranı %13-17, en önemlisi ateşte kayıp oranı 1000 °C' de % 6-9 civarındadır. Porfirik dokusu tipiktir (Şekil 5).

Kavak ignimbritinin, dolayısıyla Nevşehir Taşı'nın petrografisi yörelere göre değişir. Bir başka ifade ile ticari olarak farklı adlarla anılan Nevşehir Taşlarının yapısındaki camsı malzeme, pümis, kayaç parçası, kristal (bolluk oranlarına göre sırasıyla plajiyoklas, biyotit, amfibol, piroksen, sanidin, kuvars) varlığı değişkendir. En çok üretilen sarı ve Kapadokya beji olarak adlanan taşlardır.

Nevşehir Taşı'nın bütün tipleri kolay işlenir (Şekil 5c). Gözenekliliği ve yüksek su emmesi nedeniyle dış cephelerde fazla tercih edilmez.

**Saha yayılımı ve rezerv durumu:** Kavak İgnimbriti Nevşehir, Ürgüp, Avanos civarında çok geniş alanlara (2600 km<sup>2</sup>) yayılımlıdır ve

yaklaşık 80 km<sup>3</sup> kayaç hacmi olduğu tahmin edilmektedir (Temel ve diğ., 1998). Bu büyük bir rakamdır ve ilk bakışta doğal taş rezervi sorunu olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak, yukarıda değinildiği gibi birim, bu bölgedeki Neojen volkanotortul istifinin (Ürgüp Fm) en yaşlı bölümüdür, dolayısıyla üzerinde kalın bir birikim vardır. Kavak İgnimbriti istifin derince yarıldığı yerlerde yüzeylemiştir veya taş ocağı olarak işletilebilir durumdadır. Özetle, Kavak İgnimbriti için verilen hacmin bütünü Nevşehir Taşı rezervi değildir. Mevcut yüzlek durumuna bakarak rezervin sınırlı olduğu söylenebilir.

**Jeolojik özellikleri:** Aksaray-Niğde-Kayseri-Kırşehir arasında kalan bölgenin adı olan Kapadokya, birbirini izleyen patlamalı volkanik ürünlerin biriktiği yer olmuştur (Kapadokya Volkanik Provensi). Volkanotortul istiflenmeye dayanarak söylenebilir ki, burada yaygın iki lav akması üzerine (Erdaş andeziti, Damsa lavları) oturan 11 ayrı volkanizma gelişmiş ve her biri geniş alanlara yayılan ignimbritler üretmiştir (Gevrek, 1997; Aydar ve diğ., 2012). Her bir volkanik evreden sonra bölgeye geniş bir göl yerleşmiş, sonraki volkanizma ile bu göller ortadan kalkmıştır. Bu durum ignimbritler arasındaki birkaç metrelik göl tortulları ve eski toprak (paleosol) oluşumları ile belirgindir. Kapadokya bölgesindeki volkanik çıkış merkezleri çok sayıdadır. Kuvaterner yaştakiler maar, tuf konisi ve lav konileri olarak arazide kolayca ayırt edilir. Geç Miyosen ve Pliyosen yaştakilerin çıkış merkezleri üst üste gelen volkanik yerleşme ile örtülmüştür, ancak Acıgöl ortada kalacak şekilde 100 km çapındaki Nevşehir kalderası bu çok büyük volkanik gelişimin merkezi olabilir (Gevrek, 1997; Temel ve diğ., 1998; Gevrek ve Kazancı 2000).

Kavak ignimbriti, adını birimin en iyi görüldüğü yer olan Kavak Köyü'nden almıştır. Radyometrik verilere göre 9,13 ile 9,43 my arası

yaştaki bir patlama ile meydana gelmiş ve çevreye yerleşmiştir (Aydar ve diğ., 2012). Çıkış merkezi, tane boyu büyüklüğüne dayanarak, Nevşehir civarında olmalıdır (Gevrek, 1997). Buradan kuzeye doğru yayılmıştır. Bu yayılış biçimi, Geç Miyosen’de bir dönem arazinin güneyden kuzeye doğru eğimli olduğunu işaret etmektedir.

Türkiye doğal taşları içinde belki de en çok tanınanı Oltu Taşı’dır; çünkü bu taş ile yapılan başta tespih ve pipo olmak üzere birçok el ve süs eşyası, kültürümüzün parçası olarak eskiden beri yaygın şekilde kullanılmaktadır (ayrıntılar için bkz Alpaslan, 2010) (Şekil 6b). Oltu Taşı’nın iyi tanınmasına yol açan önemli etken, bu taşın



**Şekil 5.** Nevşehir Taşı; a. Bu taşın üretildiği Kavak İgnimbitinin saha görüntüsü, b. Nevşehir Taşı’nın el örneğindeki ince taneli dokusu, c. Parlatılmış (üstte) ve doğal haldeki (altta) tipik Nevşehir Taşı örnekleri.

**Figure 5.** Nevşehir Stone; a. Kavak ignimbrite which is the main rock of the Stone, b.. Fine-grained texture by hand sample of the Nevşehir Stone, c. Polished (upper) and natural (lower) surfaces of the Nevşehir Stone.

### Oltu Taşı

**Tip yeri:** Oltu Taşı’nın tip yeri, üretiminin yapıldığı Erzurum’un Oltu ilçesidir (Şekil 1). *Erzurum Taşı* adı verilmiş ise de bu isim benimsenmemiş ve Oltu Taşı olarak tanınmaya devam etmiştir.

ülkemizde göreceli erken dönemde bilimsel olarak ele alınmasıdır. Özellikle Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yürütülen jeoloji çalışmaları ve bireysel araştırmalar ile Oltu Taşı yatakları, yatakların diğer birimlerle ilişkisi,

petrografik ve kimyasal özellikleri belgelenmiştir (Zengin, 1955; Konak ve diğ., 2001; Karayiğit, 2007; Hatipoğlu ve diğ., 2012; Toprak, 2013). Günümüzde Oltu Taşı işletmeciliği, Erzurum ve ilçeleri için ekonomik ve kültürel faaliyetlerin odağı durumundadır

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Oltu Taşı çok yüksek kalorili kömür ve/veya linyittir. El örneklerinin lifsi dokusu bunu açıkça ortaya koyar. Yerel halk ve folklor araştırmacıları “karakehribar” adını tercih ederler. Bu konuda iyi bir derleme Doğanay (1997) tarafından yapılmıştır.

Oltu Taşı yoğunluğu  $1,25 \text{ gr/cm}^3$ , sertliği 2, kalori değeri 8000 civarında, sarı, açık ve koyu kahve, siyah renklerde olabilen organik kökenli, doğal bir taştır. Yataklardan boyu 1-6 cm arasında yumrular halinde çıkarılır. Kırılma yüzeyleri konkoidal biçimdedir. İçinde az oranda pirit (demirsülfür) bulunur. Değişik Oltu Taşı örneklerinde ölçülen yansıma değerleri (reflection values,  $R_{\text{max}}$ ) ortalaması % 0,405 olup, organik taş olarak “alt bitümlü kömür” grubuna düşmektedir (Toprak, 2013). İşlenmesi kolaydır; kesilebilir, delinebilir, parlatılabilir. Genellikle metallerle birlikte kullanılarak eşya çeşitlenmesi sağlar (Alpaslan, 2010). İşlenmiş Oltu Taşı’na parlaklığı veren odunsu yapısı ve geçmişte geçirmiş olduğu düşük metamorfizma şartlarıdır. Obsidiyen benzeri konkoidal kırılması da metamorfizmaya uğradığını ortaya koymaktadır. Hemen bütün örneklerde az çok rastlanan ve büyük olasılıkla bakteri kökenli olan (framoidal) piritler, Oltu Taşı’nın, başlangıçta bataklık ortamlarında, kömür olarak depolandıklarının işaretçisidir. Pirit oranı fazlalaştıkça, Oltu Taşı’nın mat görünümü de artmaktadır (Karayiğit, 2007; Toprak, 2013).

**Saha yayılımı ve rezerv durumu:** Bu doğal taş, Oltu ilçesinin kuzeydoğu ve güneybatı kesimlerinde, yaklaşık 20 km lik bir uzanımında gözlenir. Burası Doğu Pontidler’de “Olur-Tortum

Tektonik Zonu” daki Olur Birliği’nin Malm yaşlı çökelleridir (= Olurdere Formasyonu) (Konak ve diğ., 2001). *Olurdere Formasyonu* iki adet yüz binlik paftaya yayılan (Oltu G47, Oltu G48) volkanik arakatlı kırıntılı kayaçlardan oluşmaktadır (Konak ve Hakyemez, 2008; 2009). Oltu Taşı kırıntılı tortul kayaçlar arasında ince seviyeler halinde bulunan kömür damarları içinden çıkarılır. Belirtmek gerekir ki, kömürlerin tümü Oltu Taşı değildir. Kömürlü tabakalar eğimli, yer yer kıvrımlıdır, bu yüzden bulma ve iletme zorlukları vardır. Yerel halk tarafından güvenli olmayan ocaklardan çıkarılır. Uzun yıllardır yapılan işletme nedeniyle rezervler çok azalmıştır. Sürdürülebilirlik açısından, Lületaşı’nda olduğu gibi, arama, işletme ve ticaretinin daha kontrollü yapılması gerekmektedir.

**Jeolojik özellikleri:** Oltu Taşı’nın jeolojisi, onu içinde bulunduran Olurdere Formasyonu ile açıklanır. Bu birim, Bozkuş (1991)’de tanıtılan Oltu-Narman Havzası’nın kömürlü tortullarına mesafe olarak yakın ve fakat stratigrafik olarak çok daha yaşlıdır. 1500 metre kalınlığı ile Olurdere Fm, neredeyse bütün Geç Jura devri boyunca bugünkü doğu Anadolu’yu da kaplayan denizin önce sığ, giderek derinleşen ortamlarında çökelmiştir (Konak ve diğ., 2001). Çoğunluğu alt seviyelerde olmak üzere yer yer çakıltaşı ve volkanit ara düzeyleri bulundurmasına karşılık, asıl oluşturucu litoloji yer yer tekçe bulunan kumtaşı-silttaşı-marn tabakaları ve bunların birlikte ardalanması şeklindedir. Kömür bantları ve Oltu Taşı yumruları görelî sığ kesimde çökelmiş kalın kumtaşları arasındaki killi silttaşı tabakaları arasında yer alır. Birimin asıl litolojiden farklı kayaçları olup “volkanit üyesi” olarak ayrılan andezit ve bazalt lavları, stratigrafik olarak değişik düzeylerde bulunur, üst seviyelere doğru ise yastık lavlar halindedir (Konak ve diğ., 2001). Paleocoğrafik bakımdan birim deltayık tortullarla

başlayıp denizaltı yelpazesi şeklinde yerleşen fliş oluşumuna geçer. Çoğunluğu fliş içinde olan konglomeralar kısmen olitostromlar kısmen de denizaltı yelpazesinin yakınsak kısımları olarak depolanmıştır.

Kömürlerin bir kısmı deltayik istifte, bir kısmı da bunlardan taşınarak denizaltı yelpazesi içinde depolanmıştır. Bu ikinciler seyrek ve çok ince seviyeler halindedir. İlginç olan, bir kısım kömürlerin genelde linyit olmalarına karşın aralarında onlardan farklı yapıya sahip Oltu Taşı'nın oluşabilmesidir. Yüksek ısı kömürlü oluşuklarda termal metamorfizmaya yol açmış görünmektedir. Böyle bir oluşumun örnekleri, yani göreceli yüksek ısının Geç Holosen yaşlı turbaları bile yersel olarak yüksek kalorili kömürlere dönüştürdüğü, Kapadokya'da bilinmektedir (Kazancı ve diğ., 1995; Kazancı ve Gevrek, 1996). Bu gelişmede önemli rolü, Olur-Tortum Zonu'nun güneyindeki Kuzey Anadolu Ofiyolit Zonu ile Alt Eosen'den itibaren gelişen çarpışması sırasında, iki zon arasındaki devasa tektonik hattın kenarında kalan Olurdere Formasyonu'nun tektonik, hatta, komşu kısımlarında meydana gelen yüksek ısı oynamıştır. Oltu Taşı ocaklarının tümünün bu tektonik hatta yakın ve paralel dağılıma sahip olması bu görüşü desteklemektedir (H. Yavuz Hakyemez, sözlü görüşme, 2013). Bu tektonik hattın aktivitesi en azından Pliyosen sonuna kadar sürmüştür (Konak ve diğerleri, 2001; Konak ve Hakyemez, 2001; 2008). Tektonik hatta paralel gelişen termal metamorfizma, bir kısım kömürlerin Oltu Taşı'na dönüşürken diğerlerinin neden daha düşük kalorilerde ve olağan linyit düzeyinde kaldığını açıklamaktadır.

### **Pileki taşı**

**Tip yeri:** Orta ve doğu Karadeniz bölgelerinde geleneksel ekmek pişirme yönteminin

uygulanmasındaki temel gereç olduğu için, Pileki taşı iyi bilinmektedir (Demir, 2010; Uzun ve Uzun, 2011; Öncel, 2013) (Şekil 1). Bununla birlikte Pileki ismi, çeşitli kaynaklarda bazen doğrudan ekmek yerine, bazen ekmeğin pişirildiği taş tepsi, bazen de taş tepsinin üretildiği ocak, taşhane için kullanılmaktadır. Pileki yaklaşık 25-35 cm çapında, 4-6 cm derinliği olan, 2-3 cm kalınlıkta, taş tepsi veya yayvan tabaktır (Şekil 6a). Bu pişirme tepsi belli yerlerden çıkarılan özel taşlardan elle oyularak yapıldığı için "pileki taşı" denilmektedir (Şaroğlu ve diğ., 2010). Pileki oyan taş ustaları, pileki yapmak için yerinden aldıkları kayalara da "pileki taşı" adını kullanırlar.

Günümüzde Pileki veya Pileki taşı üretimi Rize civarında, belirgin olarak Rize İyidere ilçesinde yapılmaktadır. Yani, Pileki Taşı'nın tip yeri Rize İyidere'dir (Şekil 1). Buradaki bir taş ocağı çok uzun yıllardır kullanıldığı için büyükçe bir yeraltı galerisi halini almıştır (Pileki mağarası; Nazik ve diğ., 2008). Şimdilerde bu yapay mağara (367 m uzunlukta, 3-3,5 metre yükseklikte) turizme kazandırılmaya çalışılmaktadır. Mağaranın oluşturulma süresi (= pileki üretiminin başlangıcı) hakkında henüz bilimsel veri yoktur. Çeşitli internet sayfalarındaki birbirinden çok farklı söylemlerin araştırma dayanağı yoktur.

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Pileki taşını anlatan çok sayıda internet sayfası ve yayınlanmış makale bulunmasına karşın, yalnızca iki kaynaktan (Nazik ve diğ., 2008; Şaroğlu ve diğ., 2010) taşın litolojisine değinilmekte, andezit-bazalt-aglomera-tüf-piroklastik topluluğu içindeki bazaltlardan üretildiği bildirilmektedir.

Pileki taşının litolojisi porfirik dokulu bazalttır. Koyu renkli hamur içinde göreceli iri feldspat kristallerinin saçılı halde olması, bu bazaltın kısmen andezit görüntüsü kazanmasına yol açmıştır. Bazaltlar çoğu yerde lav akmaları şeklinde, Pileki mağarasında ise lavlar orta ve

küçük boyutlu yastıklar şeklindedir Pileki taşı, yastık lav olarak yerleşmiş bazalttan, çoğu kez her bir yastığın kesilmesiyle çıkarılmaktadır. Üretimin yüzlerce yıl aynı yerden yapılmasının nedeni, büyük olasılıkla, büyük yastık lav zonunun keşfedilmesi ve hep onun izlenmesi yüzündendir.

Bazalt göreceli sert bir taştır. Ocakta önce Pileki olacak bir yastık tespit edilmekte (yastık tanımı yazarlara aittir, ocakta ustalar tecrübe ile seçim yaparlar), sonra seçilen kütleinin etrafı sivri uçlu özel çekiç-kazmalarla oyulmaktadır. İki yastık sınırına kadar oyulan taş kolayca düz yüzeyli olarak çıkarılır. Bundan sonraki işlem, pileki yapımı ocak dışında sürdürülür.

**Saha yayılımı ve rezerv durumu:** Pileki yapımı ve kullanımı hemen hemen son bulmuştur, yalnızca turistik ve kültürel faaliyet olarak sürdürülmektedir. Bunun için gerekli taş eskiden olduğu gibi Pileki mağarasından alınmaktadır. Dolayısıyla rezerv ihtiyacı yoktur. Bununla birlikte, Pileki mağarasını içinde bulandıran Hemşindere Formasyonu'nun (Korkmaz ve Gedik, 1988) yanal devamında Pileki yapımına uygun taşlar bulunabilir. Bu konuda bir araştırma yapılmış değildir. Hemşindere Fm orta ve doğu Karadeniz bölgelerinde çok yaygındır, ihtiyaç halinde yeni yataklar bulunabilecektir.

**Jeolojik özellikleri:** Pileki mağarasının olduğu İyidere (Rize) civarı, Geç Kretase yaşlı volkaniklastikler ile ince tabakalı denizel kireçtaşı, marn ve kumtaşlarının ardalı şekilde bulunduğu kayaçlardan oluşur. Bunlara Korkmaz ve Gedik (1988) tarafından Hemşindere Fm adı verilmiştir. Kalınlığı 5000 metreye yaklaşan bu birimde, hacimsel olarak, volkanik kökenli kayaçlar baskındır. Hemşindere Fm üzerine uyumlu şekilde kiltası-marn-kireçtaşı litolojilerinden kurulu, 325 m kalınlıktaki Geç Kretase-Paleosen yaşlı Rize Formasyonu oturmaktadır.

Hemşindere Fm'nundaki andezit, bazalt, aglomera ve tüflerin denizel tortullarla aralanması, buradaki volkanik kütleinin denizaltı volkanizması ürünleri olduğunu, bazaltların da yastık lavlar şeklinde yerleştiğini işaret etmektedir. İyidere Pileki mağarası büyük bir yastık lav oluşumu üzerinde açılmıştır.

### **Sille Taşı**

**Tip yeri:** Sille, Konya merkeze 15 km uzaklıkta, geçmişi antik zamanlara uzanan tarihi ve kültürel yerleşim merkezidir. Buradaki binaların yapımında yörenin kendi taşlarının kullanılmış olması dolayısıyla Sille Taşı adı doğmuştur (Şekil 1). Konya'nın pek çok tarihi yapısında da Sille Taşı kullanılmıştır. Sille'nin taş ocakları ve taş ustaları bugün iyi tanınmaktadır.

**Litolojisi ve işlenme özellikleri:** Sille Taşı, Göğer ve Kıral (1973)' in "*Keçimuhsine Üyesi*" olarak adlandırdığı, andezit blokları ve andezitik tüflerin karışık bulunduğu "kül-blok akması" şeklinde yerleşen volkanik birim içinden üretilmektedir. Sille Taşı gerçek andezit değildir, andezitik tüftür. Gerçi, ocaklardan az oranda çıkan gerçek andezit blokları da aynı isimle pazarlanır, ancak bunlar göreceli işlenme zorluğu nedeniyle fazla tercih edilmezler. Bunlara yöresel ad ile "Kentaşı" adı verilir (ken = taş ocağı).

Sille Taşı, tüflerden düşük, andezitlerden yüksek gözenekliğe sahiptir, bu nedenle göreceli kolay işlenir. Kapiler su emme katsayısı 2,6 – 2,9 kg/m<sup>2</sup>.h olarak tespit edilmiştir (Özdemir, 2002). Bu değer kireçtaşlarına göre yüksek olmakla beraber, iyi kaliteli betonun su emme katsayısından çok düşüktür. Bu nedenle yapıtaşı ve kaplamataşı olarak eskiden beri güvenle kullanılmaktadır. Isı dayanımı isteyen yerlerde de tercih edilen bir taştır.

**Saha yayılımı ve rezerv durumu:** Taş üretiminin yapıldığı ocaklar Sille civarındadır. Öte yandan, Sille Taşı'nı bulduran birimin az bir kısmı Sille çevresinde yüzeyleyir. Konya ile Beyşehir-Seydişehir çöküntülerini ayıran Erenler Dağı'nın doğu ve batı eteklerinde, aynı andezitik blok-kül akmalarına yaygın olarak rastlanır (MTA, 2002c). Özetle, Sille Taşı için rezerv sorunu yoktur. Sorun hızla genişleyen yerleşim yerleri nedeniyle taş ocaklarının şehir yakınında veya içinde kalmasıdır.

**Jeolojik özellikleri:** Sille Taşı'nı bulduran Keçimuhsine Üyesi Geç Miyosen-Pliyosen yaşlıdır (Hakyemez ve diğ., 1992; MTA, 2002c). Bu birim sahada kaba kırıntılı tortul kayalarla ardalanmalı ve yanal geçişli olarak görülür. Hata bazı yerlerde alüvyon yelpazesi tortullarının volkanitlerle bölündüğü yerler vardır. Bazı yerlerde ise andezit lav akmalarının egemenliği dikkat çeker. Volkanik çıkış merkezleri piroklastik örtü nedeniyle ayırt edilemez, ama Erenler Dağı'nın birden çok noktasından püskürerek çevreye yayılmış izlenimi sunmaktadırlar.

### **Traverten ve mermer**

Traverten ve mermerler ülkemizdeki doğal taş sektörünün neredeyse bütünüdür. Özellikle ihraç edilen ürünlerin tamamı bunlardan ibarettir. Traverten ve mermerlerin bu makale kapsamında tatmin edici şekilde açıklanması mümkün değildir; konu bütünlüğü sağlamak için buraya alınmıştır.

Doğal taş sektöründe blok veren, parlatılabilen, parladıktan sonra çekici yüzey görüntüsü olan bütün taşlar (magmatik, metamorfik, tortul kayalar) "mermer" olarak nitelendirilir (TR\_ME, 2012; TSE, 2012). *Gerçek mermer* ise kireçtaşlarının ve dolomitlerin ısı,

basınç veya her ikisinin ortak tesiriyle başkalaşıma uğramış metamorfik kayadır. Anadolu'nun değişik yörelerinde üstün kaliteli gerçek mermerler üretilmektedir; Afyon somakisi, Kemalpaşa beyazı, Elazığ vişnesi gibi (Şekil 1). Bir bakıma Anadolu mermer ülkesidir. Hatta Roma ve Erken Bizans dönemlerinde, imparatorlukların önemli yapılarında kullanılan taşlar Marmara Adası'ndaki ocaklardan sökülüp götürüldüğü için, adanın adından taşın ismi üretilmiştir (bkz. Meydan Larousse, Mermer maddesi, Meydan Yayınevi, 1969, İstanbul). *Ticari mermer* son yıllarda taş yontucularının kullanımıyla yaygınlaşan bir terimdir.

Ticari anlamda dört tip mermer tanımlanır. Bunlar;

1. *Gerçek mermerler;* metamorfik kalsit kristallerinden oluşan, yoğunluğu 2,7-3 g/cm<sup>3</sup> arasında değişen doğal taşlardır. Antik ve tarihi yapılarıdaki sütunlar, sütun başları, heykeller, kabartmalar ve lahitlerin çok büyük bölümü bu taşlardan (gerçek mermer) yapılmıştır. Dayanıklılığı ve parlak görüntüsü ile en çok tercih edilen yontu taşıdır. Bütün Ortadoğu ülkelerindeki önemli yapıların mermerleri ya hazırlanmış ya da blok taş olarak Anadolu'dan götürülmüştür. Mermerlerin rengi içindeki kalıntıların eseridir. Organik madde siyah, demir varlığı sarı ve kırmızı renkleri üretir. Desenler ise kireçtaşı veya dolomit anakayanın dokusuna, metamorfizma türü ve derecesine, örneğin kalsitlerin yeniden kristallenmesine, stilolit oluşumuna vb bağlıdır.

2. *Kireçtaşı mermerleri;* olağan kireçtaşı ve dolomitlerin blok veren türleridir. Kimyasal bileşimin % 90 kadarı karbonat, kalanı Fe, Mg, Ti, Al oksitler olabilir. Türkiye'nin bütün yörelerinde bulunur. Jeolojik olarak daha yaşlı olanları daha iyi ürünler verirler. Örneğin Permiyen kireçtaşı mermeri, Paleosen mermerine tercih edilir. Çoğunlukla kesme yapıtaşı olarak kullanılırlar.

Son yıllardaki gelişen işleme teknolojisi yardımıyla, gerçek mermerlerin kullanıldığı bütün uygulamalarda yer alırlar. Bu nedenle ülkenin hemen her yöresinde kireçtaşı mermeri (!) üreten taş ocakları hızla yayılmaktadır.

3. *Traverten mermerleri:* Ekserisi Kuvaterner yaşlı olan travertenler ülkemizin hemen her yerinde bulunan oluşuklardır. Kireçtaşı temeli kesen fay zonları boyunca bolca gözlenirler. Kendine has oluşum türleri, dokuları ve yaygın bulunuşları ile Denizli travertenleri ve Antalya travertenleri bütün dünyada tanınmaktadır. Travertenlerin ticarileşmesi son yıllarda gerçekleşmiştir. Bu kayaçlardaki gözenekliliğin yüksek oluşu yapıtaşı olarak kullanımını uzun süre engellemiştir. Ancak gelişen teknoloji kesilen traverten yüzeylerindeki boşlukların doldurulmasını ve parlatılmasını sağlamış, sonrasında ülkemizdeki travertenlerin pazara çıkmasına fırsat vermiştir. Artık travertenler her iklim şartında ve her alanda güvenle kullanılan taştır. İşlenme kolaylığı ve öteki doğal taşlara oranla hafif oluşu (ortalama birim hacim ağırlığı 2,3 g/cm<sup>3</sup>) pazar payını artırmaktadır. En çok kaplama taşı olarak kullanılır. Gözenek doldurulması nedeniyle travertenler blok olarak değil, işlenmiş (kesilmiş, gözenekleri doldurulmuş, parlatılmış), siparişe göre istenen boyutlarda ihraç edilmektedir. Bu konuda Denizli traverten işletmeleri öncü konumdadır (Özkul ve diğ., 2002).

Travertenler hakkında bir gelişme, artık bunların aktif fayları, dolayısıyla sismik bakımdan aktif zonları işaret ettiklerinin anlaşılmasıdır. Tersinden bakışla, ülkemizdeki traverten zenginliğinin nedenlerinden birisi faylarla

birlikte gözlenmesidir. Ayrıca, yakın zamana kadar travertenlerde fosil oluşamayacağı kanaati hâkimken, son yıllarda bolca karasal fosiller (tatlı su istakozları, yılan iskeleti, boynuz, memeli kemikleri, hominid kalıntıları vb) bulunmuş, böylece travertenlerin ekonomik değerleri yanında bilimsel önemleri de hızla artmıştır (Kappelman ve diğ., 2008) (Şekil 6d).

4. *Magmatik kökenli mermerler:* Bu gruba granit, siyenit, diyorit gibi parlatılabilen kristalli magmatik kayaçlar girer. Bunların kapsadığı fazla miktar kuvars nedeniyle işlenmeleri güçtür. Ayrıca taşları blok halinde çıkarmak kolay değildir. Diğer ticari mermerlere göre fiyatları çok yüksektir, bu nedenle kullanımı sınırlıdır. Ülkemizde üretimi azdır. Daha çok Güney Afrika ve Avustralya'dan blok olarak ithal edilir. Son yıllarda ise Çin'den işlenmiş olarak satın alınmaktadır.

Daha önce belirtildiği gibi, doğal taş olarak traverten ve mermerler büyük bir gruptur. Ayrı olarak ele alınması ve jeomiras açısından özel olarak irdelenmeleri gerekir. Bu taşların dünyadaki değerlerini kazanması için öncelikle satıldıkları ülkelerdeki kullanım yerlerinin kayıtlarının tutulması, tüketim dökümlerinin çıkarılması, antik ve tarihi yapılardaki mermerlerin hangi kaynaklardan ve ocaklardan üretildiklerinin saptanması gerekmektedir. Özetle, geçmişteki durumun ortaya konulması, günümüz için de iyi bir kayıt sistemi kurulması çok yararlı olacaktır. Bu, vergilendirme veya üretim sınırlaması amacıyla değil, Anadolu mermer ve travertenlerinin kültürel değerlerini koruma ve gelecek nesillere aktarma sorumluluğunu yerine getirmek için gereklidir.





**Şekil 6.** Doğal taşlardan üretilmiş değişik ürünler; a. Pileki (Şaroğlu vd 2010'dan), b. Oltu Taşı tespih (oltutasi.com'dan), c. Lületaşından sigara ağızlığı (eskisehrinhberi.com'dan), d. Denizli Kaklık travertenlerinde yengeç fosili, e. Tipik traverten ve bol gözenekli dokusu.

**Figure 6.** Handcrafts produced by using natural Stones; a. Pileki (after Şaroğlu et al., 2010), b. Rosary made of Oltu Stone (from oltutasi.com), c. Pipo produced from meerschaum (from eskisehrinhberi.com), d. Crab fossil within Denizli Kaklık travertines, e. Typical porous texture of a travertine.

## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Jeolojik yapı ile birlikte Anadolu'nun zengin kültürel geçmişi, dayanıklı ve dekoratif doğal taşların bolca kullanılmasına ve kalıcı eserlerin ortaya çıkmasına olanak vermiştir. Günümüze gelen böyle pek çok antik ve tarihi yapı büyük hayranlıkla ziyaret edilmektedir. Aynı taşların çoğu bugün de kullanılmaktadır; ancak bunların kamuoyu tarafından değerlerinin ve oluşumlarının

fazlaca tanındığı söylenemez. Bunun en iyi örneği internet ortamındaki eksik ve yanlış bilgilerdir. Değinilen belgelerde görüleceği üzere, şimdiye kadar doğal taşlar büyük ölçüde kültür ve folklor araştırmacıları tarafından ele alınmıştır. Bunlardaki jeolojik bilgiler zorunlu olarak aktarma yoluyla, eksik veya yanlış olarak verilme durumundadır. Bu durum taşların olduğu bölgedeki jeolojik inceleme azlığından değil,

bakış açısı farklılığında kaynaklanmaktadır. Örneğin, Erzurum yöresini çeşitli yönleriyle ele alan çok sayıda jeoloji çalışması bulunmaktadır ve bunlarda “Oltu Taşı” ismi hemen hemen yalnızca kömür konulu incelemelerde vardır ve üzerinde durulmadan geçilmektedir. Diğer yöreler için de durum aynıdır. Bu bir saptamadır, başka amacı yoktur ve önemli jeomiras değerlerimiz konusundaki araştırma gereğini işaret etmektedir. Bu yazı ile bazı çok tanınan doğal taşlar hakkında bilimsel bilgi verilmeye çalışılmıştır. Öte yandan, incelenen doğal taşların bulunduğu bölgelerdeki jeolojik araştırmaların yalnızca konu ile doğrudan ilişkili olanlarına değinme zorunluluğu olmuştur. Tersine durumda yazı jeoloji bibliyografyasına dönüşebilirdi.

Türkiye, jeolojik yapısı dolayısıyla, doğal taşların yanında yarı kıymetli taşlar ve süstaşları bakımından da zengin sayılır. Büyük bölümü ithal yolla gelse de bütün şehirlerde bazı doğal taşlar ile süstaşlarının yaygın şekilde pazarlandığı görülür. Bu pazarda işlenebilen bütün mineraller müşteri bulabilmektedir. Eldeki yazı kapsamında ise yalnızca yaygın bulunan, adeta Türkiye ile özdeşleşmiş olanlara yer verilmiştir. Bununla birlikte yapılan ayırımın ne derece yerinde olduğu tartışmalıdır. İncelemeler çoğaldıkça daha iyi ölçütlerin ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

Doğal taşlar konusundaki terminoloji gün geçtikçe karmaşık hale gelmektedir. İlginçtir ki, terim ve tanımların çoğunluğu yerbilimci olmayanlar ve özellikle son yıllarda pazarlamacılar tarafından uydurulmaktadır. Örneğin stres taşı, uyku taşı, nazar taşı gibi. Ayrıca, *mermer* tanımı da büyük bir karmaşa içermektedir. Türkçe literatürde ve standartlarda olsa bile, kendine has bir kayaç olan “mermer” in “ticari taş” veya “doğal taş” karşılığı kullanılması kolay benimsenecek bir durum değildir. Ülkemizde doğal taş ve yerbilimi kültürünün yaygınlaşması için her taşın

kendi adıyla ticarileşmesi gerekir. Bu konuda yerbilimcilere sorumluluk düştüğü kanaatindeyiz.

Ülkenin hemen her tarafında tanınan ve ayrı bir taş olmaktan çok adeta yapıtaşları için “nitelik” anlatan doğal taşlar da vardır. Bunların kendileri ve çıkarıldıkları ocaklar ticari bakımdan yüksek değerlerdedir. Ancak onlar bu yazı kapsamına alınmamıştır. Örneğin “Küfeki taşı”, “kayrak taşı” gibi (Arıoğlu ve Arıoğlu, 1993; Özpınar ve diğ., 1999). Piyasada aranan taşlar olmalarına karşın jeomiras değerleri ileri derecede değildir.

Bu yazı kapsamının dışında olmakla beraber değinilmesi gereken husus, jeomiras nitelikli doğal taşların tarihsel dönemlerde işletildikleri ocakların da başlı başına kültürel jeoloji açısından zenginlik olduğu ve mutlaka korunmaları için ele alınmaları gerektiğidir. Bunun en iyi iki örneği Iğdır Tuzluca’daki tuz mağarası ile Çankırı’daki tuz mağarasıdır. Bunun gibi yapay mağaralar, tarihsel ocaklar, eski maden atıkları, tarihi maden galerileri önemli araştırma konuları, jeoturizm araçları ve şüphesiz kültürel jeolojinin vazgeçilmez malzemeleridir. Bu konuların daha geniş şekilde ele alındığı araştırmalar yerbilimlerinin ve kültürümüzün zenginleşmesine katkı sağlayacaktır.

## **KATKI BELİRTME**

Bu çalışmanın çeşitli aşamalarında Yaşar Suludere ve Dr. Fuat Şaroğlu, yöresel ve bölgesel jeoloji hakkında bilgi, belge ve görüşlerini paylaşarak katkı vermişlerdir. Ayrıca F. Şaroğlu, yerine gitmeden önce orijinal Pileki temin etmiş ve doğrudan incelememizi sağlamıştır. Saha incelemeleri sırasında Prof. Dr. Ercan Aksoy (Eren Üniv. Mühendislik Fak. Dekanı), Bitlis, Şanlıurfa ve Eskişehir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü yetkilileri, Sille incelemeleri için Alper Erkan

destek sağlamışlar ve ilgi göstermişlerdir. Oltu Taşı'nın tanımlanmasında, dergi hakemi Dr. H. Yavuz Hakyemez verilen jeoloji açıklamalarının eksiklik ve hatalarını gidermiş, ulaşamadığımız kaynakları temin etmiştir. Dergi editörü değişik aşamalarda teşvik edici katkıda bulunmuştur. Yazarlar, adı geçenlere katkıları için şükranlarını sunarlar.

### **EXTENDED SUMMARY**

*Natural Stones, the sources of geological knowledge, have been also basic elements of all kinds of social development and culture, even not for the life itself. To be able to differ the significance of the natural stones in the human life, it is enough simply seeing the hand tools of early humans, caves used as settlements, Göbekli Tepe in southeastern Anatolia, Egyptian pyramids, AyaSofia, Selimiye Mosque in Edirne, Kaşıkçı Diamond or Ephesus ruins, and/or ornament materials in museums. However, natural stones are mainly represented by building stones generally as impressive and large monuments in everywhere have been constructed by blocks of such stones. Presently, consuming of natural stones, particularly in Turkey, is increasing, because they are not only decorative but also resistant to weathering and thermal conditions. Consequently, natural stones are unique part of the architectural history and they have been preferred and used in all civilisations all times (Farely, 2011). On the other hand, sources of the natural stones are not endless and its wild consume seems to be causes of new problems i.e for ground waters, geological heritage and natural environments in close future. Moreover, natural stones are geological heritage of Turkey, but only only few earthscientists are aware of threats from geoconservation point of view. The lack of reliable information about them is another problem. So, Ahlat Stone, Ankara Stone,*

*Lületaş, Midyat Stone, Nevşehir Stone, Oltu Stone, Pileki Stone and Sille Stone are subject of this study. They are also significant geosites of Turkey, thus it is possible to describe them as “national stones”. Their names are mostly due to the local geography where they were found or exposed (Fig. 1). The aim of this paper is to introduce cited natural stones, emphasizing geological properties together with their geoestatic and geoheritage values. In addition, these stones are key elements of cultural geology in the country as they have been used some monuments i.e. Seljuks' tombs stels (by Ahlat Stone), Mardin houses (by Midyat Stone), monasteries (by Sille Stone Ankara Stone, Midyat Stone), Mosolé dAtaturk (by travertine and marble) and and well-known artifacts i.e. tobacco pipe, bracelet, collier (by lületaş and Oltu Stone). Some brief explanations about them are as follows.*

***Ahlat Stone** is a kind of porous, iron-bearing ignimbrite formed by the Nemrut volcano of Quaternary during the early phase of its eruption period. Red coloured of Ahlat Stone is attractive and they are used together with gray one. All houses and monuments in Bitlis, Ahlat, Adilcevaz and Van regions had been built or covered by Ahlat Stone, preferably red coloured one since the Seljuks time.*

***Ankara Stone** is an andesite with high volume of plagioclase, mostly pink in colour. The stone is dense and compact. Mostly it is used outside as it is resistant to atmospheric conditions. They were formed by individual explosions in Ankara region during the Miocene time.*

***Lületaş (Eskişehir Stone)** is a white claystone composed of alpha-speziolite. It is bedded within conglomerate nodular structure. It is mined by individuals using deep and narrow tunnels. Trade of its as raw material is forbidden.*

**Midyat Stone** is a gray limestone of Eocene deposited on the shelf of Arabian continent; so the formation covers large areas in the southeastern Turkey. Its exposures have been mapped as Midyat Formation and Hoya Fm in somewhere.

**Neveşehir Stone** is a porous, fine grained ignimbrite of Cappadocian Volcanic Province occurred during the late Neogene and Quaternary. It is generally white and yellowish white in colour. It is not convenient for outside usage.

**Oltu Stone** is a kind of compact coal or phytolite found within the fine-grained clastic deposits of Mesozoic as 1-2 cm of nodules. Its hardness is around 2 in scale of Mohs. Most probably it occurred by thermal activity of Palaeogene volcanism on coal after its primary deposition.

**Pileki Stone** is a porfiri basalt in origin. It is produced from pillow lavas of Mesozoic by individuals using caves. Pileki itself is a rock plate for bread preparation locally.

**Sille Stone** which uses widely in ovens as resistant is an andesite of Late Miocene-Pliocene in age.

**Travertine ve marble** are very widespread rocks in Turkey based on geological features of the country. Presently, they are the most prominent export material of the country, creating some environmental problems.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Adin, H., 2007. Mardin ve Midyat'ta kullanılan bina yapı taşlarının bazı fiziksel özellikleri. Mühendis ve Makine 48 (570), 13-17.
- Alpaslan, E., 2010. Oltu Taşı, altın ve gümüş kullanılarak üretilen kol düğmesi ve kravat iğnesi örneklerinin incelenmesi. Zeitschrift für die Welt der Türken (Journal of World of Turks) 2, 179-189.
- Altunel, E., 2012. Kültürel Jeoloji; jeolojinin insanlığın yaşamı üzerindeki etkileri. İç. Kuvaterner Bilimi (ed. N.Kazancı,

- A. Gürbüz), Ankara Üniv. Yayını no 350, Ankara, 195-214.
- Arioğlu, N. ve Arıoğlu, E., 1993. Mimar Sinan'ın seçtiği taş; küfeki taşı ve çekme dayanımı. <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/12690>. s. 1021-1034.
- Atay, F.R., 1968. Çankaya. Pozitif Yayınları, 12. baskı, 651 s., İstanbul.
- Aydar, E., Schmitt, A.K., Çubukçu, H.E., Akın, L., Ersoy, O., Şen, E., Duncan, R.A., Atıcı, G., 2012. Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions. Journal of Volcanology and Geothermal Research 213-214, 83-97.
- BGS, 2011. Strategic stone study; building stone atlases of 32 counties. English Heritage, British Geological Survey, England.
- Bilim, C., 1997. Deniz köpüğü; lületaşı. OTAM, Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi 8, 117-127.
- Bozkurt, R., 1989. Lületaşı sorunları ve çözüm önerileri. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 7, 193-204.
- Bozkuş, C., 1990. Oltu-Narman Tersiyer havzası kuzeydoğusunun (Kömürlü) stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni 33, 47-55.
- Büyükbacı, İ.S., 2012. 'Doğaltaşlar İsimlendirme Kriterleri' standardının (TS-EN-12440/2008) ülkemize getirdikleri. TSE Standard Dergisi 606, 44-47.
- Demir, E., 2012. Doğu Karadeniz bölgesindeki pileki/bileki. [www.necatidemir.net/images/demir/bkosem/bileki\\_pileki.pdf](http://www.necatidemir.net/images/demir/bkosem/bileki_pileki.pdf)
- Dinçer, İ., Özvan, A., Akın, M., Tapan, M., Oyan, V., 2012. İgnimbritlerin kapiler su emme potansiyellerinin değerlendirilmesi; Ahlat taşı örneği. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 17/2, 64-71.
- Doğanay, H., 1997. Fitolojik kökenli bir fosil; Oltu taşı. Doğu Coğrafya Dergisi 3/2, 2-22.
- DYDTS (Doğal Yaşam Doğal Taş Sempozyumu), 2012. Bildiri Kitabı. 29 – 30 Mart 2012 MSGSÜ Sedat Hakkı Eldem Oditoryumu, 187 s., Fındıklı / İstanbul.
- EGS, 2011. EuroGeoSurveys annual report., The geological surveys of Europe, 126 s., Paris.
- Ercan, T., 1986. Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizması. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 107, 119-140.
- Erdal, M. ve Şimşek, O., 2011. Ahlat taşı (ignimbrit) atıklarının taşunu olarak beton içinde kullanılabilirliğinin araştırılması. Politeknik Dergisi 14/3, 173-177.
- Farrelly, L., 2011. Mimarlığın Temelleri (Çev. Neslihan Şık). Literatür Yayınları, Akademik Temeller Dizisi 01, İstanbul.

- Gevrek, A.İ., 1997. Aksaray doğusu, Ihlara-Derinkuyu yöresindeki volkanoklastiklerin sedimantolojisi. Doktora Tezi, Ankara Üniv Fen Bil. Enst., Ankara, 230 s. (yayınlanmamış).
- Gevrek, A.I. ve Kazancı, N., 2000. A Pleistocene pyroclastic-poor maar from central Anatolia, Turkey; the possible tectonic interaction on a phreatic explosion. *Journal of Vocanology and Geothermal Research* 95, 309 – 317.
- Göğer, E. ve Kırıl, K., 1973. Kızılören Dolayının (Konya Batısı) Genel Stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No 5204, Ankara (yayınlanmamış).
- Gökaltun, E., 2004. Atmosferik gaz ve asitlerin doğal taş yapı malzemeleri üzerindeki etkilerinin deneysel yöntemler ile analizi. Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi bildiriler kitabı, İstanbul, s. 149-160.
- Gökaltun, E., 2011. The changes in the structre of limestones as a result of calcium sulfate (gypsum stone) formation caused by atmospheric pollutants. *World Applied Sciences Journal* 13, 2082-2088.
- Gül, A.O., Çağlar, M.D., Serttaş, U., Gedik, N., Engün, H., Ürersoy, T., Banger, G., 2010. Lületaşı. Eskişehir Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Yayın No: 14, Eskişehir, 32 s.
- Hakyemez, Y., Elibol, E., Umut, M., Bakırhan, B., Kara, İ., Dağistan, H., Metin, T., Erdoğan, N., 1992. Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No 9449, 73s, Ankara (yayınlanmamış).
- Hatipoğlu, M., Ajo, D., Kibici, Y., Passeri, D., 2012. Natural carbon black (Oltu-stone) from Turkey: a micro-Raman study. *Neues Jb. Mineral. Abh.* 189 (1), 97–101.
- Heldal, T. ve Neeb, P. R. 2000: Natural stone in Norway; production, deposits and developments. *Norges Geologiske Undersøkelse Bulletin* 436, 15-26.
- Kappelman, J., Alçiçek, M.C., Kazancı, N., Schultz, M., Özkul, M., Şen, Ş., 2008. The first *homo erectus* from Turkey and implications for migrations into temparate Eurasia. *American Journal of Physical Anthropology* 135, 110-116.
- Karaoğlu, Ö., Özdemir, Y., Tolluoğlu, Ü., Karabıykoğlu, M., Köse, O., Froger, J.L., 2005. Stratigraphy of the volcanic products around Nemrut caldera; implications for reconstruction of the caldera formation. *Turkish Journal of Earth Sciences* 14, 123–143.
- Karayığit, A.İ., 2007. Origin and properties of Oltu gemstone coal. *Energy Sources* 29, 1279–1284.
- Kaya, A.C., 2008. Midyat Taşının Kaplama ve Yapıda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ç. Ü. Fen Bil. Enst. Maden Müh. Anabilim Dalı, 93 s., Adana (yayınlanmamış).
- Kazancı, N., 2005. Kültürel Jeoloji. *Mavi Gezegen* 12, 4-5.
- Kazancı, N., 2010. Jeolojik Koruma; Kavram ve Terimler. *Jeolojik Mirası Koruma Derneği yayını*, 60 s., Ankara.
- Kazancı, N. ve Gevrek, A.İ., 1996. Nevşehir-Acıgöl maarının tortul dolgusu (Kuvaterner, İç Anadolu); jeotermal süreçlerin fasiyes gelişimine etkileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 39, 27-44.
- Kazancı, N., Gevrek, A.İ., Varol, B., 1995. Facies changes and high calorific peat formations in a Quaternary maar lake of central Anatolia, Turkey; the possible role of geothermal processes in a closed lacustrine basin. *Sedimentary Geology* 94, 255 - 266.
- Kazancı, N. ve Şaroğlu, F., 2009. Türkiye Jeositleri Çatı Listesi. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı (13-17 Nisan 2009) Bildiri Özleri Kitabı-I, Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, s. 266-267.
- Koçyiğit, A., Winchester, J.A., Bozkurt, E., Holland, G., Beyhan, A., 2003. Saraçkoy volcanic suite; implications for the subductional phase of arc evolution in the Galatean arc complex, Ankara, Turkey. *Geological Journal* 38, 1–14.
- Konak, N. ve Hakyemez, H.Y., 2001, Tectonic units of the easternmost part of the Pontides: Stratigraphical and structural implications. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Int. Symp. on the Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea Area*, 93-103, 22-24 September 1996, Şile-İstanbul-Turkey, Turkish Association of Petroleum Geologists, Spec. Publ. 4, 93-103.
- Konak, N., Hakyemez, H.Y., Bilgiç, T., Bilgin, Z.R., Hepşen, N., Ercan, T., 2001. Kuzeydoğu Pontidlerin (Oltu-Olur-Şenkaya-Narman-Tortum-Uzundere-Yusufeli) Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü *Raporu*, no: 10489, Ankara.
- Konak, N. ve Hakyemez, H. Y., 2008. 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Tortum-G48 Paftası. No: 104, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, 69 s., Ankara.
- Konak, N. ve Hakyemez, H. Y., 2009. 1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Tortum-G47Paftası. No: 105, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, 72 s., Ankara.
- Korkanç, M., 2007. İgnimbritlerin jeomekanik özelliklerinin yapı taşı olarak kullanımına etkisi; Nevşehir Taşı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 31, 49-60.
- Korkmaz, S. ve Gedik, A., 1988. Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında kalan bölgenin jeolojisi ve petrol oluşumları. *Jeoloji Mühendisliği* 32-33, 5-15.
- MTA, 2002a. 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Ankara Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

- MTA, 2002b. 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Diyarbakır Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MTA, 2002c. 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Konya Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Mutlu, S., 2005. Türkiye'nin doğal taşlarının yörelerine göre dağılımı. Stone Yapı Endüstri Merkezi, Yapı Yayın 1, 43-63.
- Naim, A.E.M. ve Alsharhan, A.S., 1997. Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East. Elsevier Pub., Amsterdam.
- Nazik, L., Savaş, F., Kahraman, İ., Acar, C., 2008. Pileki Mağarası (Taşhane) İyidere- Rize araştırma raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor no 11012, Ankara (yayınlanmamış).
- Ocakoglu, F., 2007. A re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey. Journal of Asian Earth Sciences 31, 91-103.
- Öncel, Ü., 2013. Ekmeğimizi pişirdiğimiz bir araç; pileki. Bizim Ahıska Kış 2013, 47-48.
- Öneç, D.İ., Kırıl, N., Erkanol, D., Tulukçu, A., 2006. Medeniyetlerin Taşı "Mardin Taşı" ve Özellikleri. 59. Türkiye jeoloji Kurultayı (20-24 Mart 2006) Bildiri Özleri Kitabı, Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 469-471.
- Özdemir, A., 2002. Bazı yapı malzemelerin kapiler su emme potansiyelleri. Jeoloji Mühendisliği 26, 19-32.
- Özkaya, İ., 1974. Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresinin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 17, 51-72.
- Özkul, M., Varol, B., Alcicek, M.C., 2002. Denizli tarventenlerinin petrografisi ve depolanma ortamları. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 125, 13-29.
- Özpınar, Y., Bozkurt, R., Çobanoğlu, İ., Küçük, B., 1999. Uşak ve Sandıklı civarındaki "küfeki taşlarının (aglomera ve tüf) petrografik ve petrokimyasal incelenmesi, bunların yapıtaşı ve agrega olarak değerlendirilmesi. 2.Ulusal Kırmataş Sempozyumu'99 Bildiriler Kitabı, İstanbul, 99-111.
- Perinçek, D., Duran, O., Bozdoğan, N., ve Çoruh, T., 1992. Güneydoğu Türkiye'de otokton sedimanter kayaların stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi: Türkiye ve çevresinin tektoniği, petrol potansiyeli. Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri, 274-305.
- Petrascheck, W.E., 1963. Eskişehir civarındaki lületaşı yatakları. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 61, 10-13.
- Pivko, D., 2003. Natural stones in earth's history. Acta Geologica 58, 73-86.
- Sabah, E. ve Çelik, M.S., 1999. Sepiyolit; özellikleri ve kullanım alanları. 3.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu (14-J 5 Ekim 1999, İzmir) Bildiriler Kitabı, 132-146.
- Sert, M., 2010. Isparta ve Nevşehir yöresi volkanik kökenli taşların fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenerek kullanım alanlarının irdelenmesi. Yüksek lisans tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 92 s. Isparta (yayınlanmamış).
- Seyitoğlu, G. ve Büyükönal, G., 1995. Geochemistry of Ankara volcanics and the implications of their K-Ar dates on the Cenozoic stratigraphy of central Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 4, 87-92.
- Sungurlu, O., 1972. VI. Bölge Gölbaşı – Gerger arasındaki sahanın jeolojisi. TPAO Rap. No: 802, Ankara (yayınlanmamış).
- Şahin, K., Yılmaz, A., Günel, A., 2013. Mıdyat taşı ve taş işçiliği; doğal ve kültürel çevre ilişkileri. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi 6, 315-326.
- Şaroğlu, F., Güner, Y., Nazik, L., Aksoy, B., 2010. Pileki mağarası ve jeokültürel değeri. 1. Uluslararası Jeolojik Koruma Sempozyumu ve Güneydoğu Avrupa Ülkeleri ProGEO Toplantısı (15-19 Eylül 2010, Fırat Üniversitesi, Elazığ) Bildiri Özetleri, s. 34-35.
- Şengüler, İ., ve Izladı, E., 2013. Eskişehir grabeninin neojen stratigrafisi ve sismik yansıma etüdü ile kömür çökelim alanının araştırılması. MTA Dergisi 146, 105-116.
- Şimşek, O. ve Erdal, M., 2004. Ahlat Taşının (ignimbrit) bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması. Gazi Ü. Fen Bilimleri Dergisi 17 (4), 71-78.
- Tankut, A., Akıman, O., Türkmenoğlu, A., Güleç, N., Göker, T., 1990. Tertiary volcanic rocks in northwest central Anatolia, Turkey. In: Savaşçın, M.Y., Eronat, A.H. (eds), IESCA 1990 Proceedings vol. II, 450-466.
- Taşlıgil, N. ve Güven, Ş., 2011. Doğal ve kültürel özellikleri ile lületaşı. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi 4, 437-452.
- Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Le Pennec, J.L., 1998. Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry. Journal of Volcanology and Geothermal Research 85, 447-471.
- Theodossiou-Drandaki, I., R. Nakov, W.A.P. Wimbledon, A.Serjani, A. Neziraj, H. Hallacı, G. Sijaric, P. Begovic, T. Todorov, Pl. Tchoumatchenco, A. Diakantoni, Ch. Fassoulas, N. Kazancı, F. Saroglu, A. Dogan, M. Dimitrijevic, D. Gavrilovic B. Krstic, D. Mijovic, 2004, IUGS Geosites project progress - a first attempt at a common framework list for south eastern European countries. In: M. Parkes, Ed., Natural and Cultural Landscapes- the geological

- foundation. Proceedings of a Conference 9-11 September 2002, Dublin Castle, Ireland, Royal Irish Academy, Dublin*, pp. 81-90.
- Toprak, S., 2013. Petrographical properties of a semi-precious coaly stone, Oltu stone, from eastern Turkey. *International Journal of Coal Geology* 120, 95-101.
- Toprak, V., Savaşçın, Y., Güleç, N., Tankut, A. 1996. Structure of the Galatean volcanic province. *International Geology Review* 38, 747-758.
- TR-ME (Republic of Turkey Ministry of Economy) 2012. Natural Stones. Broşür, 8 s, Ankara.
- TSE, 2012. Mermer ve Doğal Taş Sektörü. *Standard Dergisi* 606, 22-112.
- USGS, 2012. Famous building stones of our nation's capital. Fact Sheet April 2012, 3044, 1-2. <http://pubs.usgs.gov/gip/stones>
- Uzun, A., Uzun, S., 2001. Taşhaneden aşhaneye; taş pilekiler. *OGU Sosyal Bilimler Dergisi* 2, 149-168.
- Yılmaz, S. ve Çakır, Ü., 2007. Yuvaköy civarındaki Ankara karmaşığının petrolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 50, 109-129.
- Yılmaz, Y., Güner, Y., Şaroğlu, F., 1998. Geology of the Quaternary volcanic centres of the east Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 173-210.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., Güner, Y., 1987. Initiation of the neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics* 137, 177-199.
- Zengin, Y., 1955. Oltu taşı yatakları. *MTA Dergisi* 18, 147-149.

---

**Makale Geliş Tarihi** : 22 Ekim 2013  
**Kabul Tarihi** : 18 Aralık 2013

*Received* : 22 October 2013  
*Accepted* : 18 December 2013



## **Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi, Örnek Çalışma: Duru-2011 Hendeği, Tuz Gölü Fay Zonu, Orta Anadolu, Türkiye**

*Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method, Case Study: Duru-2012  
Trench, Tuz Gölü Fault Zone, Central Anatolia, Turkey*

**Akın KÜRÇER<sup>1</sup>, Yaşar Ergun GÖKTEN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya,  
Ankara, Türkiye (akin.kurcer@mta.gov.tr)*

<sup>2</sup> *Okan Üniversitesi, Sürekli Eğitim Merkezi, Kızılay, Ankara, Türkiye  
(ergun.gokten@okan.edu.tr)*

### **ÖZ**

Paleosismoloji; eski depremlerin yeri, zamanı ve büyüklüğü hakkında bilgi elde etmeye çalışan bir aktif tektonik çalışma disiplini. Hendekli paleosismoloji çalışmaları, paleosismolojide sıkça uygulanan ve kayda değer veri sağlayan bir yöntemdir. Özellikle derin ve basamaklı hendek çalışmalarında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, hendek duvarlarındaki jeolojik bilgilerin okuyucuya görsel olarak aktarılmasıdır.

Bu makalede, paleosismolojik hendek çalışmaları için yeni bir fotoğraflama yöntemi olan “Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi” örnek bir uygulama ile tanıtılmıştır. Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi, sırasıyla planlama, fotoğraflama, fotoğrafların birbirine eklenmesi ve sanal tur oluşturulması olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Bu yöntem ile elde edilen sanal tur, bir hendek çalışmasının görsel olarak okuyucuya sunulmasına olanak sağlamanın ötesinde, hendek verilerinin özellikle yorumlanması aşamasında çok önemli katkılar sağlamaktadır. Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi ilk defa, Tuz Gölü Fay Zonu (Orta Anadolu, Türkiye) üzerinde yürütülen paleosismoloji çalışmalarında uygulanmıştır. Orta Anadolu Bölgesi'nin en önemli kıta içi aktif fay zonlarından biri olan TGFZ, yaklaşık 200 km uzunluğunda, KB-GD doğrultulu, aktif, sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal bir fay zonudur. Uzunlukları 9 ile 33 km arasında değişen birbirine koşut veya yarı koşut fay segmentlerinden oluşan TGFZ'nun en önemli segmentlerinden biri Akhisar-Kılıç segmentidir. Bu çalışmada, Akhisar-Kılıç segmentinin orta bölümünde bir hendek kazılmıştır.

Hendek stratigrafisi, fay koluvial kama geometrisi, fay kollarının yukarıya doğru sonlanması gibi paleosismolojik ölçütler ve <sup>14</sup>C yaş verileri kullanılarak yapılan değerlendirmede, Duru-2011 Hendeği'nde son 23 000 yıl içerisinde üç paleosismik olay tanımlanmıştır. Diğer taraftan, Akhisar-Kılıç segmenti üzerinde yürütülen bir başka paleosismoloji çalışmasında, son 10 500 yıl içerisinde iki deprem tanımlanmıştır. Aynı segment üzerindeki iki hendekten derlenen deprem verileri fay penceresi yöntemiyle değerlendirilmiş



ve Akhisar-Kılıç segmenti için ortalama deprem tekrarlanma aralığı 10390 yıl olarak hesaplanmıştır. Akhisar-Kılıç segmenti üzerindeki yakın dönem (Geç Pleyistosen-Günümüz) düşey kayma hızı 0,034 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu değer, segmentin uzun dönem (Geç Pliyosen) düşey kayma hızı (0,046 mm/yıl) ile oldukça uyumludur.

**Anahtar Kelimeler:**  $^{14}\text{C}$ , hendek, paleosismoloji, paleosismolojik üç boyutlu sanal fotoğrafıma yöntemi, Tuz Gölü fay zone.

## ABSTRACT

*Paleoseismology is an active tectonic discipline that tries to obtain information about the location, time and magnitude of paleoearthquakes by using geological and geomorphological data. Paleoseismic trenching is the most important method that is frequently used in paleoseismology and provides considerable data. One of the most important problems encountered especially in deep and benched paleoseismological trench works is the visual representation of the trench stratigraphy and structure to the reader.*

*In this paper, "Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method", a new photographic method for paleoseismology, is presented with a case study. Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method consists of four stages which are respectively: planning, photographing, stitching and construction of virtual tour.*

*Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method has been applied for the first time during the paleoseismological studies carried out on the Tuz Gölü Fault Zone (Central Anatolia, Turkey). The Tuz Gölü Fault Zone (TGFZ) is one of the most important intra-continental active fault zones in the Central Anatolian Region. TGFZ is an approximately 200 km-long, NW-SE trending, active normal fault zone with a right lateral strike-slip component. The Akhisar-Kılıç segment is one of the most important segments of TGFZ which is composed of fault segments parallel or sub-parallel to each other and with lengths varying between 9 and 33 km. In this study, a paleoseismic trench (Duru-2011) has been excavated on the middle section of Akhisar-Kılıç segment.*

*As a result of the evaluation carried out making use of paleoseismological criteria such as trench microstratigraphy, geometry of fault colluvial wedge, upward termination of fault strands, and  $^{14}\text{C}$  age data, three paleoseismic events were described within the Duru-2011, which occurred in the last 23 000 years. On the other hand, in the last 10 500 years two paleoseismic events has been described within the another paleoseismological study. Earthquake data collected from the two trenches on the same segment were evaluated by "fault window method". And averagely earthquake recurrence period of Akhisar-Kılıç segment was calculated as 10390 year. Short time (Late Pleistocene - Recent) annual vertical slip rate of Akhisar-Kılıç segment was calculated as 0,034 mm/year. This value is well consistent with long term (Late Pliocene) vertical geological slip rate (0,046 mm-year) of segment.*

**Key words:**  $^{14}\text{C}$ , paleoseismology, paleoseismological three dimensional virtual photography method, trench, Tuz Gölü fault zone.

## **GİRİŞ**

Depremsellik açısından tehlike içeren bölgelerde, deprem tehlike analizlerinin doğru ve güvenilir biçimde yapılabilmesi, o bölgedeki aktif fayların deprem davranış biçimlerinin belirlenmesi ile mümkündür. Aktif fay; Kuvaterner’de yüzey faylanması veya deformasyonu ile sonuçlanmış büyük deprem üreten ve gelecekte yüzey faylanması veya deformasyonuna yol açabilecek büyüklükte deprem üretme potansiyeli taşıyan fay olarak tanımlanabilir. Aktif fayların deprem davranış biçimlerinin ortaya çıkartılmasında günümüzde kabul gören ve yaygın olarak kullanılan en önemli yöntem Paleosismolojidir. Paleosismoloji; jeolojik ve jeomorfolojik verilerden yararlanarak, eski depremlerin yeri, zamanı ve büyüklüğü hakkında bilgi elde etmeye çalışan bir disiplindir (McCalpin, 1996).

Paleosismolojik hendek açma yöntemi (paleoseismic trenching), paleosismolojide sıkça uygulanan ve kayda değer veriler sağlayan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, faylanma tipine bağlı olarak aktif fay izine dik ya da koşut olarak kazılan hendekler içerisinde sedimantoloji, stratigrafi ve yapısal jeoloji esaslarına göre jeolojik değerlendirmeler yapılır. Daha sonra, eski depremlerin tarihlendirilmesine olanak sağlayacak çökellerden numuneler derlenir ve uygun radyometrik yaşlandırma teknikleri kullanılarak tarihlendirilir.

Paleosismolojik hendeklerin kazı tipleri ve boyutları, çalışılan fayın özelliğine (faylanma tipi, yıllık kayma hızı, deprem tekrarlanma aralığı, her depremde meydana gelen yer değiştirme miktarı, bilinen son tarihsel depremden günümüze kadar geçen süre vb.) ve hendek sahasının fiziksel parametrelerine (yer altı su durumu, hendek çökellerinin duraylılığı vb.) göre değişebilir. Göreceli olarak daha düşük kayma hızına sahip (< 1mm/yıl) ve eğim atımın baskın olduğu faylarda

yapılan paleosismolojik kazılar daha derin ve kapsamlı yapılmaktadır. Yer altı su seviyesinin sığ olduğu ya da hendek duvarlarının stabil olmadığı durumlarda, hendekler güvenlik açısından basamaklı ve/veya şevli kazılmaktadır.

Hendek duvarlarının temizlenmesinin ardından, hendekteki jeolojik ayrıntılar dikkate alınarak karelajlama (gridding) yapılır. Karelajlamada genellikle 1 m grid aralığı standart kabul edilmektedir. Karelajlamanın ardından, hendeğin görsel olarak kayıt altına alınması gerekir. Bu aşamada karşılıklı hendek duvarlarının belirli bir ölçekte loglanması ve fotoğraflanması gerekir. Loglama iki şekilde yapılabilir. Manuel loglama tekniğinde, hendek duvarlarındaki her bir karelaj genellikle 1/20 m. ölçeğinde küçültülerek çizilir ve ardından bu çizimler birleştirilerek hendek duvarının tamamına ait duvar logu elde edilir. Fotomozayik loglamasında ise hendek duvarının yeter sayıda fotoğrafı çekilir ve bilgisayar ortamında çeşitli yazılımlar kullanılarak bu fotoğraflar birleştirilir. Hendek duvarının tamamına ait bir fotomozayik oluşturulur ve loglama bu fotoğraf üzerinden yapılır. Fotomozayik loglama tekniği, çizimden kaynaklanabilecek hata oranını en aza indirme olanağı sağladığı ve hızlı bir yöntem olduğu için son yıllarda paleosismolojide sıkça kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem, fotoğrafların birleştirilmesinde hatalara neden olduğu ve fotoğrafta bozulmalar meydana geldiği için derin ve basamaklı kazılarda yetersiz kalmaktadır. Bunlardan başka, hendek jeolojisinin nicel olarak değerlendirilebilmesi açısından, manyetik duyarlılık ölçümleri gibi bazı fiziksel ölçümlerin de yapıldığı güncel paleosismolojik çalışmalar da bulunmaktadır (Örneğin Fraser vd., 2009).

Bu makalede, paleosismolojik hendek çalışmaları için yeni bir fotoğraflama yöntemi olan “Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama

Yöntemi (Paleoseismological Three-Dimensional Virtual Photography Method)” yöntemi örnek bir uygulama ile tanıtılmıştır. Yöntem Dünya’da ilk defa, yazarlar tarafından Tuz Gölü Fay Zonu (Orta Anadolu, Türkiye) üzerinde yürütülen paleosismoloji çalışmalarında (Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012) uygulanmıştır.

## **TUZ GÖLÜ FAY ZONU – AKHİSAR-KILIÇ SEGMENTİ**

Afrika, Arap ve Avrasya levhaları arasındaki kıtasal çarpışmaya bağlı olarak gelişen ilerleyen deformasyon sonucunda, sağ yanal Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS), sol yanal Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) ve Ölü Deniz Fay Sistemi (ÖDFS) ile aktif bir yitim zonu olan Ege-Kıbrıs dalma-batma zonu ile birbirinden ayrılan dört ana neotektonik bölge gelişmiştir. Bunlar; Doğu Anadolu sıkışma bölgesi, Kuzey Anadolu bölgesi, Batı Anadolu genişleme bölgesi ve Orta Anadolu “Ova” bölgesidir (Şengör, 1980; Şengör vd., 1985). Orta Anadolu bölgesinde, gerilme kökenli, birbirine koşut olmayan verev atımlı faylar ile sınırlı havzalar (örneğin Tuz Gölü havzası) Şengör (1980) tarafından “Ova” olarak tanımlanmış ve bu alan “Orta Anadolu Ova bölgesi” olarak isimlendirilmiştir. Şengör (1980)’e göre bu alan Batı Anadolu genişleme sisteminin doğuya doğru giderek zayıflayan bir devamı niteliğindedir. Orta Anadolu ova bölgesi aynı zamanda, diğer üç neotektonik bölge arasındaki geçiş zonunu oluşturmaktadır (Dirik ve Göncüoğlu 1996; Koçyiğit ve Beyhan 1998; Dirik 2001; Koçyiğit ve Erol 2001; Dirik ve Erol 2003; Koçyiğit ve Özacar 2003; Koçyiğit, 2005). Orta Anadolu Bölgesi’ni konu alan güncel jeodetik çalışmalara göre, bu bölgedeki baskın genişlemeli tektonik rejimin kaynağı, GB’daki Helen yitim zonundan kaynaklı hendeğin çekim kuvvetidir (Aktuğ vd., 2013).

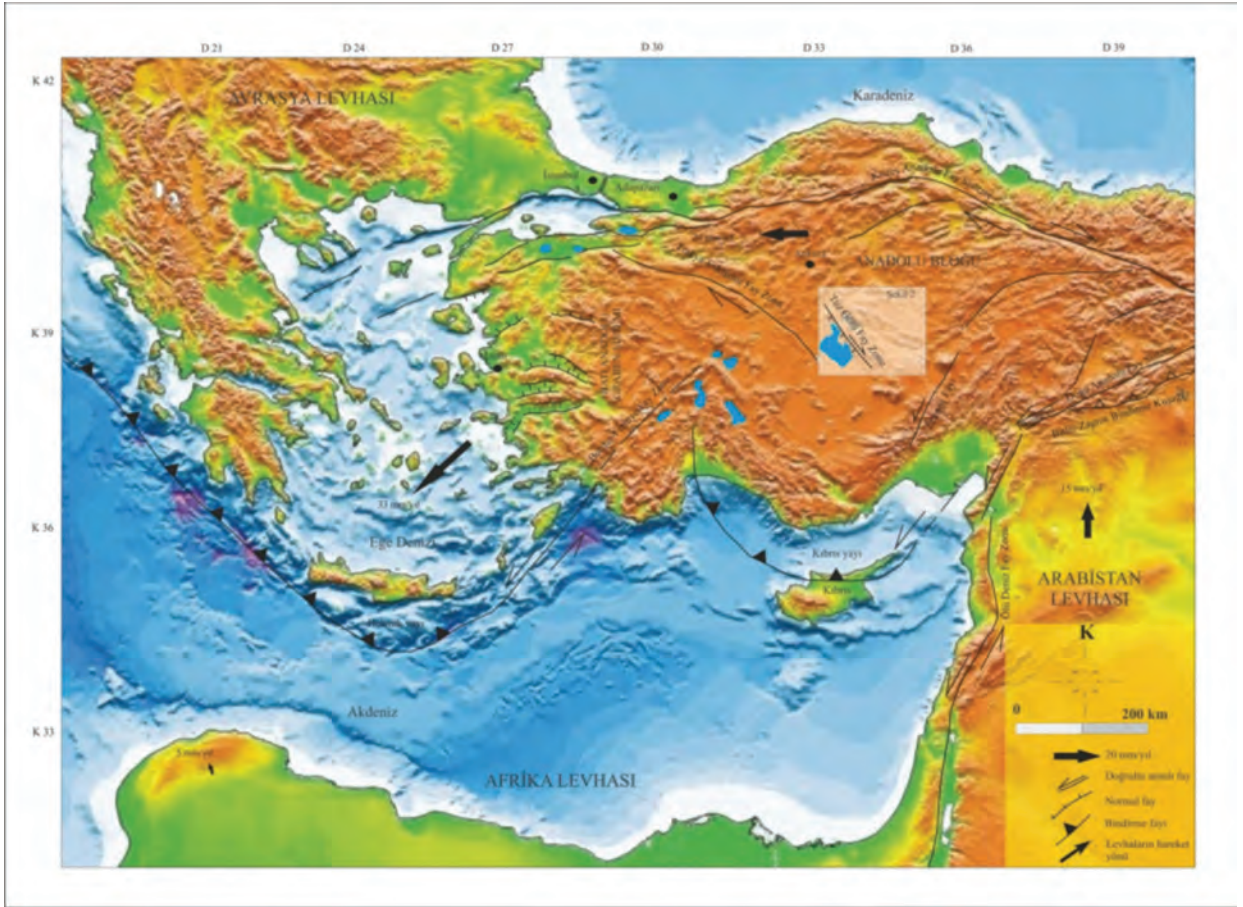
Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ), Orta Anadolu Bölgesi’nin en önemli kıta içi aktif fay zonlarından biridir (Şaroğlu vd., 1992, Dirik ve Göncüoğlu, 1996, Çemen vd., 1999, Koçyiğit, 2000; Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012) (Şekil 1). Morfotektonik özellikleri ve büyüklükleri 5’e ulaşan deprem dışmerkezlerinin dağılımları göz önüne alındığında TGFZ halen aktiftir (Dirik ve Erol, 2000; Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012). TGFZ, KB’da Tuz Gölü ile GD’da Kemerhisar (Niğde) arasında KB-GD doğrultusunda uzanan, yaklaşık 200 km uzunluğunda, sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal bir fay zonudur. Bu zon aynı zamanda, doğudaki normal bileşenli doğrultu atımlı neotektonik rejim bölgesi ile batıdaki genişlemeli neotektonik rejim bölgesinin birbirinden ayıran bir geçiş zonudur (Koçyiğit ve Özacar, 2003).

Uzunlukları 9 ile 33 km arasında değişen birbirine koşut veya yarı koşut fay segmentlerinden oluşan TGFZ’nun en önemli segmentlerinden biri, jeolojik fay uzunluğu ve morfotektonik özellikleri nedeniyle Akhisar-Kılıç Segmenti’dir. 27 km uzunluğundaki Akhisar-Kılıç segmenti, TGFZ’nun orta bölümünde yer alır ve Akhisar köyü ile Hasandağ arasında K25°-30°B doğrultusunda uzanır (Şekil 2).

Şekil 3’te Akhisar-Kılıç Segmenti boyunca hazırlanmış jeoloji haritası sunulmuştur. Akhisar-Kılıç segmenti, KB’da Akhisar köyü civarında Erken Pliyosen yaşlı Kızılkaya ignimbritlerini keser. Akhisar ile Yuva köyleri arasında Oligosen yaşlı Yassipur formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpaze çökellerinin sınırını oluşturur, yer yer de alüvyon yelpazelerini keser. Akhisar-Kılıç segmenti, Yuva köyü KB’sından itibaren Hasandağ volkanitlerini keser. Yuva ile Helvadere köyleri arasında KB-GD uzanımlı elipsoid geometrilili çöküntü alanını KD’dan sınırlandıran fay, bu alanda yer yer Geç Pleyistosen – Holosen

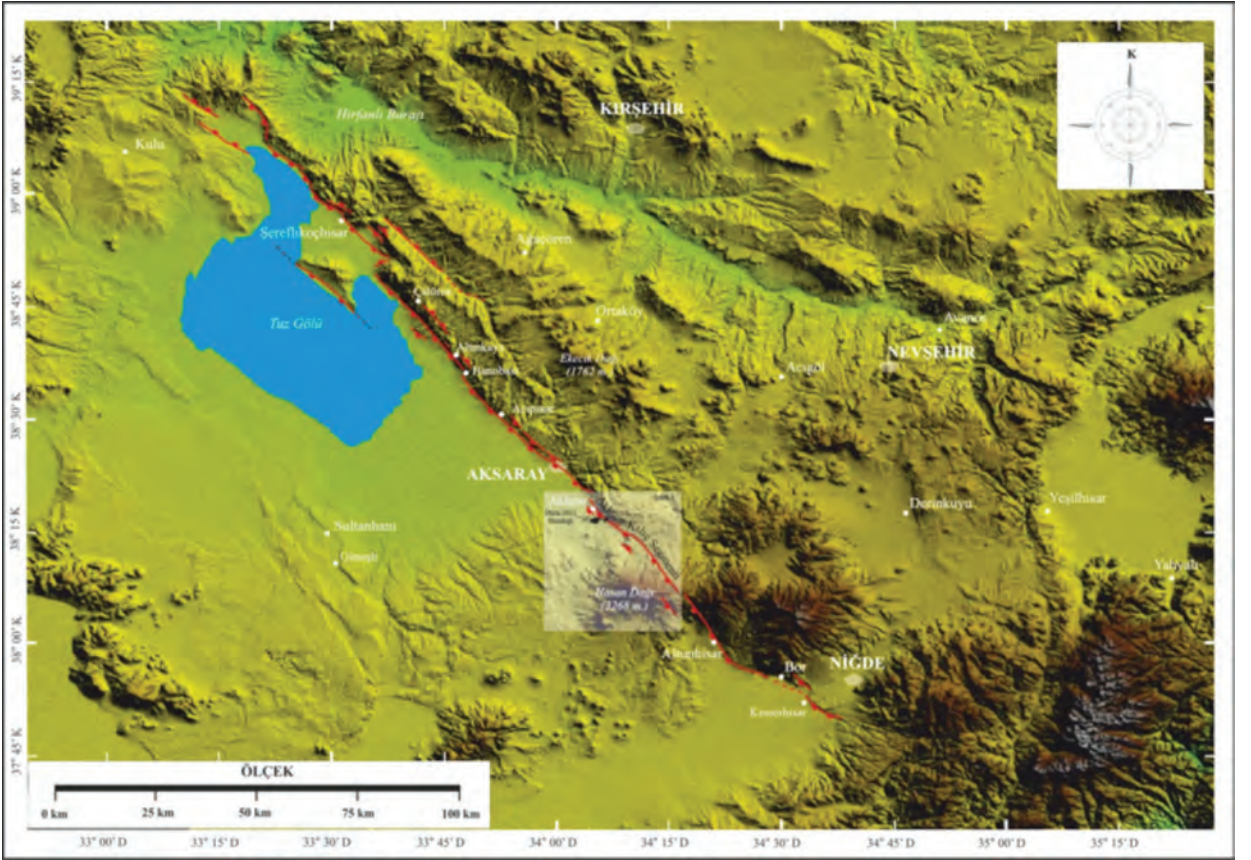
çökellerini de kesmektedir. Helvadere GD'sundan itibaren Kılıç sırtına kadar olan bölümde yeniden Hasandağ volkanitlerini kesen fay segmenti, Kılıç sırtı mevkiinde son bulur. Akhisar – Kılıç segmenti, Akhisar ile Yuva köyü arasında birbirine

paralel dizilmiş alüvyon yelpazeleri ve çizgisel fay sarplıkları ile karakteristiktir. Bu alanda fay izi boyunca dizilmiş çok sayıda soğuk ve acı su kaynağı bulunmaktadır.



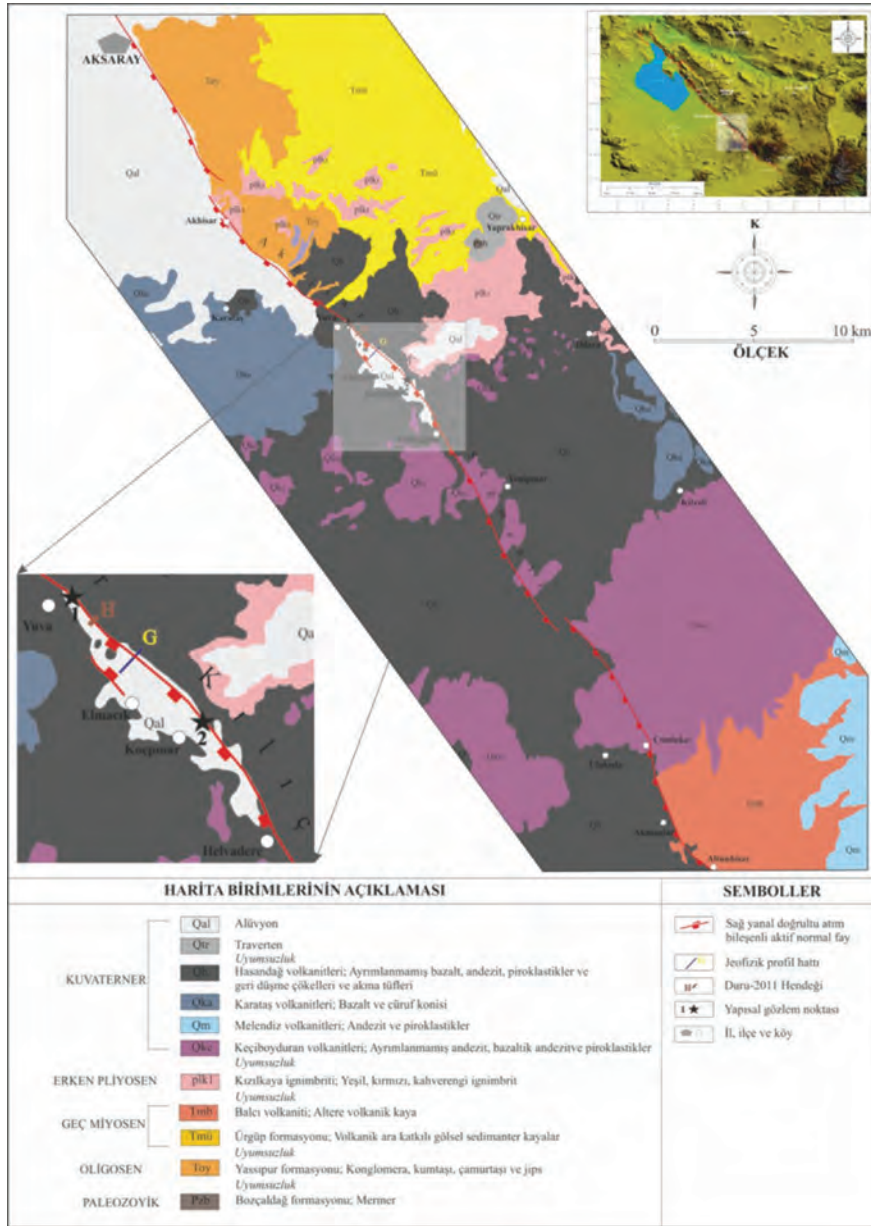
**Şekil 1.** Doğu Akdeniz Bölgesi'nin başlıca neotektonik unsurları ve Tuz Gölü Fay Zonu'nun konumu (Okay vd., 2000'den düzenlenmiştir; Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012). Siyah oklar ve rakamlar Avrasya plakasına göre göreceli levha hareket yönlerini ve GPS hızlarını göstermektedir (Reilinger vd. 2006).

**Figure 1.** Main neotectonic elements of Eastern Mediterranean Region and location of Tuz Gölü Fault Zone (Modified from Okay et al., 2000, as cited in Kürçer, 2012; Kürçer and Gökten, 2012). Black arrows and corresponding numbers show GPS-derived plate velocities (mm-year) relative to Eurasia (Reilinger et al., 2006)



**Şekil 2.** Bölgeye ait Sayısal Yükseklik Modeli üzerinde Tuz Gölü Fay Zonu'nun segmentleri ve bu segmentler içerisinde Akhisar-Kılıç Segmenti ve Duru-2011 Hendeği'nin konumu (Sayısal Yükseklik Modeli için Shuttle Radar Topography Mission-SRTM verileri kullanılmıştır) (Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012).

**Figure 2.** Segments of Tuz Gölü Fault Zone and setting of Akhisar-Kılıç segment and Duru-2011 Trench on the Digital Elevation Model of the region (Shuttle Topography Mission – SRTM data were used for the Digital Elevation Model) (Kürçer, 2012, as cited in Kürçer and Gökten, 2012)



Şekil 3. Akhisar – Kılıç segmenti ve yakın civarının jeoloji haritası (Dönmez vd., 2005'ten düzenleyen Kürçer ve Gökten 2012).

Figure 3. Geological map of Akhisar-Kılıç segment and its vicinity (modified from Dönmez et al., 2005; as cited in Kürçer and Gökten, 2012)

### Duru-2011 Hendeği

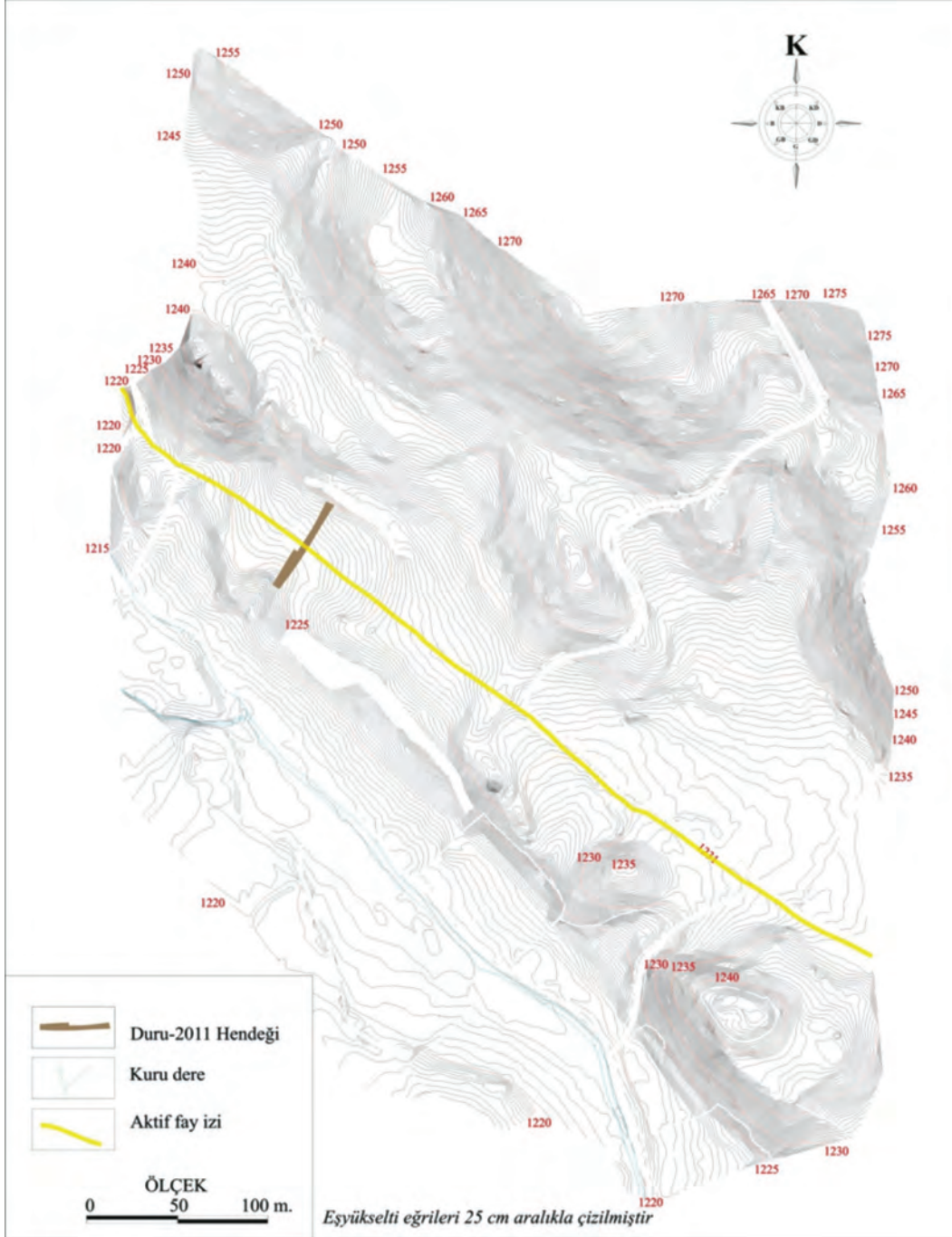
Duru-2011 Hendeği, 2011 arazi çalışmaları sırasında bir trafik kazası sonucunda kaybettiğimiz MTA jeologlarından Dr. Mehmet Duru ve ekip

arkadaşları jeoloji mühendisleri Taylan Hakan ve Selma Ceylan'a atfedilmiştir.

Duru-2011 Hendeği Akhisar-Kılıç segmentinin orta bölümünde yer alır (Bkz. Şekil 3).

Hendek kazı alanındaki topografyanın kayıt altına alınabilmesi amacıyla, Total Station kullanılarak kazı alanı ve çevresinin 1/500 m ölçekli topografik

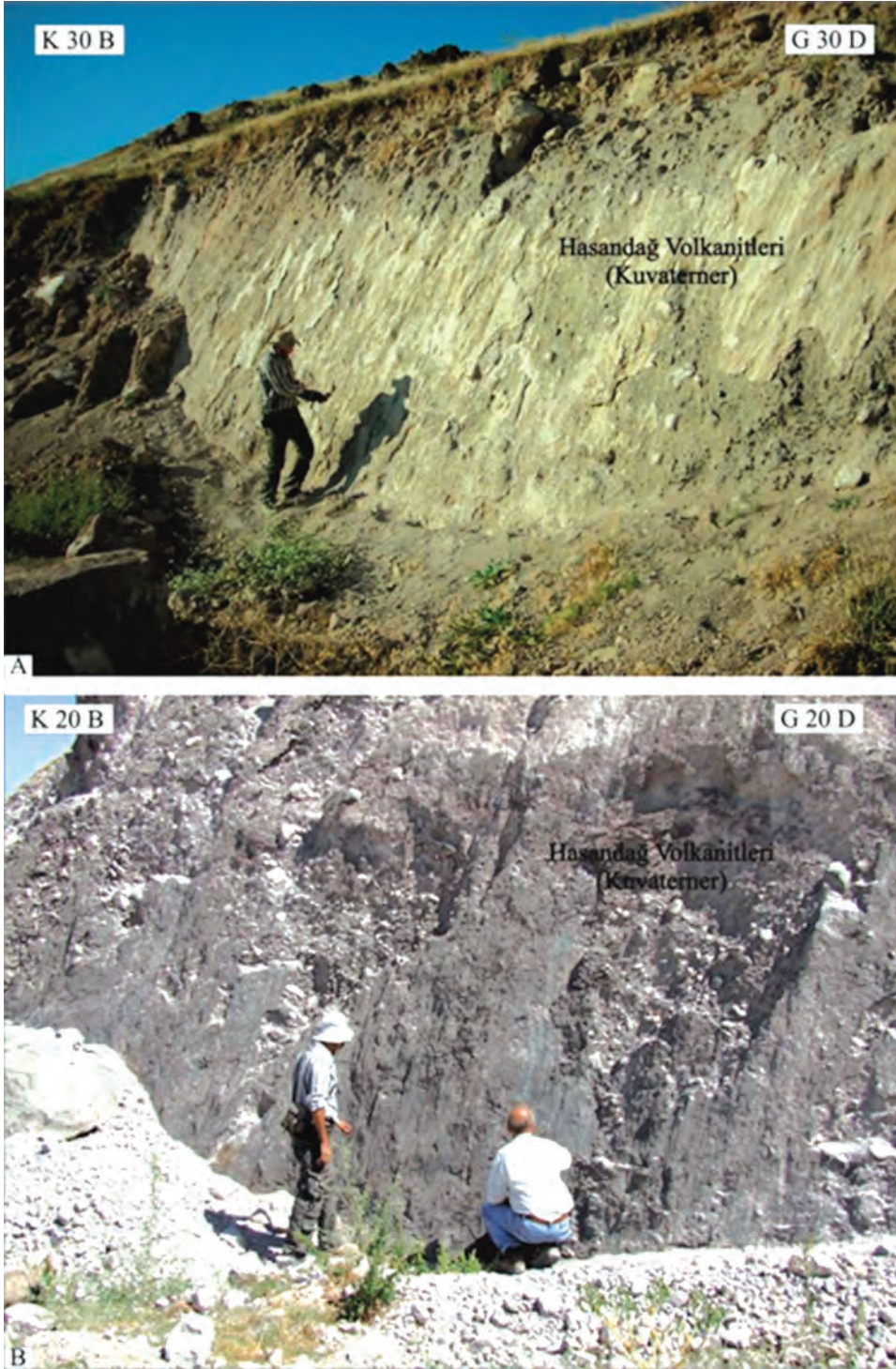
haritası oluşturulmuştur. Daha sonra hendek ve hendekte saptanan aktif fay zonu, oluşturulan bu topografik harita üzerine taşınmıştır (Şekil 4).



Hendek yer seçiminde, hendek alanının yakın kuzey ve güneyindeki fay düzlemi mostralardan faydalanılmıştır (Şekil 5). Buna ilaveten, hendek kazısı düşünülen alanın yakın güneyinde fay izine dik doğrultuda bir hat boyunca, 250 m. aralıkla 8 adet Düşey Elektrik Sondaj (DES) yapılmıştır. DES'larda yaklaşık 2000 m. derine kadar veri elde edilmiştir. Elde edilen DES verilerinden bir yer elektrik yapı kesiti türetilmiştir. Türetilen yer elektrik yapı kesitinde yüzeye kadar ulaşan bir fay tespit edilmiştir (Şekil 6). Yer Elektrik yapı kesitinde belirlenen fay verisi ve yapısal gözlemler jeomorfoloji ile bütünleştirilerek hendek yeri seçilmiştir.

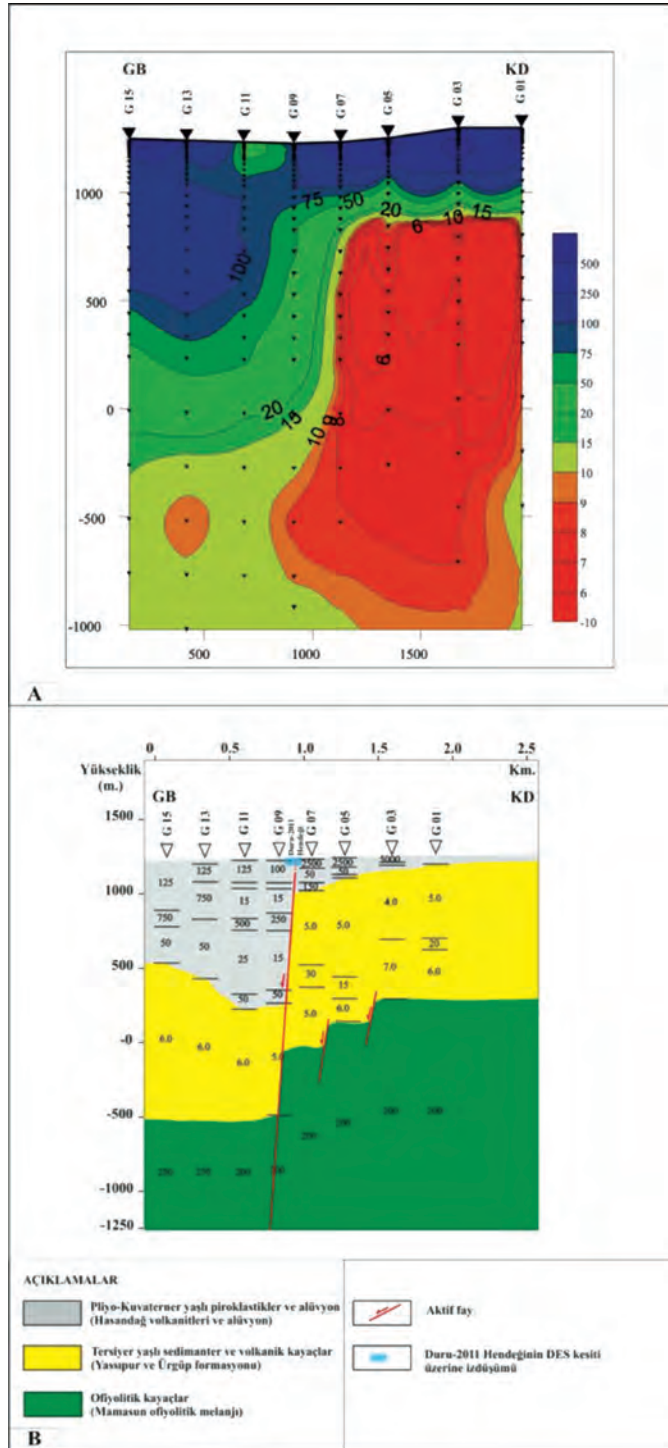
Akhisar-Kılıç segmenti, Yuva ile Helvadere köyleri arasında uzanan çizgisel fay vadisinin doğu kenarını kontrol eder. Duru-2011 Hendeği, bu fay vadisinin içinde yer alan elipsoidal geometrili çöküntü alanında kazılmıştır (bkz. Şekil 3). Hendek alanı, Hasandağı Kuvaterner volkanizmasının ve fluviyal depolanma süreçlerinin etkisi altındadır. Hendeğin stratigrafik olarak tabanında yer alan, göreceli yaşlı kesimleri Hasandağ Kuvaterner Volkanizması'nın ürünü lav ve tüflerle temsil olunur. Bunların üzerinde yer alan daha güncel çökeller ise fluviyal süreçler ve bunlarla ara katkılı volkan külleri ile temsil edilmektedir.





**Şekil 5.** Hasandağ volkanitlerini kesen Akhisar-Kılıç segmentine ait fay düzlemleri. A. Yuva Köyü GD'su, B. Koçpınar Köyü KD'su (Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012) (Lokasyonlar için Şekil 3'e bakınız).

**Figure 5.** Fault planes belonging to Akhisar-Kılıç segment that cuts Hasandağ volcanites. A. SE of Yuva village, B. NE of Koçpınar village (Kürçer, 2012, as cited in Kürçer and Gökten, 2012) (See figure 3 for locations)



**Şekil 6.** Düşey Elektrik Sondaj verilerinden üretilen A- Görünür eş öz direnç kesiti, B- Yer Elektrik Yapı Kesiti (Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012) (Profil lokasyonu için Şekil 3'e bakınız).

**Figure 6.** A. Apparent iso-resistivity cross-section, B. Geoelectric cross-section, generated from Vertical Electric Soundings (Kürçer, 2012, as cited in Kürçer and Gökten, 2012) (see figure 3 for profile location)

Duru-2011 Hendeği, K 30° D doğrultusunda, 55 m uzunluğunda, 6 metre genişliğinde, 9 m derinliğinde ve basamaklı olarak kazılmıştır (Şekil 7).

Şekil 8'de Duru-2011 Hendeğin çalışmalarının bazı aşamaları sunulmuştur. Hendeğin tamamında 1 m<sup>2</sup> karelajlama uygulanmış ve hendek el ile hendek loglama tekniği (manuel trench logging) ile loglanmıştır.



Şekil 7. Duru-2011 Hendeği genel görüntüsü (Bakış KD'ya) (Kürçer, 2012)

Figure 7. General view of Duru-2011 Trench (view from SW to NE) (Kürçer, 2012)

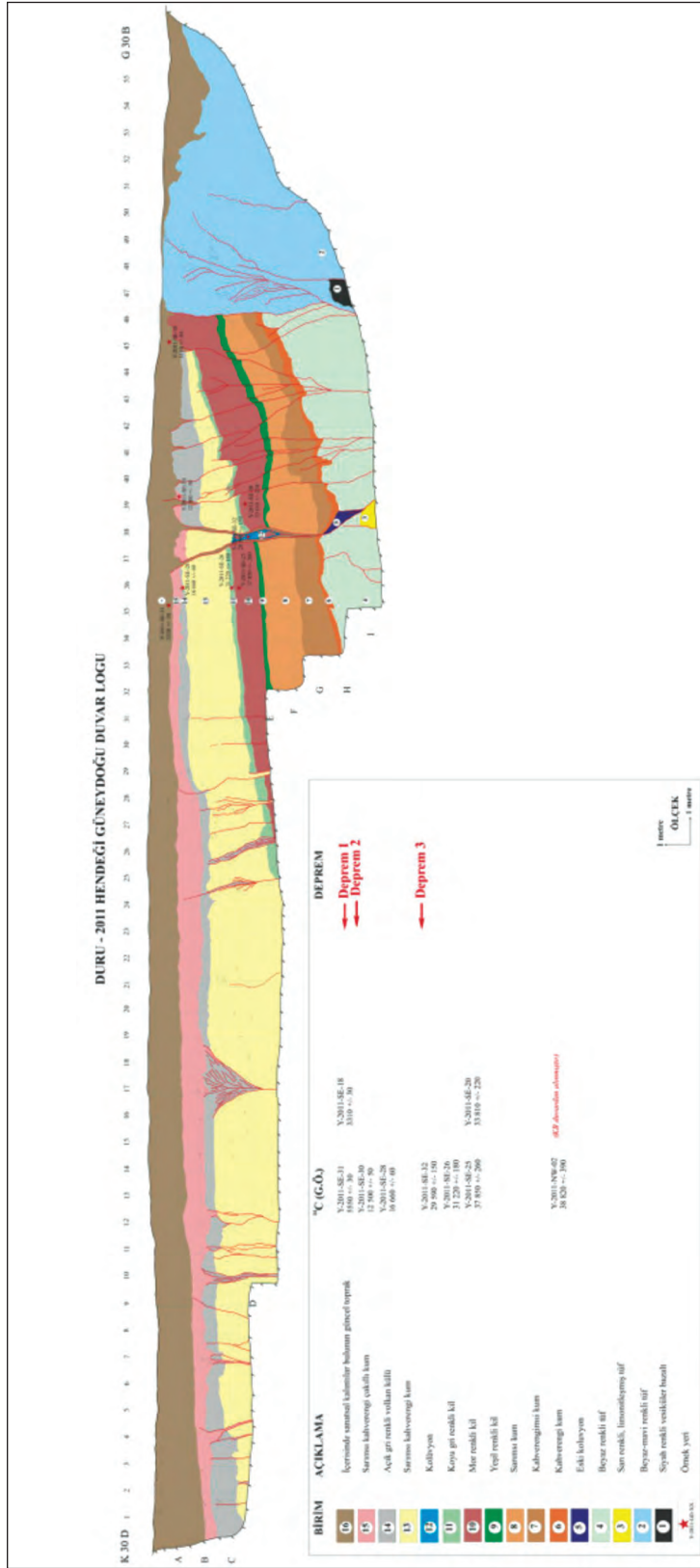


**Şekil 8.** Duru-2011 Hendeği çalışmalarının bazı aşamaları. A-Kazı, B- Temizleme, C- Karelejlama, D-Loglama (Kürçer, 2012)

**Figure 8.** The stages of the trench work. A. Excavation, B. Cleaning, C. Gridding, D- Logging (Kürçer, 2012)

Şekil 9’da Duru-2011 Hendeği’ne ait GD duvar logu sunulmuştur. Duru-2011 Hendeği’nde toplam 16 stratigrafik seviye tanımlanmıştır. Bu birimlerin görel olarak daha yaşlı olan ilk dördü Hasandağ volkanizmasıyla ilgili lav ve tüflerdir. Üstteki daha genç birimler ise sedimanter

süreçlerde oluşmuş çökeller ve bunlarla yer yer ardalanmalı volkan külleridir. Duru-2011 Hendeği’nden toplam 9 adet toprak örneği derlenmiş ve BETA Analitik Laboratuvarı’nda (ABD) analiz ( $^{14}\text{C}$ -AMS) ettirilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 9. Duru-2011 Hendeği GD Duvar logu (Kürçer, 2012)  
Figure 9. Trench log of SE wall of Duru-2011 (Kürçer, 2012)

**Çizelge 1.** Duru-2011 Hendeği'nden derlenen numunelerin C-14 Yaş Tayini Sonuçları

**Table 1.** Results of <sup>14</sup>C Age Determination for the samples collected from Duru-2011 Trench

Beta No	Örnek No	Birim	Malzeme	Ölçülen yaş (G.Ö.)	Kalibre edilmiş Sigma 2 yaşları (G.Ö.)
312717	Y-2011-SE-18	16	Organik sediment	3310 +/- 30 BP	Cal MÖ 1720 to 1720 (Cal GÖ 3680 to 3670), Cal MÖ 1690 to 1530 (Cal GÖ 3640 - 3480)
312723	Y-2011-SE-31	16	Organik sediment	5550 +/- 30 BP	Cal MÖ 4460 - 4350 (Cal GÖ 6410 - 6300)
312722	Y-2011-SE-30	15	Organik sediment	12500 +/- 50 BP	Cal MÖ 13100 - 12620 (Cal GÖ 15050 - 14570)
312721	Y-2011-SE-28	14	Organik sediment	16660 +/- 60 BP	Cal MÖ 18150 - 17850 (Cal GÖ 20100 - 19800), Cal MÖ 17760 - 17640 (Cal GÖ 19700 - 19590)
312724	Y-2011-SE-32	12	Organik sediment	29590 +/- 150 BP	Cal MÖ 32690 - 32140 (Cal GÖ 34640 - 34080)
312720	Y-2011-SE-26	11	Organik sediment	31220 +/- 180 BP	Cal MÖ 34410 - 33200 (Cal GÖ 36360 - 35150)
312718	Y-2011-SE-20	10	Organik sediment	33810 +/- 220 BP	Cal MÖ 37060 - 36540 (Cal GÖ 39010 - 38490)
312719	Y-2011-SE-25	10	Organik sediment	37850 +/- 260 BP	Cal MÖ 40820 - 40140 (Cal GÖ 42770 - 42090)
312714	Y-2011-NW-02	6	Organik sediment	38820 +/- 390 BP	Cal MÖ 41780 - 40610 (Cal GÖ 43730 - 42560)

Hendeđ stratigrafisi, fay koluviyal kama geometrisi, fay kollarının yukarıya doğru sonlanması gibi paleosismolojik ölçütler ve <sup>14</sup>C yaş verileri kullanılarak yapılan değerlendirmede, Duru-2011 Hendeği'nde son 23 000 yıl içerisinde üç paleosismik olay (deprem) tanımlanmıştır.

Bu depremlerden ilki (Deprem 3), 12 numaralı koluviyal kamanın oluşumundan sorumlu depremdir. 11 numaralı koyu gri renkli kil çökeldikten sonra Deprem 3 meydana gelmiş ve bunun sonucunda 12 numaralı koluviyal kama gelişmiştir. 11 numaralı birimden elde edilen en

genç yaş, G.Ö. 31220 ± 180 yıldır. 12 numaralı koluviyonu örten 13 numaralı birimden yaşlandırma için uygun malzeme bulunmadığı için örnek alınmamıştır. Bunun hemen üzerine gelen 14 numaralı açık gri renkli volkan külünden derlenen Y-2011-SE-28 numaralı örnekten G.Ö. 16660 ± 60 yıl yaş elde edilmiştir. Bunlara ilaveten 12 numaralı koluviyal kamanın kendisinden derlenen Y-2011-SE-32 numaralı örnekten G.Ö. 29590 ± 150 yıl yaş elde edilmiştir. Koluviyal kamalar, paleosismoloji çalışmalarında depremlerin tarihlendirilmesinde doğrudan olay seviyesi olarak kullanılabilir. Bu veriler ışığında,

Duru-2011 Hendeği'nde tanımlanan ilk depremin (Deprem 3) yaşı G.Ö.  $29590 \pm 150$  – G.Ö.  $16660 \pm 60$  arasında bulunmuştur. Bu depreme ilişkin 40 cm düşey yer değiştirme ölçülmüştür.

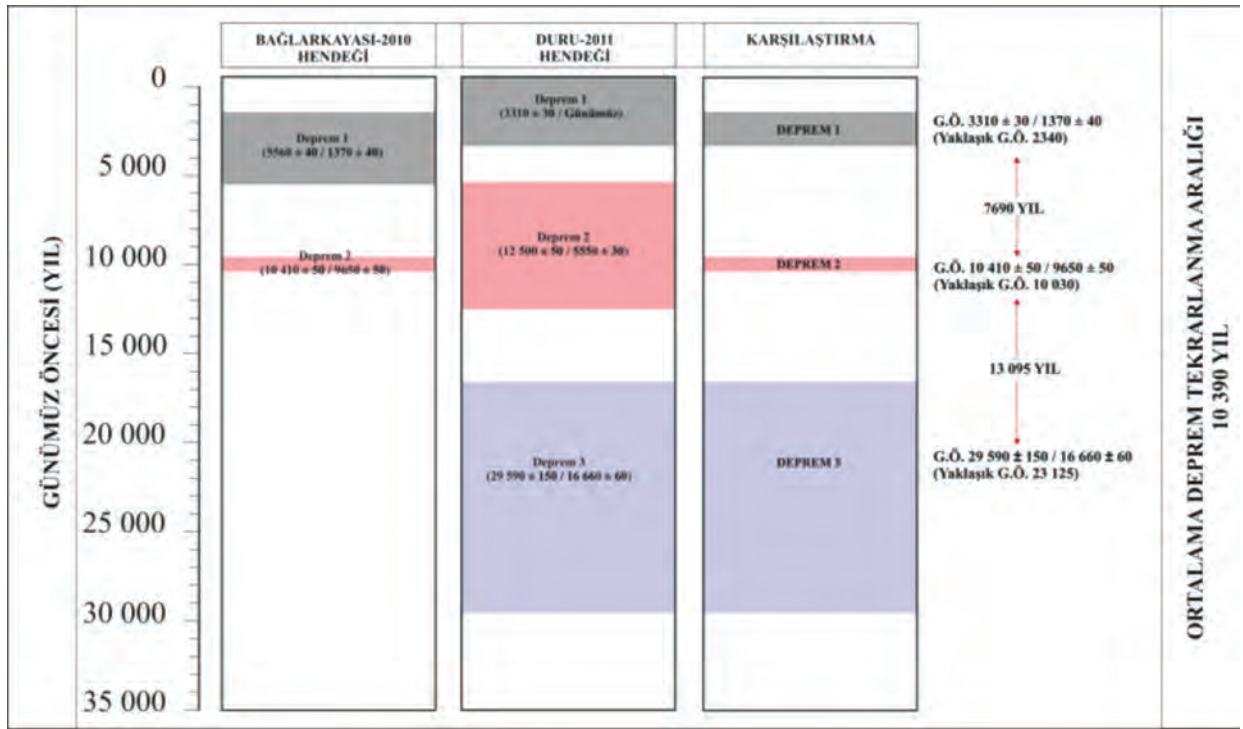
Duru-2011 Hendeği'nde tanımlanan ikinci deprem (Deprem 2) 15 numaralı sarımsı kahverengi çakıllı kumu kesen ve içerisinde obsidiyen el aletleri parçaları gibi antropojenik kalıntılar bulunan 16 numaralı güncel toprak seviyesi tarafından örtülen faylanmayla ilişkilidir. Bu faylanmaya ait izler hendek kesitinin ilk 30 metresi içerisinde hemen her yerde görülür. Bu depremin tarihlendirilmesi amacıyla 15 numaralı birimden derlenen Y-2011-SE-30 numaralı örnekten G.Ö.  $12500 \pm 50$  yıl yaş elde edilmiştir. 16 numaralı birimden ise Y-2011-SE-31 ve Y-2011-SE-18 numaralı örnekler derlenmiş ve bu örneklerden sırasıyla G.Ö.  $5550 \pm 30$  ve G.Ö.  $3310 \pm 30$  yıl yaşlar elde edilmiştir. Bu yaş verilerine göre Deprem 2'nin yaşı G.Ö.  $12500 \pm 50$  – G.Ö.  $5550 \pm 30$  yılları arasında bulunmuştur.

Hendekte tanımlanan en güncel deprem (Deprem 1), 16 numaralı güncel toprak seviyesini kesen faylanmayla ilişkilidir. Bu depremin yaşlandırılması amacıyla 16 numaralı birimden derlenen Y-2011-SE-31 ve Y-2011-SE-18 numaralı örneklerden sırasıyla G.Ö.  $5550 \pm 30$  ve G.Ö.  $3310 \pm 30$  yıl yaşlar elde edilmiştir. En son depremin yaşı G.Ö.  $3310 \pm 30$  ile günümüz aralığında bulunmuştur.

Diğer taraftan Kürçer ve Gökten (2012) tarafından Akhisar-Kılıç segmenti üzerinde yürütülen bir başka paleosismolojik hendek çalışmasında (Bağlarkayası-2010 Hendeği) son 10500 yıl içerisinde iki deprem tanımlanmış ve

tarihlendirilmiştir. Aynı segment üzerindeki iki hendekten elde edilen deprem verileri fay penceresi yöntemiyle (McCalpin, 1987) değerlendirilmiş ve değerlendirme sonucu Şekil 10'da sunulmuştur. Buna göre Akhisar-Kılıç Segmenti üzerinde son 23 000 yıl içerisinde 3 deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerden ilki (Deprem 3) G.Ö.  $29 590 \pm 150$  - G.Ö.  $16 660 \pm 60$  yılları arasında (yaklaşık G.Ö. 23 125 yılı) meydana gelmiştir. Bu depremden yaklaşık 13 095 yıl sonra G.Ö.  $10 410 \pm 50$  - G.Ö.  $9650 \pm 50$  yılları arasında (yaklaşık G.Ö. 10 030 yılı) bir deprem (Deprem 2) daha meydana gelmiştir. Akhisar-Kılıç Segmenti üzerinde tarihlendirilen en güncel deprem (Deprem 1), bir önceki depremden yaklaşık 7690 yıl sonra G.Ö.  $3310 \pm 30$  - G.Ö.  $1370 \pm 40$  yılları arasında (yaklaşık G.Ö. 2340 yılı) meydana gelmiştir. Bu yaş verilerine göre Akhisar-Kılıç Segmenti üzerindeki ortalama deprem tekrarlanma aralığı 10 390 yıl olarak önerilmektedir.

Hendeklerde saptanan depremlerde ortalama 35 cm yer değiştirme miktarları ölçülmüştür. Ortalama deprem tekrarlanma aralığı (10390 yıl) ve her bir depremde meydana gelen ortalama düşey yer değiştirme miktarı (35 cm) dikkate alınarak yapılan hesaplamada Akhisar-Kılıç Segmenti üzerindeki yakın dönem (geç Pleyistosen-Holosen) düşey kayma hızı 0,034 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu değer Tuz Gölü Fay Zonu üzerinde Cihanbeyli Formasyonu ve Kızılkaya ignimbritlerindeki toplam normal eğim atım miktarları ve yaş verileri kullanılarak hesaplanan Pliyosen'den günümüze uzun dönem düşey kayma hızı (0,046 mm/yıl) (Kürçer, 2012) ile yaklaşık uyumludur.



Şekil 10. Bağlarkayası-2010 ve Duru-2011 Hendeği'nde tanımlanan depremlerin "fay pencesi" yöntemi (McCalpin, 1987) kullanılarak değerlendirilmesi (Kürçer, 2012)

Figure 10. Evaluation of earthquakes which were determined in Bağlarkayası-2010 and Duru-2011 Trenches using "fault window method" (Kürçer, 2012)

Tuz Gölü Fay Zonu'nun 27 km uzunluğundaki Akhisar-Kılıç segmentinin, tamamının kırıldığı varsayılarak, üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü Wells ve Coppersmith (1994) tarafından normal faylar için önerilen görgül eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalardan elde edilen maksimum deprem büyüklüğü yalnızca Akhisar-Kılıç segmentinin tamamının kırılacağı varsayılarak hesaplanmış değerdir. Akhisar-Kılıç segmentinin, komşu diğer segment ya da segmentlerle birlikte kırılması durumunda daha büyük depremler üretebileceği gözden uzak tutulmamalıdır.

Buna göre Akhisar-Kılıç Segmenti'nin üretebileceği maksimum deprem büyüklüğü

(M), maksimum yer değiştirme miktarı (MD) ve ortalama yer değiştirme miktarı (AD) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$M = a + b \times \log(SRL)$$

$$a = 4.86$$

$$b = 1.32$$

$$SRL = 27 \text{ km}$$

$$M = 4.86 + 1.32 \times \log(27)$$

$$M = 6.74 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

$$\log(MD) = a + b \times M$$

$$M = 6.74$$

$$a = -5.90$$

$$b = 0.89$$



$$\log (MD)=0,0986$$

MD= 1.25 metre olarak hesaplanmıştır.

$$\log (AD)= a+b \times M$$

$$M= 6.74$$

$$a= -4.45$$

$$b= 0.63$$

$$\log (AD)=-0.2038$$

MD= 0.62 metre olarak hesaplanmıştır.

Duru-2011 Hendeği'nde bir deprem için ölçülen yer değiştirme miktarı yaklaşık 35 cm dir. Bu değer Wells ve Coppersmith (1994) tarafından normal faylar için önerilen görgül eşitliklerden hesaplanan ortalama yer değiştirme miktarından küçüktür. Bu durum, Akhisar-Kılıç segmentinin bir miktar sağ yanal doğrultu atım bileşenine sahip olması ile açıklanabilir.

### **PALEOSİSMOLOJİK ÜÇ BOYUTLU SANAL FOTOĞRAFLAMA YÖNTEMİ – DURU-2011 HENDEK UYGULAMASI**

Paleosismolojik araştırmalarda hendek açma yöntemi, kayda değer veriler sağlayan en önemli yöntemlerden biridir. Faylanma tipine bağlı olarak aktif fay izine dik ya da koşut olarak kazılan hendekler içerisinde sedimantoloji, stratigrafi ve yapısal jeoloji esaslarına göre jeolojik değerlendirmeler yapılır. Daha sonra, eski depremlerin tarihlendirilmesine olanak sağlayacak çökellerden numuneler derlenir ve uygun radyometrik yaşlandırma teknikleri kullanılarak tarihlendirilir. Paleosismolojik hendeklerin kazı tipleri ve boyutları, çalışılan fayın özelliğine (faylanma tipi, yıllık kayma hızı, deprem tekrarlanma aralığı, her depremde meydana gelen yer değiştirme miktarı, bilinen son tarihsel depremden günümüze kadar geçen süre vb.) ve hendek sahasının fiziksel değişkenlerine (yer altı su durumu, hendek çökellerinin stabilitesi

vb.) göre değişebilir. Göreceli olarak daha düşük kayma hızına sahip (< 1mm/yıl) ve eğim atımın baskın olduğu faylarda yapılan paleosismolojik kazılar, daha derin ve kapsamlı yapılmaktadır. Yer altı su seviyesinin sığ olduğu ya da hendek duvarlarının duraylı olmadığı durumlarda, hendekler güvenlik açısından basamaklı yahut şevli kazılmaktadır. Hendek duvarlarının temizlenmesinin ardından, hendekteki jeolojik detay özellikler dikkate alınarak karelaajlama (gridding) yapılır. Karelaajlamada genellikle 1 m grid aralığı standart kabul edilmektedir. Karelaajlamanın ardından, hendeğin görsel olarak kayıt altına alınması gerekir. Bu aşamada karşılıklı hendek duvarlarının belirli bir ölçekte loglanması ve fotoğraflanması gerekir. Loglama iki şekilde yapılabilir. El ile loglama tekniğinde, hendek duvarlarındaki her bir karelaaj genellikle 1/20 m. ölçeğinde küçültülerek çizilir ve ardından bu çizimler birleştirilerek hendek duvarının tamamına ait duvar logu elde edilir. Fotomozayik loglamasında ise hendek duvarının yeter sayıda fotoğrafı çekilir ve bilgisayar ortamında çeşitli yazılım programları kullanılarak bu fotoğraflar birleştirilir. Hendek duvarının tamamına ait bir fotomozayik oluşturulur ve loglama bu fotoğraf üzerinden yapılır. Fotomozayik loglama tekniği, çizimden kaynaklanabilecek hata oranını en aza indirme olanağı sağladığı ve hızlı bir yöntem olduğu için son yıllarda paleosismolojide sıkça kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem, fotoğrafların birleştirilmesinde hatalara neden olduğu ve fotoğrafta bozulmalar meydana geldiği için derin ve basamaklı kazılarda yetersiz kalmaktadır.

Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi ilk defa Kürçer (2012) tarafından Tuz Gölü Fay Zonu üzerinde yürütülen paleosismoloji çalışmalarında uygulanmıştır. Daha sonra yöntemin esasları ve ilk uygulaması Kürçer ve Gökten (2012) tarafından yayınlanmıştır. Bu

çalışma, yöntemin uygulama esaslarını içeren ikinci çalışma niteliğindedir.

Panoramik görüntüleme sağlayan kameralara ilişkin uygulamalarda, özellikle görüntü işleme programlarının gelişmesine bağlı olarak son yıllarda önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bu tür kameralar güvenlik, tele-konferans, tanıtım, sanal gezi, robot navigasyonu gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Baştanlar ve Yardımcı, 2005; Ergün ve Şahin, 2009). Kameranın görüş açısının her zaman insanın görüş açısından küçük olması ve geniş objelerin görüntüsünün tek bir fotoğraf içinde görüntülenememesi nedeniyle, fotoğrafçılığın başından beri panorama yaratılması talebi uyanmıştır (Parian, 2007). Fotoğrafik anlamda panorama elde etme çabaları 1800'lü yılların sonlarında, farklı doğrultulardan çekilmiş birkaç fotoğrafın tam panorama elde etmek amacıyla birleştirilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Baştanlar, 2005). "Panorama" Yunanca iki kelimenin birleştirilmesi ile oluşan bir kelimedir. "Pan" bütün, "horama" görüş anlamındadır (Baştanlar, 2005). Geleneksel fotoğraf ile panoramik fotoğraf arasındaki fark, bir şehre bir küçük ofis camından bakmak ile çatının üstünden bakmak arasındaki farka benzer (Kwiatek, 2005). Fotogrametrinin temel amaçlarından birisi, gerçek görüntüyü sanal ortama taşımak suretiyle, izleyicilerin ve okuyucular üzerinde "gerçekten oradaymış duygusu" uyandırmaktır. Son yıllarda İnternet ve multimedya teknolojilerinin gelişmesi ile fotogrametride önemli gelişmeler kaydedilmiş ve Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Tekniği çeşitli alanlarda uygulanmaya başlanmıştır. Yöntem, mimarlık, turizm, müze tanıtımı gibi farklı sektörlerde sıkça kullanılıyor olmasına karşın, yerbilimlerinde ve paleosismolojide bir uygulaması bulunmamaktadır.

Yerbilimlerinin uygulama alanı doğadır. Doğada yapılan çalışmaların veri kaybı olmadan ve yüksek çözünürlükte okuyucuya sunulması önemlidir. Paleosismolojik hendek çalışmaları, kapsamlı, detaylı ve yüksek bütçeli çalışmalardır. Hendek çalışmalarının belirli bir zaman dilimi içerisinde ve belirli standartlarda tamamlanması gerekir. Hendek alanının kendine özel fiziksel koşulları (Yer altı su durumu, hendek çökellerinin stabil olmaması vb.) bazen çalışmaları güçleştirmekte, yıkılma ve göçmeler nedeniyle can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu olumsuzlukların giderilebilmesi için hendeklerin mümkün olduğunca kapsamlı kazılması ve olabildiğince çalışmanın hızlı ve kaliteli biçimde tamamlanması gerekir.

Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi, hendek içerisindeki tüm detayın okuyucuya veri kaybı olmadan, yüksek çözünürlükte aktarılmasına olanak sağlar. Ayrıca, okuyucu doğrudan hendek duvar görüntüsünü görebildiği için, bu yöntemle okuyucuya yorum hakkı tanınmış olmaktadır. Yöntem, hendek loglamasına da olanak sağlamaktadır. Bunun için herhangi bir mercek kalibrasyonuna gerek duyulmamaktadır. Ancak, yöntemde kullanılan fotoğraflar ortorektifikasyon işlemini içermemektedir.

Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi başlıca dört aşamadan oluşur. Bunlar;

- 1- Planlama,
- 2- Fotoğraflama,
- 3- Fotoğrafların birbirine eklenmesi (Stitching) ve sahnelerin oluşturulması,
- 4- Sahnelerin birleştirilmesi ve sanal tur oluşturulmasıdır.

## Planlama

Bir hendek çalışmasının üç boyutlu olarak fotoğraflanabilmesi için öncelikle fotoğraflama yapılacak noktaların sayılarının ve yerlerinin planlanması gerekir. Nokta sayısı planlanırken; hendekteki paleosismolojik ayrıntı, hendeğin boyutu ve kazı biçimi dikkate alınmalıdır. Fotoğraflama yapılacak noktaların yerleri belirlenirken, hendek alanında hiçbir kör noktanın kalmamasına özen gösterilmelidir. Ancak bu koşulda hendeğin tamamına ait bir sanal tur elde etmek mümkün olabilmektedir. Duru-2011 Hendek çalışmasında 22 noktada fotoğraflama yapılmıştır. Fotoğraf çekilen noktaların, hendek duvarlarında fay içeren bölümlere yakın olmasına özen gösterilmiştir. Hendeğin bir duvarındaki

fayın karşı duvardaki devamının takibi açısından, hendek tabanının da titizlikle temizlenmesi ve fay izlerinin tabanda da belirginleştirilmesi gerekmektedir.

Paleosismolojik üç boyutlu sanal fotoğraflamaya başlamadan önce, hendeğin tamamını kapsayan ve fotoğraflama yapılacak noktaları gösteren genel bir fotoğraf çekilmelidir. Bu fotoğraf mümkün ise havadan dik açıyla veya yüksekten eğik açıyla çekilebilir. Genel hendek fotoğrafı, son aşamada sanal tur gezintisinin oluşturulmasında yer bulduru fotoğrafı olarak kullanılacaktır. Örneğin Duru-2011 Hendeği'ne ait genel hendek fotoğrafı, hendek güneybatı girişinden eğik açı ile çekilmiştir (Şekil 11).



**Şekil 11.** Duru-2011 Hendeği'nin genel görüntüsü. Mavi içi dolu daireler, hendekte fotoğraflama yapılan noktaları temsil etmektedir (GB'dan KD'ya bakış).

**Figure 11.** General view of Duru-2011 Trench. Blue filled circles represent the points where photographs were taken from trench (View from SW to NE)

Bu yöntem sonucunda elde edilecek sanal turda, görüntünün mümkün olduğunca berrak olması gerekir. Bunun için, fotoğrafçılık yapılmadan bir gün önce, hendek duvarlarına güneş ışığının hangi saatte hangi açıyla geldiğinin kontrol edilerek kayıt altına alınması gerekir. Böylece, hangi noktada hangi saatte fotoğraf çekileceği planlanabilir. Her noktada 8 fotoğraf çekileceğinden, fotoğrafçılık süresi açısından bir nokta için ortalama 15 dakika öngörülebilir.

### Fotoğrafçılık

Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğrafçılık Yöntemi için gerekli yazılım ve donanımlar Çizelge 2’de sunulmuştur.

**Çizelge 2.** Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğrafçılık Yöntemi için gerekli yazılım ve donanımlar (Kürçer, 2012; Kürçer ve Gökten, 2012)

**Table 2.** *The hardware and software required for Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method (Kürçer, 2012, as cited Kürçer and Gökten, 2012)*

Yazılım	Kullanım amacı	Donanım	Kullanım amacı
Adobe Photoshop CS5	Renk ve ışık düzeltmesi	Üç ayak	Fotoğrafçılık
PTGui Pro 9.0	Fotoğrafların birbirine dikilmesi	Dijital kamera	Fotoğrafçılık
Cubic Converter 2.2.1	Fotoğrafların birbirine dikilmesi ve sahnelerin oluşturulması	Panoramik Kafa	Fotoğrafçılık
PTLens 1.5.3	Distorsiyon düzeltmesi	Balıkgözü merceği	Fotoğrafçılık
Panotour Pro 1.6.0	Sanal tur oluşturma	Bilgisayar	Büro çalışması
Web Tarayıcı	Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox		

Bu çalışmada, Manfrotto 055xprob tripod, Nikon D200 Model ve 10.2 mega piksel özellikli Dijital fotoğraf makinesi, Manfrotto sph303 panoramik kafa ve 180° görüş açısına sahip Nikkor balıkgözü objektif kullanılmıştır.

Fotoğrafçılık aşamasında, her noktada 8 fotoğraf çekilir. Bunlardan altısı yatay düzlemde

60° açıyla çekilir ve böylece o noktanın 360° yatay görüntüsü elde edilmiş olur. Daha sonra söz konusu noktanın gökyüzü ve zemin görüntüsü de iki ayrı fotoğraf halinde çekilir ve böylece o noktanın düşey düzlemdeki görüntüsü elde edilmiş olur. Böylelikle bir noktaya ait, yatay düzlemde 6, düşey düzlemde iki olmak üzere toplam 8 fotoğraf çekilmiş olur.

### Fotoğrafların birbirine eklenmesi (Stitching) ve sahnelerin oluşturulması

Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğrafçılık Yöntemi çoğunlukla bazı bilgisayar programları kullanılarak uygulanan, zaman zaman da manuel olarak müdahale gerektiren bir yöntemdir.

Fotoğraftan üretilen sanal turun mümkün olduğunca gerçekçi olabilmesi için, ham fotoğraflarda bazı düzeltmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu aşamada öncelikle, her noktada çekilen 8 fotoğrafın Adobe Photoshop CS5 programında renk ve ışık düzeltmeleri yapılır. Ardından,

PTGui Pro 9.0 programı kullanılarak fotoğraflar birbirine dikilmek suretiyle birleştirilir (stitching). Birleştirmenin ilk aşamasında yatay düzlemde çekilen 6 fotoğraf ve dikey düzlemde çekilen gökyüzü görüntüsü kullanılmaktadır. Birleştirme işlemi yapılırken fotoğrafların ortak alanlarının çakıştırılması aşamasında zaman zaman manuel düzeltmeler gerekebilir. Birleştirme işleminin ilk aşaması tamamlandığında zemin görüntüsü hariç tüm noktalar birbirine dikilmiş olur.

Dikilen 7 fotoğraf daha sonra Cubic converter 2.2.1 programına aktarılır. Cubic converter 2.2.1 programı, dikilen 7 fotoğraftan oluşan görüntüyü küp şeklinde 6 parçaya ayırmak suretiyle parça fotoğraflar meydana getirir. Bu parça fotoğraflardan bir tanesi, henüz tamamlanmamış olan zemin fotoğrafıdır.

Zemin fotoğrafının tamamlaması için, ilk başta çekilen ham fotoğraflardan zemine ait olan fotoğraf, PTlens 1.5.3 programında açılır. Bu programda distorsiyon düzeltilmesi yapıldıktan sonra elde edilen görüntü, zemine ait parça fotoğraf ile montajlanır. Montajlanan fotoğraf yeniden Cubic converter 2.2.1 programına aktarılır ve böylece zemin fotoğrafı tamamlanmış olur. Son olarak, tüm sahneye ait görüntü Cubic converter 2.2.1 programından TIFF formatında kaydedilir. Şekil 12’de Duru-2011 Hendeği’ne ait 15 numaralı noktaya (Bkz. Şekil 11) ait dikilmiş ve birleştirilmiş sahne görüntüsü örnek olarak sunulmuştur.

Tüm sahneler için bu işlemler yapılarak TIFF formatında toplam 22 dosya elde edilmiştir.



**Şekil 12.** Duru-2011 Hendeği’ndeki 15 numaralı (Bkz. Şekil 11) noktaya ait fotoğrafların dikilmesi ve birleştirilmesi sonucunda elde edilmiş sahne görüntüsü.

**Figure 12.** The scene image obtained as a results of stitching and connecting the photographs belonging to the point 15 (see figure 11) of Duru-2011 Trench.

## Sahnelerin birleştirilmesi ve sanal tur oluşturulması

Birleştirilen ve TIFF formatında kaydedilen tüm sahneler Panotour Pro 1.6.0 programında açılır. Sahnelerin birbirleriyle olan geçişlerinin yapılabilmesi için geçiş linkleri oluşturulur. Daha sonra yerbulduru fotoğrafı programa import edilir ve geçiş linkleri yerbulduru fotoğrafına da eklenir. Böylelikle hem sanal tur üzerinden hem de yerbulduru fotoğrafından istenilen sahneye ulaşım sağlanmış olur.

Tamamlanmış olan sanal tur HTML dosyası olarak kaydedilir. Bu dosya herhangi bir web tarayıcısı kullanılarak, internet bağlantı koşulu aranmaksızın açılabilir ve kullanılabilir.

Bu yöntem ile elde edilen sanal tur, bir hendek çalışmasının görsel olarak okuyucuya sunulmasına olanak sağlamanın ötesinde hendek verilerinin özellikle yorumlanması aşamasında çok önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi ile üretilmiş olan sanal tura aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz:

<http://jmo.wmv.gen.tr/Panorama.zip>

Sanal turu izleyebilmek için aşağıdaki düzende çalışılmalıdır;

- **3D Panorama** isimli klasörü açınız,

- **Tuzgolu Fault Zone\_Yuva (Duru)\_2011\_Trench** isimli firefox HTML Dökümanı'nı Firefox, Google Chrome ya da İnternet Explorer web tarayıcılarından biriyle "birlikte açınız" (Bunun için farenize sağ tıklayıp birlikte aç seçeneğini seçiniz). Bunun için internet bağlantısı zorunluluğu bulunmamaktadır. Firefox ve Google Chrome web tarayıcılarında dosya doğrudan açılır. İnternet Explorer ile açmak istediğinizde "Engellenen içeriğe izin ver" seçeneği ile dosyayı çalıştırabilirsiniz.

- Açılan ekranda sol alt köşede hendeğe ait yer bulduru fotoğrafı görülmektedir. Bu fotoğraf üzerindeki mavi noktalar, fotoğraflama yapılan noktaları ifade etmektedir. Bu noktalar üzerinden hendek içerisinde istenilen noktaya ulaşılabilir ve o noktada hendeğe ait tüm detay yüksek çözünürlükte incelenebilir. Hendek içerisinde her noktada, fareyi sağa, sola, yukarı, aşağı hareket ettirmek koşuluyla 360° tur olanağı bulunmaktadır.

- Hendek içerisinde sanal tur yaparken konum değiştirmek için, hendek içerisinde yanıp sönen mavi noktalar veya ekranın sol altındaki yer bulduru fotoğrafı kullanılabilir.

## SONUÇLAR

Bu makalede, paleosismoloji çalışmaları için yeni bir fotoğraflama yöntemi olan "Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi" nin uygulama esasları örnek bir hendek çalışması ile tanıtılmıştır.

Yöntemin özellikle derin ve basamaklı paleosismolojik hendek kazılarında başarıyla uygulanabildiği görülmüştür.

Yöntemin sağladığı en önemli avantaj, hendek içerisindeki tüm jeolojik ayrıntının okuyucuya veri kaybı olmaksızın yüksek çözünürlükte aktarılmasıdır. Böylece okuyucuya yorum hakkı tanınabilmektedir.

Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi, planlama, fotoğraflama, fotoğrafların birbirine eklenmesi (Stitching) ile sahnelerin oluşturulması ve sahnelerin birleştirilmesi ile sanal tur oluşturulması olmak üzere başlıca dört aşamadan oluşmaktadır.

Yöntem sonucunda elde edilen sanal tur, okuyucuya "oradaymış" hissi uyandırarak gezinme olanağı tanımaktadır.

Yöntemin örnekleme uygulaması, Orta Anadolu Bölgesi'nin en önemli aktif fay zonlarından biri olan Tuz Gölü Fay Zonu'nun Akhisar-Kılıç Segmenti üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ), Tuz Gölü kuzeyi ile Kemerhisar (Niğde) arasında uzanan 200 km uzunluğunda, KB-GD doğrultulu, GB'ya eğimli, aktif, sağ yanal doğrultu atım bileşenli normal bir fay zonudur.

TGFZ, uzunlukları 9 ile 33 km arasında değişen fay segmentlerinden oluşur. Jeolojik fay uzunluğu ve morfolojik özellikleri nedeniyle Akhisar-Kılıç Segmenti bu zonun en önemli segmentlerinden biridir.

Bu çalışmada, TGFZ'nun Akhisar-Kılıç segmenti üzerinde bir paleosismolojik hendek çalışması yürütülmüştür. Hendek, Duru-2011 Hendeği olarak isimlendirilmiştir.

Duru-2011 Hendeği'nde son 23 000 yıl içerisinde üç paleosismik olay (deprem) tanımlanmıştır. Bu depremlerden ilki (Deprem 3) G.Ö. 29590 ± 150 – G.Ö. 16660 ± 60 arasında bulunmuştur. Duru-2011 Hendeği'nde tanımlanan ikinci deprem (Deprem 2) G.Ö. 12500 ± 50 – G.Ö. 5550 ± 30 yılları arasında meydana gelmiştir. Hendekte tanımlanan en güncel depremin (Deprem 1) yaşı ise, G.Ö. G.Ö. 3310 ± 30 ile günümüz aralığında bulunmuştur.

Diğer taraftan Kürçer ve Gökten (2012) tarafından Akhisar-Kılıç segmenti üzerinde yürütülen bir başka paleosismolojik hendek çalışmasında (Bağlarkayası-2010 Hendeği) son 10500 yıl içerisinde iki deprem tanımlanmış ve tarihlendirilmiştir. Aynı segment üzerindeki iki hendekten elde edilen deprem verileri fay penceresi yöntemiyle (McCalpin, 1987) değerlendirilmiştir. Buna göre Akhisar-Kılıç Segmenti üzerinde son 23 000 yıl içerisinde 3 deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerden ilki (Deprem 3) G.Ö. 29 590 ± 150

- G.Ö. 16 660 ± 60 yılları arasında (yaklaşık G.Ö. 23 125 yılı) meydana gelmiştir. Bu depremden yaklaşık 13 095 yıl sonra G.Ö. 10 410 ± 50 - G.Ö. 9650 ± 50 yılları arasında (yaklaşık G.Ö. 10 030 yılı) bir deprem (Deprem 2) daha meydana gelmiştir. Akhisar-Kılıç Segmenti üzerinde tarihlendirilen en güncel deprem (Deprem 1), bir önceki depremden yaklaşık 7690 yıl sonra G.Ö. 3310 ± 30 - G.Ö. 1370 ± 40 yılları arasında (yaklaşık G.Ö. 2340 yılı) meydana gelmiştir. Bu yaş verilerine göre Akhisar-Kılıç Segmenti üzerindeki ortalama deprem tekrarlanma aralığı 10 390 yıl olarak önerilmektedir.

Hendeklerde saptanan depremlerde ortalama 35 cm yer değiştirme miktarları ölçülmüştür. Ortalama deprem tekrarlanma aralığı (10390 yıl) ve her bir depremde meydana gelen ortalama yer değiştirme miktarı (35 cm) dikkate alınarak yapılan hesaplamada Akhisar-Kılıç Segmenti üzerindeki yakın dönem (geç Pleyistosen-Holosen) yıllık kayma hızı 0,034 mm olarak hesaplanmıştır. Bu değer Tuz Gölü Fay Zonu üzerinde Cihanbeyli Formasyonu ve Kızılkaya İğnibirirlerindeki toplam normal eğim atım miktarları ve yaş verileri kullanılarak hesaplanan Pliyosen'den günümüze uzun dönem yıllık kayma hızı (0,046 mm) (Kürçer, 2012) ile yaklaşık uyumludur.

### **KATKI BELİRTME**

*Bu çalışma Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı'nca yürütülen "Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Dönem Özellikleri ve Paleosismolojisi, Orta Anadolu, Türkiye" projesi (2010-30-14-02-3) kapsamında gerçekleştirilmiştir.*

## **EXTENDED SUMMARY**

*Paleoseismology is an active tectonic discipline that tries to obtain information about the location, nature, time and magnitude of historical earthquakes by using geological and geomorphological data. Paleoseismic trenching is the most important method that is frequently used in paleoseismology and provides considerable data. One of the most important problems encountered especially in deep and benched paleoseismological trench works is the visual transfer of the geological data appearing on the walls of the trench to the reader. In logging of trench walls; in addition to manual logging technique, which is traditionally applied, photomosaic logging technique also started to be frequently employed in recent years. However, some difficulties are still found in applying photomosaics technique to trench walls, especially in deep and benched trenches.*

*In this paper; “Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method”, a new photographic method for paleoseismology, is presented with a case study. This method makes it possible the transfer of all details within the trench to the reader, without any loss of data and with high resolution. Although the method is frequently used in different sectors such as architecture, tourism and museum publicity, it has limited application in earth sciences, especially in paleoseismology.*

*Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method consists of four stages which are respectively: planning, photographing, stitching and construction of virtual tour. The virtual tour obtained by this method enables to visual material of trench for the reader and provides very important contributions especially in interpretation stage of the trench data. Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method has been applied for the first time during the paleoseismological*

*studies carried out on the Tuz Gölü Fault Zone (Central Anatolia, Turkey).*

*The Tuz Gölü Fault Zone (TGFZ) is one of the most important intra-continental active fault zones of the Central Anatolian Region. TGFZ is an approximately 200 km-long, NW-SE trending, active normal fault zone with a right lateral strike-slip component. The Akhisar-Kılıç segment is one of the most important segments of TGFZ which is composed of fault segments parallel or sub-parallel to each other and with lengths varying between 9 and 33 km. In this study, a paleoseismic trench has been excavated on the middle section of Akhisar-Kılıç segment. Sixteen different microstratigraphic levels were identified within the Duru-2011 Trench. The first four of these levels, which are relatively older, are composed of lava and tuff belonging to Hasandağ volcanism. And the relatively young units are composed of sediments and intercalated volcanic ashes. Totally 9 soil samples from Duru-2011 trench were collected and the radiometric age determination ( $^{14}\text{C}$  - AMS) of the samples was carried out at BETA Analytic Lab. (Table 1).*

*As a result of the evaluation carried out making use of paleoseismological criteria such as trench microstratigraphy, geometry of fault colluvial wedge, upward termination of fault strands, and  $^{14}\text{C}$  age data, three paleoseismic events were described within the Duru-2011, which occurred in the last 23 000 years. On the other hand, in the last 10 500 years two paleoseismic events has been described within the another trench, which was excavated by Kürçer and Gökten (2012). Earthquake data collected from the two trenches on the same segment were evaluated by “fault window method”. And averagely earthquake recurrence period of Akhisar-Kılıç segment was calculated as 10390 year. Short time (Late Pleistocene - Recent) annual vertical slip*



*rate of Akhisar-Kılıç segment was calculated as 0,034 mm/year. This value is well consistent with long term (Late Pliocene) vertical geological slip rate (0,046 mm-year) of segment.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktuğ, B., Parmaksız, E., Kurt, M., Lenk, O., Kılıçoğlu, A., Gürdal, M. A., Özdemir, S., 2013. Deformation of Central Anatolia: GPS implications: Journal of Geodynamics, v. 67, no. 0, p. 78-96.
- Baştanlar, Y., 2005. Parameter extraction and image enhancement for catadioptric omnidirectional cameras. Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü. Enformatik Enstitüsü, Ankara.
- Baştanlar, Y., Yardımcı, Y., 2005. Hiperbolik Aynalı Katadioptrik Tüm Yönlü Kameralar için Parametre Çıkarımı, IEEE Xplore, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnum ber=01567669> (2009.04.20).
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, G., Müller, P., 1977. Radiometrische Alterbestimmungen an neogenenen Eruptivgesteinen der Turkei. Geologisches Jahrbuch 25, 3-36.
- Çemen, İ., Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey. Journal of Geology, 107, 693-706.
- Dirik, K., Göncüoğlu, M.C., 1996. Neotectonic characteristics of Central Anatolia, Int. Geology Review, 38, 807-817.
- Dirik, K., Erol, O., 2000. Tuzgölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi Orta Anadolu, Türkiye, Haymana-Tuzgölü-Ulukışla Basenleri Uygulamalı Çalışma (Workshop), T.P.J.D. Bülteni, Özel sayı 5.
- Dirik, K., 2001. Neotectonic evolution of the northwestward arched segment of the Central Anatolian fault zone, Central Anatolia, Turkey, Geodinamica Acta 14, 147-158.
- Dirik, K., Erol, O., 2003. Tectonomorphologic evolution of Tuzgölü and surrounding area, central Anatolia-Turkey. Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication, 5, 27-46.
- Dönmez, M., Akçay, A.E., Kara, H., Türkecan, A., Yergök, A.F., Esentürk, K., 2005. Geological maps of Turkey in scale of 1/100 000 Aksaray L 32 sheet. MTA publications, 52, Ankara.
- Ergün, B., Şahin, C. 2009. Digital Spherical Photogrammetry Techniques Recently in Use. Harita Dergisi, 142, p. 40-50.
- Fraser, J., Pigati, J. S., Hubert-Ferrari, A., Vanneste, K., Avşar, U., Altınok, S., 2009. A 3000-Year Record of Ground-Rupturing Earthquakes along the Central North Anatolian Fault near Lake Ladik, Turkey: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 99, no. 5, p. 2681-2703.
- Innocenti, F., Mazzuoli, G., Pasquare, F., Radicati Di Brozola, F., Villari, L., 1975. The Neogen calc-alkalin volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri-Niğde area: Geol. Mag., 112 (4), 349-360.
- Koçyiğit, 2000. General neotectonic characteristics and seismicity of Central Anatolia, Haymana-Tuzgölü-Ulukışla basenlerinin uygulamalı çalışması (workshop). Abstracts, 1-26, Aksaray.
- Koçyiğit, A., 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. Geodinamica Acta, 18 (3-4), 167-208.
- Koçyiğit, A., Beyhan, A., 1998. A new intracontinental transcurrent structure: the Central Anatolian fault zone, Turkey,. Tectonophysics 284, 317-336.
- Koçyiğit, A., Erol, O., 2001. A tectonic escape structure: Erciyes pull-apart basin, Kayseri, Central Anatolia, Turkey: Geodinamica Acta, 14, 1-13.
- Koçyiğit, A., Özacar, A., 2003. Extensional neotectonic regime through the NE edge of the Outer Isparta Angle, SW Turkey: New Field an Seismic Data. Turkish Journal of Earth Sciences, 12, 67-90.
- Kürçer, A., 2012. Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Özellikleri ve Paleosismolojisi, Orta Anadolu, Türkiye. Doktora Tezi (yayınlanmamış), Tez no: 318203, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 318 sayfa, Ankara, 2012.
- Kürçer, A., Gökten, Y.E., 2012. A New Photography Method for Paleoseismological Trenching: "Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method", A Case Study: Tuzgölü Fault Zone, Central Anatolia, Turkey, Tectonics - Recent Advances, Evgenii Sharkov (Ed.), ISBN: 978-953-51-0675-3, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/tectonics-recent-advances/paleoseismological-three-dimensional-virtual-photography-method-a-case-study-ba-larkayas-2010-trench>

- Kwiatek, K., 2005. Generation of a virtual tour in the 3D space applying panoramas, exercised on the sites of Dresden and Cracow. Lisans Tezi, AGH University of Science and Technology, Dresden.
- McCalpin, J. P., 1987. Geological criteria for recognition of individual paleoseismic events in extensional environments. US Geological Survey Open-file Report 87-673, p. 102-114.
- McCalpin, J. P. (Ed.), 1996. Paleoseismology, 588 p. Academic Press, New York.
- Okay, A.I., Tüysüz, O., Satır, M., Özkan-Altın, S., Altın, D., Sherlock, S., Eren, R.H., 2006. Cretaceous and Triassic subduction-accretion, HP/LT metamorphism and continental growth in the Central Pontides, Turkey. Geological Society of America Bulletin, 118: 1247-1269.
- Parian, J. A., 2007. Sensor Modeling, Calibration and Point positioning with Terrestrial panoramic Cameras. Doctora Thesis, E.T.H. Zurich, Switzerland.
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., Arrajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitritsa, A., Filikov, S.V., Gomes, F., Al-Ghazzi, R., Karam, G., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions: Journal of Geophysical Research, v. 111, p. V05411, doi: 10.1029/2005JB004051.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., 1992. Türkiye diri fay haritası, MTA, Ankara.
- Şengör A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniği'nin Esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Serisi 2.s.
- Şengör, A. M. C., Görür, N., Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in Biddle, K. T., and Christie-Blick, N., eds., Strike-slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation, Soc. Econ. Paleontol. Spec. Publ., Volume 37, p. 227-264.
- Wells, D.L., Coppersmith, K.J., 1994. New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, No. 4, pp. 974-1002.
- 
- Makale Geliş Tarihi** : 11 Eylül 2013  
**Kabul Tarihi** : 18 Aralık 2013
- Received* : 11 September 2013  
*Accepted* : 18 December 2013





## Turhal-Pazar-Zile (Tokat) Yöresinin Üst Mesozoyik Stratigrafisi

*The Upper Mesozoic Stratigraphy of Turhal, Pazar, Zile (Tokat) Region*

Hülya GÜRELİ YOLCUBAL<sup>1</sup>, Mehmet AKYAZI<sup>2</sup>, T. Fikret SEZEN<sup>2</sup>, Özlem TOPRAK<sup>3</sup>, M.Yasin CANBOLAT<sup>2</sup>, Filiz KOÇAK<sup>2</sup>, Ayşegül ÖZKAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140 Sivas

<sup>2</sup>Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

<sup>3</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Taşlıçiftlik Yerleşkesi, 60100 Tokat

<sup>4</sup>Sivas Pansiyon, Atatürk Caddesi Kepçeli Mevki, 58000 Sivas

**ÖZ:** Orta Pontid Tektonik Kuşağında, Anatolid-Pontid Tektonik Kuşağı sınırındaki, Tokat ilinin kuzeybatısında yer alan inceleme alanındaki stratigrafik birimler incelendiğinde tüm Pontid Tektonik Kuşağında olduğu gibi bir temel örtü ayırımının varlığı saptanmıştır. Temel kayaçları üzerinde uyumsuzlukla yer alan örtü kayaçlarından özellikle çeşitlilik ve fosil içeriği bakımından oldukça ilgi çekici olan Üst Mesozoyik yaşlı örtü birimlerine detay yaş verilerek yöre stratigrafisi kurgulanmış ve çalışma alanının, jeolojik ve stratigrafik konumuna yönelik bulgular saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Paleontoloji, Pazar, stratigrafi, Tokat, Turhal, Üst Mesozoyik, Zile.

**ABSTRACT:** The presences of base-cover separation are established as all Pontid Tectonic Belt when stratigraphic units are investigated in the studied area that is located at the northwest of Tokat city. Upper Mesozoic cover units are one of cover units located uncormably on base units and are interesting in terms of fossil content and diversity. In this study, these units are dated as detail and stratigraphy of region is constructed according to these ages. In addition, data of the geologic and stratigraphic positions of study area are observed.

**Key Words:** Paleontology, Pazar, Stratigraphy, Tokat, Turhal, Upper Mesozoic, Zile.

### GİRİŞ

İnceleme alanı, Karadeniz Bölgesinde, Tokat iline bağlı Zile, Turhal ve güneydeki Pazar İlçesi kuzeyinde yer almaktadır. 1/25.000 ölçekli Çorum H 35-b3-b4 paftalarının güney yarısı ile Çorum H35-c1-c2 paftalarının kuzey yarısında ki

yaklaşık 100 km<sup>2</sup> lik bir alanda ve Çorum H 36-a1-a2 paftalarıyla, Çorum H36-a3-a4 paftalarının kuzey yarısında ki 240 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsar.

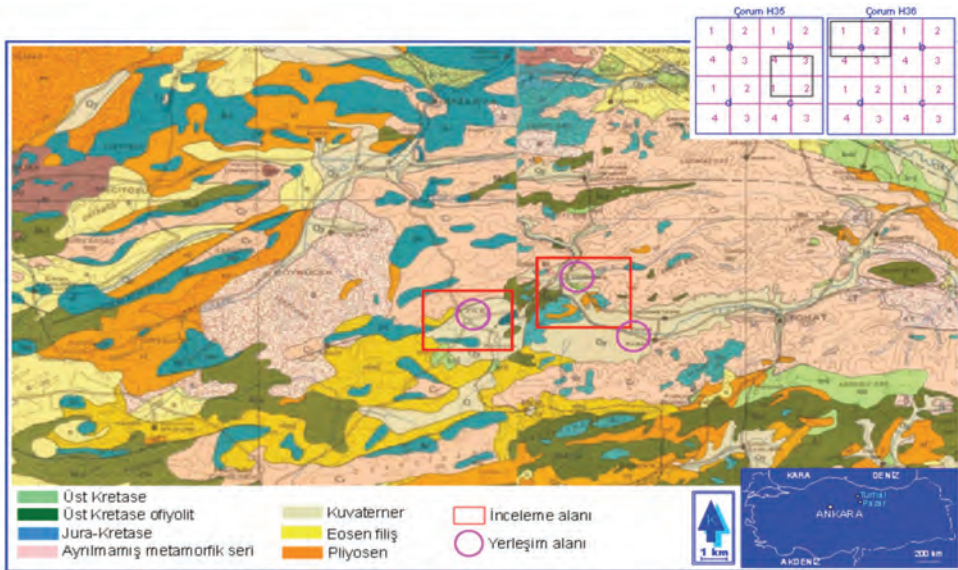
Zile, Turhal, Pazar (Tokat) yöresindeki örtü birimlerinin paleontolojisi ve stratigrafisi konulu bu çalışma kapsamında ağırlıklı olarak Üst Mesozoyik

yaşlı birimler olmak üzere özellikle de denizel olanlarının ayrıntılı paleontolojisinin yapılması ve bölgenin stratigrafisinin ayrıntılı olarak ortaya konulması amaçlanmaktadır. Pliyosen’de tamamen karasallaşan bölgedeki istifin jeolojisinin ve ağırlıklı olarak Jura-Kretase yaşlı birimlerin stratigrafisinin ayrıntılı olarak tanımlanmasına yönelik yeni veriler elde etmek ve/veya bölgede daha önce yapılmış olan çalışmalara bir katma değer yaratmak bu çalışmanın birincil hedefini oluşturmaktadır.

Bölgede daha önce yapılan çalışmalarda coğrafik olarak birbirlerine oldukça yakın olan bölgelerdeki birimler aynı stratigrafik düzeyde olmalarına karşın değişik formasyon adlamaları yapılmış olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada seçilen bölge ve yakın yörelerde tanımlanmış olan aynı kronostratigrafik düzeyde olan birimlerin detay paleontolojisi ve stratigrafisi yapılarak bu birimlerin aynı litostratigrafik ad altında birleştirilebilmesi konusuna yönelik olarak lito-biyo fasiyes özellikleri derlenecek/ incelenecek ve bu özellikleri bakımından da birbirlerine eşdeğer olup olmadıklarının ayırımı yapılmaya çalışılacaktır.

Amaca yönelik olarak hedef bölgedeki örtü birimlerinin ayrıntılı jeolojik-paleontolojik-biyostratigrafik özellikleri ortaya konulacaktır. Bu yolla Orta Pontidler’de, Tokat ilinin kuzeybatısındaki Zile, Turhal ve daha güneydeki Pazar İlçesinin kuzey kesimlerini kapsayan çalışma alanının, bölgedeki jeolojik ve stratigrafik konumu yorumlanmaya çalışılacaktır.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde 1947 yılından itibaren, değişik araştırmacılar tarafından, jeoloji amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Baykal (1947), Blumenthal (1950), Okay (1955), Alp (1972), Seymen (1975, 1993), Öztürk, (1979), Özcan ve diğ., (1980), Görür ve diğ., (1983), Gedik ve diğ., (1983), Aktimur ve diğ., (1992), Akyazı ve Tunç (1992), Tüysüz (1993, 1996), Akay ve diğ., (1994), Yılmaz ve diğ., (1995), Üstüntaş ve İnceöz (1999) ile Atalay (2001) genel jeoloji amaçlı, Koçyiğit (1979) ve Tatar (1983) tektonik amaçlı, Yılmaz (1980, 1981), Tetiker ve diğ., (2009) petrografi amaçlı, Gökçe (1983), Minaz (1984), Yalçın Erik ve Ay (2010) maden jeolojisi amaçlı çalışmalar yapmışlardır.



**Şekil 1.** İnceleme alanının yer bulduru haritası (MTA 1:250.000 ölçekli jeoloji haritası)

**Figure 1.** Location map of investigated area (MTA map of geology 1:250.000 scale)

## **GENEL JEOLJİ**

Çalışma alanının temelini oluşturan metamorfitle; düşük derece metamorfizma ürünleri olan mikaşist, kalkşist, epidotşist, milonit-gnays, metakumtaşları ve metakuvars kumtaşlarından oluşan Permo-Triyas yaşlı matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan, metamorfizma öncesi havza kenarından taşınmış Permiyen yaşlı mermer bloklarından oluşmuştur (Akyazı ve Tunç, 1992).

Temel kayaları üzerine uyumsuzlukla gelen Alt-Orta Jura yaşlı birimler, metamorfik çakıllar ve Permiyen yaşlı kireçtaşı çakıllarından oluşmuş karbonat çimentolu çakıltaşlarıyla başlamaktadır. Üste doğru, koyu renkli, ince-orta taneli, orta tabakalı kumtaşları ve bunlar üzerinde sıvanım şeklinde olan, çamurtaşı, marn ve killi kireçtaşlarıyla devam etmekte olup, çökellemeyle koşut olarak gelişmiş volkanik etkinlikler sonucu çökeller içerisine aglomera, andezitik lav akıntıları, yastık lavlar ve tüfler katılmıştır.

Kırmızı-pembe renkli kireçtaşlarından oluşan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı birimler Alt-Orta Jura yaşlı birimler üzerinde , killi-kumlu kireçtaşlarından oluşan Maestrihtiyen yaşlı birimler ise, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı birimler üzerinde açılı uyumsuzlukla yer almaktadır. Laramiyen Orojenezi ile regresyona uğrayan bölgede Lüttesiyeen trasgresyonu ile birlikte, Maestrihtiyen yaşlı birimler üzerine açılal uyumsuzlukla bir taban çakıltaşı ile gelen kumtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan bu birimlerin üzerine de açılal uyumsuzlukla, sığ deniz fasiyesi ürünleri olan; jipsli, tebeşirli ve tüflü kilttaşlarından oluşan Pliyosen yaşlı birimler gelmektedir. Çalışma alanında gözlenen en genç birimler ise, Kuvaterner yaşlı taraça çakıltaşlarıdır.

Bölgenin jeolojik evriminde Laramiyen, Anadolu ve Pireniyen fazlan oldukça önemli rol oynamışlardır. Bu tektonik hareketlerle KD-GB doğrultulu kıvrımlanmalar ve bu kıvrım eksenlerine koşut sürüklenimler gözlenmiştir.







## STRATİGRAFI

Stratigrafik çalışma yapılan inceleme alanı, Zile ve Turhal-Pazar yöreleri olmak üzere iki bölüm halinde incelenmiştir.

### Zile Yöresinin Stratigrafisi

Zile yöresinde, çökelmiş olan örtü kayaçları ile temel kayaçlar arasındaki örtü-temel ayrımı net olarak gözlenmektedir. Permo-Triyas yaşlı temel karmaşığı üzerine gelen örtü birimleri Orta Jura'dan başlayarak Kuvaterner'e değin uzanan kesikli bir istif olarak izlenmektedir. Orta Jura'dan başlayarak Üst Kretase'ye kadar birbirleriyle uyumsuz olsalar da devam eden istif, Laramiyen orojenezinin etkisiyle Üst Kretase sonunda belirgin bir kesikliğe uğrar. Aynı zamanda Üst Kretase çökeline koşut olarak gelişen ve güneyden kuzeye doğru bindiren bir ofiyolit kuşağının varlığı da gözlenmektedir. Üst Kretase çökelleri üzerine açılı uyumsuzlukla gelen sığ denizel Eosen çökeliminden sonra bölge yer yer karasallaşmış, sığ denizden karasala uzanan değişik yelpazedeki çökellerden oluşan Pliyosen yaşlı birimlerin bölgedeki varlığı gözlenmiştir (Şekil 2).

**Permo-Triyas:** Düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları; kuvarsit, kalkşist, epidotşist, milonitgnays, mikaşist, metakumtaşı ve metakuvars kumtaşlarından oluşan metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmaktadırlar (Akyazı ve Tunç,1992). Kristalize kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitleri üzerinde yapılan çalışmalarda birim içerisinde Permiyen yaşlı veren; *Schwagerina* sp., *Neoschwagerina* sp. ve *Polydioxodina* sp. fosilleri saptanmıştır (Akyazı ve Tunç, 1992). Bu nedenle bu çalışmada da kristalize kireçtaşlarının yaşlı Permiyen olarak kabul edilmiştir.

İçerisinde Permiyen yaşlı bloklar bulunduran metamorfik matriksin üzerinde yer alan ve çalışma alanının yüzeyleyen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı birimlerin metamorfizma geçirmediği gözönüne alındığında, metamorfizmasının Permo-Triyas yaşında olduğu ve Üst Jura öncesi metamorfizma geçirdikleri söylenebilir (Şekil 3).

Birim inceleme alanının kuzeydoğusunda; Ede, Olukman ve Bayırköyün kuzeyi ile Güvercinlik Tepe ile Emirören-Yeniköy arasında, kuzeybatıda; Derebaşı Köyü batısıyla Yelli Tepe'de, güneydoğuda Söğütözü köyü civarında, güneybatıda ise; Kislik Tepe, Çorak Tepe ile Üçköy civarında yüzlekler vermektedir (Şekil 2).

Baykal (1947) tarafından Paleozoyik Yaşlı Metamorfizma, Blumenthal (1950) tarafından Tokat Kristalin Masifi, Okay (1955) tarafından Paleozoyik Metamorfizmaları, Yılmaz ve diğ., (1995) ve Ketin (1962) tarafından Tokat Masifi, Seymen (1975) tarafından Tozanlı Grubu, olarak tanımlanan bu birim, Koçyiğit (1979) tarafından Tokat Grubu, Yılmaz (1980) tarafından Tokat Formasyonu, Özcan (1980) tarafından Turhal Grubu, Özcan ve diğ., (1980) tarafından Turhal Metamorfizmaları/Devecidağ Karışığı, Gökçe (1983) tarafından Turhal Metamorfizmaları, Şengör ve diğ., (1985) Gölova (Agvanis) Metamorfizmaları, Temiz ve diğ., (1993) tarafından Tokat Kompleksi olarak adlandırılan ve tanımlanan Erzincan'dan Amasya'ya kadar uzanan metamorfik zonun bir parçasını oluşturan bu birim Tüysüz, (1993) tarafından ise, Karakaya Karmaşığı olarak tanımlanmıştır (Şekil 13).

**Alt-Orta Jura:** Alacalı renkli karbonat çimento ile sıkı bağlanmış kuvarsit, kalkşist, epidotşist, gnays, mikaşist, mermer ve Permiyen yaşlı kireçtaşı çakıllarından oluşmuş metamorfik çakıllar içeren çakıltaşlarıyla başlamakta olup,

üste doğru, kahve yer yer siyahımsı koyu renkli, ince-orta taneli, orta tabakalı kumtaşına geçmektedir. Kumtaşları, koyu yeşil renkli, ince tabakalı çamurtaşı ile gri renkli, ince tabakalı marn ve koyu kırmızı renkli killi kireçtaşları tarafından ince bir tabaka halinde sıvanmış durumdadır. Çökellemeyle koşut olarak gelişen denizaltı volkanik etkinliklerine bağlı olarak çökeller içerisinde yer yer koyu renkli, kalın tabakalı aglomera, andezitik lav akıntıları ve yastık lavlar ile açık renkli, ince-orta tabakalı tüfler katılmıştır (Şekil 2, 3).

İnceleme alanındaki kalınlığı 100-150 m olarak saptanan birime ait marnlar ve kireçtaşları içerisinde; *Trocholina* sp., *Involutina* sp., *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Nautiloculina* sp., *Protopenelopis* sp. ve *Phylloceras* sp., fosilleri saptanmıştır (Akyazı ve Tunç, 1992). Saptanan bu fosillerin yanısıra birimin stratigrafik konumu gözönüne alınarak birime Alt-Orta Jura yaşı verilmiştir.

Seyrekte olsa içerisinde andezitik lav akıntıları ve yastık lavlar gözlenen birimin deniz altı volkanizmasının etkin olduğu ortamda çökeldiğini göstermektedir.

Birim, Öztürk (1979) tarafından Seyfe, Alp (1972) tarafından Kayabaşı, Seymen, (1975) tarafından Karatepe, Altınlı (1973) tarafından Bayırköy, Özcan ve diğerleri (1980), tarafından İnözü, Saner, (1980) ve Gözübol (1980) tarafından Mudurnu, Serdar ve diğerleri (1984), Karakese formasyonları olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır (Şekil 13).

**Üst Titoniyen-Alt Berriyasiyen:** İnceleme alanındaki Üst Titoniyen-Alt Berriyasiyen yaşlı birimler; düşey ve yanal yönde farklı litofasiyes özelliklerine sahip olup, gel-git ortamından resif önüne hatta derin denizele kadar değişen ortamlarda çökelmiştir. Birim, inceleme alanının batısında derin denizel, doğusunda ise sığ

denizelden başlayıp derin denizel fasiyese doğru geçen özellikler göstermektedir.

Doğuda Kızıltepe dolayında yüzlek veren sığ denizel birimler, grimsi, yer de pembemsi renkli, orta tabakalı, konkoidal kırılma yüzeyli, sert, kıvrımlı-kırıklı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu kireçtaşlarının alt düzeyleri biyopelmikrit mikrobiyofasiyeste gelişmiş olup, dokusunda bol pellet ile foraminiferalarla radiolarialardan oluşan biyojen taneler içerirken, üst düzeyleri, kötü yıkanmış oolitle pelsparit mikrobiyofasiyes özellikleri gösterir ve bol olarak pellet ile alg kökenli çekirdeğe sahip oolitle içermektedir. Birime ait örneklerin ince kesitleriyle yapılan incelemeleri sonucunda, *Triloculina* sp., *Bigenerina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Textularia* sp., ve Miliolidae gibi fosiller saptanarak birime Üst Jura-Alt Kretase yaşlı verilmiştir (Şekil 2, 3).

Birim üst düzeylerde, inceleme alanının batısında olduğu gibi, ince tabakalı, pembe renkli marn ve kiltası ara düzeyleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş olan birimin bu düzeyleri içerisinde Üst Titoniyen-Alt Berriyasiyen yaşını veren; *Crassicollaria parvula* Remane, (Levha I, şekil 5), *Crassicollaria brevis* Remane, (Levha I, şekil 4), *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Pseudocyclamina* sp. fosilleri saptanmıştır (Şekil 2, 3).

Birim inceleme alanının kuzeybatısında Çokçaabdal köyünden Bayırköye uzanan GB-KD yönlü hattın kuzeybatısında ve güneyindeki Hacılar Köyü yöresinde, doğusunda bulunan Kızıltepe ile Kırklar Köyü arasında, güneydoğuda ise, Söğütözü Köyü civarında küçük bir alanda yüzlek vermektedir. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı olan birim inceleme alanının güneydoğusunda tabanda neritik ortam özellikleri gösterirken, üst düzeylerinde inceleme alanının batısında olduğu

gibi, pelajik ortam çökelim koşullarını işaret etmektedir.

Baykal, (1947) tarafından “Ayrılmamış Mesozoyik” olarak adlandırılan birim, Blumenthal (1950), Amasya kireçtaşı, Pontid zonu Alt ve Orta Kretase kalkerleri, Altınlı (1971, 1972, 1973) Bilecik kireçtaşları, Alp (1972) Carcurum-Ferhatkaya Formasyonu, Seymen (1974) Hankırı Tepesi kireçtaşı, Öztürk (1979) Doğdu formasyonu, Terlemez ve Yılmaz (1980) Zinav kireçtaşı olarak tanımlanan ve adlandırılan birim, Özcan ve diğ., (1980) tarafından da birbiriyle eşlenik Ferhatkaya, Carcurum, Helvacı ve Karaömer formasyonları olarak Amasya Grubu’na dahil edilmiştir. Birim, Gökçe (1983) Buzluk Kireçtaşları, Serdar ve diğ. (1984) İnaltı Formasyonu, Yoldaş ve diğerleri (1985) Belalan kireçtaşı, Akyazı ve Tunç (1996) Sarıalan formasyonu, olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır (Çizelge 4)

**Kampaniyen-Maestrihtiyen:** Üst Kretase yaşlı denizel örtü birimleri, Jura-Kretase yaşlı birimler üzerine belirgin lakün ve hiyatusün varlığını kanıtlayacak şekilde biyosparitik mikrobiyofasiyeste gelişmiş, alacalı renkli yumrulu kireçtaşı düzeyiyle uyumsuz olarak gelmektedir. Paleocypoda ve gastropoda kavkı parçaları ile alg içeren sparit dokulu, bu yumrulu kireçtaşları, Kampaniyen’de başlayan transgresyonunun bölgede gözlenen ve sığ deniz fasiyesinde olan ilk tortullarıdır (Şekil 3).

Hızlı gelişen transgresyon sonucu, bölge derin denizel özellik kazanmış ve buna paralel olarak, bol planktonik foraminifera içeren, açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalı renkli, ince-orta tabakalı Globotruncanalı biyomikrit mikrobiyofasiyesindeki derin denizel kireçtaşları yumrulu kireçtaşları üzerine çökelmiştir. Birimin üst düzeylerinin bazı sınırlı alanlarda gri renkli marn tabakaları içerdiği de gözlenmiştir.

Çalışma alanında 210 m kalınlıkta olduğu saptanan birim, 1/25.000 ölçekli Çorum H35 b4 paftasında yer alan inceleme alanının güneydoğusunda Söğütözü ve Selamet Köyleri yöresinde, güneyde Süleymaniye yöresinde, güneybatıda Elifoğlu ve Savcı köyleri arasında kalan bölgedeki alanlarda yüzlekler verir (şekil 2).

Birime ait kireçtaşlarından elde edilen örnekler üzerinde yapılan ayrıntılı paleontoloji çalışmaları sonucunda; *Globotruncana elevata* (Brotzen), *Globotruncanita stuarti* (DeLapparent), *Rosita fornicata* (Plummer), *Globotruncana linneiana* (D’Orbigny), *Globotruncanita stuartiformis* Dalbiez, *Globotruncana ventricosa* White, *Heterohelix* sp., *Textularia* sp. ve *Radiolaria* fosilleri saptanarak birime Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşı verilmiştir.

Birim, Alp (1972), Lokman, Özcan ve diğ., (1980), Eğerkaya, Yılmaz (1980), Boztepe Formasyonu, Koçyiğit (1979), Tekneli Grubu, Akyazı ve Tunç (1992) Hacılar, Gedik, A. ve Korkmaz, S., (1984), Akveren, Akay ve diğ., (1994) tarafından, Yemişliçay formasyonu olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır (Şekil 13).

**Üst Kretase Ofiyolitli Karışığı:** Kuzeye ve güneye doğru bindirmeli kuşaklar şeklinde yerleşen okyanusal kabuk dilimleri ve çökel prizması bileşenlerinden oluşmakta olan ofiyolitik birimler, kuzeyden ve güneyden denizel ve karasal çökeller tarafından kuşatılmaktadır.

Üst Kretase sonrası yerleştiği düşünülen ve inceleme alanının kuzeybatısında Çokçaabdal’dan Bayırköye kadar yaklaşık güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda gözlenen bu birim iki ana tektonik dilimden oluşmaktadır. Tabanda yer alan dilim tipik bir ofiyolitik melanj bileşimlerinden oluşmaktadır. Serpantinleşmiş harzburjitlerden oluşan hamur içerisinde, yer yer Liyas yaşlı, kırmızı renkli, yer yer de Jura-Kretase yaşlı, gri renkli mikritik

kireçtaşları farklı kökenli metasediment, amfibolit, metavolkanit ve mermer blokları içeren bu birim II. dilimle tektonik ilişkilidir. I. tektonik dilime göre daha düzenli bir istif sunan II. tektonik dilim serpantinleşmiş dunit, serpantinleşmiş harzburjit ve harzburjitlerden oluşmakta olup, üst düzeyleri metabazalt ve spilitik bazaltlardan oluşmaktadır.

Bu iki tektonik dilim birbiriyle girift olduğundan ayrı ayrı haritalanamamıştır. Ofiyolitli karışık içerisinde yer alan mafik bileşenler yeşilşist metamorfizması koşulları altında metamorfizmaya uğramışlardır (Akyazı ve Tunç, 1992).

Çalışma alanının güneyinde doğu-batı uzanımında geniş yüzlekler veren Üst Kretase yaşlı ofiyolitik dizide I. ve II. tektonik dilim arasındaki fark sadece yapısal özellikte olduğu için anlatımda yer verilmesine karşın haritalama da ayırt edilmemiştir (Şekil 2).

**Lütesiyen:** Lütesiyen transgresyonunun ürünü olan birimler, inceleme alanının güneybatısında, Belkaya, Büyükkarayün, Küçükkarayün köyleri arasında, yaklaşık güneydoğu-kuzeybatı doğrultulu bir alanda yüzülemektedir. Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler üzerine açılı uyumsuzlukla gelen birim bir taban çakıltaşıyla başlamaktadır. Çakıltaşları, kırmızı, alacalı renkli, karbonat çimentolu, ultramafik ve metamorfik kayalar parçaları ile Üst Kretase yaşlı kireçtaşı çakılları içerir. Genellikle küçük çakıllı olmasına karşın yer yer kaba çakıl içerdiği de saptanan, intraklastik malzemeli çakıllardan oluşan bu çakıltaşları dereceli olarak, karbonat çimentolu, orta-kaba taneli, gevşek dokulu kumtaşlarına geçer. Üste doğru, açık kahve renkli, Nummulitesli biyosparit mikrobiyofasiyeste gelişmiş kumlu kireçtaşlarına geçen birimin en üst kesimi sarı-krem renkli, biyosparit mikrobiyofasiyesteki kumlu kireçtaşlarından oluşmuştur.

Birime ait kireçtaşları içerisinde, Lütesiyen yaşı veren *Sphaerogypsina globula* (Reuss), *Nummulites* sp., *Alveolina* sp., *Fabiania* sp., *Orbitolites* sp. ve *Assilina* sp. fosilleri saptanmıştır.

Özcan ve diğ., (1980) tarafından Çekerek, Gökçe (1983) tarafından Akçatarla Çökelleri, Seymen (1993) tarafından Cevherli, Temiz ve diğ., (1993), tarafından Kabaklık formasyonu olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır (Şekil 13).

**Pliyosen:** İnceleme alanının kuzeybatısında, Çayır, Derebaşı ve Saraç, batısında Palanlı, güneybatısında Büyükkarayün, Küçükkarayün, doğusunda Osmanpınarı, Belkaya Köyleri civarında ve güneydoğuda Turba Tepe civarında olmak üzere geniş bir alanda yüzlekler veren ve kendisinden yaşlı tüm birimleri açılı uyumsuzlukla örten bu birimin üzerine de çalışma alanının orta kesimlerinde Kuvaterner yaşlı alüvyon gelmektedir. Birim beyaz-açık krem renkli, gevşek dokulu yer yer tebeşirli, jipsli kireçtaşlarından oluşmakta olup üst düzeylerde kıltaşı aratabakalar içermektedir. Birimin üst düzeylerinde görülen tüflü katışımlar o dönemdeki volkanik etkinliğin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Volkanik etkilerde zaman zaman etkili olduğu sığ, kapalı bir geçiş ortamının ürünü olan birim içerisinde fosil elde edilememesine karşın, birime, önceki çalışmalarda verilmiş olan Pliyosen yaşı, birimin stratigrafik konumu da göz önüne alınarak bu çalışmada da benimsenmiştir.

Miyosende karasallaşan bölgede beliren topografyaya bağlı olarak gelişmiş vadi dolguları ve yama şeklinde örtüler olarak izlenir. Jipsli aratabakalar içeren birim, sergilediği tortul yapılara göre, sıcak ve kurak iklim koşullarında, dağ eteği, alüvyal yelpaze, geçişli örgülü nehir ve taşkın ovası ortamlarında çökelmiştir (Şekil 2, 3).

Birim, Özcan ve diğ. (1980) tarafından Kemerkaş, Alp (1972) tarafından Karasal Neojen çökelleri, Öztürk (1979) tarafından Çerkeş, Koçyiğit (1979) tarafından Boyunpınar, Yılmaz (1981) tarafından Kargın, Seymen (1975) tarafından Gökköy formasyonu ve Barka (1984) tarafından Alt Pontus formasyonu olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır (Şekil 13).

**Kuvaterner:** Çalışma alanının en genç birimleri, Bağlıca, Akbaba, Köprülükaya ve Falderelerinin beslediği Zile ovasını oluşturan ve çalışma alanının orta kesimindeki geniş düzlükleri kapsayan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

### Zile Yöresi Ölçülü Stratigrafi Kesitleri

**Saraç Ölçülü Stratigrafi Kesiti:** İnceleme alanın kuzeybatısında yer alan Saraç Köyünün kuzeybatısından başlanarak KB-GD dpğrultusunda alınan bu kesit, 44 65 850 enlem, 7 39 930 boylam başlangıç ve 44 65 790 enlem 7 40 040 boylam bitiş koordinatları arasında, KB-GD yönünde 685 m gidişli olup, toplam 140 m kalınlık ölçülmüş ve 30 örnek derlenmiştir (Şekil 4).

Kesit alınan yerde tabanda, düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları yer almaktadır. Permo-Triyas yaşlı bu birim; kuvarsit, kalkışit, epidotışit, milonitgnays, mikaışit, metakumtaşı ve metakuvars kumtaşlarından oluşan metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmakta olup kireçtaşı blokları içerisinde *Polydiexodina* sp. (Levha III, şekil 2) fosili saptanmıştır.

Permo-Triyas yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla gelen, Titonik fasiyeste gelişmiş, Alt Berriyasiyen yaşlı birimler; pembe renkli marn ve kıltaşı ara düzeyleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş olan

birimin içerisinde, *Calpionella alpina* Lorenz (Levha I, şekil 6) ve *Calpionella elliptica* Cadisch, *Pseudocyclammina* sp. ve *Radiolaria* sp. (Levha III, şekil 5) fosilleri saptanmış ve Calpionella alpina-Calpionella elliptica biyozonları tanımlanmıştır (Şekil 4).

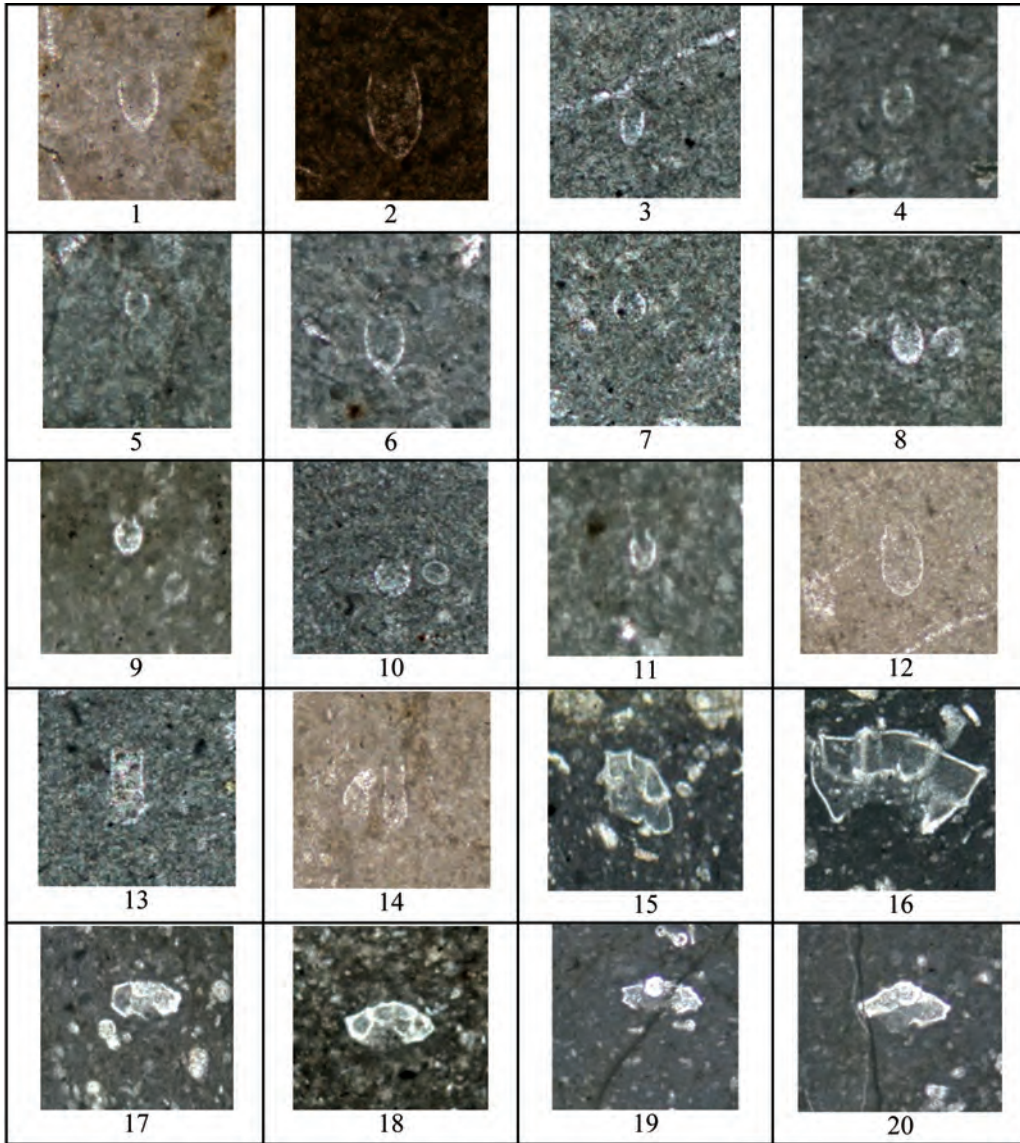
Kesit bölgesinde, Üst Tithoniyen-Alt Berriyasiyen yaşlı kireçtaşları üzerine, tektonik olarak, Üst Kretase ve/veya sonrası yerleştiği düşünülen Ofiyolitli karışık gelmektedir.

Kesit bölgesinde, Üst Tithoniyen-Alt Berriyasiyen yaşlı kireçtaşları üzerine, Kampaniyen'de başlayan transgresyonunun bölgede gözlenen ve sığ deniz fasiyesinde olan ilk tortulları olan biyosparitik mikrobiyofasiyeste gelişmiş, alacalı renkli yumrulu kireçtaşı düzeyiyle başlayan Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler uyumsuz olarak gelmektedir.

Hızlı gelişen transgresyon sonucunda oluşan derin denizel ortam ürünleri olan, bol planktonik foraminifera içeren, açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalı renkli, ince-orta tabakalı Globotruncanalı biyomikrit mikrobiyofasiyesindeki derin denizel kireçtaşları yumrulu kireçtaşları üzerine çökelmiştir. Birimin üst düzeylerinin bazı sınırlı alanlarda gri renkli marn tabakaları içerdiği de gözlenmiştir.

Birime ait kireçtaşlarından elde edilen örnekler üzerinde yapılan ayrıntılı paleontoloji çalışmaları sonucunda; *Globotruncana elevata* (Brotzen) (Levha I, şekil 15), *Globotruncanita stuarti* (DeLapparent), *Rosita fornicata* (Plummer), *Globotruncana linneiana* (D'Orbigny), *Globotruncanita stuartiformis* Dalbiez (Levha I, şekil 19), *Globotruncana ventricosa* White ve *Heterohelix* sp., fosilleri saptanmıştır.

Kesit alınan yerde, Lütesiyen transgresyonunun ürünü olan birimler, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler



Levha I

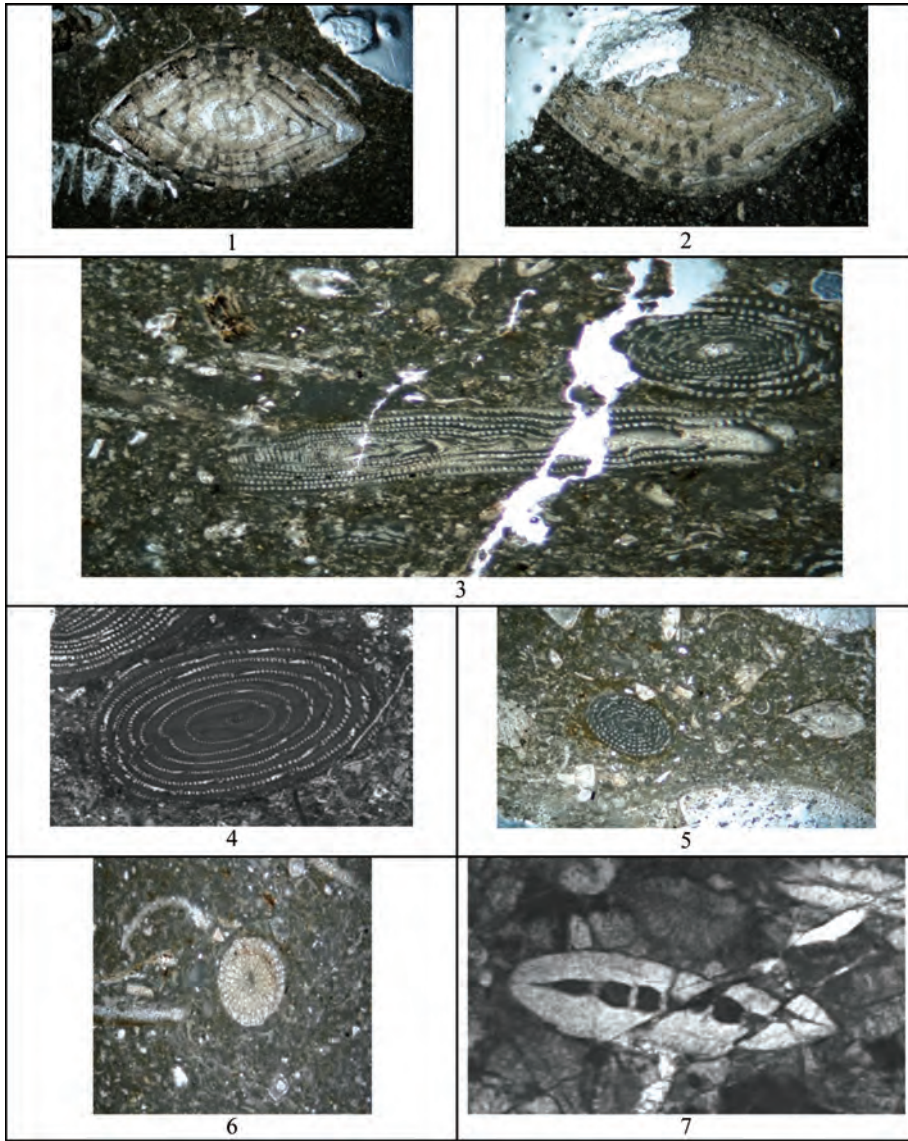
- Şekil 1. Eksenel kesit X100, Sırakayalar ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srk 25  
*Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu)
- Şekil 2. Eksenel kesit X100, Çengelkaya ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Çk 30  
*Tintinnopsella longa* (Colom)
- Şekil 3. Eksenel kesit X100, Çengelkaya ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Çk 7  
*Crassicollaria intermedia* Cadisch
- Şekil 4. Eksenel kesit X100, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 9  
*Crassicollaria brevis* Remane,

- Şekil 5. Eksenel kesit X100, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 12  
*Crassicollaria parvula* Remane
- Şekil 6. Eksenel kesit X100, Saraç ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srç 12  
*Calpionella alpina* Lorenz
- Şekil 7. Eksenel kesit X100, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 27
- Şekil 8. Eksenel kesit X100, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 21
- Şekil 9. Eksenel kesit X100, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 15
- Şekil 10. Eksenel kesit X100, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 18

- Calpionella elliptica* Cadisch
- Şekil 11. Eksenel kesit X100, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 34
- Şekil 12. Eksenel kesit X100, Sırakayalar ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srk 27
- Calpionellopsis simplex* (Colom)
- Şekil 13. Eksenel kesit X100, Sırakayalar ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srk 33
- Calpionellopsis oblonga* Cadisch
- Şekil 14. Eksenel kesit X100, Çengelkaya ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Çk 35
- Globotruncanita elevata* (Brotzen)
- Şekil 15. Eksenel kesit X100, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 31
- Globotruncanita stuarti* De Lapparent
- Şekil 16. Eksenel kesit X20, Süleymaniye ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no:Sl 33
- Globotruncana linneiana* De Lapparent
- Şekil 17. Eksenel kesit X20, Savcı ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Svc15
- Rosita fornicata* Plummer
- Şekil 18. Eksenel kesit X20, Savcı ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Svc 30
- Globotruncanita stuartiformis* De Lapparent
- Şekil 19. Eksenel kesit X20, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 40
- Globotruncana ventricosa* White
- Şekil 20. Eksenel kesit X20, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 46

üzerine bir taban çakıltaşıyla açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Çakıltaşları, kırmızı, alacalı renkli, karbonat çimentolu, ultramafik ve metamorfik kayalar parçaları ile Üst Kretase yaşlı kireçtaşı çakılları içerir. Üste doğru, açık kahve renkli, Nummulitesli biyosparit mikrobiyofasiyeste gelişmiş kumlu kireçtaşlarına geçen birimin

en üst kesimi sarı-krem renkli, biyomikrit mikrobiyofasiyesteki pelajik killi kireçtaşlarından oluşmuştur. Birime ait kireçtaşları içerisinde, *Sphaerogypsina globula* (Reuss) (Levha II, şekil 6), *Nummulites* sp. *Orbitolites* sp. (Levha III, şekil 1) ve *Alveolina* sp. (Levha II, şekil 5) fosilleri saptanmıştır.

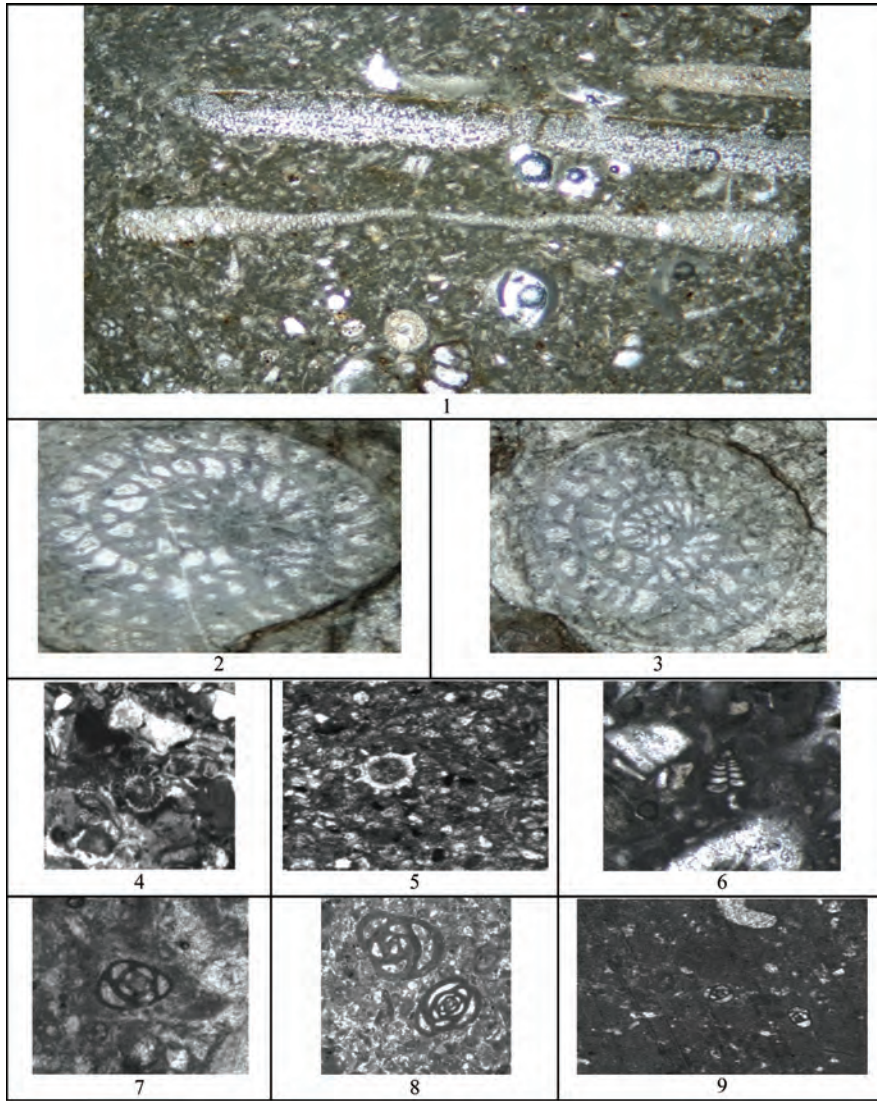


**Levha II**

- Şekil 1. *Nummulites* sp.  
Eksenel kesit X8, Savcı ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Svc 43
- Şekil 2. Eksenel kesit X8, Süleymaniye ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sl 42
- Şekil 3. *Alveolina* sp.  
Eksenel kesit X8, Savcı ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Svc 53
- Şekil 4. Eksenel kesit X8, Süleymaniye ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sl 47

- Şekil 5. *Alveolina* sp.  
Ekvatoryal kesit X8, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 56
- Şekil 6. *Sphaerogypsina globula* (Reuss)  
Ekvatoryal kesit X10, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 48
- Şekil 7. *Assilina* sp.  
Eksenel kesit X8, Savcı ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Svc 47



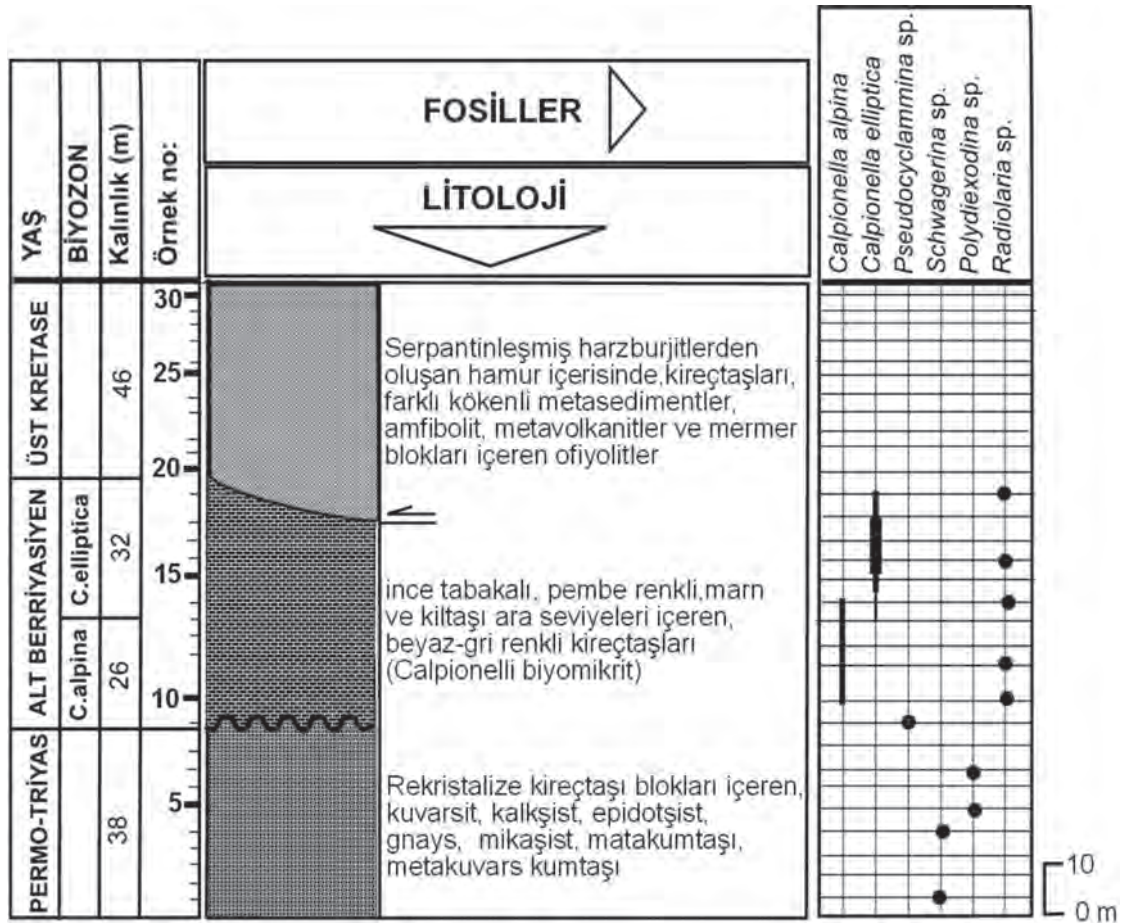


### Levha III

- Şekil 1. *Orbitolites* sp.  
Eksenel kesit, X 20, Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: BK 56
- Şekil 2. *Polydiexodina* sp.  
Ekvatoryal kesit, X8, Saraç ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srç 5
- Şekil 3. *Schwagerina* sp.  
Ekvatoryal kesit, X8, Sırakaya ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srk 7
- Şekil 4. *Protopenneroplis striata* Weynschenk  
Ekvatoryal kesit, X10, Mercimek Dağı ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Mr 15
- Şekil 5. *Radiolaria* sp.  
X20, Saraç ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Srç 14
- Şekil 6. *Textularia* sp.  
Boyuna kesit, X20, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 3
- Şekil 7. *Triloculina* sp.  
Boyuna kesit, X20, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 43
- Şekil 8. *Quinqualeoculina* sp.  
Boyuna kesit X20, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 13
- Şekil 9. Miliolidae  
Boyuna kesit, X20, Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti, örnek no: Sğt 11

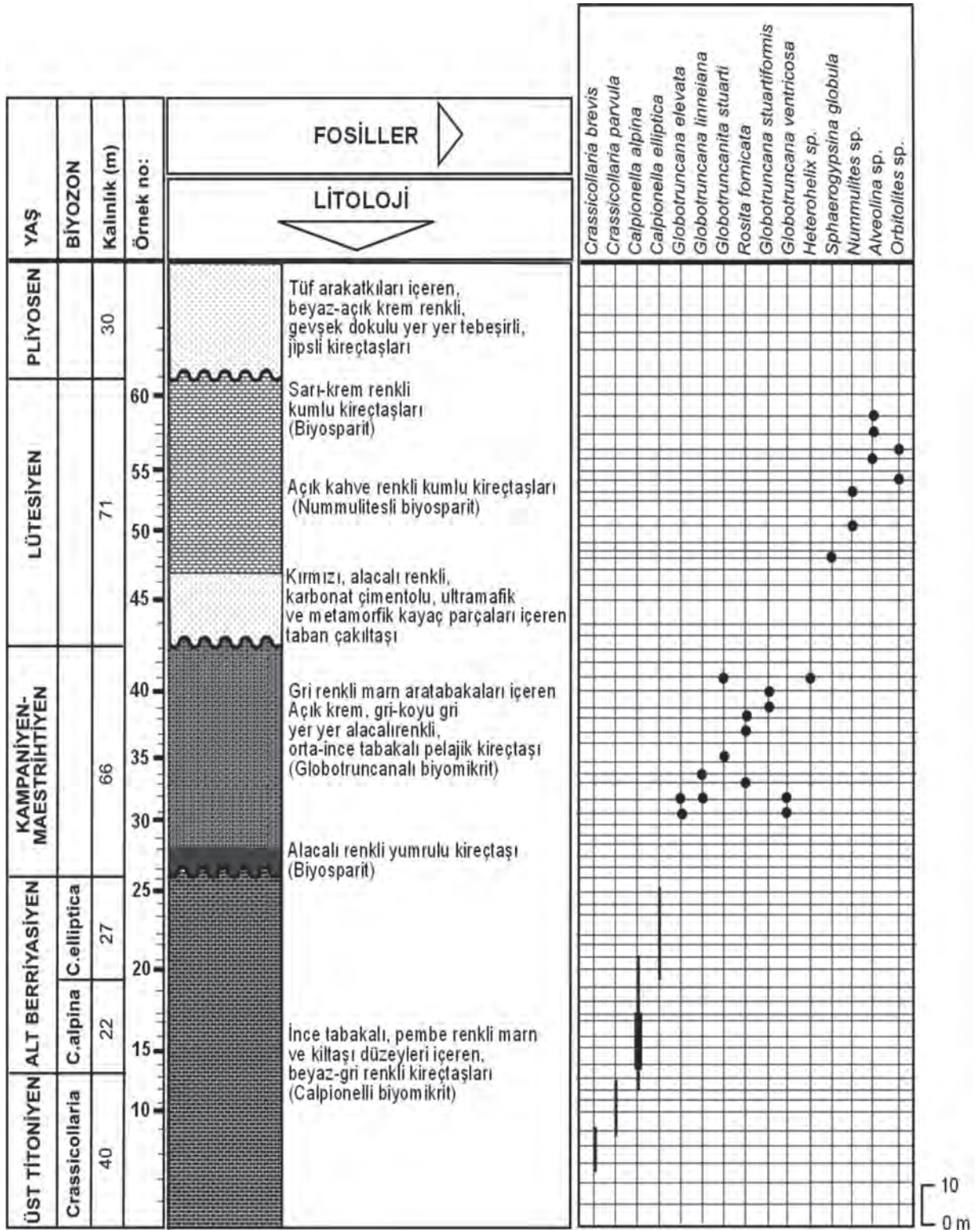
Lütesiyen yaşlı birimler üzerine açılal uyumsuzlukla gelen Pliyosen yaşlı birimler, beyaz-açık krem renkli, gevşek dokulu yer yer tebeşirli, jipsli kireçtaşlarından oluşmakta olup üst düzeylerde kiltası aratabakalar içermektedir. Birimin üst düzeylerinde görülen tüflü katışımlar o dönemdeki volkanik etkinliğin bir göstergesi

olarak kabul edilebilir. Volkanik etkilerde zaman zaman etkili olduğu sığ, kapalı bir geçiş ortamının ürünü olan birim içerisinde fosil elde edilememesine karşın, birime, önceki çalışmalarda verilmiş olan Pliyosen yaşı, birimin stratigrafik konumu da göz önüne alınarak bu çalışmada da benimsenmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Saraç Ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 4. Saraç measured stratigraphic section



Şekil 5. Büyükkarayün ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 5. Büyükkarayün measured stratigraphic section

### Savcı Ölçülü Stratigrafi Kesiti:

İnceleme alanın güneybatısındaki Savcı Köyünün güneyindeki Gödellez Deresinden başlanarak alınan bu kesit, 44 57 900 enlem, 7 37 210 boylam başlangıç ve 44 57 170 enlem 7 36 685 boylam bitiş koordinatları arasında, yaklaşık KD-GB yönünde 1068 m gidişlidir. Bu kesitte toplam 133 m kalınlık ölçülmüş ve 59 örnek derlenmiştir (Şekil 2).

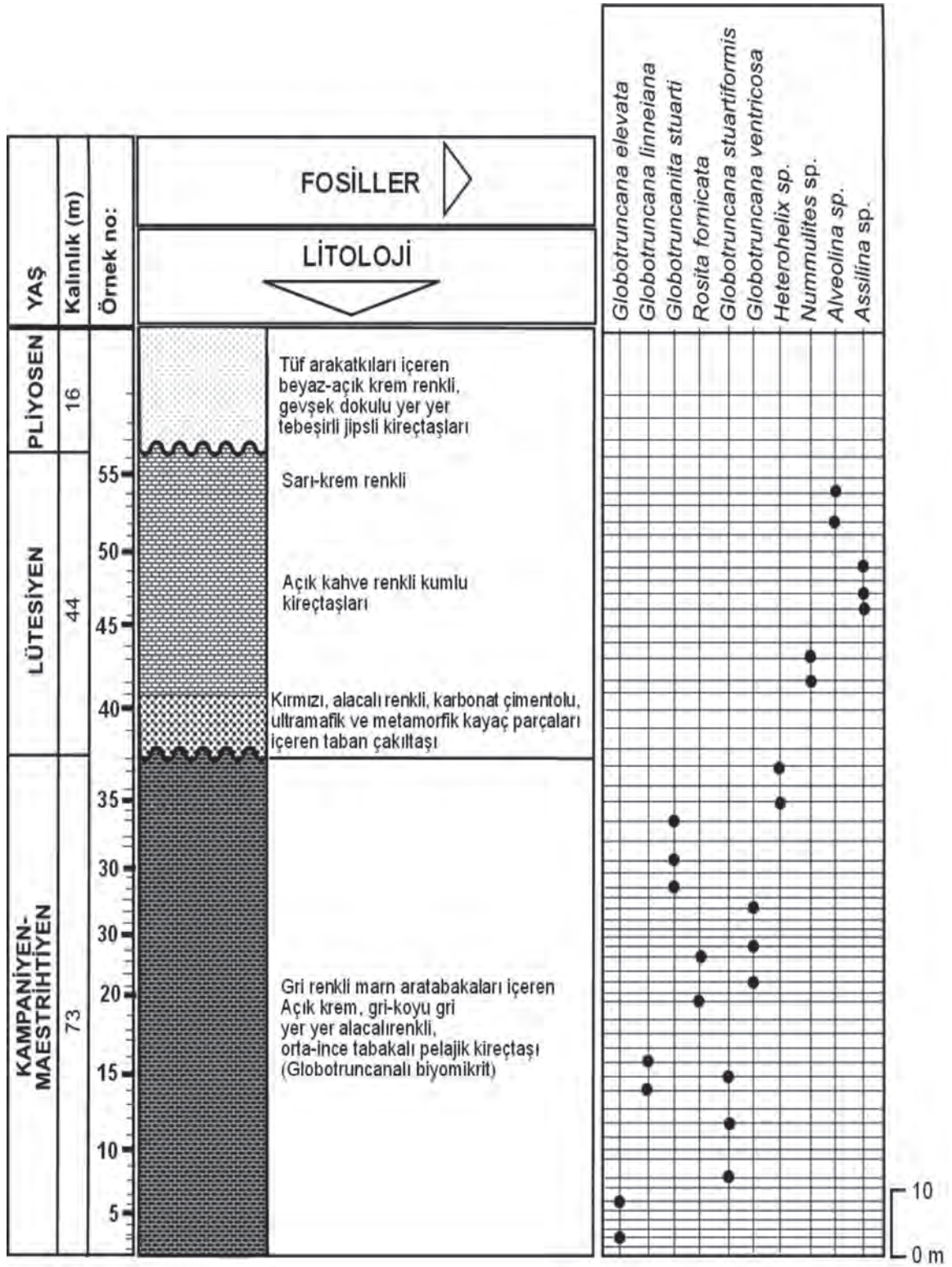
Kesit alınan yerde tabanda, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı üst düzeylerinde gri renkli marn tabakaları da içeren açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalı renkli, ince-orta tabakalı Globotruncanalı biyomikrit mikrobiyofasiyesindeki derin denizel kireçtaşları gözlenmiştir. Bunlar Kampaniyen'de başlayan transgresyonunun ilerleyen evrelerinde hızla derinleşen bölgede gözlenen derin deniz fasiyesinde ki çökellerdir.

Birime ait kireçtaşlarından elde edilen örnekler üzerinde yapılan ayrıntılı paleontoloji çalışmaları sonucunda; *Globotruncana elevata* (Brotzen), *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent), *Rosita fornicata* (Plummer) (Levha I, şekil 18), *Globotruncana linneiana* (D'Orbigny) (Levha I, şekil 17), *Globotruncanita stuartiformis* Dalbiez, *Globotruncana ventricosa* White, ve *Heterohelix* sp. fosilleri saptanmıştır.

Kesit alınan yerde, Lütésiye transgresyonunun ürünü olan birimler, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler üzerine bir taban çakıltaşıyla açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Çakıltaşları, kırmızı, alacalı renkli, karbonat çimentolu, ultramafik ve metamorfik kayaç parçaları ile Üst Kretase yaşlı kireçtaşı çakılları içerir. Üste doğru, açık kahve renkli, Nummulitesli biyosparit mikrobiyofasiyeste gelişmiş kumlu kireçtaşların içerisinde, *Nummulites* sp. (Levha II, şekil 1), *Alveolina* sp. (Levha II, şekil 3), *Assilina* sp. (Levha II, şekil 7) fosilleri saptanmıştır (Şekil 6).

Lütésiye yaşlı birimler üzerine açılal uyumsuzlukla gelen Pliyosen yaşlı birimler, beyaz-açık krem renkli, gevşek dokulu yer yer tebeşirli, jipsli kireçtaşlarından oluşmakta olup üst düzeylerde kiltası aratabakalar içermektedir. Birimin üst düzeylerinde görülen tüflü katışımlar o dönemdeki volkanik etkinliğin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Volkanik etkilerde zaman zaman etkili olduğu sığ, kapalı bir geçiş ortamının ürünü olan birim içerisinde fosil elde edilememesine karşın, birime, önceki çalışmalarda verilmiş olan Pliyosen yaşı, birimin stratigrafik konumu da göz önüne alınarak bu çalışmada da benimsenmiştir.



Şekil 6. Savcı ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 6. Savcı measured stratigraphic section

### Söğütözü Ölçülü Stratigrafi Kesiti:

İnceleme alanın güneydoğusundaki Söğütözü Köyünden başlanarak, kuzeybatıdaki Torba Tepeye doğru alınan bu kesit, 44 56 350 enlem, 7 52 400 boylam başlangıç ve 44 56 910 enlem 7 51 050 boylam bitiş koordinatları arasında, yaklaşık GD-KB yönünde 1102 m gidişlidir. Bu kesitte toplam 387 m kalınlık ölçülmüş ve 66 örnek derlenmiştir (Şekil 2).

Kesit alınan yerde tabanda, düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları yer almaktadır. Permo-Triyas yaşlı bu birim; kuvarsit, kalkışist, epidotşist, milonitgnays, mikaşist, metakumtaşı ve metakuvars kumtaşlarından oluşan metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmakta olup kireçtaşı blokları içerisinde *Polydixodina* sp. fosili saptanmıştır.

Permo-Triyas yaşlı birimin üzerinde uyumsuzlukla yer alan, Alt-Orta Jura yaşlı birimler, alacalı renkli karbonat çimento ile sıkı bağlanmış kuvarsit, kalkışist, epidotşist, gnays, mikaşist, mermer ve Permiyen yaşlı kireçtaşı çakıllarından oluşmuş metamorfik çakıllar içeren çakıltaşlarıyla başlamakta olup, üste doğru, kahve, yer yer siyahımsı koyu renkli, ince-orta taneli, orta tabakalı kumtaşına geçmektedir. Kumtaşları, koyu yeşil renkli, ince tabakalı çamurtaşı ile gri renkli, ince tabakalı marn ve koyu kırmızı renkli killi kireçtaşları tarafından ince bir tabaka halinde sıvanmış durumdadır.

Kesit alınan yerde 100-150 m kalınlıkta olduğu saptanan birime ait marnlar ve kireçtaşları içerisinde; *Trocholina* sp. *Involutina* sp., *Triloculina* sp. (Levha III, şekil 7), *Quinqueloculina* sp., *Nautiloculina* sp., *Protopenoplis* sp. ve *Phylloceras* sp., fosilleri saptanmıştır.

Alt-Orta Jura yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla gelen, Titonik fasiyeste gelişmiş,

Üst Titoniyen-Alt Berriyasiyen yaşlı birimler; düşey ve yanal yönde farklı litofasiyes özelliklerine sahip olup, gel-git ortamından resif önüne hatta derin denizele kadar değişen ortamlarda çökelmiştir. Birim, inceleme alanının batısında derin denizel, doğusunda ise sığ denizelden başlayıp derin denizel fasiyese doğru geçen özellikler göstermektedir.

Birimin tabanını oluşturan sığ denizel oluşuklar, alt düzeylerde biyopelmikrit mikrobiyofasiyeste gelişmiş olup, dokusunda bol pellet ile foraminiferalarla radiolarialardan oluşan biyojen taneler içerirken, üst düzeyleri, kötü yıkanmış oolitle pelsparit mikrobiyofasiyes özellikleri gösterir ve bol olarak pellet ile alg kökenli çekirdeğe sahip oolitler içermektedir. Birime ait örneklerin ince kesitleriyle yapılan incelemeleri sonucunda, *Triloculina* sp., *Bigenenerina* sp., *Quinqueloculina* sp. (Levha III, şekil 8), *Textularia* sp. (Levha III, şekil 6), ve Miliolidae (Levha III, şekil 9) gibi fosiller saptanarak birime Üst Jura-Alt Kretase yaşlı verilmiştir.

Üste doğru birim, İnce tabakalı, pembe renkli marn ve kıltaşı ara düzeyleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş olan birimin Üst Titoniyen düzeyleri içerisinde, *Crassicollaria parvula* Remane, *Crassicollaria brevis* Remane ve *Calpionella alpina* Lorenz fosilleri saptanmış ve *Crassicollaria* biyozonu tanımlanmıştır. Birimin Alt Berriyasiyen yaşlı düzeylerinde, *Calpionella alpina* Lorenz (Levha I, şekil 7-8) ve *Calpionella elliptica* Cadisch (Levha I, şekil 11), *Pseudocyclamina* sp., fosilleri saptanmış ve *Calpionella alpina*-*Calpionella elliptica* biyozonları tanımlanmıştır.

Kesit bölgesinde, Üst Tithoniyen-Alt Berriyasiyen yaşlı kireçtaşları üzerine, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler

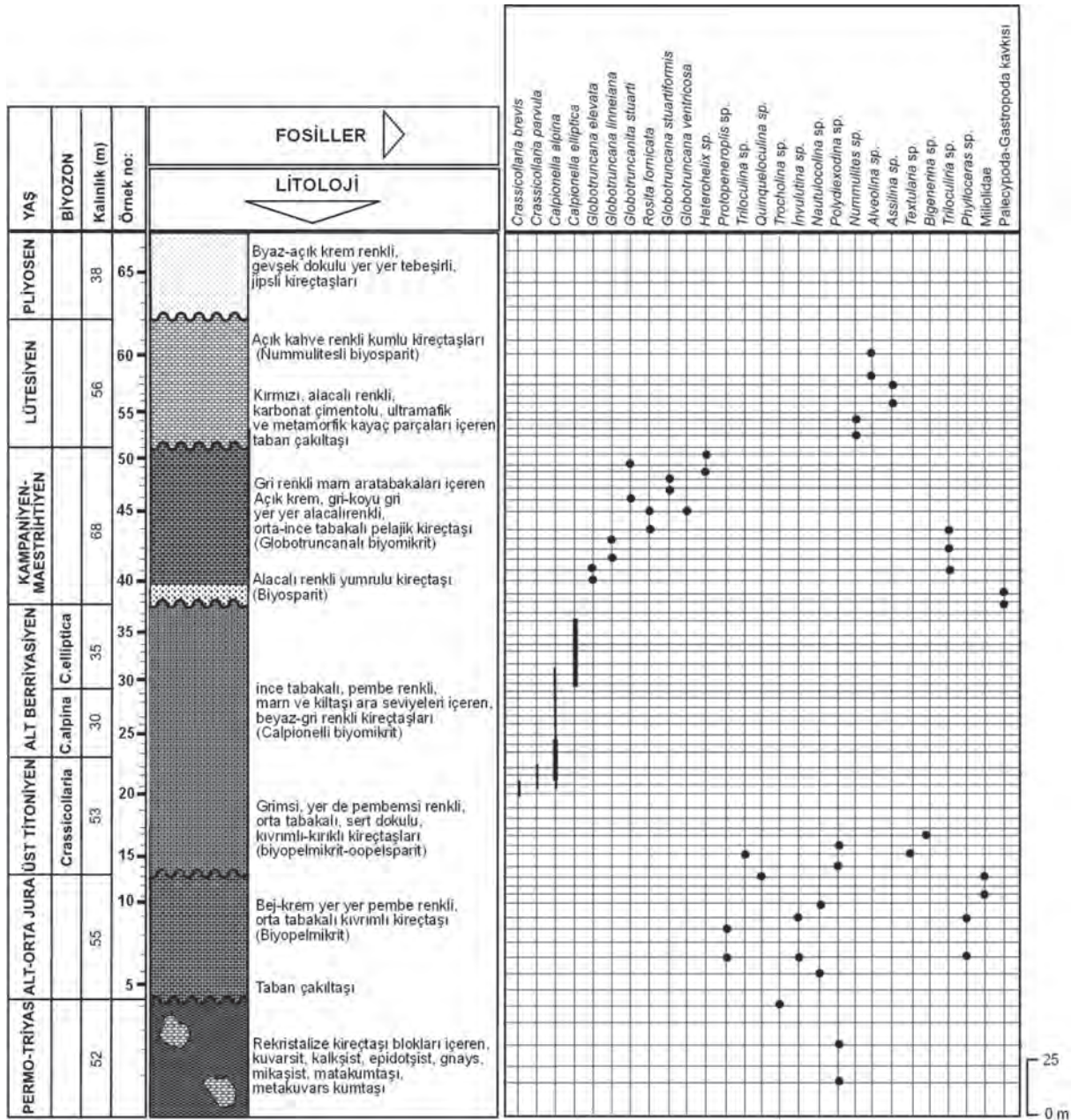
biyosparitik mikrobiyofasiyeste gelişmiş, alacalı renkli yumrulu kireçtaşı düzeyiyle uyumsuz olarak gelmektedir. Paleocypoda ve gastropoda kavkı parçaları ile alg içeren sparit dokulu, bu yumrulu kireçtaşları, Kampaniyen'de başlayan transgresyonunun bölgede gözlenen ve sığ deniz fasiyesinde olan ilk tortullarıdır.

Bol planktonik foraminifera içeren, açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalı renkli, ince-orta tabakalı Globotruncanalı biyomikrit mikrobiyofasiyesindeki derin denizel kireçtaşları yumrulu kireçtaşları üzerine çökelmiştir.

Birime ait kireçtaşlarından elde edilen örnekler üzerinde yapılan ayrıntılı paleontoloji çalışmaları sonucunda; *Globotruncana elevata* (Brotzen), *Globotruncanita stuarti* (De Lapparent), *Rosita fornicata* (Plummer), *Globotruncana linneiana* (D'Orbigny), *Globotruncanita stuartiformis* Dalbiez, *Globotruncana ventricosa* White (Levha I, şekil 20), *Heterohelix* sp, *Textularia* sp. ve *Radiolaria* fosilleri saptanmıştır.

Kesit alınan yerde, Lütesiyen transgresyonunun ürünü olan birimler, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler üzerine bir taban çakıltaşıyla açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Çakıltaşları, kırmızı, alacalı renkli, karbonat çimentolu, ultramafik ve metamorfik kayaç parçaları ile Üst Kretase yaşlı kireçtaşı çakılları içerir. Üste doğru, açık kahve renkli, Nummulitesli biyosparit mikrobiyofasiyeste gelişmiş kumlu kireçtaşların içerisinde, *Nummulites* sp., *Alveolina* sp., *Assilina* sp. fosilleri saptanmıştır (Şekil 7).

Lütesiyen yaşlı birimler üzerine açılmal uyumsuzlukla gelen Pliyosen yaşlı birimler, beyaz-açık krem renkli, gevşek dokulu yer yer tebeşirli, jipsli kireçtaşlarından oluşmakta olup üst düzeylerde kiltası aratabakalar içermektedir. Sığ, kapalı bir geçiş ortamının ürünü olan birim içerisinde fosil elde edilememesine karşın, birime, önceki çalışmalarda verilmiş olan Pliyosen yaşlı, birimin stratigrafik konumu da göz önüne alınarak bu çalışmada da benimsenmiştir.



Şekil 7. Söğütözü ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 7. Söğütözü measured stratigraphic section



### Süleymaniye Ölçülü Stratigrafi Kesiti:

İnceleme alanının güneydoğusundaki Süleymaniye köyü kuzeyinden alınan bu kesit, 44 57 700 enlem, 7 46 850 boylam başlangıç ve 44 57 740 enlem 7 45 810 boylam bitiş koordinatları arasında, yaklaşık GD-KB yönünde 718 m gidişlidir. Bu kesitte toplam 95 m kalınlık ölçülmüş ve 52 örnek derlenmiştir (Şekil 2).

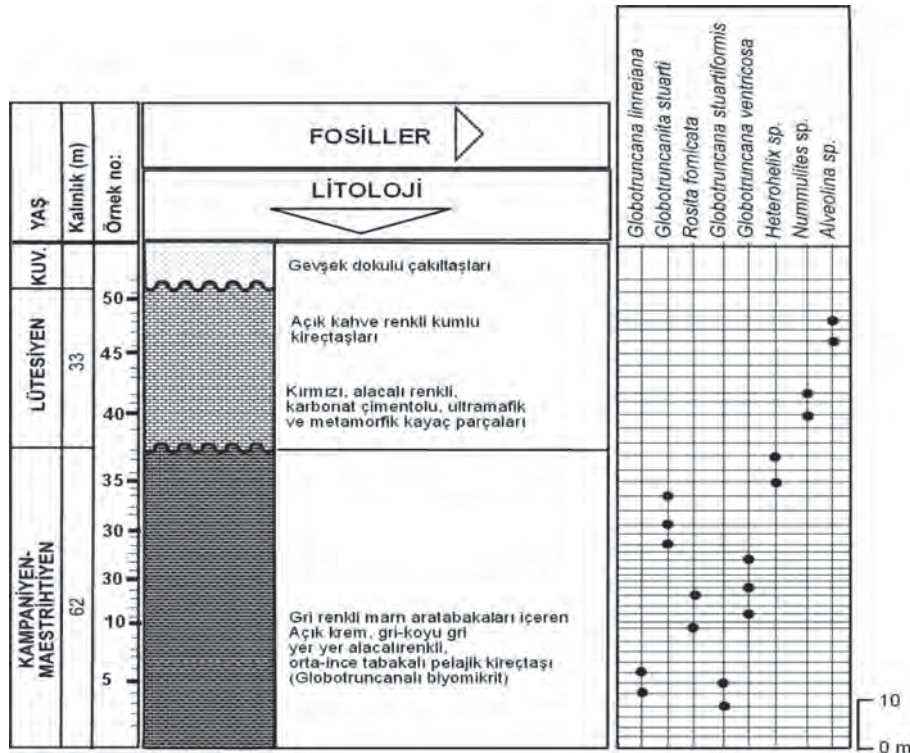
Kesit alınan yerde tabanda, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı üst düzeylerinde gri renkli marn tabakaları da içeren açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalı renkli, ince-orta tabakalı Globotruncanalı biyomikrit mikrobiyofasiyesindeki derin denizel kireçtaşları gözlenmiştir. Bunlar Kampaniyen'de başlayan transgresyonunun ilerleyen evrelerinde hızla derinleşen bölgede gözlenen derin deniz fasiyesinde ki çökellerdir.

Birime ait kireçtaşlarından elde edilen örnekler üzerinde yapılan ayrıntılı paleontoloji çalışmaları sonucunda; *Globotruncanita stuarti*

(De Lapparent) (Levha I, şekil 16), *Rosita fornicata* (Plummer), *Globotruncanita linneiana* (D'Orbigny), *Globotruncanita stuartiformis* Dalbiez, *Globotruncanita ventricosa* White, ve *Heterohelix* sp. fosilleri saptanmıştır.

Kesit alınan yerde, Lütesiyen transgresyonunun ürünü olan birimler, Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı birimler üzerine bir taban çakıltaşıyla açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Çakıltaşları, kırmızı, alacalı renkli, karbonat çimentolu, ultramafik ve metamorfik kayaç parçaları ile Üst Kretase yaşlı kireçtaşı çakılları içerir. Üste doğru, açık kahve renkli, Nummulitesli biyosparit mikrobiyofasiyeste gelişmiş kumlu kireçtaşların içerisinde, *Nummulites* sp. (Levha II, şekil 2), *Alveolina* sp. (Levha II, şekil 4) fosilleri saptanmıştır (Şekil 7).

Lütesiyen yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla Kuvaterner yaşlı birimler gelmektedir.



Şekil 8. Süleymaniye ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 8. Süleymaniye measured stratigraphic section

### Turhal-Pazar Yöresinin Stratigrafisi

Turhal yöresinde alüvyonal örtü birimleri ile örtülmüş ve sert durumları nedeniyle aşınmaya karşı dayanımlı olduklarından sert rölyepler oluşturan temel kayaları ve Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları yüzer durumda bulunmaktadır.

**Permo-Triyas:** Düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları; kuvarsit, kalkışist, epidotışist, milonitgnays, mikaşist, metakumtaşı ve metakuvars kumtaşlarından oluşan metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmaktadırlar (Akyazı ve Tunç, 1996). Kristalize kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitleri üzerinde yapılan çalışmalarda birim içerisinde Permiyen yaşı veren; *Schwagerina* sp. ve *Polydiexodina* sp. fosilleri saptanmıştır (Akyazı ve Tunç, 1992). Bu nedenle bu çalışmada da kristalize kireçtaşlarının yaşı Permiyen olarak kabul edilmiştir. İçerisinde Permiyen yaşlı bloklar bulunduran metamorfik matriksin üzerinde yer alan ve çalışma alanının yakın çevresinde yüzeyleyen Alt-Orta Jura yaşlı Karakese Formasyonu (Özcan, 1980) ile çalışma alanının kuzeybatısında yüzeyleyen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Carcurum Formasyonuna ait birimlerin metamorfizma geçirmediği gözönüne alındığında, metamorfizmasının Permo-Triyas yaşında olduğu ve Üst Jura öncesi metamorfizma geçirdikleri söylenebilir. Birim inceleme alanının ortasında yer alan Turhal ilçesinin kurulduğu ova dışındaki yerlerin tamamına yakın bir alanda geniş yüzlek verirler (Şekil 9, 10).

Baykal (1947) tarafından Paleozoyik Yaşlı Metamorfizma, Blumenthal (1950) tarafından Tokat Kristalin Masifi, Okay (1955) tarafından Paleozoyik Metamorfizmaları, Yılmaz ve diğ., (1995) ve Ketin (1962) tarafından Tokat Masifi, Seymen (1975) tarafından Tozanlı Grubu, olarak tanımlanan bu birim, Koçyiğit (1979) tarafından

Tokat Grubu, Yılmaz (1980) tarafından Tokat Formasyonu, Özcan (1980) tarafından Turhal Grubu, Özcan ve diğ., (1980) tarafından Turhal Metamorfizmaları/Devecidağ Karışığı, Gökçe (1983) tarafından Turhal Metamorfizmaları, Şengör ve diğ., (1985) Gölova (Agvanis) Metamorfizmaları, Temiz ve diğ., (1993) tarafından Tokat Kompleksi olarak adlandırılan ve tanımlanan Erzincan'dan Amasya'ya kadar uzanan metamorfik zonun bir parçasını oluşturan bu birim Tüysüz, (1993) tarafından ise, Karakaya Karmaşığı olarak tanımlanmıştır (Çizelge 2).

**Üst Titoniyen-Alt Berriyasiyen:** İnceleme alanındaki Üst Titoniyen-Alt Berriyasiyen yaşlı birimler; düşey ve yanal yönde farklı litofasiyeler özelliklerine sahip olup, gel-git ortamından resif önüne hatta derin denize kadar değişen ortamlarda çökelmiştir. Birim, inceleme alanının Kuzeyinde derin denizel, güneyinde yer alan Pazar ilçesi kuzeyindeki Mercimek Dağı yöresinde ise sığ denizel özellikler göstermektedir (Şekil 9).

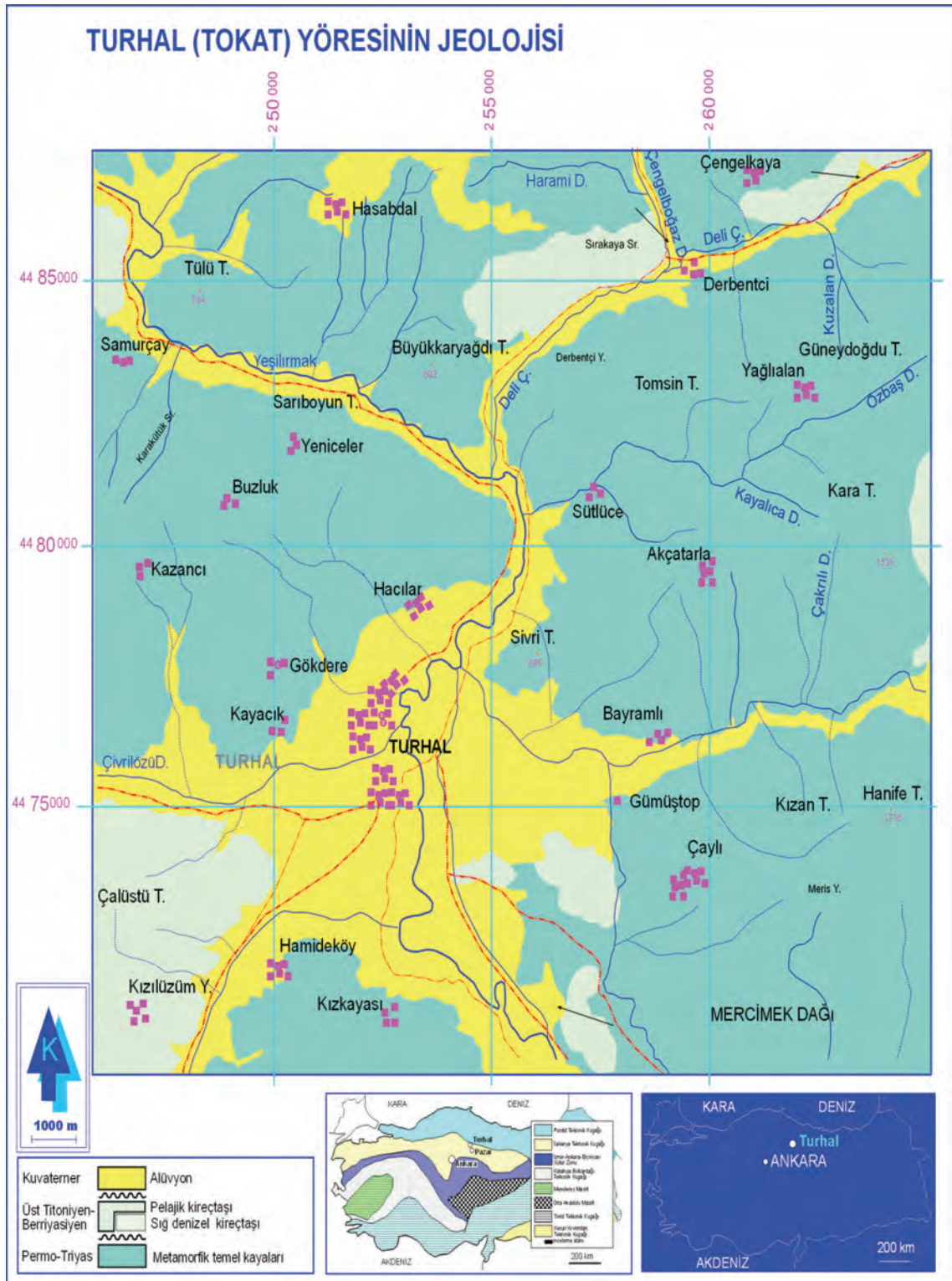
Güneyde Mercimek Dağı ve güneydoğuda Çalüstü Tepe dolayında yüzlek veren sığ denizel birimler, grimsi, yer de pembemsi renkli, orta tabakalı, biyopelmikrit mikrobiyofasiyeste gelişmiş, konkoidal kırılma yüzeyli, sert, kıvrımlı-kırıklı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birime ait örneklerin ince kesitleriyle yapılan incelemeleri sonucunda, *Protopeneroplis striata* Weynschenk, *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Radilaria* sp., ve Miliolidae gibi fosiller saptanarak birime Üst Jura-Alt Kretase yaşlı verilmiştir (Şekil 9). İnceleme alanının kuzeyindeki Sırakaya sırtları ve Çengelkaya'da ise, ince tabakalı, pembe renkli marn ve kıltaşı ara düzeyleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş olan birimin içerisinde; Üst Titoniyen-Berriyasiyen yaşını veren; *Tintinnopsella carpathica*

(Murgeanui & Filipescu), *Tintinnopsella longa* (Colom), *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), *Crassicollaria parvula* Remane, *Crassicollaria brevis* Remane, *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) calpionellerinin yanısıra *Triloculina* sp., Miliolidae, Radiolaria ve sünger spikülleri saptanmıştır (Şekil 10).

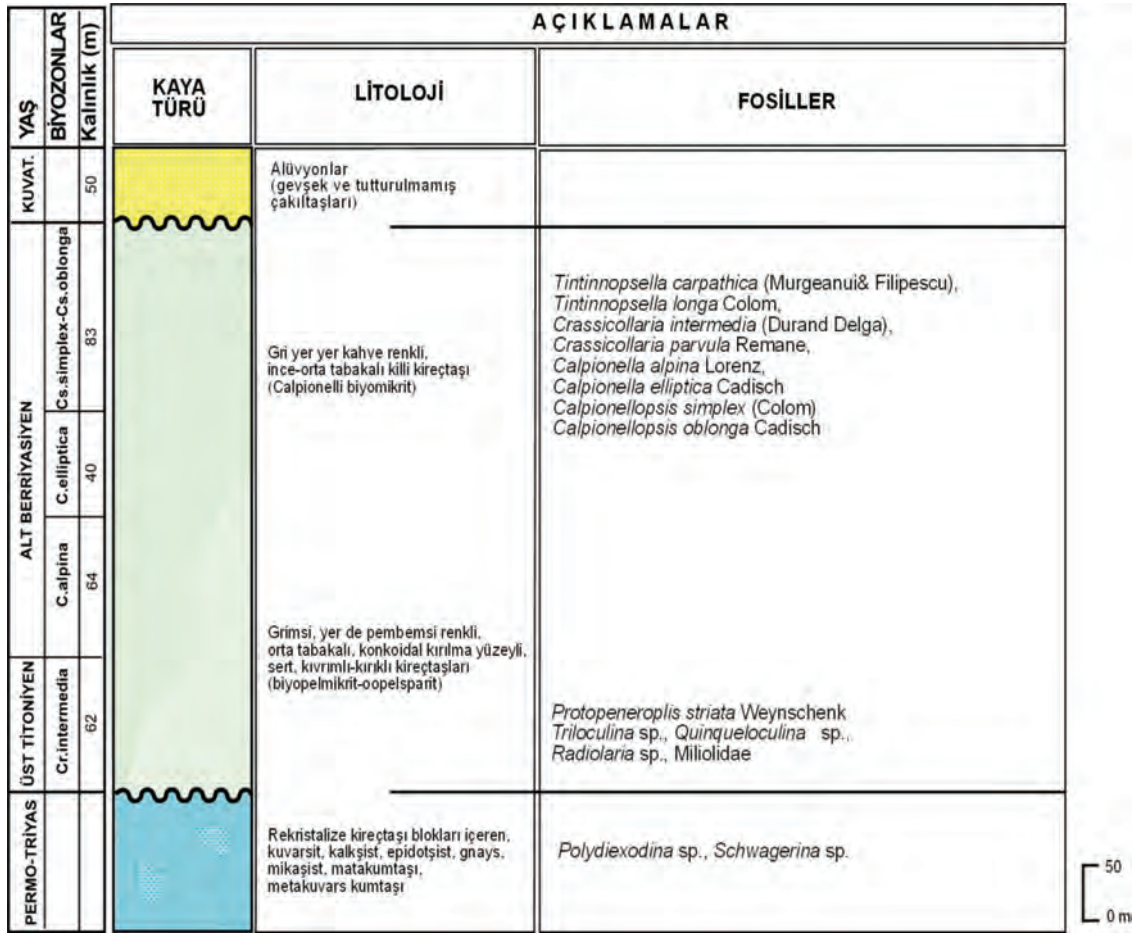
Baykal, (1947) tarafından Ayrılmamış Mesozoyik olarak adlandırılan birim, Blumenthal (1950) Amasya kireçtaşı, Pontid zonu Alt ve Orta Kretase kalkerleri; Altınlı (1971, 1972, 1973) Bilecik kireçtaşları; Alp (1972) Carcurum-Ferhatkaya Formasyonu; Seymen (1974) Hankırı Tepesi kireçtaşı; Öztürk (1979) Doğdu formasyonu

ve Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Zinav kireçtaşı olarak tanımlanan ve adlandırılan birim, Özcan ve diğ., (1980) tarafından da birbiriyle eşlenik Ferhatkaya, Carcurum, Helvacı ve Karaömer formasyonları olarak Amasya Grubu'na dahil edilmiştir. Ayrıca birim, Gökçe (1983) Buzluk Kireçtaşları; Serdar ve diğ., (1984) İnaltı Formasyonu; Yoldaş ve diğerleri (1985) Belalan kireçtaşı; Akyazı (1996) Sarıalan formasyonu olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır (Şekil 13)

**Kuvaterner:** Çalışma alanının en genç birimleri, Deliçay, Çivrilözü, Çarıklı, Kayalica ve Özbaş derelerinin beslediği Yeşilirmak getirimlerinin oluşturduğu Turhal düzlüğü ve Kazovayı kapsayan geniş düzlüklerde yer alan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 9).



Şekil 9. Turhal-Pazar yöresinin jeoloji haritası  
Figure 9. The geological map of Turhal-Pazar region



50  
0 m

Şekil 10. Turhal-Pazar yöresinin stratigrafi kesiti  
Figure 10. The stratigraphic section of Turhal-Pazar region

### Pazar Yöresi Ölçülü Stratigrafi Kesitleri

#### Mercimek Dağı Ölçülü Stratigrafi Kesiti:

İnceleme alanın güneyinde yer alan Pazar İlçesinin kuzeyindeki Mercimek Dağının batısından başlanarak yaklaşık GD-KB dpğrultusunda alınan bu kesit, 44 70 600 enlem, 2 58 810 boylam başlangıç ve 44 70 950 enlem 2 56 300 boylam bitiş koordinatları arasında 1105 m gidişlidir. Kesitte toplam 124 m kalınlık ölçülmüş ve 32 örnek derlenmiştir (Şekil 10).

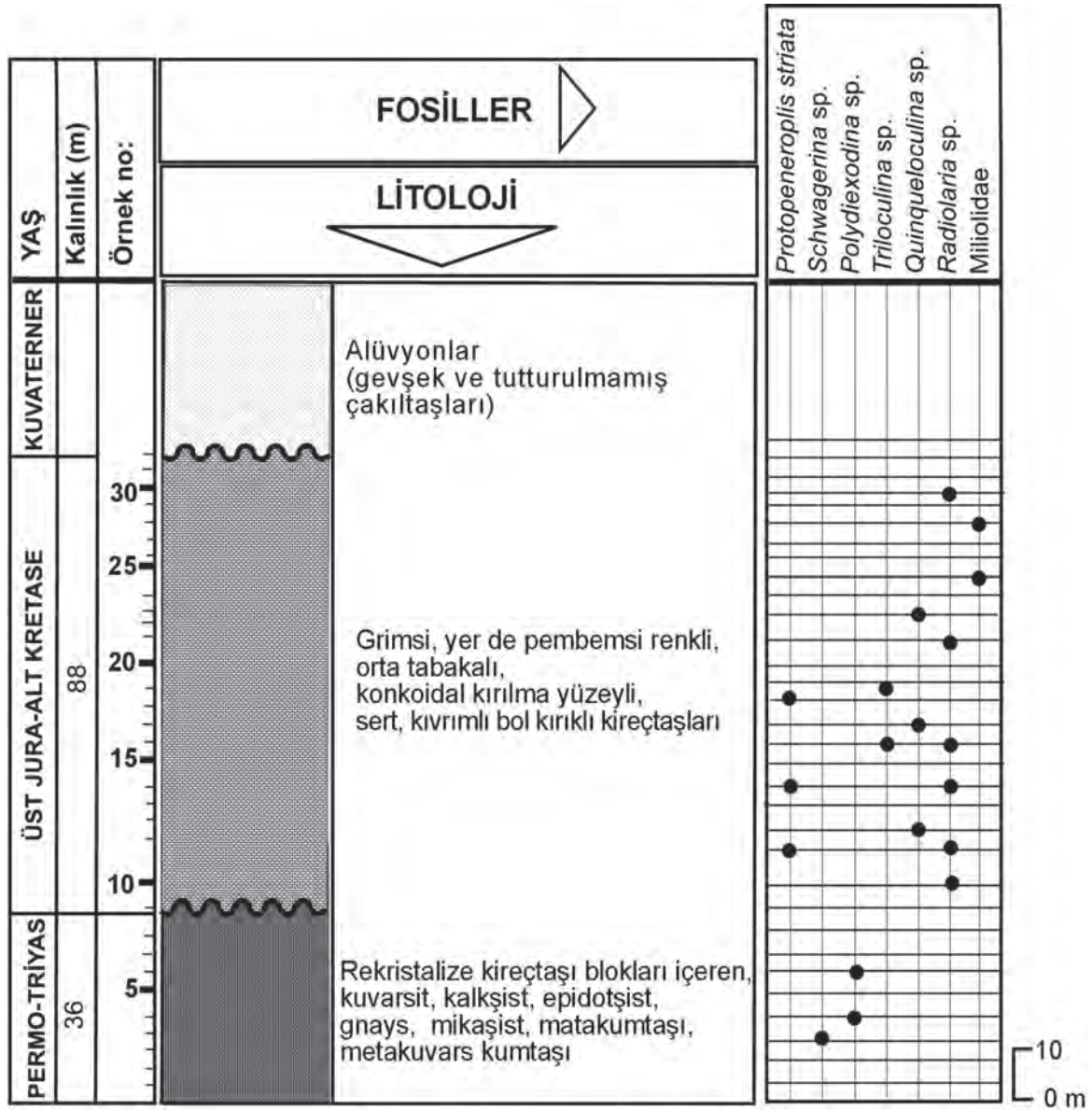
Kesit alınan yerde tabanda, düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları yer almaktadır. Permo-Triyas yaşlı bu birim; kuvarsit,

kalkışist, epidotşist, milonitgnays, mikaşist, metakumtaşı ve metakuvars kumtaşlarından oluşan metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmakta olup kireçtaşı blokları içerisinde *Schwagerina* sp. ve *Polydiexodina* sp. fosilleri saptanmıştır.

Permo-Triyas yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla gelen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı birimler, grimsi, yer de pembemsi renkli, orta tabakalı, biyopelmikrit mikrobiyofasiyeste gelişmiş konkoidal kırılma yüzeyli, sert, kıvrımlı-kırıklı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birime ait örneklerin ince kesitleriyle yapılan

incelemeleri sonucunda, *Protopeneroplis striata* Weynschenk (Levha III, şekil 4), *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Radiolaria* sp., ve Miliolidae gibi fosiller saptanarak birime Üst Jura-Alt Kretase yaşlı verilmiştir.

Kesit alınan yerdeki en genç birimler, Yeşilirmak getirimlerinin oluşturduğu Turhal ovası ve Kazovayı kapsayan geniş düzlüklerde yer alan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 11).



Şekil 11. Mercimekdağı ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 11. Mercimekdağı measured stratigraphic section

## **Turhal-Çengelkaya Yöresi Ölçülü Stratigrafi Kesitleri**

**Çengelkaya Ölçülü Stratigrafi Kesiti:** İnceleme alanın kuzeyinde yeralan Çengelkayanın doğusundan başlanarak alınan bu kesit, 44 87 050 enlem, 2 62 350 boylam başlangıç ve 44 86 980 enlem 2 63 050 boylam bitiş koordinatları arasında, yaklaşık B-D doğrultusunda 987 m gidişlidir. Bu kesitte toplam 196 m kalınlık ölçülmüş ve 37 örnek derlenmiştir (Şekil 11).

Kesit alınan yerde tabanda, düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları yer almaktadır. Permo-Triyas yaşlı bu birim; metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır.

Temel kayalarının üzerinde uyumsuz olarak yer alan Üst Tithoniyen-Berriyasiyen yaşlı birim; ince tabakalı, pembe renkli marn ve kiltası ara düzeyleri içeren, Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Üst Tithoniyen-Berriyasiyen yaşlı birimin Üst Tithoniyen yaşlı düzeyleri içerisinde; *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga) (Levha I, şekil 3), *Crassicollaria parvula* Remane, *Calpionella alpina* Lorenz ve Radiolialar saptanmış ve yapılan biyostratigrafik çalışmalarla *Crassicollaria intermedia* Calpionel biyozonu tanımlanmıştır.

Birimin Alt Berriyasiyen yaşlı düzeyleri içerisinde; *Crassicollaria parvula* Remane, *Calpionella alpina* Lorenz, (Levha I, şekil 9; Levha II, şekil 1) *Calpionella elliptica* Cadisch, radiolaria ve sünger spikülleri saptanmış ve yapılan biyostratigrafik çalışmalarla *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* Calpionel biyozonları tanımlanmıştır (Şekil 3).

Birimin Üst Berriyasiyen yaşlı düzeylerinde *Tintinnopsella longa* (Colom) (Levha I, şekil 2), *Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) (Levha I, şekil 14) radiolaria ve sünger spikülleri saptanmış, yapılan biyostratigrafik çalışmalarla *Calpionellopsis simplex*-*Calpionellopsis oblonga* Calpionel biyozonu tanımlanmıştır (Şekil 3).

Kesit alınan yerdeki en genç birimler, Yeşilirmak getirimlerinin oluşturduğu Turhal düzlüğü ve Kazovayı kapsayan geniş düzlüklerde yer alan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

**Sırakayalar Ölçülü Stratigrafi Kesiti:** İnceleme alanın kuzeyinde yeralan Sırakayalardan başlayarak, Çengelboğazı Dereye kadar alınan bu kesit, 44 86 100 enlem, 2 58 810 boylam başlangıç ve 44 85 450 enlem 2 58 980 boylam bitiş koordinatları arasında, yaklaşık KB-GD yönünde 970 m gidişlidir. Bu kesitte toplam 321 m kalınlık ölçülmüş ve 42 örnek derlenmiştir.

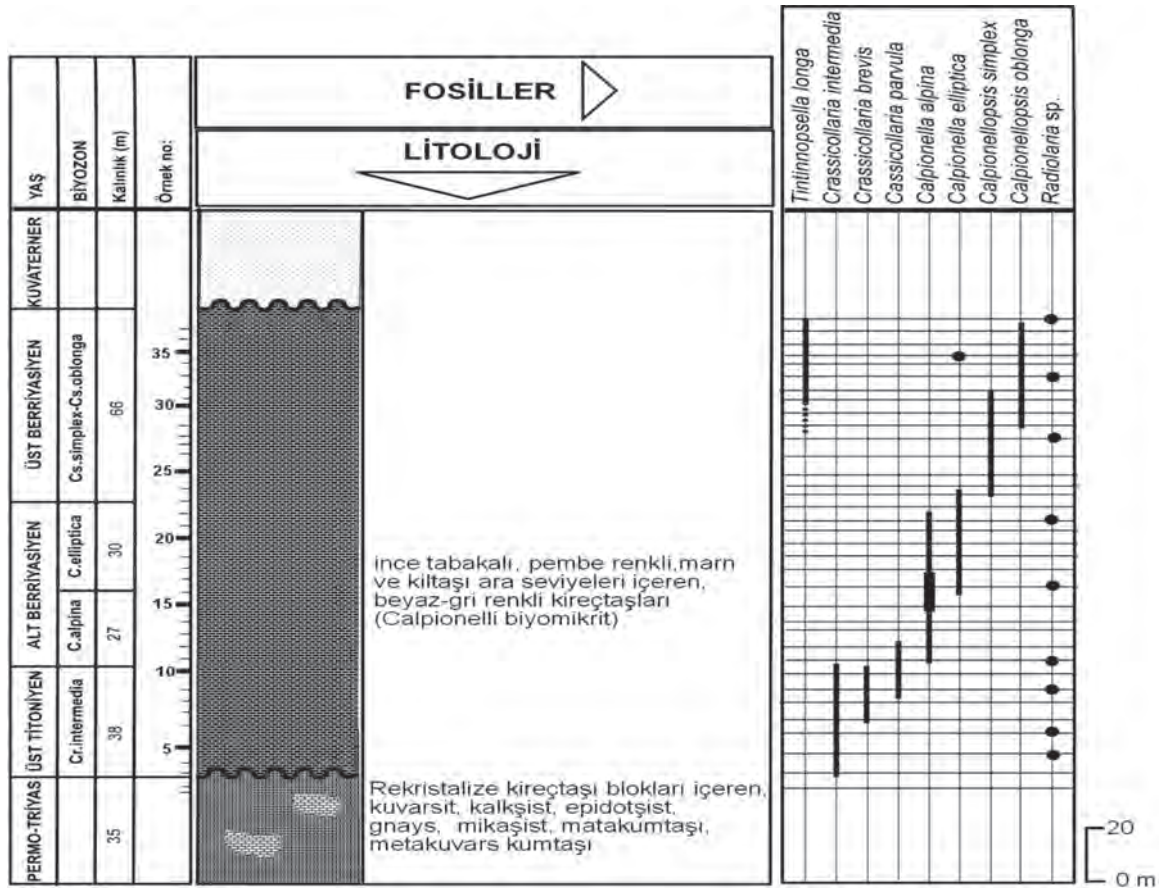
Kesit alınan yerde tabanda, düşük derecede metamorfizma izleri taşıyan temel kayaları yer almaktadır. Permo-Triyas yaşlı bu birim; metamorfik bir matriks ile bu matriks içerisinde yüzer durumda bulunan rekristalize kireçtaşı/kireçtaşı bloklarından oluşmakta olup kireçtaşı blokları içerisinde *Schwagerina* sp. (Levha III, şekil 3) fosili saptanmıştır (Şekil 12).

Temel kayalarının üzerinde uyumsuz olarak yer alan Üst Tithoniyen-Berriyasiyen yaşlı birim; ince tabakalı, pembe renkli marn ve kiltası ara düzeyleri içeren, Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birimin Üst Tithoniyen yaşlı düzeyleri içerisinde; *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga), *Crassicollaria parvula* Remane fosilleri saptanmış ve yapılan biyostratigrafik çalışmalarla

*Crassicollaria intermedia* Calpionel biyozonu tanımlanmıştır.

Birimin Alt Berriyasiyen yaşlı düzeyleri içerisinde; *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu) (Levha I, şekil 1), *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch (Levha I, şekil 12) fosilleri saptanmış ve yapılan biyostratigrafik çalışmalarla *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* Calpionel biyozonları tanımlanmıştır (Şekil 12).

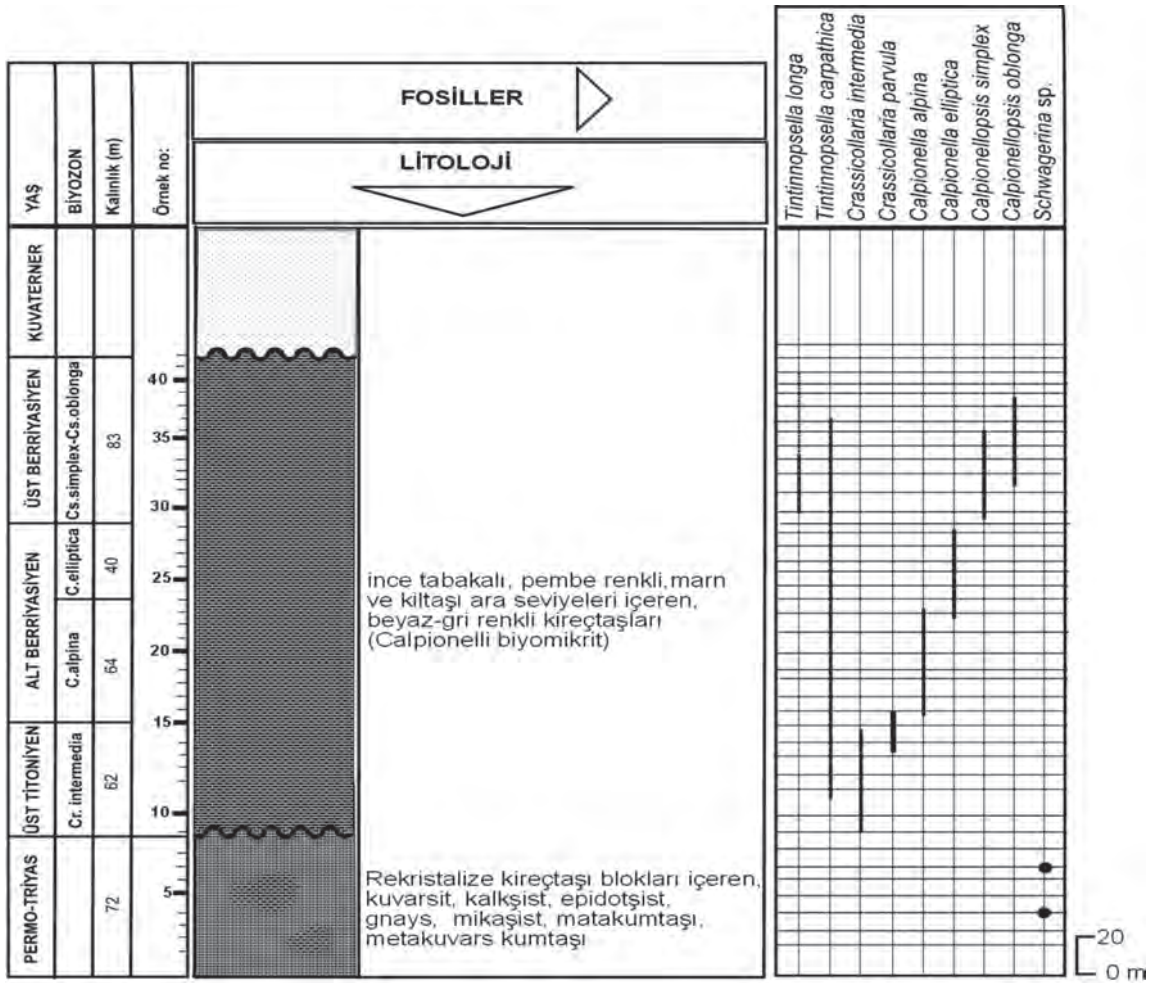
Birimin Üst Berriyasiyen yaşlı düzeylerinde, *Tintinnopsella longa* (Colom), *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionellopsis simplex* (Colom) (Levha I, şekil 13), *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) radiolaria ve sünger spikülleri saptanmış, yapılan biyostratigrafik çalışmalarla *Calpionellopsis simplex*-*Calpionellopsis oblonga* Calpionel biyozonu tanımlanmıştır (Şekil 12). Kesit alınan yerdeki en genç birimler, geniş düzlüklerde yer alan Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.



Şekil 12. Çengelkaya ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 12. Çengelkaya measured stratigraphic section





Şekil 13. Sırakayalar ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 13. Sırakayalar measured stratigraphic section

## MORFOLOJİ

Yörenin genel morfolojisini, Paleozoyik yaşlı temel karmaşığının ve Jura-Kretase yaşlı rekristalize kireçtaşlarının rölyefli durumu belirlemektedir. Örtü birimlerinde gözlenen düşük ölçekli kıvrımlar, kırılmalar, sürüklenme ve bindirmeler bugünkü morfolojiyi yansıtmakta olup, Hersiniyen ve Alpin Orajenik hareketleri ile gelişmiştir. Permo-Triyas yaşlı metamorfizmlerden sonraki dönemlerde oluşmuş birimlerde metamorfizma etkisinin görülmeşi, metamorfizmanın, Hersiniyen dağ oluşum evresinde gelişmiş olduğunu göstermektedir.

İnceleme alanı, Türkiye'nin coğrafya bölgelerinden Karadeniz bölgesinin Orta Karadeniz bölümüne rastlar ve İç Anadolu Bölgesi ile Orta Karadeniz bölümünün sınırında bulunur. Burada, coğrafya yönünden her iki bölgenin özelliklerine rastlanır. Bölgenin geneli geniş düzlüklerden oluşmakta olup, litolojik yapı morfolojiye yansımıştır. Doruklar Jura-Kretase yaşlı sert kireçtaşları ve Permo-Triyas yaşlı Metamorfizmlerden oluşan sert morfoloji dışında "yaşlı dağ" tipinde, inceleme alanının kuzeyinde ve güneyinde doğu-batı gidişli orta yükseklikteki sırtlar halindedir.

## PALEONTOLOJİ

Çalışmanın gerçekleştirildiği Turhal-Pazar-Zile (Tokat) yöresinde *Globotruncana* sp., *Globotruncanita* sp. ve *Rosita* sp. cinslerine ait 6 adet pelajik foraminifer türü ile *Tintinnopsella*, *Crassicollaria*, *Calpionella*, *Calpionellopsis* cinsleri ve bu cinslere ait; *Tintinnopsella longa* (Colom), *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu), *Crassicollaria brevis* Remane, *Crassicollaria parvula* Remane, *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Calpionellopsis simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga* Cadisch türleri saptanmış ve Calpionel biyostratigrafisine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Çizelge 1).

## CALPİONEL BİYOSTRATİGRAFİSİ

Yurdumuzun ve dünyanın birçok yöresinde Jura-Kretase geçişi, tortullaşmanın devamlı oluşu nedeniyle litolojik olarak ayırt edilememektedir. Titoniyen katının bir ürünü olan ve 'Titonik Fasiyes' olarak tanımlanan ince tabakanın pelajik kireçtaşları içerisinde bol olarak bulunan calpionellidler, tetis provensi içerisinde, çok geniş coğrafik yayılıma sahip olmaları ve geç Titoniyen-Berriyasiyen zaman aralığındaki herhangi bir mikro veya nannofosil gruplarından daha kararlı olmaları nedeni ile çok önemlidirler. Tetis Provensi içerisinde yer alan Türkiye'de, Tunç, 1979,1991 (Ankara): Tunç, 1980 (Bolu): Önal ve diğ. 1988: Koçyiğit ve diğ., 1991: Altiner ve Özkan, 1991: Altiner ve diğ., 1993: Özkan,1993: Mekik ve diğ.,1998 (KB Anadolu): Tunç,1992 a-b (Erzurum): Burşuk,1981,1992: Tunç ve Akyazı,2000 (Bayburt): Akyazı,1996: Akyazı ve Özgen, 1996: Akyazı ve Tunç,1998 (İlgaz) Calpionellid Biyostratigrafisine yönelik olarak yapılan bu çalışmalar, oldukça önemli ve dikkat çekicidir.

## Turhal- Çengelkaya yöresinin Calpionel Biyostratigrafisi

Çalışmada, Geç Titoniyen-Berriyasiyen yaşlı, ince tabakalı, pembe renkli marn ve kiltası ara düzeyleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş olan kireçtaşları üzerinde yapılan biyostratigrafik incelemelerden elde edilen veriler ışığında, 4 adet calpionel biyozonu ayırtlanmıştır (Çizelge 1).

## Crassicollarla İntermedia Biyozonu

**Tanım:** *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)'nın yaşam süresinde oluşmuş kayaçlar

**Türü:** Menzil zonu

**Zonu tanımlayan:** Catalano & Liguari (1970)

**Kalınlık:** 38-62 m

**Stratigrafik düzey:** Geç Titoniyen

**Fosil topluluğu:** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui ve Filipescu), *Crassicollaria İntermedia* (Durand Delga), *Crassicollaria parvula* Remane ve *Crassicollaria brevis* Remane

**Karşılaştırma:** Burşuk (1992), Mekik ve diğ (1998), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Crassicollaria İntermedia* zonuna, Tunç ve Akyazı (2000) tarafından tanımlanan *Crassicollaria intermedia* zonunun üst ve *Calpionella alpina* zonuna ait düzeylerine karşılık gelen bu biyozon, 1970 Roma standartları zonundan 'Crassicollaria' zonuna karşılıktır.

Tanımlanan bu zonun tabanı, çok küçük boyutlu olan ve yakaları genellikle kaybolmuş *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui ve Filipescu) ile *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)'nın ortaya çıktığı döneme karşılık gelmektedir. Üste doğru *Crassicollaria İntermedia* (Durand

Delga)'nın sayısal artışı göze çarpmaktadır. Daha sonra ise; iri boyutlu *Calpionella alpina* Lorenz'nin ortaya çıktığı ve çoğaldığı gözlenmektedir. Zonun üst kısımlarında ise, *Crassicollaria brevis* Remane ve *Crassicollaria parvula* Remane'nin ortaya çıktıkları ve baskın duruma geçtikleri gözlenir (Çizelge 3).

## 2. *Calpionella alpina* Biyozonu

**Tanım:** *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga)'nın yok oluşu ile *Calpionella elliptica* Cadisch'nin ortaya çıkışı arasındaki süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilip, aynı zamanda küçük boyutlu, sferik *Calpionella alpina* Lorenz'ların ortaya çıkışı ve maksimum bolluğa ulaşması ile karakteristiktir.

**Türü:** Aşmalı menzil zonu veya bolluk zonu

**Zonu tanımlayan:** Catalano ve Liguari (1970)

**Kalınlık:** 27-64 m.

**Stratigrafik düzey:** Erken Berriyasiyen'in altı

**Fosil Topluluğu:** *Calpionella alpina* Lorenz, *Crassicollaria parvula* Remane, *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui ve Filipescu).

**Karşılaştırma:** Biyozon, Roma standart zonlarında calpionella zonunun alt bölümüne karşılık gelmektedir. Burşuk(1992), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Calpionella alpina* zonuna karşılık gelen bu zon, Tunç (1980,1991) *Calpionella elliptica* zonunun ve Mekik ve diğ.(1998) *Calpionella B* zonunun alt düzeylerine, Tunç ve Akyazı (2000) *Calpionella alpina* zonunun ise üst düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 3).

## 3. *Calpionella elliptica* Biyozonu

**Tanım:** *Calpionella elliptica* Cadisch'in ortaya çıkışı ile *Calpionellopsis simplex* (Colom)'in ortaya çıkışı arasındaki süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilir.

**Türü:** Aşmalı menzil zonu

**Zonu tanımlayan:** Catalano ve Liguari (1970)

**Kalınlık:** 30-40 m.

**Stratigrafik düzey:** Berriyasiyen'in üstü

**Fosil Topluluğu:** *Tintinnopsella Carpathica* (Murgeanui ve Filipescu), *Calpionella alpina* Lorenz ve *Calpionella elliptica* Cadisch

**Karşılaştırma:** Roma standart zonlarında *Calpionella* zonu üst düzeylerine ve Burşuk (1992), Akyazı ve Tunç (1998), Tunç ve Akyazı (2000) *Calpionella elliptica* zonuna karşılık gelen bu zon, Tunç, (1980,1991) *Calpionella elliptica* zonunun Mekik ve diğ. (1998) *Calpionella B* zonunun üst düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 3).

## 4. *Calpionellopsis simplex-Calpionellopsis oblonga* Biyozonu

**Tanım:** *Calpionellopsis simplex* (Colom)'in ortaya çıktığı, *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch)'nin ve *Tintinnopsella longa* (Colom)'un görüldüğü yer arasında oluşan kayaçlarla temsil edilir.

**Türü:** Aşmalı menzil zonu

**Zonu tanımlayan:** Catalano ve Liguari (1970)

**Kalınlık:** 66-83 m.

**Stratigrafik düzey:** Geç Berriyasiyen

**Fosil Topluluğu:** *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui ve Filipescu), *Tintinnopsella longa*(Colom) *Calpionellopsis Simplex* (Colom), *Calpionellopsis oblonga*

(Cadisch) ve zonun tabanında az sayıda *Calpionella elliptica* Cadisch

**Karşılaştırma:** Roma standart zonlarında Calpionellopsis zonunun Valinjiniyen'e kadar olan bölümüne karşılık gelen bu biyozon, Burşuk (1992), Tunç (1980,1991), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan Calpionellopsis simplex-Calpionellopsis oblonga biyozonuna karşılık gelmektedir (Çizelge 1)

çıktıkları ve baskın duruma geçtikleri, daha sonra ise; iri boyutlu *Calpionella alpina* Lorenz'nın ortaya çıktığı ve çoğaldığı gözlenmektedir (Çizelge 2).

**Türü:** Menzil zonu

**Zonu tanımlayan:** Catalano & Liguari (1970)

**Kalınlık:** 40-53 m

**Stratigrafik düzey:** Geç Titoniyen

**Çizelge 1.** Turhal yöresinde tanımlanan calpionellerin stratigrafik dağılımı ve Calpionel biyozonları

**Table 1.** *Calpionellid biozones and stratigraphic distribution of calpionellids in Turhal region*

KATLAR		ÜST TİTONİYEN	ALT BERRİYASİYEN		ÜST BERRİYASİYEN
BİYOZONLAR		Cr.intermedia	C.alpina	C.elliptica	Cs.simplex-Cs.oblonga
CALPIONELLER	<i>Tintinnopsella carpathica</i>				
	<i>Tintinnopsella longa</i>				
	<i>Crassicollaria intermedia</i>				
	<i>Crassicollaria brevis</i>	—			
	<i>Crassicollaria parvula</i>	—	—	—	
	<i>Calpionella alpina</i>				
	<i>Calpionella elliptica</i>				—
	<i>Calpionellopsis simplex</i>				—
	<i>Calpionellopsis oblonga</i>				—

### Zile yöresinin Calpionel Biyostratigrafisi

Çalışmada, Geç Titoniyen-Erken Berriyasiyen yaşlı, ince tabakalı, pembe renkli marn ve kiltası ara düzeyleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Calpionelli biyomikrit mikrobiyofasiyesinde gelişmiş olan kireçtaşları üzerinde yapılan biyostratigrafik incelemelerden elde edilen veriler ışığında, 3 adet calpionel biyozonu ayırtlanmıştır (Çizelge 2).

#### 1. Crassicollarla Biyozonu

**Tanım:** *Crassicollaria parvula* Remane ve *Crassicollaria brevis* Remane'nin yaşam süresinde oluşmuş kayaçlar. *Crassicollaria brevis* Remane ve *Crassicollaria parvula* Remane'nin ortaya

**Fosil topluluğu:** *Crassicollaria parvula* Remane ve *Crassicollaria brevis* Remane ve *Calpionella alpina* Lorenz

**Karşılaştırma:** Burşuk (1992), Mekik ve diğ (1998), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan *Crassicollaria İntermedia* zonuna, Tunç ve Akyazı (2000) tarafından tanımlanan *Crassicollaria intermedia* zonunun üst ve *Calpionella alpina* zonuna ait düzeylerine karşılık gelen bu biyozon, 1970 Roma standartları zonundan 'Crassicollaria' zonuna karşılıktır (Çizelge 3).

#### 2. Calpionella alpina Biyozonu

**Tanım:** Küçük boyutlu, sferik *Calpionella alpina* Lorenz'ların ortaya çıkışı ve maksimum bolluğa

ulaşması ile *Calpionella elliptica* Cadisch'nin ortaya çıkışı arasındaki süreç (Çizelge 3).

**Türü:** Aşmalı menzil zonu veya bolluk zonu

**Zonu tanımlayan:** Catalano ve Liguari (1970)

**Kalınlık:** 22-30 m.

**Stratigrafik düzey:** Erken Berriyasiyen'in altı

**Fosil Topluluğu:** *Calpionella alpina* Lorenz, *Crassicollaria parvula* Remane, *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui ve Filipescu).

**Karşılaştırma:** Biyozon, Roma standart zonlarında calpionella zonunun alt bölümüne karşılık gelmektedir. Burşuk(1992), Akyazı ve Tunç (1998) tarafından tanımlanan Calpionella alpina zonuna karşılık gelen bu zon, Tunç (1980,1991) Calpionella elliptica zonunun ve Mekik ve diğ.(1998) Calpionella B zonunun alt düzeylerine, Tunç ve Akyazı (2000) Calpionella

alpina zonunun ise üst düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 3).

### 3. Calpionella elliptica Biyozonu

**Tanım:** *Calpionella elliptica* Cadisch'in ortaya çıkışı bol olduğu süreçte oluşan kayaçlarla temsil edilir.

**Türü:** Aşmalı menzil zonu

**Zonu Tanımlayan:** Catalano ve Liguari (1970)

**Kalınlık:** 27-35 m.

**Stratigrafik düzey:** Berriyasiyen'in üstü

**Fosil Topluluğu:** *Calpionella alpina* Lorenz ve *Calpionella elliptica* Cadisch

**Karşılaştırma:** Roma standart zonlarında Calpionella zonu üst düzeylerine ve Burşuk (1992), Akyazı ve Tunç (1998), Tunç ve Akyazı (2000) Calpionella elliptica zonuna karşılık gelen bu zon, Tunç, (1980,1991) Calpionella elliptica zonunun Mekik ve diğ. (1998) Calpionella B zonunun üst düzeylerine karşılık gelmektedir (Çizelge 3).

**Çizelge 2.** Zile yöresinde tanımlanan calpionellerin stratigrafik dağılımı ve Calpionel biyozonları

**Table 2.** Calpionellid biozones and stratigraphic distribution of calpionellids in Zile region

KATLAR		ÜST TİTONİYEN	ALT BERRİYASİYEN		ÜST BERRİYASİYEN
BİYOZONLAR		Crassicollaria	C.alpina	C.elliptica	
CALPIONELLER	<i>Crassicollaria brevis</i>	—			
	<i>Crassicollaria parvula</i>	—	....		
	<i>Calpionella alpina</i>		—	—	
	<i>Calpionella elliptica</i>			—	

Çizelge 3. İnceleme alanında saptanan Calpionel biyozonlarının karşılaştırması  
 Table 3. The correlation of calpionellid biozones in the study area

KATLAR	ROMA STANDART ZONLARI	Ilgaz-Çankırı	Merzifon Amasya	Niksar Erbaa	Reşadiye	Akneclar Suşehri Koyulhisar	Alucra Giresun	Kelkit Gümüşhane	Turhal Pazar	Zile
HOTRİVİYEN										
VALANJİNİYEN	ÜST	Ct. darderi	Ct. Darderi	Cs. simplex Cs. Oblonga	Cs. simplex Cs. oblonga	Cs simplex Cs. oblonga	Cs. simplex Cs. oblonga	Cs. simplex Cs. oblonga	Cs. simplex Cs. oblonga	C. elliptica
BERRİYASİYEN	ALT	Cs. simplex Cs. oblonga	C. elliptica	C. alpina	C. elliptica	C. elliptica	C. elliptica	C. elliptica	C. alpina	C. alpina
TİTONİYEN	ÜST	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria

YAŞ	KAYA TÜRÜ	LİTOLOJİ	TANIMLAMA/ADLANDIRMA	YAZAR ADI, YILI	ÇALIŞMA BÖLGESİ
KUVAT.		Alüvyonlar (gevşek ve tutturulmamış çakılları)			
PLİYOSEN		Tüf arakatlıları içeren, eyaz-açık krem renkli, gevşek dokulu yer yer tebeşirli, jipsli kireçtaşları Beyaz-açık krem renkli, gevşek dokulu yer yer tebeşirli, jipsli kireçtaşları	Kemerkaş formasyonu Karaisalı Neojen çökelleri Çerçes formasyonu Boyunpınar formasyonu Kargın formasyonu Gökköy formasyonu Alt Pontus formasyonu	Özcan ve diğ. (1980) Alp (1972) Öztürk (1979) Kocyiğit (1979) Yılmaz (1981) Seymen (1975) Barka (1984)	Kuzey Anadolu Amasya Ladik-Destek Tokat güneyi Tokat-Sivas Mecitözü-Çorum Kuzey Anadolu
LÜTESİYEN		Sarı-krem renkli kumlu kireçtaşları (Biyosparit) Açık kahve renkli kumlu kireçtaşları (Nummulitesli biyosparit) Kırmızı, alacalı renkli, karbonat çimentolu, ultramakif ve metamorfik kayaç parçaları içeren taban çakılları	Cekerek formasyonu Akçatarla Çökelleri Cevherli formasyonu Kabaşık formasyonu	Özcan ve diğ. (1980) Gökçe (1983) Seymen (1983) Temiz ve diğ. (1993)	Kuzey Anadolu Türhal-Tokat Mecitözü-Çorum Tniksar-Erbaa
KAMPANIYEN-MAESTRİTİYEN		Serpantinleşmiş harzburjilerden oluşan hamur içerisinde, kireçtaşları farklı kökenli metasedimentler, amfibolit, metavolkanitler ve mermer blokları içeren ofiyotitler Gri renkli mam aratabakaları içeren Açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalırenkli, orta-ince tabakalıpelajik kireçtaşı (Globotruncanalı biyomikrit) Açık krem, gri-koyu gri yer yer alacalırenkli, orta-ince tabakalıpelajik kireçtaşı (Globotruncanalı biyomikrit) Alacalı renkli yumrulu kireçtaşı (Biyosparit)	Lokman formasyonu Eğerkaya formasyonu Boztepe Formasyonu Tekneli Grubu Hacılar formasyonu Akveren formasyonu Yenişifay formasyonu	Afş (1972) Özcan ve diğ. (1980) Yılmaz (1980) Kocyiğit (1979) Akyazı ve Tunç (1992) Gedik, A. ve Korkmaz, S., (1984) Akay ve diğ., (1994)	Amasya Kuzey Anadolu Tokat-Sivas Tokat güneyi Zile-Tokat Orta Karadeniz Destek-Amasya
ALT BERRİYASİYEN		İnce tabakalı, pembe renkli mam ve kıllı ara seviyeleri içeren, beyaz-gri renkli kireçtaşları (Calpionelli biyomikrit)	Ayrılmamış Mesozoyik Amasya kireçtaşı Bilecik kireçtaşları Carcunum-Ferhatkaya Formasyonu Hankiri Tepesi kireçtaşı Doğdu formasyonu Zinav kireçtaşı	Baykal (1947) Blumenthal (1950) Altınlı (1971, 1972, 1973) Alp (1972) Seymen (1974) Öztürk (1979) Terilemez ve Yılmaz (1980)	Zile-Tokat-Yıldızeli Yeşilirmak Havzası Bilecik Amasya Kelkit Vadisi-Kuzey Anadolu Ladik-Destek-Amasya Ünye-Ordu-Koyulhisar-Resadiye
ÜST TİTONİYEN		Griimsi, yer de pembemsi renkli, orta tabakalı, konkoidal kırılma yüzeyli, sert, kıvrımlı-kırıklı kireçtaşları (biyopelmikrit-oopelsparit)	Ferhatkaya formasyonu Carcunum formasyonu Helvacı formasyonu Karaömer formasyonu Buzluk Kireçtaşları İnhalt Formasyonu Balalan kireçtaşı Saralan formasyonu	Özcan ve diğ. (1980) Gökçe (1983) Serdar ve diğ. (1984) Yoldaş ve diğerleri (1985) Akyazı ve Tunç (1996)	Kuzey Anadolu Türhal-Tokat Niksar-Ladik Kızılırmak-Yeşilirmak Havzası Ilgaz-Kastamonu
ALT-ORTA JURA		Bej-krem yer yer pembe renkli, orta tabakalı kıvrımlı kireçtaşı (Biyopelmikrit) Taban çakılları	Seyfe Kayabası Karatepe Bayırköy İnozü Mudurnu Karakese formasyonları	Öztürk (1979) Alp (1972) Seymen (1975) Altınlı (1973) Özcan ve diğerleri (1980) Saner, (1980) ve Gözübol (1980) Serdar ve diğerleri (1984)	Ladik-Destek-Amasya Amasya Mecitözü-Çorum Bilecik Kuzey Anadolu Batı Karadeniz Niksar-Ladik
PERMO-TRİYAS		Rekristalize kireçtaşı blokları içeren, kuvarsit, kalksist, epidotsist, gnays, mikasist, matakumtaşı, metakuvarsit kumtaşı	Paleozoyik Yaşlı Metamorfitten, Tokat Kristalin Masifi, Paleozoyik Metamorfitten, Tokat Masifi, Tozanlı Grubu Tokat Grubu, Tokat Formasyonu, Türhal Grubu, Türhal Metamorfitten/Devecidağ Karışığı, Türhal Metamorfitten, Gölova (Ağvanis) Metamorfitten, Tokat Kompleksi Karakaya Karmaşığı	Baykal (1947) Blumenthal (1950) Okay (1955) Yılmaz ve diğ. (1995) ve Ketin (1962) Seymen (1975) Kocyiğit (1979) Yılmaz (1980) Özcan (1980) Özcan ve diğ. (1980) Gökçe (1983) Şengör ve diğ. (1985) Temiz ve diğ. (1993) Tuysuz, (1993)	Zile-Tokat-Yıldızeli Yeşilirmak Havzası Sivas-Tokat Tokat Mecitözü-Çorum Tokat güneyi Tokat-Sivas Kuzey Anadolu Kuzey Anadolu Türhal-Tokat Kuzey Anadolu Niksar-Erbaa Orta Karadeniz-Orta Anadolu

Şekil 14. İnceleme alanı ve yakın çevresinde tanımlanmış stratigrafik adlamaların karşılaştırması  
Figure 14. The correlation of stratigraphic definition in the investigated area and vicinity

## SONUÇLAR

1. İnceleme alanından 9 adet ölçülü stratigrafi kesiti alınmış, bunlardan Titonik fasiyeste gelişmiş, bol oranda Calpionel içeren 5 ölçülü stratigrafi kesitinde; sistematik olarak derlenmiş kayaç örnekleri üzerinden ayrıntılı paleontolojik ve biyostratigrafik çalışmalar yapılmış, toplam, 4 calpionel cinsi ve bu cinslere ait 9 tür saptanarak tanımlanmış ve sistematikleri yapılmıştır.
2. Geç Titoniyen-Erken Berriyasiyen yaşlı, titonik fasiyes ürünleri olan, calpionelli ve radiolarialı biyomikritik mikrobiyofasiyeste gelişmiş, ince tabakalı kireçtaşları üzerinde yapılan biyostratigrafik çalışmalarda **Crassicollaria/Crassicollaria intermedia**, **Calpionella alpina**, **Calpionella elliptica**, **Calpionellopsis simplex-Calpionellopsis oblonga** calpionel biyozonları saptanmıştır
3. Zile (Tokat) yöresinde istif alttan kısmen olmak üzere alttan ve üstten eksiklidir. **Crassicollaria intermedia**, zonu *Crassicollaria intermedia* (Durand Delga) ve *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanui & Filipescu) fosilleri gözlenemediğinden net olarak saptanamamış ve bu zon **Crassicollaria** zonu olarak tanımlanmıştır. Ayrıca **Calpionella alpina** ve **Calpionella elliptica** biyozonları da saptanmıştır.
4. Turhal (Tokat) yöresinde istif alttan tamam olup, üstten fosil bulgularında eksiklik vardır. *Lorenziella hungarica* Knauer & Nagy gözlenemediğinden zon tanımı eksik fosille saptanmıştır. Bu yörede **Crassicollaria intermedia**, **Calpionella alpina**, **Calpionella elliptica**, **Calpionellopsis simplex-Calpionellopsis oblonga** biyozonları saptanarak tanımlanmıştır.
5. Pazar (Tokat) yöresinde istif in sığ denizel fasiyeste gelişmiş olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle saptanan fosil formlarıyla kuzeyde tanımlanan istifin yanal devamı olduğu düşünülmele birlikte yaş bulgusu detay tanımlanamamış ve Üst Jura-Alt Kretase yaşı verilmiştir.
6. Çalışmalarda saptanarak tanımlanan calpionel biyozonlarının Roma Standart Zonlarıyla karşılaştırması yapılmış ve saptanan zonların zon sınırlarıyla, Roma Standart Zon sınırlarının önemli ölçüde uyduğu gözlenmiştir.
7. Torid Kuşağında yüzeyleyen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının genellikle portland fasiyeste gelişmiş olduğu ve Calpionel içermediği gözlenirken, Pontid kuşağında yüzeyleyen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının genellikle Batı Pontidlerde daha baskın olmak üzere Titonik fasiyeste geliştiği ve bol oranda Calpionel içerdiği gözlenmektedir.
8. Pontid kuşağında yüzeyleyen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının çoğunlukla Titonik fasiyeste gelişmiş ince tabakalı mikritik kireçtaşlarından oluşmuş olmasına karşın, tamamının Calpionel içermediği ancak doğusundaki yüzleklere göre daha fazla Calpionel içerdiği gözlenmiştir. Bu durum Calpionellerin gerçek olmasa da yerel olarak provincializm gösterdiğine de işaretir.
9. Yapılan detaylı paleontolojik çalışmalar ile Calpionellerin yanısıra *Globotruncana*



sp., *Globotruncanita* sp. ve *Rosita* sp. cinslerine ait 6 adet pelajik foraminifer türü saptanmış ve sistematik tanımlamaları yapılmıştır.

10. İnceleme alanında yapılan ayrıntılı paleontolojik ve stratigrafik çalışmalarla desteklenen saha gözlemlerimize de dayanarak, bölge kuzeyi ve batısındaki istiflerin içerdikleri derin denizel formların varlığının yanısıra, güneydeki ve doğudaki istiflere göre daha sürekli bir yapı göstermelerinden yola çıkarak, kuzeyde ve batıda derin olan ve doğuya ve güneye doğru sığlaşan bir denizin varlığından söz edebiliriz.
11. Bölge temelinde yer alan sert dokulu karmaşığın ve Jura-kretase yaşlı sert dokulu rekristalize kireçtaşlarının inceleme alanındaki rölyefleri oluşturduğu, rekristalize kireçtaşlarının bölgenin temelinde çok yaygın olan alüvyal örtü içerisinde yüzer durumdaki tepecikleri oluşturduğu gözlenmiştir.
12. Önceki çalışmalarda adlandırılan ve literatürde oldukça fazla karmaşaya neden olan formasyon tanımlamalarının tam olarak stratigrafik kurallara uymadığı, litodem birimlerinin de litostratigrafik birimler gibi tanımlanarak adlandırıldığı gözlenmiştir. Ayrıca küçük bir coğrafya içerisinde birbirlerine çok yakın yüzeyleyen litofasiyesleri, biyofasiyesleri ve kronostratigrafik düzeyleri aynı birimlerin değişik çalışmalarda farklı adlamalarla tanımlandığı, sonuç olarak çok fazla formasyon adlaması olduğu gözlenmiştir (Şekil 13).

Yakın coğrafyada yüzeyleyen aynı birimlerin ayrı adlandırmalarla tanımlaması

literatürde karmaşaya yol açtığı gibi, bu birimlerin bölgesel ölçekte diğer istiflerle deneştirilebilmesini de olanaksız hale getirmektedir. Bu nedenle bu çalışmada literatürde karmaşaya yer açmamak için, yeni bir adlama/tanımlama yapmadığımız gibi tanımlanmış formasyon adlamalarını kullanmamanın da uygun olacağı kanısını taşımaktayız.

**KATKI BELİRTME:** Bu çalışmanın bir bölümü Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından sağlanan maddi destekle yapılmıştır.

**EXTENDED SUMMARY:** *The different geological studies were carried out in the north of Anatolids which is located at the south of Pontid Tectonic belt on the Erzincan-Yozgat Ophiolite Belt. But, stratigraphic features of region have not yet realized.*

*The presences of base cover separation are established as all Pontid Tectonic Belt when stratigraphic units are investigated in the studied area that is located at the northwest of Tokat city. Upper Mesozoic cover units are one of cover units located uncormably on base units and are interesting in terms of fossil content and diversity. In this study, these units are dated as detail and stratigraphy of region is constructed according to these ages.*

*Detail paleontology and correlation of formations which are described different names in previous studies their are realized. These data may to be answer to confusion of formation defination and stratigraphic range and also is thought to provide significant results in terms of tectono-stratigraphy*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akay, E. H., Herece, E. ve Ateş, Ş. (1994) Destek (Orta Pontidler) dolayında Akgöl Formasyonunun yaş bulgusu. MTA Dergisi 116, 105-107.
- Aktimur, T. H., Ateş, Ş., Yurdakul, M. E., Tekirli, M. E. ve Keçer, M. (1992) Niksar-Erbaa ve Destek dolayının jeolojisi. MTA Dergisi 114, 25-36,
- Akyazı, M. (1991) Zile (Tokat) Yöresinin Jeolojik ve Paleontolojik Özellikleri. C.Ü. Müh. Fak. Fen Bilimleri Enst., Jeo. Müh. Böl., Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 93. s., Sivas.
- Akyazı, M. ve Tunç, M. (1992) Zile (Tokat) Yöresinin Stratigrafisi. TJK Bülteni, C. 35/2, 36-42.
- Akyazı, M., Toprak, Ö., Erdoğan, T., Karabaşoğlu, A. ve Ursavaş, T, Ş. (2001) Bilecik Yöresinin Mesozoyik Stratigrafisi. C.Ü. Müh. Fak. Dergisi, seri A., Yerbilimleri C.18, S.1, .27-46.
- Alp, D. (1972) Amasya yöresinin jeolojisi. İ.Ü. Fen Fakültesi Monografileri, Sayı; 22, 10 s.
- Altınlı, İ.E. ve Saner, S. (1971) Bilecik yakın dolayının jeoloji incelemesi. İ.Ü. Fen. Fak. Mec. Seri B, C.36, S.1-2, 1-21.
- Altınlı, İ.E. ve Yetiş, C. (1972) Bayırköy-Osmaneli (Bilecik) alanının jeolojik incelenmesi. İ.Ü. Fen Fak. Mec. C.37, s.1-2, 1-17.
- Altınlı, İ.E. (1973) Orta Sakarya Jeolojisi: Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, MTA Yayınları, 159-191, Ankara.
- Atalay, Z. (2001) Amasya Yöresi'ndeki Linyitli Çeltek Formasyonunun Stratigrafisi, Fasiyes ve Çökelme Ortamı Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 44, Sayı 2, 1-22.
- Barka, A. (1984) Kuzey Anadolu fay zonundaki bazı Neojen Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. Türkiye Jeoloji Kurumu, Ketin Sempozyumu, Ankara, s. 209-227.
- Baykal, F. (1947) Zile -Tokat- Yıldızeli bölgesinin jeolojisi. İ.Ü. Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, c.XII, sayı: 3, s.19.
- Blumenthal, M. (1950) Beitrage zur géologie der landschaften am mitelcren und unteren Yeşilirmak. MTA, yayınları seri. D. No. 4, 183 s.
- Gedik, A., Ercan, T. ve Korkmaz, S, (1983) Orta Karadeniz (Samsun-Sinop) Havzasının Jeolojisi ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi. MTA Dergisi, 99/100, 34-51.
- Gökçe, A. (1983) Turhal Antimon Yataklarının Maden Jeolojisi. H. Ü. Doktora Tezi, (Yayımlanmamış).
- Görür, N., Şengör, A. M. C, Akkök, R. ve Yılmaz, Y. (1983) Pontidlerde Neo-Tetis'in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimentolojik veriler. TJK Bülteni, 26, 11-20 s.
- Gözübol, A. M. (1980) Mudurnu - Dokurcun Abant (Bolu ili) alanının jeoloji incelemesi ve Kuzey Anadolu Yarılımının yapısal özellikleri. İst. Üniv. Fen Fak. Mec. Seri B, c.45, s. 9-34.
- Koçyiğit, A. (1979) Tekneli bölgesinin (Tokat güneyi) tektonik özelliği. Tübitak Proje no TBAG-262,63 s.
- Minaz, M. (1984) Tokat-Zile-İ.T. 10564 ruhsat nolu linyit sahasına ait fizibilite raporu. MTA. Enst. Rapor no 40200/1, 16 s. (Yayımlanmamış).
- Okay, A. C. (1955) Sivas ile Tokat arasındaki bölgenin jeolojisi: i. Ü. Fen Fak. Mecmuası, Seri B, Cilt XX, Sayı: 2,95-108.
- Öztürk, A. (1979) Ladik-Destek yöresinin stratigrafisi: Türkiye jeoloji Kurumu Bülteni, 22,27-34.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O. (1980) Kuzey Anadolu Fayı ile Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi: MTA Enst. Rapor No: 6722, 139 s. (yayımlanmamış).
- Saner, S. (1980) Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarınınlevha Tektoniği Kuramıyla Açıklanması, Kuzeybatı Türkiye: MTA Dergisi, 93/94, 1 -19.
- Serdar, H.S., Yarman, M. Kazdal, R.A. ve Namoğlu, C. (1984) Samsun-Ladik-Niksar-Terme (Kuzey Anadolu Fay Zonu) jeolojik etüdü ve petrol olanakları: TPAO Rap. No. 2650 (yayımlanmamış).
- Seymen, İ. (1975) Kelkit vadisi kesiminde Kuzey Anadolu fay zonunun tektonik özelliği, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Yayınları 192 s.
- Seymen, İ. (1993) Mecitözü dolayının stratigrafik gelişimi, Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, A.Ü. Fen Fak. Jeoloji Müh. Böl., 129-141.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Sungurlu, O. (1985) Tectonics of the Mediterranean Cimmerides, nature and evolution of the western termination of Paleo-Tethys. In: Dixon, J.E. ve Robertson, A.H.F. (eds), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society, London, Special Publications, 17, 77-112.
- Tatar, Y. (1983) Yıldızeli Subaşı Köyü yöresinde tektonik incelemeler. TJK Bülteni, 4, 3-15.
- Temiz, H, Tatar, O. ve Tutkun, Z. (1993) Niksar-Erbaa havzaları paleotektonik dönem kayalarının stratigrafisi. A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri, A. Ü. Fen Fak. Jeoloji Müh. Böl. 157-170.
- Terlemeç, H.İ.Ç. ve Yılmaz, A. (1980) Ünye, Ordu, Koyulhisar, Reşadiye arasında kalan yöresinin stratigrafisi. Türkiye Jeo. Bült, 23/2, 179-193, Ankara.
- Tetiker, S., Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö. (2009) Karakaya karmaşığı (Tokat yöresi) birimlerinin düşük Dereceli metamorfizması. 14. Ulusal Kil Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.155-173, KTÜ, Trabzon-Türkiye
- Toker, V. (1977) Haymana Yöresinin (SW Ankara) Planktonik Foraminifera ve Nannoplankton'ların Biyostratigrafik incelenmesi; (Doçentlik tezi), s. 59-92, Ankara.

- Tunç, M. (1991) Aktaş (Kızılcahamam) yöresindeki pelajik kireçtaşlarının biostratigrafisi. TJK Bült. 34/2, 27-43.
- Tunç, M. (1992a) Olur (Erzurum) yöresindeki Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının Biyostratigrafisi. T.J.K Bült. 35/1, 121-130.
- Tunç, M. (1992b) Description of a new species of Crassicollaria from surrounding Olur (Erzurum-Turkey). Revue de paleobiologie, 11/2, pp. 463-468, Geneve
- Tunç, M. ve Akyazı, M. (2001) Calpioneller, 64 sayfa MTA Yayınları eğitim serisi No:35, Ankara.
- Tüysüz, O. (1993) Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers, Kuzey Neo-tetisin tektonik evrimi. TPJD Bült. C.5/1,s. 1-33.
- Tüysüz, O. (1996) Amasya ve çevresinin jeolojisi. Türkiye 11. Petrol Kongresi, Bildiriler, Türkiye Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisleri Odası/TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, s. 32-48.
- Üstüntaş, A. ve İnceöz, M. (1999) Zile (Tokat) batısında Uzunköy çevresinin stratigrafisi; Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt. 42, Sayı 1,69-83.
- Yalçın Erik, N. ve Ay, F. (2010) Tersiyer yaşlı Artova ve Zile kömürlerinin (Tokat) organik jeokimyasal özellikleri ve hidrokarbon türetim potansiyelleri H. Ü.Yerbilimleri Dergisi, Sayı: 31-3, s. 169–190.
- Yılmaz, A. (1980) Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyrit kökeni, içyapısı ve diğer bilimlerle ilişkisi A.Ü, Fen Fakültesi Jeolojisi Kürsüsü, doktora tezi, 136 s. (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A. (1981) Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitli karışığın iç yapısı ve yerleşme yaşı: TJK. Bült. 24/1,s.31-38.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş. C, Elmas, A., Gürer, Ö. F., Bozcu, M., Gürpınar, O. ve Serdar, H. S. (1995) Geology and development of the Tokat Massif, Second International Turkish geology workshop, Abstracts, Cumhuriyet Univ., Müh. Fak., Jeol. Müh. Böl., 117.
- Yoldaş, R., Keskin, B., Korkmaz, S., Didik, S., Kalkan, I., Ağrıdağ, D.S. ve Besbelli, B. (1985) Samsun ve dolayısı (Kızılırmak-Yeşilirmak arasındaki bölgenin) jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Rap., 8130 (yayınlanmamış), Ankara.

---

Makale Geliş Tarihi : 6 Ekim 2013

Kabul Tarihi : 12 Kasım 2013

*Received* : 6 October 2013

*Accepted* : 12 November 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**

**CONCLUSIONS**  
**EXTENDED SUMMARY**  
**ANCKNOWLEDGEMENTS**  
**REFERENCES**

**Cover Page**

A cover page, separate from the main manuscript, must include the followings:

- a. Title of the paper
- b. Name(s) of author(s) (full forenames should be given)
- c. Full postal and E-mail addresses of all authors (the corresponding author should be indicated). Fax and phone numbers for the corresponding author should also be provided.

**Title and Authors**

The title of the paper should unambiguously reflect its content. If the paper is written in Turkish, the Turkish title (in bold-face type and first letter of the words capital) should be followed by the English title (italic and first letter of the words capital). If the paper is in English, the English title should appear before the Turkish title in the style mentioned above.

The information related with authors should be given as follow:

Ahmet Ahmetoğlu Ankara University, Engineering Faculty, Jeological Engineering Department,  
Tandoğan 06100 Ankara  
A. Hüsnü Hüsnüoğlu MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, 06520 Ankara  
(e-posta: husnu56@mta.gov.tr)

**Abstract**

The abstract not exceeding 300 words should be informative (aim of the study and main conclusive remarks). It should not contain references. The Abstract should be given in both Turkish and English. If the paper is written in Turkish, an English abstract (in italics) should follow the Turkish abstract, while a Turkish abstract (in italics) should appear after the English abstract in papers written in English.

**Key Words**

The abstract should include minimum 2, and not more than 7 key words which reflect the entries the authors would like to see in an index. Key words should be given in both Turkish and English. Key words should be written in lower-case letters, separated by commas, and given in alphabetical order. For Technical Notes and Discussions, key words should not be provided.

**EXTENDED SUMMARY/GENİŞLETİLMİŞ ÖZET**

The extended abstract should not exceed 2500 words. But it must be more bulky than abstract. The new figure or table should not be given. But reference can be given to figures and tables present in main text.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

Acknowledgements should be brief and confined to persons and organizations that have made significant contributions. Please use full names without titles and indicate name(s) of the organization(s) of the person(s) acknowledged.

**REFERENCES**

All references cited in the text, and in captions of figures and tables should be presented in a list of references under a heading of "REFERENCES" following the text of the manuscript.

**Examples of layout of references**

**(a) Journals:**

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.  
Author(s), Date. Title of paper. Full Name of Journal, Vol. (No), pages.

**(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; II: 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 JEOLojİ 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 2014 Cilt 57 Sayı 1  
January 2014 Volume 57 Number 1

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

- Mehmet Ali KURT, Musa ALPASLAN, Abidin TEMEL, Cüneyt GÜLER**  
**Deliçay ile Tarsus (Berdan) Çayı Arasındaki Bölgede Yer Alan Kuvaterner Sedimanlarının**  
**Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri**  
*Mineralogical and Geochemical characteristics of Quaternary Sediments from the Area Between*  
*Deliçay and Tarsus (Berdan) Rivers*..... 1
- Nizamettin KAZANCI, Alper GÜRBÜZ**  
**Jeolojik Miras Nitelikli Türkiye Doğal Taşları**  
*Natural Stones Qualified as Geological Heritage in Turkey*..... 19
- Akın KÜRÇER, Yaşar Ergun GÖKTEN**  
**Paleosismolojik Üç Boyutlu Sanal Fotoğraflama Yöntemi, Örnek Çalışma: Duru-2011**  
**Hendeği, Tuz Gölü Fay Zonu, Orta Anadolu, Türkiye**  
*Paleoseismological Three Dimensional Virtual Photography Method, Case Study:*  
*Duru-2012 Trench, Tuz Gölü Fault Zone, Central Anatolia, Turkey*..... 45
- Hülya GÜRELİ YOLCUBAL, Mehmet AKYAZI, T. Fikret SEZEN, Özlem TOPRAK,**  
**M.Yasin CANBOLAT, Filiz KOÇAK, Ayşegül ÖZKAN**  
**Turhal-Pazar-Zile (Tokat) Yöresinin Üst Mesozoyik Stratigrafisi**  
*The Upper Mesozoic Stratigraphy of Turhal, Pazar, Zile (Tokat) Region*..... 73

### **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 Yenişehir, 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 Yenişehir, 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