



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ  
Dergisi

Cumhuriyet  
EARTH SCIENCES  
Journal

**SAHİBİ (OWNER)**

C.Ü. Mühendislik Fakültesi adına (*on the behalf of the Faculty of Engineering, C.Ü.*):  
Prof.Dr. AHMET DEMİRCİ

**EDİTÖR (EDITOR)**

Prof.Dr. IŞIK YILMAZ

**Yardımcı Editörler (Assistant Editors)**

Doç.Dr. Nazan YALÇIN ERİK  
Yrd.Doç.Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU

**Yayın Kurulu (Editorial Board)**

- |   |  |
|---|--|
| Hasan BAYHAN (Hacettepe Ü.)             | Engin MERİÇ (İstanbul Ü.)                |
| Martin BEDNARIK (Comenius Univ.)        | Aral OKAY (İ.T.Ü.)                       |
| Durmuş BOZTUĞ (Tunceli Ü.)              | Biswajeet PRADHAN (Putra Malaysia Univ.) |
| Atilla ÇİNER (Hacettepe Ü.)             | Ahmet SAĞIROĞLU (Fırat Ü.)               |
| Mehmet EKMEKÇİ (Hacettepe Ü.)           | Cem SARAÇ (Hacettepe Ü.)                 |
| Vedat DOYURAN (O.D.T.Ü.)                | Gürol SEYİTOĞLU (Ankara Ü.)              |
| Marian DRUSA (Zlina Univ.)              | Harun SÖNMEZ (Hacettepe Ü.)              |
| Burhan ERDOĞAN (Dokuz Eylül Ü.)         | Abdürrahim ŞAHBAZ (Muğla Ü.)             |
| Yavuz ERKAN (Hacettepe Ü.)              | Orhan TATAR (Cumhuriyet Ü.)              |
| Aziz ERTUNÇ (Süleyman Demirel Ü.)       | Abidin TEMEL (Hacettepe Ü.)              |
| Candan GÖKÇEOĞLU (Hacettepe Ü.)         | Mahmut TUNÇ (Cumhuriyet Ü.)              |
| Ergun GÖKTEN (Ankara Ü.)                | Necdet TÜRK (Dokuz Eylül Ü.)             |
| Naci GÖRÜR (İ.T.Ü.)                     | Asuman TÜRKMENOĞLU (O.D.T.Ü.)            |
| M. Cemal GÖNCÜOĞLU (O.D.T.Ü.)           | Reşat ULUSAY (Hacettepe Ü.)              |
| Nilgün GÜLEÇ (O.D.T.Ü.)                 | Taner ÜNLÜ (Ankara Ü.)                   |
| Fikret KAÇAROĞLU (Muğla Ü.)             | Baki VAROL (Ankara Ü.)                   |
| Ali KAHRİMAN (Okan Üniv.)               | Hüseyin YALÇIN (Cumhuriyet Ü.)           |
| Ergun KARACAN (Muğla Ü.)                | Namık YALÇIN (İstanbul Ü.)               |
| Remzi KARAGÜZEL (İ.T.Ü.)                | Mefail YENİYOL (İstanbul Ü.)             |
| Ali İhsan KARAYİĞİT (Hacettepe Ü.)      | Ali YILMAZ (Cumhuriyet Ü.)               |
| Ali KOÇYİĞİT (O.D.T.Ü.)                 | Osman YILMAZ (İstanbul Ü.)               |
| Marian MARSCHALKO (Ostrava Tech. Univ.) | Yücel YILMAZ (İ.T.Ü.)                    |



**Cumhuriyet**

---

**YERBİLİMLERİ**  
**Dergisi**

**Cumhuriyet**  
**EARTH SCIENCES**  
Journal

**Yazışma Adresi**  
**(Correspondance Address):**

**Prof. Dr. Işık YILMAZ**

Cumhuriyet Üniversitesi

**Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi**

58140 SİVAS

Telefon

0-346-219 10 10 (1305)

Faks

0-346-219 11 71

e-posta

[iyilmaz@cumhuriyet.edu.tr](mailto:iyilmaz@cumhuriyet.edu.tr)

[isik.yilmaz@gmail.com](mailto:isik.yilmaz@gmail.com)



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ  
Dergisi

Cumhuriyet  
EARTH SCIENCES  
Journal

Cilt / Volume : 30

Sayı / Issue: 1

2013

İÇİNDEKİLER  
(CONTENTS)

- Pınarbaşı – Sarız (Kayseri) civarındaki Karbonifer ve Permian yaşlı birimlerin organik fasiyes değerlendirmesi**  
*Organic facies evaluation of Carboniferous and Permian units around Pınarbaşı – Sarız (Kayseri)*  
**Nazan YALÇIN ERİK, Seyide Gül TURGUT** 1
- Çameli Havzası (Güneybatı Anadolu, Türkiye) ve çevresinin gravite anomalilerinin incelenmesi**  
*Investigation of Gravity anomalies of the Çameli Basin and its surroundings (southwestern Anatolia, Turkey)*  
**Şerife BOGAZKESEN, Funda BİLİM, Sinan KOŞAROĞLU** 19
- Patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının tepe parçacık hızı, büyüklük ve enerjisi arasındaki ilişkisi: Kırka Bor (Eskişehir) örneği**  
*Relationships between particle velocity, magnitude and energy in blast-induced ground vibration: A case study of Kırka Boron (Eskişehir)*  
**Arzu KOÇASLAN, Kazım GÖRGÜLÜ, Aydın BÜYÜKSARAÇ** 31
- Sıcaklığın beton dayanımı üzerine etkisi**  
*The effect of temperature on concrete strength*  
**Dursun ERİK** 41

**Yayın Türü:** Hakemli Yerel Süreli Yayın  
**Publication Type:** *Peer Reviewed National Journal*

**Basım:** Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi – Sivas  
**Printed by:** *Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi - Sivas*

**ISSN:** 1016-7625



## Pınarbaşı – Sarız (Kayseri) civarındaki Karbonifer ve Permian yaşlı birimlerin organik fasiyes değerlendirilmesi

### *Organic facies evaluation of Carboniferous and Permian units around Pınarbaşı – Sarız (Kayseri)*

Nazan YALÇIN ERİK ve Seyide Gül TURGUT

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

#### ÖZ

İnceleme alanı Doğu Toroslar'da olup bu alanda yüzeleyen birimlerin Güneydoğu Anadolu'daki Paleozoyik yaşlı birimler ile benzer özellikler sunması petrol jeolojisi için ilgi çekicidir. İncelenen birimler Geyikdağı Birliği (Kambriyen-Alt Tersiyer) içinde yer alır ve oldukça kalın bir istif sunar. Bu birimlerden Alt Karbonifer yaşlı Ziyarettepe Formasyonu koyu gri kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kumtaşı ve koyu renkli şeyllerden oluşmaktadır. Üst Permian yaşlı Yığıltepe Formasyonu ise başlıca platform tipi neritik karbonatlardan oluşur. Birim bol fosil içerikli, organik maddeli, grimsi-siyah renkli kireçtaşları ile yer yer şeyl aralanmaları içerir. Toplam organik karbon (TOC, ağırlıkça %) değeri Ziyarettepe formasyonu şeyl ve kireçtaşı örneklerinde % 0.29-0.91 arasında değişmekte olup, birim içindeki şeyllerde oldukça düşük, kireçtaşlarında ise nispeten daha yüksektir. Yığıltepe Formasyonu örneklerinde ise % 0.14-0.89 arasında değişmektedir. Egemen organik madde tipi her iki formasyon örneklerin de de amorf tipte olup, kireçtaşları Tip II-III (karasal ve denizel) ve şeyller ise Tip III (karasal, kalıntı organik madde) kerojen içerir. Hidrojen indeksi değerleri 20-94 mg HC/g TOC ve oksijen indeksi değerleri ise 110-575 mg CO<sub>2</sub>/g TOC arasında değişir. T<sub>max</sub> değerleri 344-464 °C arasında değişmektedir. T<sub>max</sub> ve PI değerlerine göre örnekler olgunlaşma başlangıcı ve erken-orta olgun aşamada dağılmıştır. Piroliz verilerine göre (S1, S2, HI) incelenen örneklerin CD, D organik fasiyes özelliğinde olduğu, önemli bir kaynak kaya potansiyellerinin olmadığı, buna karşın Permian yaşlı kireçtaşlarının çok az kaynak kaya (gaz) özelliği taşıdığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Toroslar, Paleozoyik, organik fasiyes, hidrokarbon, organik jeokimya.

#### ABSTRACT

*The study area in the Eastern Taurides attracted interest due to petroleum geology of outcropping units with similar properties to Paleozoic-age rocks in southeast Anatolia. The studied units are within the Geyikdagi Group (Cambrian-Lower Tertiary) and are a thick succession. These units comprise dark gray limestone, sandy limestone, sandstone and dark shale of the Lower Carboniferous Ziyarettepe Formation. The Upper Permian Yigittepe Formation is initially composed of platform-type neritic carbonates. The unit is a fossiliferous, organic-rich, gray-black limestone with occasional alternating shales. Total organic carbon (TOC, weight %) values for Ziyarettepe Formation shale and limestone samples vary between 0.29-0.91%, with shales very low and limestones relatively higher. Yigittepe Formation samples vary between 0.14-0.89%. Dominant organic material in both formations is amorphous kerogene, with limestones containing Type II-III (terrestrial and marine) and shales containing Type III (terrestrial, residual organic material). Hydrogen index values vary between 20-94 mg HC/g TOC and oxygen index values vary between 110-575*

*mg CO<sub>2</sub>/g TOC. T<sub>max</sub> values vary from 344-464 °C. According to T<sub>max</sub> and PI values samples are distributed between the initial and early-middle maturation stage. Pyrolysis data of selected samples (S1, S2, H1) indicate CD, D organic facies properties without potential to be an important source rock, though it was determined that Permian limestones have very few source rock characteristics (gas).*

**Keywords:** Eastern Taurides, Paleozoic, hydrocarbon, organic geochemistry.

## GİRİŞ

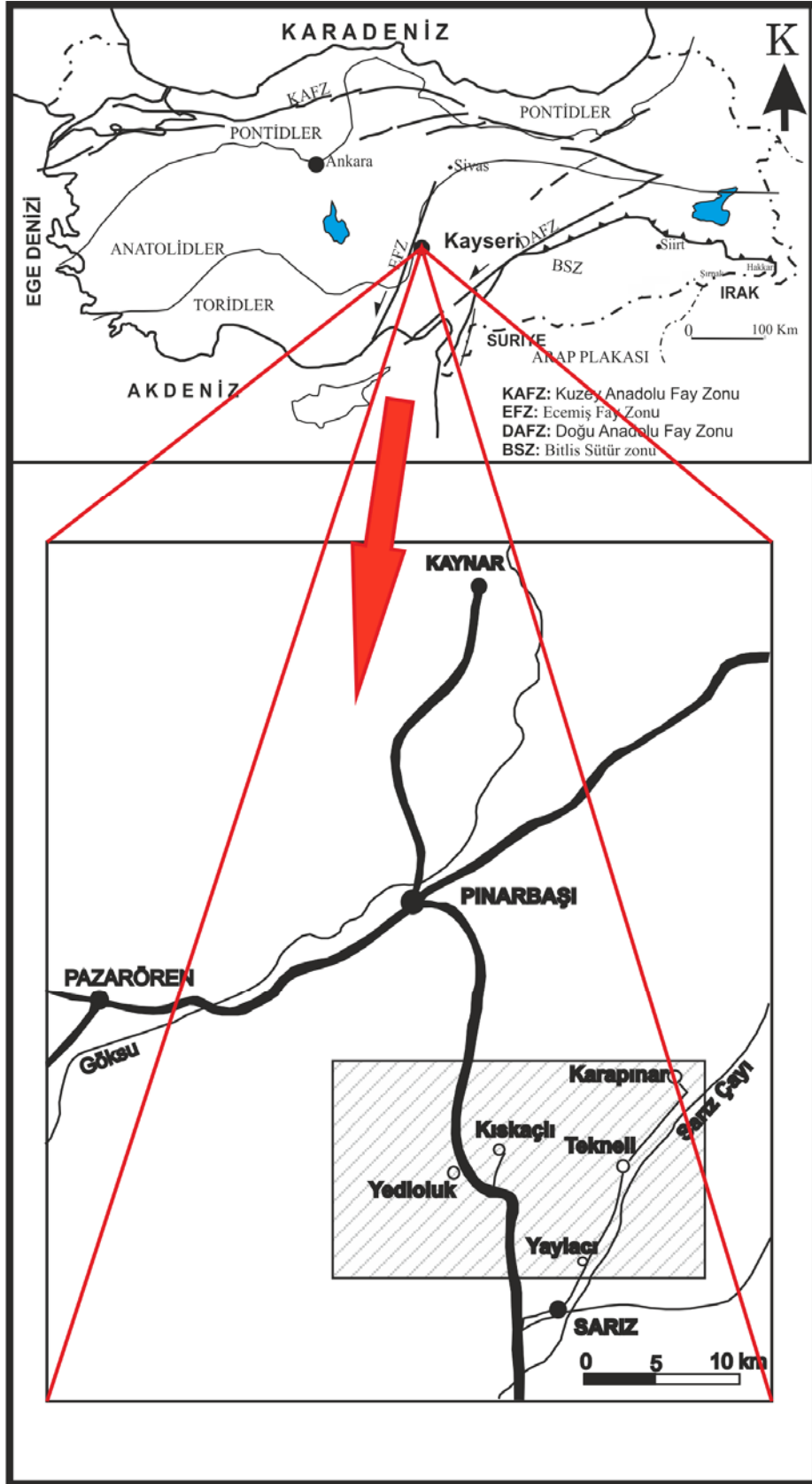
İnceleme alanının da içinde bulunduğu Doğu Toroslar batıda Ecemiş Fayı ve güneydoğuda ise Doğu Anadolu Fayları ile sınırlandırılmıştır (Şekil 1). Bu alandaki birimlerin Güneydoğu Anadolu'daki Paleozoyik yaşlı birimler ile benzer özellikler sunması petrol araştırmacılığı için önem taşımaktadır. Öncel çalışmalara bakıldığında bölgede yapılan incelemelerin büyük çoğunluğunun stratigrafi veya genel jeoloji, diğer bölümünün ise paleontolojik, petrol jeolojisi ve yapısal jeoloji amaçlı olduğu göze çarpmaktadır (Özgül, 1971; Erkan vd., 1978; Metin vd., 1982; Dean ve Monod, 1990; Kozlu vd., 1990; Otlu, 1992). Petrol jeolojisi ile ilgili olarak ise Demirel ve Kozlu (1997), Demirel (2004), İllez ve Gül (1994) verilebilir.

Geyikdağı Birliği (Özgül, 1976) Kambriyen-Alt Tersiyer yaşlı birimlerden oluşur ve 7000 m kalınlığa ulaşır. Kambriyen yaşlı bölümler şist, kuvarsit ile başlar, üste doğru yumrulu kristalize kireçtaşı ile devam eder. Bunları Ordovisiyen yaşlı ve kalınlığı 1150 m olan yumrulu kireçtaşı ve killi şeyl düzeyleri izlenmektedir. Ordovisiyen üzerine uyumsuz olarak gelen Silüriyen'in yaklaşık kalınlığı 750 m olup, alttan üste doğru çakıltaşı, kumtaşı, şeyl, kumtaşı-şeyl araldanması ve kumtaşı, çamurtaşı, şeyl, killi kireçtaşının düzensiz araldanmasından oluştuğu görülmektedir. Kambriyen, Ordovisiyen ve Silüriyen yaşlı birimler inceleme alanında gözlenmemektedir. Bu alanda yer alan birliğe ait birimler ise Silüriyen üzerine uyumlu olarak yaklaşık 1700-1900 m kalınlığa erişen, bazı seviyeleri dolomitleşmiş kireçtaşlarından oluşan Devoniyen yaşlı çökeller ile başlanmaktadır. Üste doğru sırasıyla 330 m kalınlığında Karbonifer yaşlı kireçtaşı, şeyl araldanması; kuvarsit, killi kireçtaşları ile, 200 m kalınlığında altta kuvarsit üstte kireçtaşından oluşan Permiyen ve 170 m kalınlıktaki killi, milli kireçtaşı, kireçli kiltası ve şeylin meydana getirdiği Triyas istifi izlenmektedir (Şekil

1 ve 2). Triyas üzerine uyumsuz gelen ve yer yer dolomitleşmiş seviyeler içeren kireçtaşları 1300 m kalınlıkta Jura-Kretase yaşlıdır. Yayılım alanı ve petrol jeolojisi açısından dikkat çeken özelliklere sahip olması nedeniyle Ziyarettepe ve Yığıltepe Formasyonları ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Ziyarettepe Formasyonu (Özgül vd., 1973), koyu gri bol çatlaklı kumlu kireçtaşı ve kireçli kumtaşı seviyeler ile başlar ve koyu renkli şeyller ile devam eder. Şeyllerin altında ise tekrar gri koyu gri renkli kireçtaşları ile bulunmaktadır. Birimin kalınlığı yaklaşık 330 m' dir (Otlu, 1992). Birim, Üst Devoniyen yaşlı Gümüşali Formasyonu'nu uyumlu olarak üstlerken, Üst Permiyen yaşlı Yığıltepe Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla üstlenir (Otlu, 1992). Birimin çökelim ortamı içerdiği kaya türü özellikleri ve fasiyes verilerine göre Kısaçlı köyü kuzeydoğusu Yağoluğu dere-Başçeşme Tepe arasında gerçekleştirilen kesitte birimin egemen litolojisinin gri renkli kireçtaşı ve açık gri sarımsı renkli dolomitik kireçtaşı ile krem renkli dolomitlerden oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve 2).

Bu çalışmada değerlendirilen bir başka birim ise Yığıltepe Formasyonudur (Demirtaşlı, 1967). Formasyon, başlıca platform tipi neritik karbonatlardan oluşur. Birim bol fosil içerikli, bol organik maddeli, grimsi-siyah renkli kireçtaşları ile yer yer şeyl araldanmaları içerir. Kireçtaşları mikrit-biyomikrit özellikte olup neritik özellikler sunmakta ve bölgede geniş alanlar kaplamaktadır. Dolomitlerin, formasyonun en üst seviyelerinde yer alması, Karbonifer sonuna doğru ortamın oldukça sığlaşma veya karasallaşmaya başladığına işaret eder. Hemen üzerine gelen Yığıltepe formasyonunda dolomitin bulunmaması da bu iki formasyon arasındaki uyumsuz ilişkinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Dolomitin yanı sıra az da olsa kalsit içeren dolosparit türü kayaçlardaki sparitik doku birimdeki diğer karbonat kayaçlarına göre daha iri gelişmiştir.



**Şekil 1.** İnceleme alanı yer bulduru ve jeolojik haritası.  
**Figure 1.** Location and geological map of the investigated area.





Birimin kalınlığı 200 m dir (Şekil 2). Alt düzeylerde 3-5 m kalınlıkta kuvarsit düzeyi ile başlar. Kızıl renkli, demirli ve boksitli olan bu kuvarsit düzeyi, Yığıltepe Formasyonu'nun transgressif taban düzeylerini oluşturur. Birim özellikle alg ve foraminifer bakımından zengin olup bol *Mizzia* sp. türü alg içermesiyle karakteristiktir. Yığıltepe Formasyonu içinde Özgül vd. (1973) tarafından Alt, Orta ve Üst Permien'i temsil eden foraminifer ve alglerin bulunduğu belirtilmiştir. Yığıltepe Formasyonu inceleme alanında, genellikle Alt Karbonifer yaşta Ziyarettepe Formasyonu, yer yer de Üst Devoniyen yaşta Gümüşali Formasyonu ile uyumsuz dokanak halindedir. Bu birimlerin organik jeokimyasal açıdan değerlendirilebilmesi için 3 adet ölçülü dikme kesitten örnekleme yapılmıştır (Şekil 3-5).

## İNCELEME YÖNTEMLERİ

Pınarbaşı-Sarız arasında yapılan çalışmada bölgede yüzeyleyen Geyikdağı Birliği'ne ait Alt Karbonifer Ziyarettepe ve Permien Yığıltepe Formasyonları'na ait örnekler üzerinde çalışılmıştır. Bu formasyonlardaki 3 ölçülü stratigrafik dikme kesitten toplam 81 adet yüzey örneği alınmıştır.

İncelenen birimlerin mineralojik bileşimlerinin belirlenebilmesi amacıyla XRD-Tüm kaya (C.Ü. MİPJAL Lab., Sivas) ve petrografik özelliklerinin değerlendirilebilmesi için alttan aydınlatmalı mikroskopta incelenmek üzere petrografik ince kesitler hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında sistematik ve noktasal olarak toplam 14 yüzey örneğinin piroliz analizleri Rock-Eval 6 aletinde IFP (Institut Francais du Petrolé) standardı kullanılarak yapılmış, sonuçlar Espitalié vd., (1985), Lafarqué vd., (1998) ve Peters (1986)' ya göre yorumlanmıştır. İncelenen karbonat ve şeyilli örneklerin organik petrografik bileşimlerinin belirlenebilmesi amacıyla standart analitik yöntemler ile (Durand ve Nicaise, 1980; Tissot ve Welte, 1984) kerojen preparatları hazırlanmış ve alttan aydınlatmalı mikroskopta, Cumhuriyet Üniversitesi, Petrol Jeolojisi laboratuvarında incelenmiştir.

## ORGANİK JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMELER

İnceleme alanında özellikle makroskobik özellikleri dikkate alınarak seçilen kireçtaşı ve şeyil örnekleri incelenmiştir. Organik madde zenginliği ve türü,

diyajenetik gelişim süreci ve hidrokarbon türetme potansiyeline ilişkin veriler TOC ve Rock-Eval piroliz analizi ile sağlanmıştır (Çizelge 1).

### Organik madde miktarı

Toplam organik karbon (TOC, ağırlıkça %) değeri Permien yaşlı gri, yeşilimsi gri-kahverenkli şeyil ve kireçtaşı örneklerinde % 0.14-0.89 arasında değişmekte olup, birim içindeki şeyillerde oldukça düşük ve araldanmalı olarak bulunan kireçtaşlarında ise nispeten daha yüksektir. Karbonifer yaşlı örneklerde ise 0.29-0.91 arasında değişen organik madde içeriği kısmen gelişen ve devamlılık sunmayan bir organik zenginliği ifade eder.

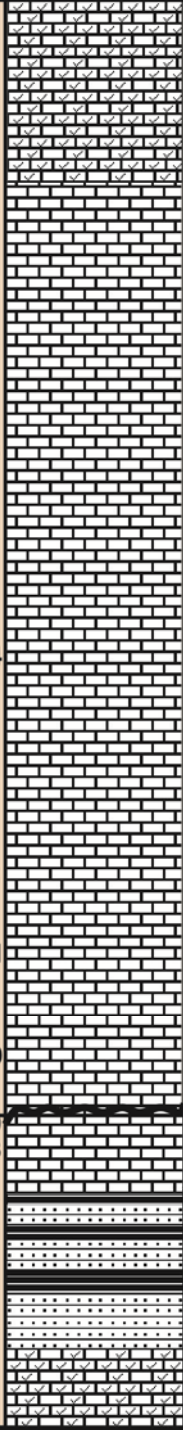
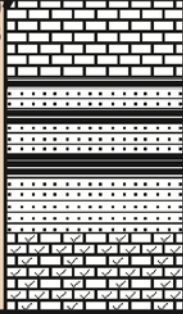
### Organik Madde Tipi

İncelenen birimlerin petrografik ince kesit değerlendirmelerinde özellikle mikritik kireçtaşlarında bitüm izleri veya saçılmış olarak bu kalıntılara ait izler gözlenmiştir (Şekil 6 a, b). Bu örneklerin organik petrografik incelemelerinde de kireçtaşlarında egemen organik madde tipinin amorf kerojen olduğu saptanmıştır (Çizelge 2, Şekil 6 c ve d). Organik maddenin bileşimini % 65-80 amorf, %10-20 otsu, %5-15 odunsu, %5-25 kömürsü organik bileşen oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Hidrojen indeksi değerleri 20-94 mg HC/g TOC ve oksijen indeksi değerleri ise 110-575 mg CO<sub>2</sub>/g TOC arasında değişmektedir. Permien örneklerin hidrojen indeksleri diğerlerine göre biraz daha yüksektir. HI-T<sub>max</sub> diyagramında (Mukhopadyay vd., 1995) örneklerin tamamı Tip III (karasal, kalıntı organik madde) alanında dağılmıştır (Şekil 7). HI-OI diyagramında örneklerin yüzey örneği olması nedeniyle alterasyon etkileri yüksektir. Bu nedenle yüksek oksijen indeksi izlenmiştir. Tüm örnekler Tip III kerojeni ifade etmektedir (Şekil 8).

### Organik Olgunluk

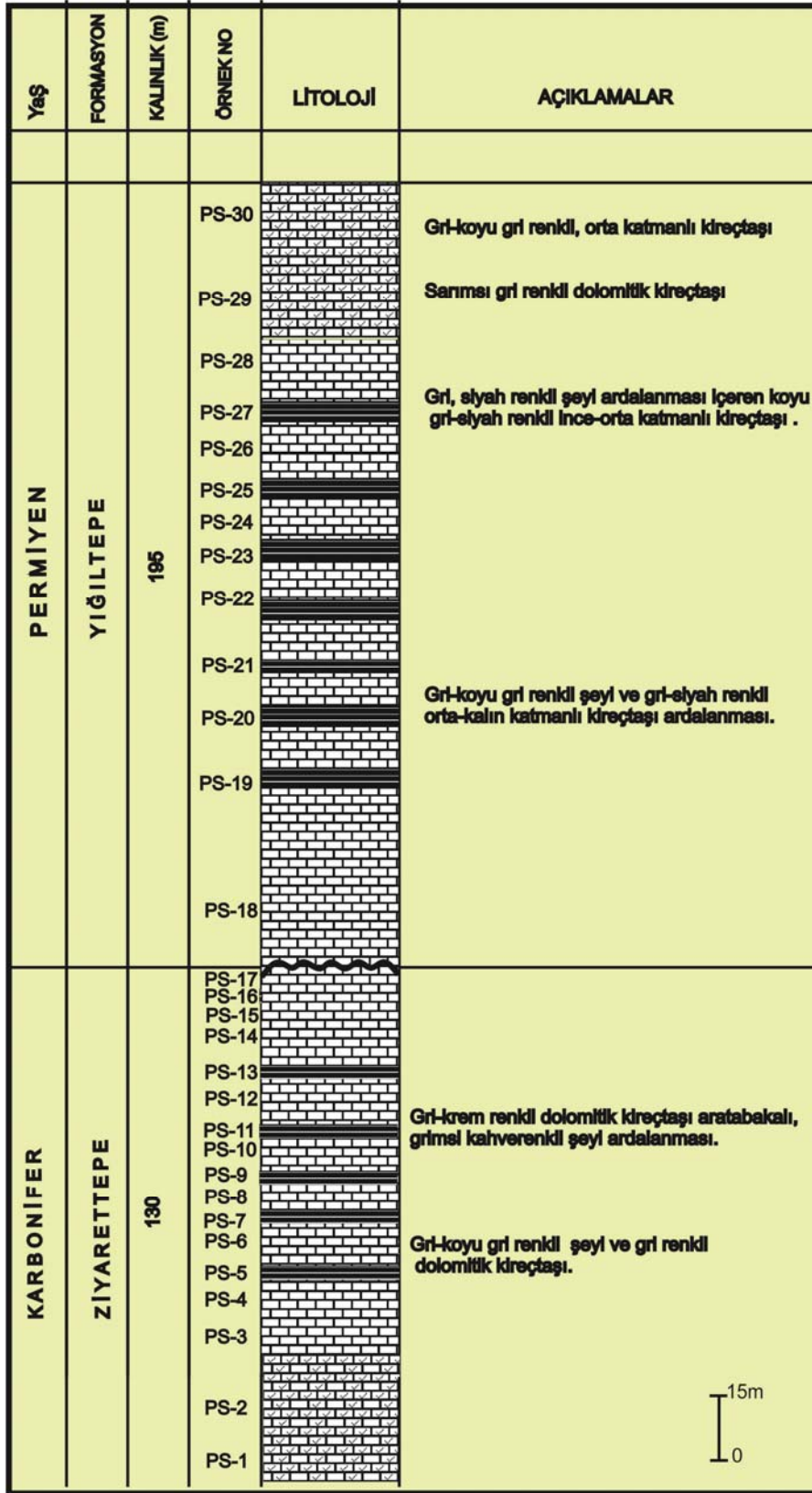
T<sub>max</sub> değerleri genel olarak tüm örneklerde 344-464 °C arasında iken, Permien örneklerinde 367-464 °C arasında geniş bir aralıkta değişmektedir (Çizelge 1, 3). HI-T<sub>max</sub> diyagramına göre örnekler genellikle 430-450 °C arasında yer almıştır ve olgunlaşma başlangıcı ile erken-orta olgun aşamadır. Spor renk indeksi değişimlerinde bununla beraber aşırı olgun aşamayı ifade eden örneklerde belirlenmiştir (Çizelge 2).

Yaş	FORMASYON	KALINLIK (m)	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR							
PERMIYEN	YIĞILTEPE	75	PS-81			Krem-gri renkli, orta katmanlı dolomitik kireçtaşı.						
			PS-80									
			PS-79									
			PS-78									
			PS-77				Gri, siyah renkli kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı.					
			PS-76									
			PS-75									
			PS-74				Gri renkli, orta katmanlı kireçtaşı					
			PS-73									
			PS-72									
			PS-71				Gri-koyu gri renkli, orta-kalın katmanlı kireçtaşı.					
			PS-70									
			KARBONİFER				ZİYARETTEPE	20	PS-69			Koyu gri renkli şeyl ardalanması, gri renkli orta-kalın katmanlı kireçtaşı.
									PS-68			
PS-67												
PS-66												
PS-65	Grimsi sarı renkli, orta katmanlı kumtaşı, koyu gri renkli şeyl ardalanması.											
PS-64												
PS-63												
PS-62	Gri-koyu gri renkli orta katmanlı dolomitik kireçtaşı.											
PS-61												

5m  
0

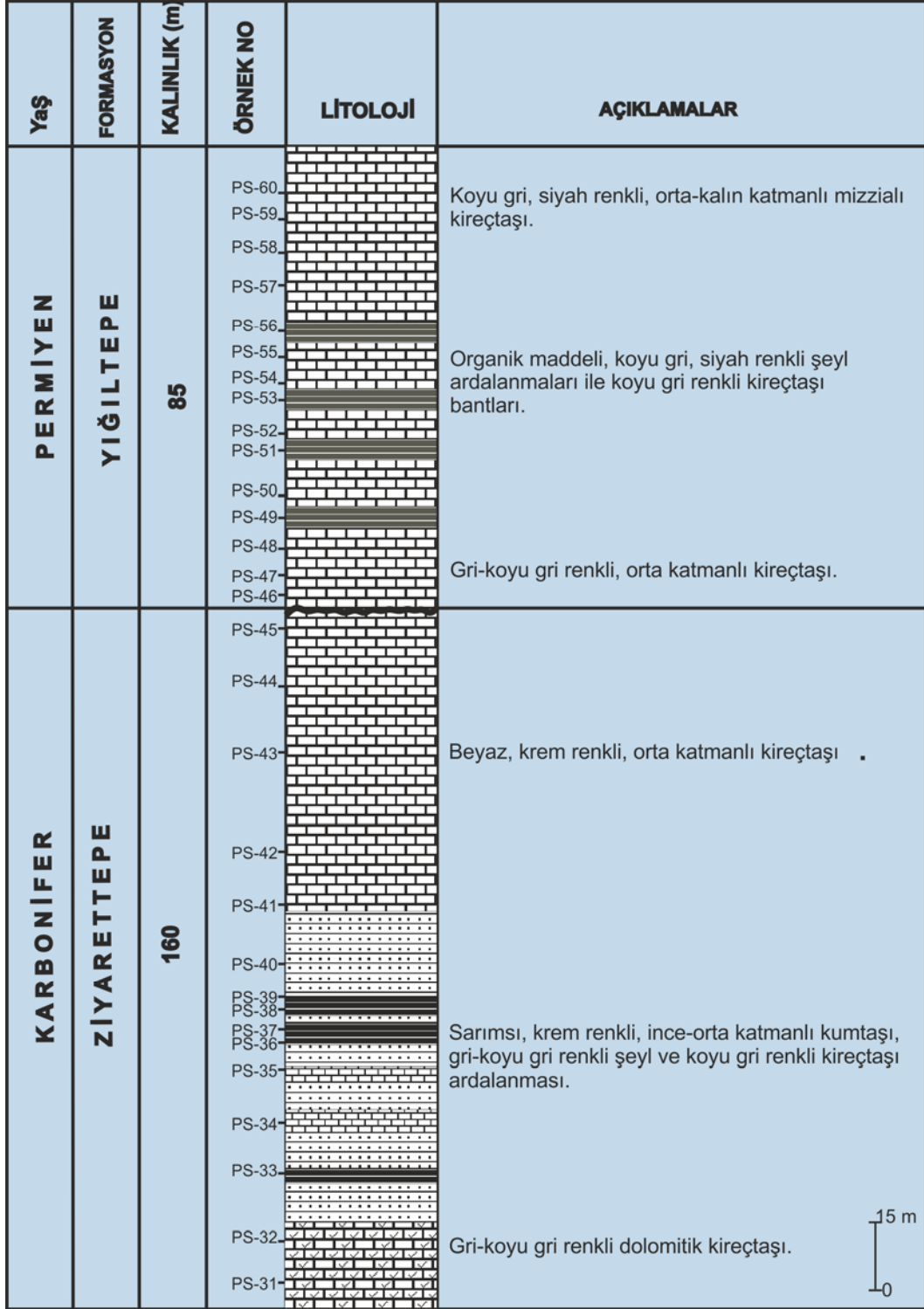
Şekil 3. Yağoluğudere ölçülü dikme kesiti.

Figure 3. Measured stratigraphical column of the Yağoluğudere.



Şekil 4. Kurdinitepe ölçülü dikme kesiti.

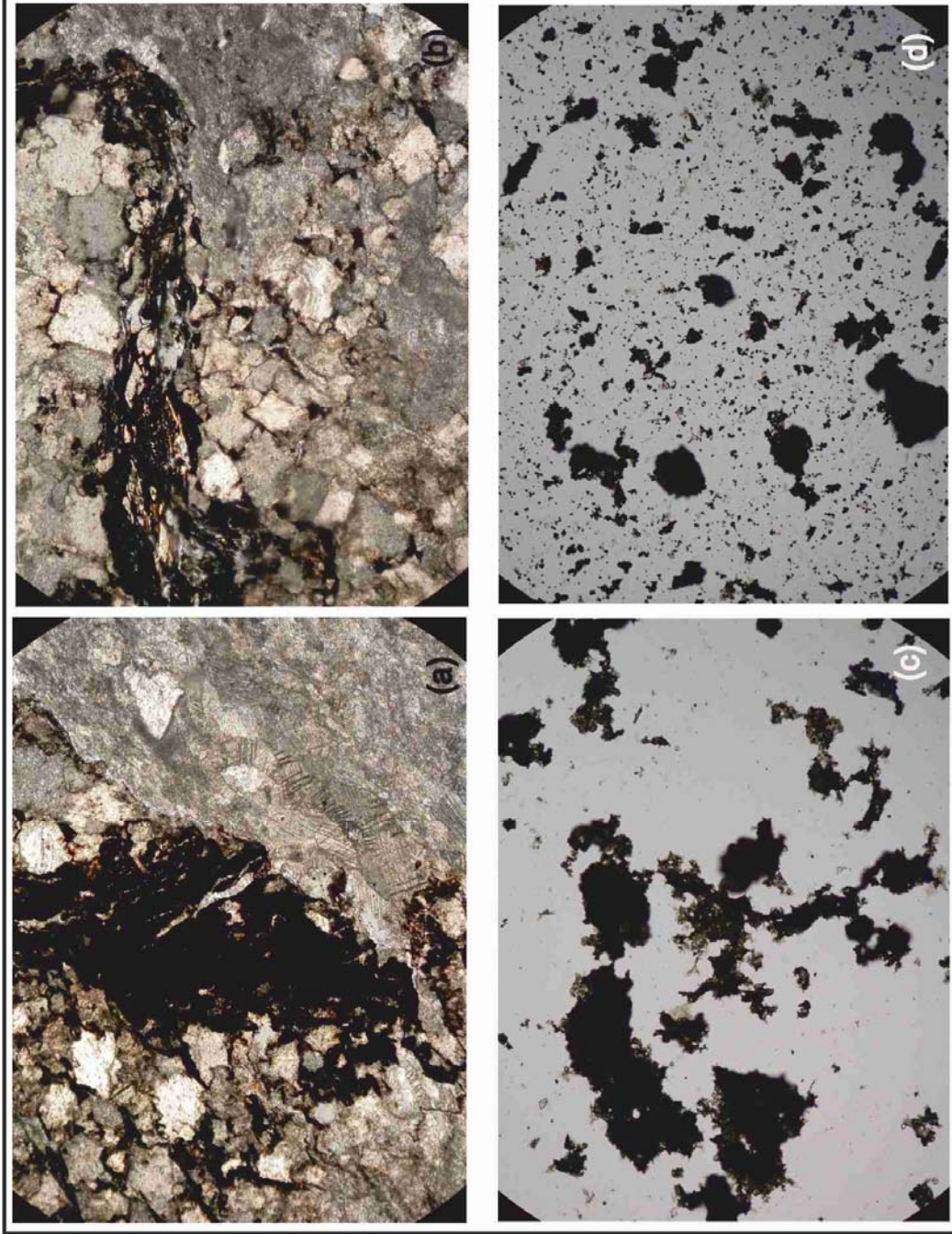
Figure 4. Measured stratigraphical column of the Kurdinitepe.



**Şekil 5.** Ortakahdere ölçülü dikme kesiti.

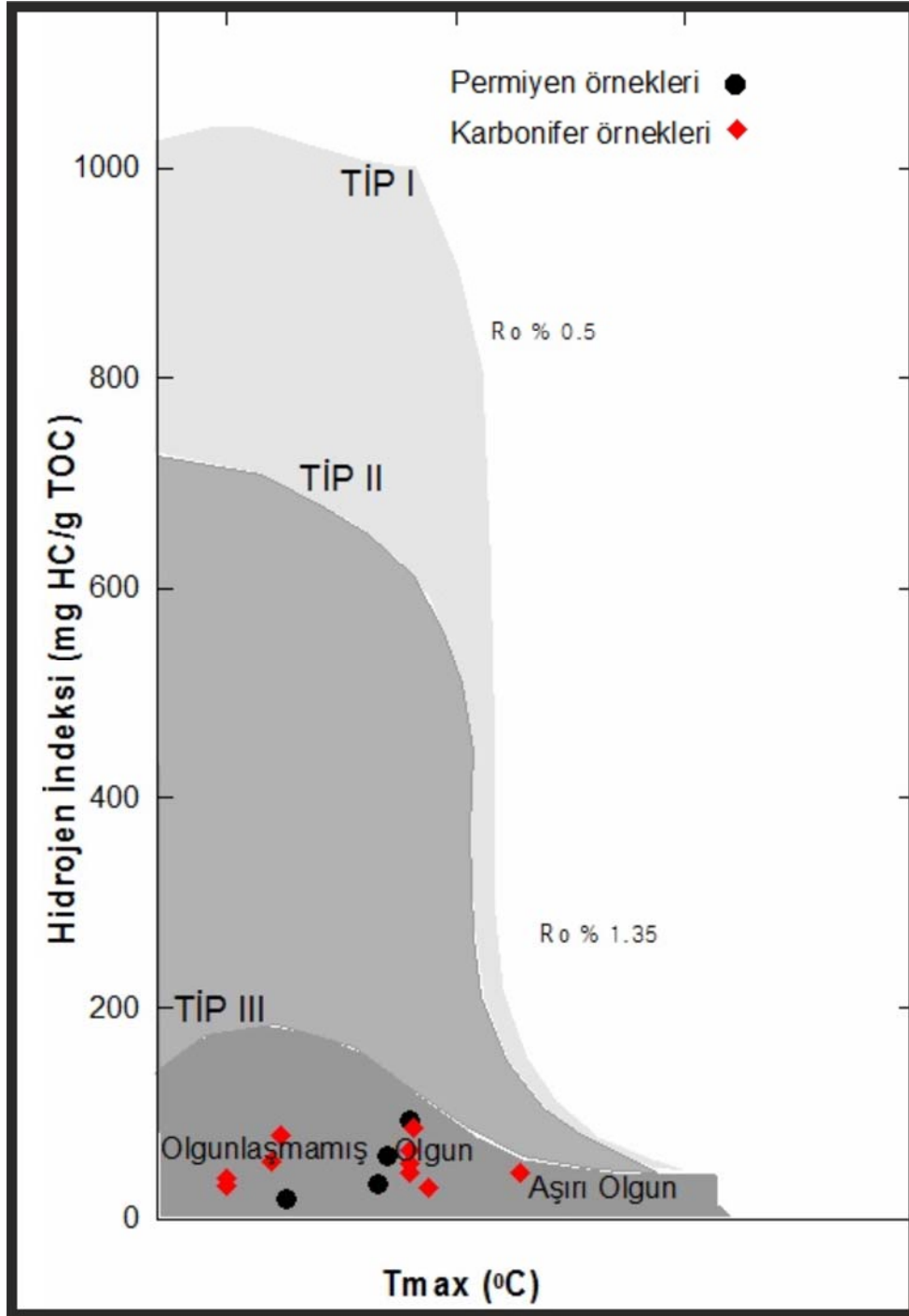
**Figure 5.** Measured stratigraphical column of the Ortakahdere.



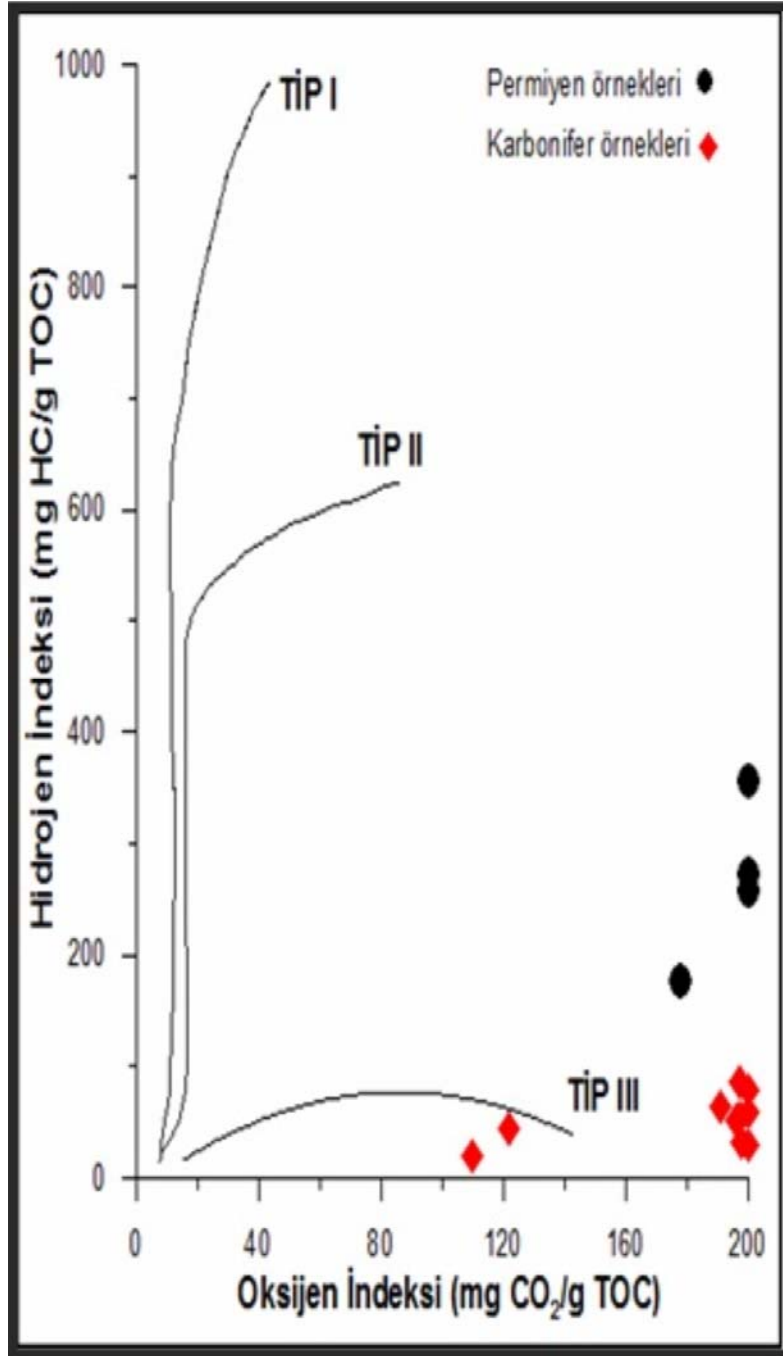


**Şekil 6. a ve b.** Ziyarettepe Formasyonu kireçtaşlarındaki bitüm izleri, **c.** Yiğiltepe Formasyonu ve **d.** Ziyarettepe Formasyonu örneklerine ait kerojen slaytları.

**Figure 6. a and b.** Bituminous leakage in Ziyarettepe Formation, **c.** Yiğiltepe Formation and **d.** Ziyarettepe Formation samples kerogen slides.



**Şekil 7.** İncelenen örneklerin HI-Tmax diyagramındaki dağılımı.  
**Figure 7.** The distribution of the investigated samples on HI vs. Tmax diagram.



**Şekil 8.** Hidrojen İndeksi-Oksijen İndeksi diyagramında örnek dağılımları.  
**Figure 8.** Sample distributions on Hydrogen Index vs. Oxygen Index diagram.

$T_{max}$  ve PI değerleri birlikte yorumlandığında tüm örneklerin olgunlaşmamış-olgunlaşma sürecini işaret ettiği görülmektedir (Şekil 9). Ancak bu örneklerin jeolojik yaşları ve jeolojik tarihçe dikkate alındığında jeokimyasal değerlendirmeler sırasında analiz edilen örneklerin yüzey örneği olmasın-

dan doğabilecek sorunlar göze çarpmaktadır. Özellikle spor renk indeksi değişimlerinde aşırı olgun zonu işaret eden örnekler bulunmaktadır. Bu nedenle yorumlamalar sırasında tek bir parametre yerine farklı verilerin birlikte kullanılmasının daha doğru sonuç sağlayacağı görülmektedir.

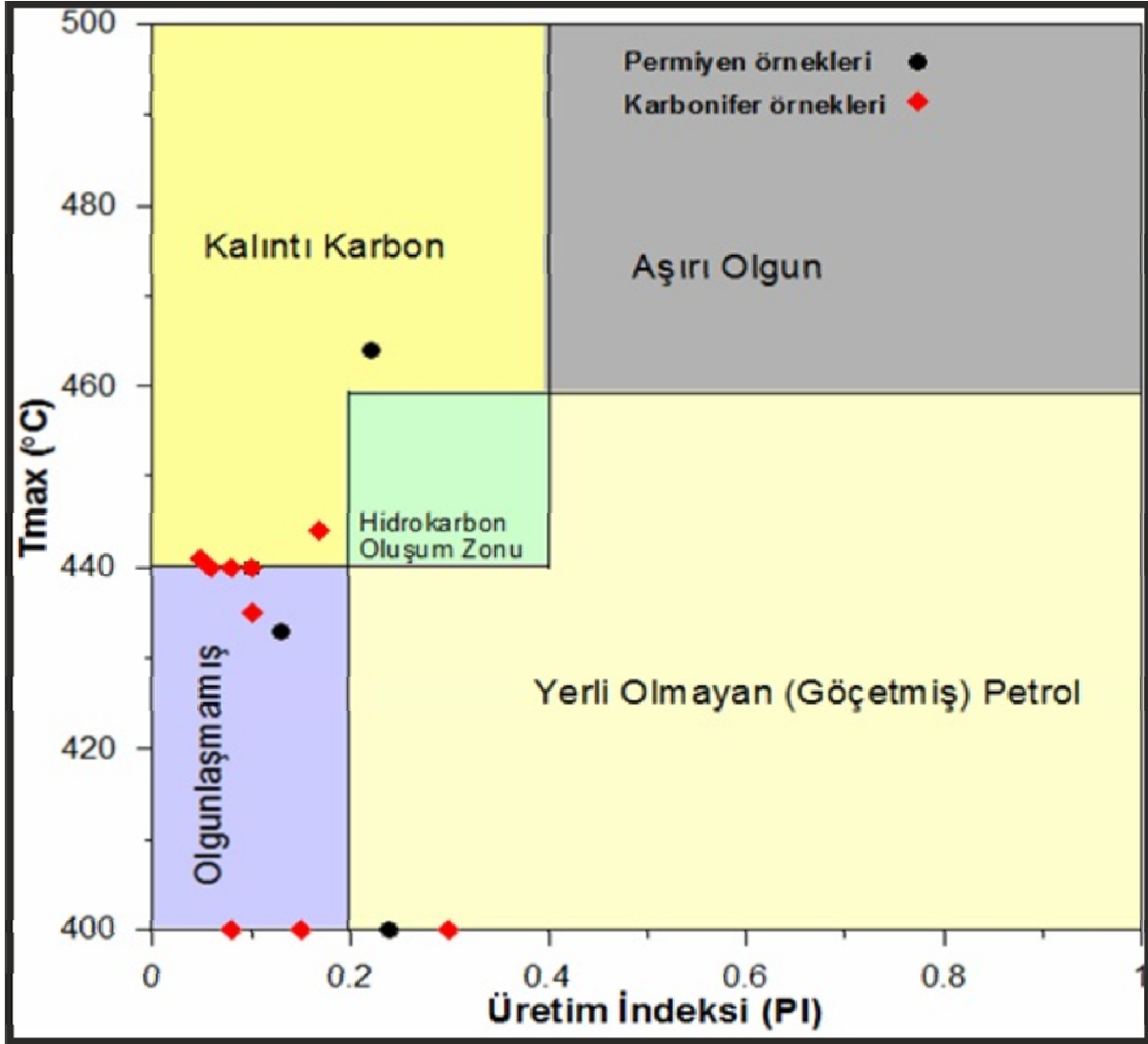


**Çizelge 1.** İncelenen örneklerin Rock-Eval/ TOC değerleri.

**Table 1 .** Rock-Eval/TOC values of investigated samples.

Örnek No	TOC	S1	S2	S3	Tmax	HI	OI	PI	RC	PC	MinC
PS-06	0,29	0,04	0,23	1,15	362	79	397	0,15	0,22	0,07	12,72
PS-07	0,91	0,04	0,79	1,79	441	87	197	0,05	0,76	0,15	0,78
PS-12	0,42	0,02	0,13	1,19	381	31	283	0,15	0,36	0,06	0,69
PS-15	0,63	0,04	0,18	3,62	444	29	575	0,17	0,5	0,13	0,38
PS-30	0,81	0,04	0,27	1,44	433	33	178	0,13	0,72	0,09	12,67
PS-31	0,81	0,07	0,16	0,89	356	20	110	0,3	0,75	0,06	12,22
PS-33	0,51	0,04	0,3	1,4	435	59	275	0,1	0,42	0,09	12,68
PS-39	0,68	0,02	0,29	0,83	440	43	122	0,08	0,62	0,06	0,17
PS-47	0,89	0,04	0,58	1,7	440	65	191	0,06	0,76	0,13	0,35
PS-53	0,49	0,06	0,19	1,34	367	39	273	0,24	0,42	0,07	1,25
PS-62	0,4	0,02	0,21	1,16	440	52	290	0,1	0,34	0,06	13,35
PS-68	0,54	0,02	0,29	1,43	344	54	265	0,08	0,45	0,09	12,94
PS-72	0,14	0,02	0,06	0,36	464	43	257	0,22	0,12	0,02	12,74
PS-78	0,35	0,04	0,33	1,25	440	94	357	0,1	0,27	0,08	14,37

TOC; Toplam Organik karbon (%), S1; mg HC/g kaya, S2; Kerojenin parçalanması ile oluşan hidrokarbonlar, (mg HC/gkaya), S3; CO<sub>2</sub> değeri (mg CO<sub>2</sub>/g TOC), T<sub>max</sub>; Maksimum Sıcaklık (°C), HI;Hidrojen İndeksi (mg HC/gTOC), OI; Oksijen İndeksi (mg CO<sub>2</sub>/g TOC), PI; Üretim İndeksi (mg HC/g TOC), Rc; Kalıntı karbon (TOC-(0.83(S1+S2)/10), Pc; Piroliz edilen karbon, MinC; Mineral karbon



Şekil 9. İncelenen örneklerin Tmax-PI diyagramındaki dağılımı.

Figure 9. The distribution of the investigated samples on Tmax vs. PI diagram.

### Kaynak Kaya Potansiyeli

İncelenen örneklerinin S2/S3 değerleri 0.17-0.22 (ortalama 0.21) arasında değişmekte ve petrol türetme potansiyeli düşüktür. Hidrokarbon kaynak kaya potansiyelinin belirlenebildiği HI-TOC diyagramında her iki formasyona ait örneklerin de gaz ve bazen petrol köken alanında dağıldığı görülmektedir (Şekil 8).

Kayaçlardaki toplam organik maddenin hidrokarbona dönüşebilme potansiyelini gösteren potansi-

yel verim (PY: S1+S2) değerleri 0.08-0.83 mg HC/g kaya arasında değişmektedir. Özellikle Permian yaşlı örnekler daha yüksek kaynak kaya potansiyeline sahiptir (Tissot ve Welte, 1984). Kaynak kaya özelliklerinin belirlenebilmesi için köken zenginliği ve  $T_{max}$  - PI diyagramları kullanılmıştır (Şekil 9). Bu diyagramda örneklerin olgunlaşmamış, kalıntı hidrokarbon alanlarında dağıldığı izlenmektedir. Bu nedenle kireçtaşlarının petrografik incelemelerinde izlenen bitüm kalıntılarının dışarıdan göç eden bileşenler olduğu söylenebilir.

**Çizelge 2.** İncelenen örneklerin organik madde tipleri.  
**Table 2.** Organic matter types of investigated samples

Örnek No	Amorf (%)	Otsu (%)	Odunsu (%)	Kömürsü (%)	SCI
PS-03	75	15	5	5	7.5-8
PS-04	65	20	10	5	7-7.5
PS-05	90	5	5	-	7.5-8
PS-07	60	20	10	10	7-7.5
PS-10	80	5	5	10	7.5-8
PS-11	80	5	-	15	-
PS-15	60	15	15	10	6.5-7
PS-20	80	15	5	-	-
PS-28	85	5	5	5	-
PS-30	90	5	5	-	-
PS-31	85	10	5	-	7-7.5
PS-37	65	20	10	5	9-10
PS-39	60	20	10	10	6,5
PS-46	95	-	5	-	-
PS-47	55	25	10	10	6.5
PS-51	55	25	15	5	6.5-7
PS-56	75	5	10	10	7
PS-57	75	10	10	5	7-7.5
PS-58	70	15	10	5	7-7.5
PS-62	65	10	15	10	-
PS-63	80	5	5	10	-
PS-66	95	5	-	-	-
PS-67	85	-	5	10	6.5-7
PS-68	85	10	-	5	6.5-7
PS-68	85	5	5	5	7-7.5
PS-72	80	10	5	5	7
PS-73	90	5	-	10	-
PS-78	90	5	5	-	-

**Çizelge 3.** İncelenen birimlerin genel organik jeokimyasal verileri.  
**Table 3.** General organic geochemical data of the investigated units.

Formasyon	TOC	HI	OI	PI	Tmax
Ziyarettepe	Min:0.29	Min:20	Min:110	Min:0.05	Min:344
	Max:0.91	Max:87	Max:575	Max:0.3	Max:444
	Ortalama:0.58	Ortalama: 51	Ortalama:291	Ortalama:0.14	Ortalama:403
Yığıltepe	Min:0.14	Min:33	Min:178	Min:0.06	Min:367
	Max:0.89	Max:94	Max:357	Max:0.24	Max:464
	Ortalama:0.53	Ortalama:57	Ortalama:256	Ortalama:0.15	Ortalama:425

## ORGANİK FASİYES ÖZELLİKLERİ

Petrol jeolojisinde organik fasiyes incelemelerinin en önemli nedeni bir sedimanter havza ya da sedimanter istifin hidrokarbon kaynak kaya potansiyelinin belirlenmesidir. Bilindiği gibi organik madde havzadaki sedimanların önemli bir parçası olup bolluğu ve kökeni hidrokarbon potansiyellerini kontrol eden en önemli faktördür (Fang vd., 1993). Hidrojen İndeksi, Oksijen İndeksi, H/C oranlarından yararlanarak organik fasiyesler Baskin (1997) tarafından A, B, B-C, C ve D olarak sınıflandırılmıştır. Jones (1987) ise A, AB, B, BC, C, CD ve D organik fasiyeslerini tanımlamıştır.

İnceleme alanında organik fasiyes özellikleri değerlendirilirken organik maddenin bileşimi, oluşumu ve diyajenetik durumu dikkate alınmış, Jones (1987) ve Baskin (1997) organik fasiyes sınıflamaları birlikte kullanılmıştır. Jones (1987) sınıflamasında A organik fasiyesi % 5-20 arasında değişen TOC değerleriyle ifade edilmektedir. Dünya'da sınırlı miktarda yayılıma sahip bu fasiyes için ABD'de gölsel ortam özelliğindeki Green River Formasyonu iyi bir örnektir (Anders ve Gerrild, 1984). Ortadoğu petrol alanlarının da içinde bulunduğu birçok petrol alanı AB ve B organik fasiyesi özelliklerini göstermektedir. A ve AB organik fasiyesleri genellikle ince taneli denizel ve gölsel sedimanlarda bulunur. B ve BC organik fasiyesleri % 1-3 arasında veya daha düşük oranlarda TOC değerine sahiptir. Çoğunlukla denizel birimlerde B organik fasiyesi çökelirken, Mahakam Delta çökellerinde olduğu gibi bazı deltalarda da BC ve C organik fasiyesleri oluşabilmektedir (Durand ve Oudin, 1980). BC organik fasiyesi yüksek hidrojen indeksi, mikroskobik olarak ince laminasyon ve yoğun denizel organik madde varlığı ile karakterize iken (Mann ve Stein, 1997), C organik fasiyesi, karasal kökenli ve bir miktarda oksidasyona uğrayan organik maddelerden meydana gelir. Bu fasiyeste parçalanmış, yuvarlaklaşmış vitrinit parçaları ile düzensiz  $T_{max}$  değerleri, düşük Hidrojen İndeksi (<300 mg HC/gTOC) ve düşük S2/S3 oranları ile gaz türümünü gösterir (Mann ve Stein, 1997).

Çok az oranda gaz oluşturabilen CD organik fasiyesi ile yalnızca korelasyon amacıyla kullanılan D organik fasiyesi % 0.5' den daha düşük TOC

ve düşük hidrojen indeksine sahiptir. Bu fasiyesler derin deniz ortamları ile kötü boylanmalı sedimentlerin bulunduğu karasal ortamlarda çökelmişlerdir (Jones, 1987). D organik fasiyesinde inertinit maseral grupları egemen olup bakteri ve diğer etkenlerle değiştirilerek kalıntı haline gelmiş, termal olaylarla yüksek oranda alterasyona uğramış organik madde tipleri de bulunmaktadır. Partikül boyu ve yoğunluğu fazla olan bu organik maddeler genellikle şiddetli alterasyona uğramış sedimanter kayaçların oluşturduğu dağ yükselmelerinin bitişiğindeki şelf çökellerinde, bazen türbidit veya slumpların etkisi ile derin denizlerde ve gölsel sedimanlarda görülür. Oksijenli ortamlarda gömülmenin yavaş olması dolayısıyla sedimanların uzun süre oksidasyona maruz kalması nedeni ile karasal çökellerin yanı sıra karbonatlı kayaçlarda da D organik fasiyesi özellikleri gelişebilir.

Jones (1987) ve Baskin (1997) sınıflamalarına göre incelenen alandaki Ziyarettepe ve Yığıltepe Formasyonlarının organik fasiyes özellikleri Rock-Eval piroliz analiz sonuçları ve organik petrografik incelemeler ile deneştirilerek ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Ziyarettepe formasyonu organik madde içeriği yönünden genelde zengin değildir. Formasyonda toplam organik madde miktarı en az seviyede (% 0.29) iken en fazla % 0.91' e yükselebilmektedir (Çizelge 3). Bu formasyonda toplam organik karbon değerleri ortalama % 0.58 dolayında iken orta seviyelerde daha yüksektir (Çizelge 3). Yığıltepe formasyonu ise Ziyarettepe formasyonuna göre toplam organik madde miktarı bakımından daha düşük olup ortalama TOC % 0.53' dür. HI-OI diyagramında Yığıltepe Formasyonunda egemen organik madde tipi II-III, Ziyarettepe Formasyonunda ise Tip III kerojendir. HI-Tmax diyagramında ise her iki birim içinde egemen organik madde tipinin Tip III kerojen olduğu görülmektedir. Bu nedenle her iki formasyonda da karışık türde (Tip II-III) organik maddeler bulunduğu söylenebilir. Formasyonlarda hem denizel (amorf) hem de karasal (otsu, odunsu ve kömürsü) organik maddeler yer alır fakat organik madde türü algal amorfudur (Çizelge 2). Yukarıdaki bilgilerin ışığında incelenen birimlerin organik fasiyesleri Jones (1987) ye göre CD'den D organik fasiyesine kadar değişmektedir. Organik zenginliğinin fazla olduğu

alt seviyeler hidrokarbon üretme yeteneği olan (çoğunlukla gaz) CD, organik içeriğin az olduğu üst seviyeler ise hidrokarbon üretme yeteneği bulunmayan D organik fasiyesinde çökelmiştir.

Baskin (1997)' ye göre ise her iki formasyon içinde de yüksek sayılabilecek oksijen indeksi (Ziyarettepe formasyonu'nda ortalama 291 mg CO<sub>2</sub>/g TOC, Yığıltepe formasyonunda ise ortalama 256 mg CO<sub>2</sub>/g TOC) ve her iki birimde de ortalama 50 mg HC/gTOC olan hidrojen indeksi ile CD ve çoğunlukla D fasiyesinde olup bazen gaz üretebilecek seviyede olduğu belirlenmiştir.

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Permian ve Karbonifer yaşlı birimlerden yapılan organik jeokimyasal analiz değerlendirmelerine göre Yığıltepe Formasyonunda gri, yeşilimsi gri-kahverenkli şeyl ve kireçtaşı örneklerinde toplam organik karbon (TOC, %) değeri % 0.14-0.89 arasında değişmektedir. Karbonifer yaşlı Ziyarettepe Formasyonu kireçtaşı ve şeyl örneklerinde ise % 0.29-0.91 arasında TOC belirlenmiştir. Örnekler organik madde içeriği açısından çok zengin değildir. İncelenen örneklerde egemen organik madde tipi amorf (% 65-90) olup, kireçtaşları Tip II-III (karasal ve denizel) ve şeyller ise Tip III (karasal, kalıntı organik madde) kerojen içerir. Tüm örnekler birlikte değerlendirildiğinde T<sub>max</sub> (344 – 464 °C) olgunlaşmamış ve olgun zonlarda dağılım olduğu izlenir. Pl ve T<sub>max</sub> değerlerine göre incelenen örnekler olgunlaşmamış-olgun aşamadır.

Organik jeokimya ve organik petrografik verilere göre incelenen birimler CD-D organik fasiyes özelliğindedir. Piroliz verilerinde (S1, S2, HI, OI) incelenen örneklerin yüzeysel şartlarda gelişen oksidasyon ve bozunma etkilerini yansıttığı, organik maddece zengin seviyelerde bile organik maddelerin taşınmış ve okside olması nedeniyle kaynak kaya potansiyelinin gelişmediği belirlenmiştir.

### KAYNAKLAR

Anders, D.E., Gerrild, P.M., 1984. Hydrocarbon generation in lacustrine rocks of Tertiary age, Uinta Basin, Utah-Organic carbon, pyrolysis yield, and light hydrocarbons.

In: Hydrocarbon source rocks of the greater Rocky Mountain region. Denver: Rocky Mountain Association of Geologists, (Eds. J. Woodward, F.F. Meissner, and J.L. Clayton), 513-524.

Baskin, D.K., 1997. Atomic H/C ratio of kerogen as estimate of thermal maturity and organic matter conversion. AAPG Bulletin, 81, 9, 1437-1450.

Dean, W.T., Monod, O., 1990. Revised stratigraphy and relationships of Lower Palaeozoic rocks, eastern Taurus Mountains, south central Turkey. Geological Magazine, 127, 333-347.

Demirel, I. H., Kozlu, H., 1997. Evaluation of burial history, thermal maturity and source-rock assessment of the Upper Paleozoic succession of the eastern Taurus region, southern Turkey. Marine and Petroleum Geology, 14, 7, 867-877.

Demirel, I.H., 2004. Petroleum systems in the eastern and central Taurus region, Turkey, Marine and Petroleum Geology, 21, 8, 1061-1071.

Demirtaşlı, E., 1967. Pınarbaşı-Sarız-Mağara ilçeleri arasındaki sahanın litostratigrafik birimleri ve petrol imkanları, MTA.Rap. no, 4389 (yayımlanmamış).

Durand, B., Nicaise, G., 1980. Procedures for kerogen isolation. Kerogen: Paris, Editions Technip, 35-53.

Durand, B., Oudin, J.L., 1980. Exemple de migration des hydrocarbures dans une serie deltaïque: Le delta de la Mahakam, Kalimantan, Indonesie. Proceedings 10th World Petroleum Congress, 2, 3-11.

Erkan, E., Özer, S., Sümengen, M., Terlemez, İ., 1978. Sarız – Şarkışla – Gemerek Tomarza arasının temel jeolojisi. MTA Raporu, Derleme No: 5646 (yayımlanmamış).

Fang, H., Jianyu, C., Yongchuan, S., Yaozong, L., 1993. Application of organic facies studies to sedimentary basin analysis: a case study from the Yitong Graben, China. Organic Geochemistry, 20, 1, 27-42.

- Illeez, H.İ., Gül, M.A., 1994. Orta Toroslar'ın kaynak kaya potansiyeli. Türkiye 10. Petrol Kongresi Bildirileri, 261-267.
- Jones, R.W., 1987. Organic Facies: In Advances in petroleum geochemistry, (Eds. Brooks, J., and Welte, D.H.), 2, 1-91.
- Kozlu, H., Fourcade, E., Günay, Y., 1990. Doğu Toros bölgesinde Neo-Tetis'in konumu. Türkiye 8. Petrol Kongresi, Ankara, 387-402
- Lafarqué, E., Marquis, F., Pilot, D., 1998. Rock-Eval 6 applications in hydrocarbon exploration, production, and soil contamination studies. Revue De L'Institut Français Du Petrole, 53, 4, 421-437.
- Mann, U., Stein, R., 1997. Organic facies variations, Source rock potential, and sea level changes in Cretaceous Black shales of the Quebrada Ocal, Upper Magdalena Valley, Colombia. AAPG Bulletin, 81, 4, 556-576.
- Metin, S., Ayhan, A., Papak, İ., 1982. Doğu Toroslar'ın batı kesiminin jeolojisi (G-GD Türkiye), MTA Dergisi, 107, 1-12.
- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A., Kruger, M.A., 1995. Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rocks and possible oil-source rock correlation based on pyrolysis of asphaltenes. Scotian Basin, Canada. Organic Geochemistry, 22, 1, 85-104.
- Otlu, N., 1992. Yaylacı-Karapınar (Sarız, Kayseri) Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik Yaşlı Tortullarının Sedimentolojik ve Stratigrafik Özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 112 s.
- Özgül, N., Metin, S., Göğür, E., Bingöl, İ., Baydar, O., Erdoğan, B., 1973. Tufanbeyli dolayının Kambriyen Tersiyer kayaları. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 16, 1, 82-100
- Özgül, N., 1971. Orta Toroslar'ın kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 14, 1, 85-101.
- Özgül, N., 1976. Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri. Bulletin of the Geological Society of Turkey, 19, 65-78.
- Peters, K.E., 1986. Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis, AAPG Bulletin, 70, 3, 318-329.
- Peters, K.E., Moldowan, J.M., 1993. Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments. Prentice-Hall.
- Tissot, B., Welte, D., 1984. Petroleum formation and occurrence, Springer Verlag, Berlin, 538 p.

---

**Nazan YALÇIN ERİK**

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 5814 - Sivas

[nyalcin@cumhuriyet.edu.tr](mailto:nyalcin@cumhuriyet.edu.tr)

[nyalcin@gmail.com](mailto:nyalcin@gmail.com)

---

## Çameli Havzası (Güneybatı Anadolu, Türkiye) ve çevresinin gravite anomalilerinin incelenmesi

### *Investigation of Gravity anomalies of the Çameli Basin and its surroundings (southwestern Anatolia, Turkey)*

Şerife BOGAZKESEN<sup>1</sup>, Funda BİLİM<sup>2</sup> ve Sinan KOŞAROĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Oltu Yerbilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 25240 Oltu, ERZURUM

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

#### ÖZ

Tektonik olarak aktif bir bölgede yer alan Çameli Havzası Batı Anadolu'nun Neotektonik döneminde oluşmuş grabenlerinden biridir. Bu çalışmada Çameli Havzası ve çevresinin gravite anomalileri incelenmiş ve alanda KD-GB doğrultusunda alınan profillerin 2B modelleri oluşturulmuştur. Modeller sonucunda Çameli Havzasında maksimum sediman kalınlığının 2.7 km'ye, Büyük Menderes grabeni civarında ise 3.4 km'ye ulaştığı belirlenmiştir. Gravite verilerine uygulanan güç spektrumu analizi yüzeyden itibaren derinlikleri 31.8 ile 3.4 arasında değişen olası üç kaynağı önermektedir. Gravite anomalisine uygulanan yatay gradient yöntemi sonucunda maxspot haritası oluşturulmuştur. Maksimum yatay gradient lokasyonları içeren maxspot haritasından başlıca üç tektonik hat belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çameli Havzası, gravite anomalileri, 2B modelleme, güç spektrumu analizi.

#### ABSTRACT

The Çameli Basin, situated at a tectonically active region, is one of the grabens formed in Neotectonic period of western Anatolia. In this study, the gravity anomaly data of the Çameli Basin and its surroundings are investigated and two dimensional (2D) models of profiles taken in NE-SW direction in the study area are constructed. It is determined from the results of models that the maximum sediment thicknesses are up to 2.7 km and 3.4 km in the Çameli Basin and the Büyük Menderes graben surrounding, respectively. Power spectrum analysis of gravity data suggest three sources at depths ranging from 3.4 km to 31.8 km from the surface. Maxspot map is formed by horizontal gradient method applied to gravity anomaly data. Mainly three tectonic lineaments are determined from maxspot map included in maximum horizontal gradient locations.

**Keywords:** The Çameli Basin, gravity anomalies, 2D modeling, the power spectrum analysis.



## GİRİŞ

Batı Anadolu kıta içi genişleme, kabuk incelmeleri ve riftleşmenin meydana geldiği karmaşık bir tektonizma ile karakterize edilmektedir. GB Anadolu' da yer alan inceleme alanı içerisinde, yaklaşık 60 km uzunluğunda ve 40 km genişliğinde bulunan Çameli havzası (Över vd. 2010) Geç Miyosen'de KD-GB uzanımlı bir graben olarak açılmaya başlamıştır (Alçıçek vd. 2004, 2005).

Batı Anadolu'nun jeolojisi, petrografisi, stratigrafi ve tektonizması günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından incelenmesine rağmen (örneğin; McKenzie, 1978; Sengor ve Yılmaz, 1981; Price ve Scott, 1989; Seyitoglu ve Scott, 1991; Le Pichon vd., 1995; Seyitoglu ve Scott, 1996; McClusky vd., 2000; Bozkurt, 2001; Bozkurt ve Oberhansli, 2001; Bozkurt, 2003; Westaway vd., 2004; Bozkurt ve Mittwede, 2005; Westaway, 2006; Alçıçek vd., 2007; Over vd., 2010; Ersoy vd., 2012) jeofizikte potansiyel alan verilerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmaların sayısı azdır.

Ateş vd. (1999) Türkiye'nin gravite ve havadan manyetik anomali haritalarını hazırlamışlardır. Yük-sel (2004), Batı Anadolu'nun Bouguer anomali haritası üzerinden, Adapazarı-Antalya ve Seferihisar-Alaşehir-Sandıklı doğrultusunda KG ve BD doğrultularında aldığı profillere kabuk kalınlığını belirleyebilmek için Talwani modelleme yöntemini uygulamış; kalınlığın Isparta ve göller yöresinde 35-40 km olabileceğini öngörmüştür. Bilim (2007), Batı Anadolu'nun gravite ve havadan manyetik anomalilerini incelemiş, Denizli dolaylarında düşük gravite değerlerini, artan sediman kalınlığı ve jeotermal potansiyeli yüksek termal yapılarla ilişkilendirmiştir. Batı Anadolu'da Büyük Menderes havzasının gravite anomalilerinin modellenmesi ile Aydın'dan Salihli'ye doğru havzanın taban derinliğinin yaklaşık 2 ile 4 km arasında değişebileceğini göstermiştir (Sarı ve Şalk, 2006; Işık ve Şenel, 2009).

Bu çalışmada, Çameli ve çevresinin gravite anomalileri incelenmiş ve KD-GB doğrultusunda alınan 3 profil, 2 Boyutlu Talwani modelleme yöntemi kullanılarak modellenmiştir. Ayrıca çalışma alanında gravite anomalilerine neden olan yapıların üst

derinlikleri güç spektrumu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Gravite verisinin yatay gradyanının maksimum lokasyonları, tektonik hatlar ve deprem episantırları arasındaki ilişki incelenmiştir.

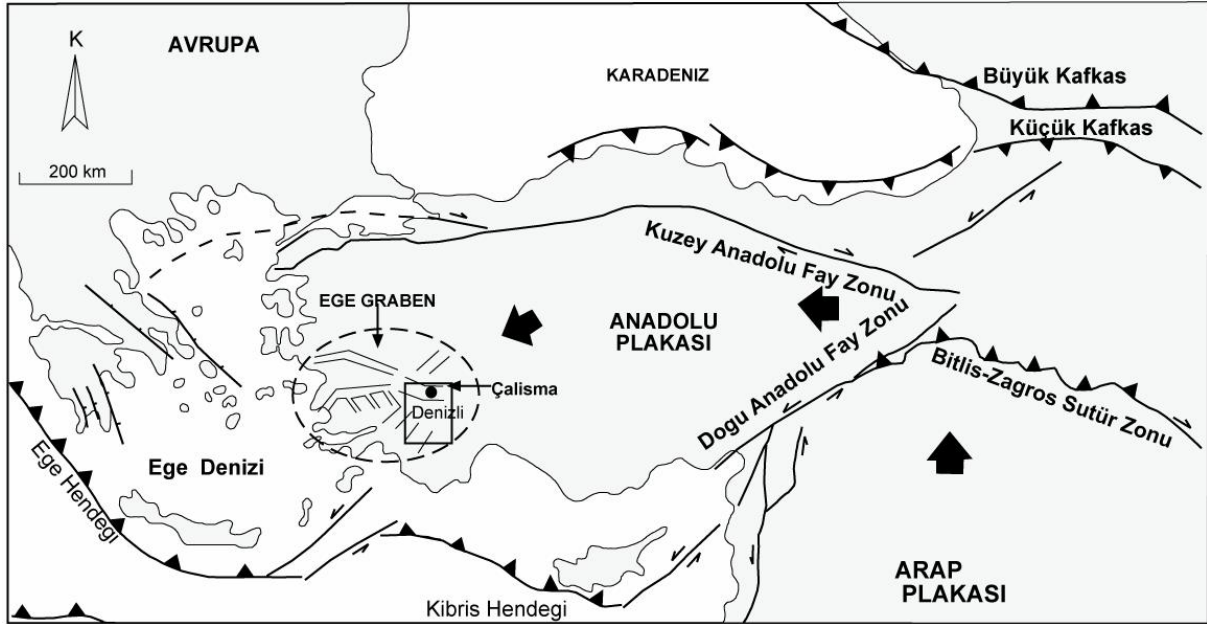
## BÖLGENİN TEKTONİĞİ VE JEOLJİSİ

Çalışma alanı, güneybatı Anadolu'da yer almaktadır (Şekil 1). Arap levhasının Kıbrıs hendeğinden kuzey-kuzeybatıya doğru Anadolu levhası altına dalması ve kıtasal çarpışma sonucunda Anadolu levhasının batıya doğru kaçması, batı Anadolu'yu dünyanın tektonik olarak çok aktif kabuksal deformasyonlara maruz kalan bölgelerinden biri haline getirmiştir (Saunders vd., 1998; McClusky vd., 2000). Batı Anadolu'daki KG-yönlü kıta içi genişleme tektonik rejiminin başlangıç yaşı Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından Geç Miyosen-Pliyosen; Bozkurt ve Mittwede (2005) tarafından ise Geç Oligosen-Erken Miyosen olarak öngörülmektedir. Batı Anadolu'daki kıtasal genişleme miktarı 30-40 mm/yıl'dır (Le Pichon vd., 1995).

Genişleme tektoniğinin bir sonucu olarak bölgede KB-GD, KD-GB yönelimli eğim atımlı ve normal faylarla sınırlı birçok graben sistemlerini meydana gelmiştir. Çameli havzası da güneybatı Anadolu'da Neotektonik dönemde oluşmuş grabenlerden biridir. Alçıçek vd. (2004, 2005) Geç Miyosen'de açılmaya başlayan havzanın Erken-Orta Pliyosen'de ikiye bölündüğünü, büyük bir göl ortamına dönüşen havzanın Geç Pliyosende iki ayrı fay sistemi ile yeniden kırıldığını ve havzanın en son ürünlerinin alüvyon çökeller olduğunu önermiştir.

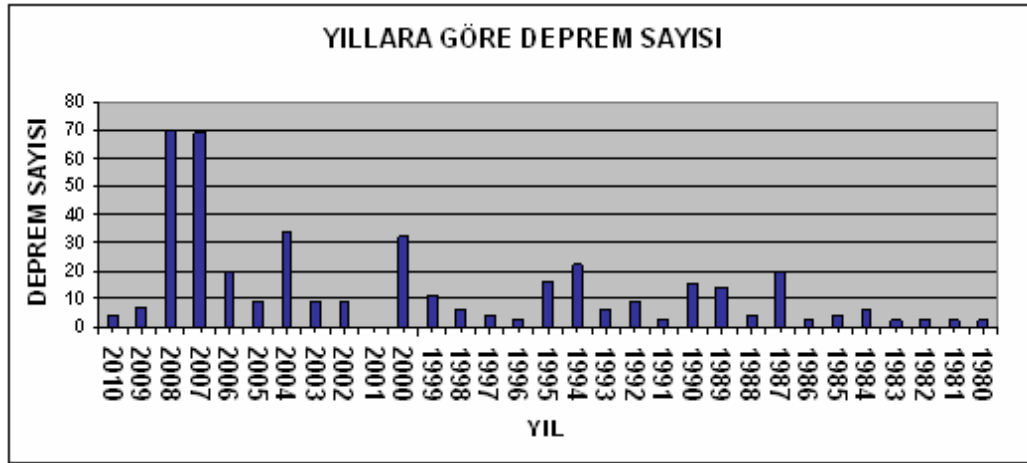
Çalışma alanı, tektonik olarak da aktif bir bölgedir. 1980-2010 yılları arasında meydana gelmiş büyüklüğü  $M_b \geq 4$  olan depremlerin yıllara göre deprem sayıları incelendiğinde 2007 ve 2008 yıllarında deprem sayısında oldukça fazla bir artışın olduğu, sonra sakin bir döneme geçildiği görülmektedir (Şekil 2).

Çalışma alanının yüzey jeoloji haritası incelendiğinde Denizli'nin batısında Menderes masifinin metamorfik kayaları görülmektedir (Şekil 3). Şengör vd. (1984) masifin kor kısmının yüksek derecede amfibolit fasiyesinde gnays ve şistlerin oluştuğunu belirtmiştir.



**Şekil 1.** Çalışma alanının yer bulduru haritası. Dikdörtgen kutu çalışma alanını göstermektedir (Barka ve Kandisky-Cade, 1989'dan düzenlenmiştir).

**Figure 1.** The location map of the study area. The box shows the study area (modified from Barka and Kandisky-Cade, 1989).

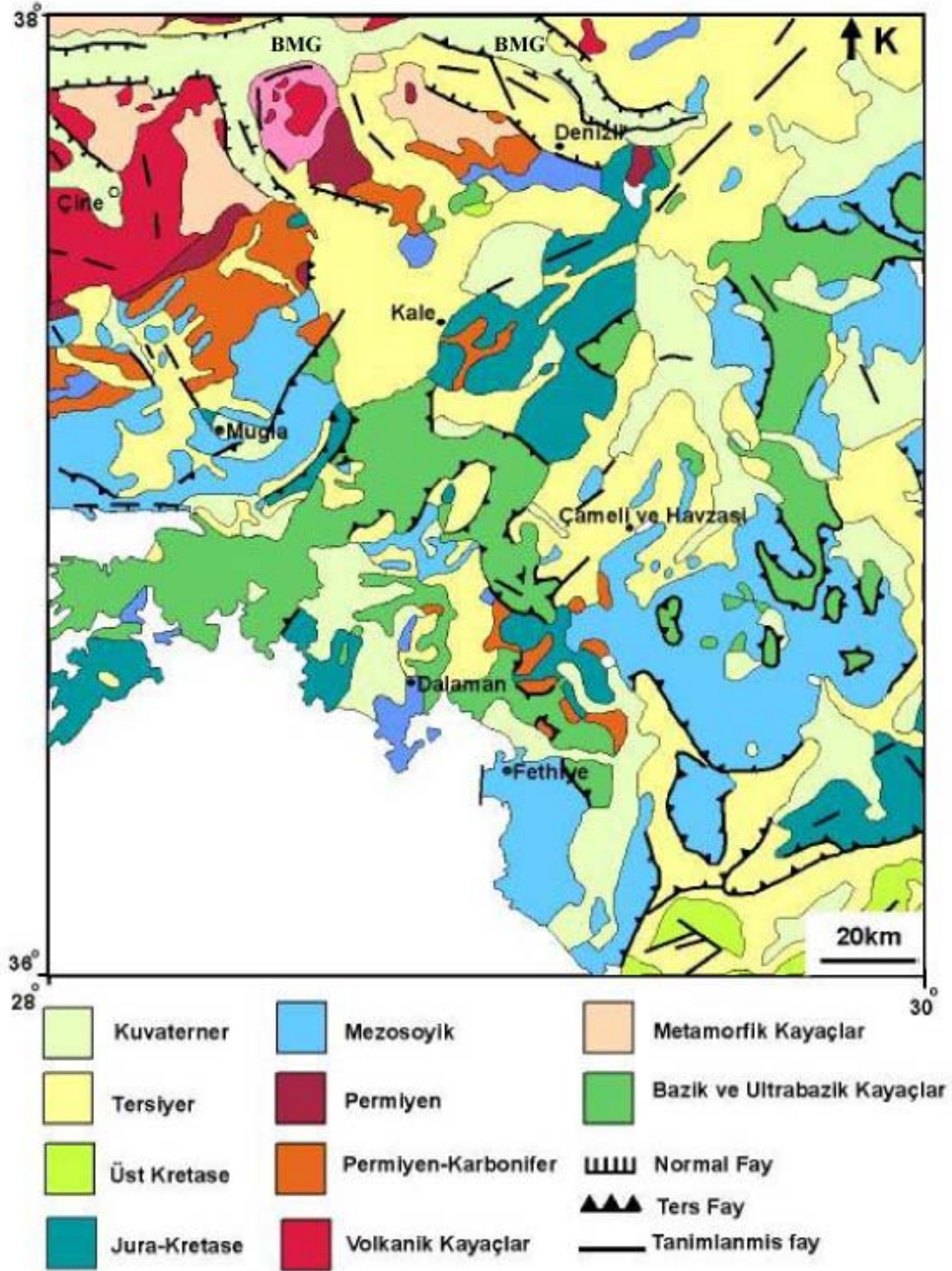


**Şekil 2.** Çalışma alanında 1980-2010 yılları arasında meydana gelmiş deprem sayısı grafiği ( $M_b \geq 4$ ).

**Figure 2.** Earthquake numbers occurred between 1980 and 2010 in the study region ( $M_b \geq 4$ ).

Okay (1989), masifin en yaşlı biriminin Prekambriyen gnayslar ve alttan üste doğru alt Paleozoik mika şistler, Permo-Karbonifer metakuvarsit, siyah fillat ve siyah rekristalize kireçtaşları; Mesozoik yaşta, boksit seviyeli, kalın tabaka, rekristalize neritik kireçtaş-ları; yaşı alt Eosene kadar çıkan rekristalize pelajik kireçtaşı ve filisten oluştuğunu ifade etmiştir. Çameli'nin GB' sında Menderes

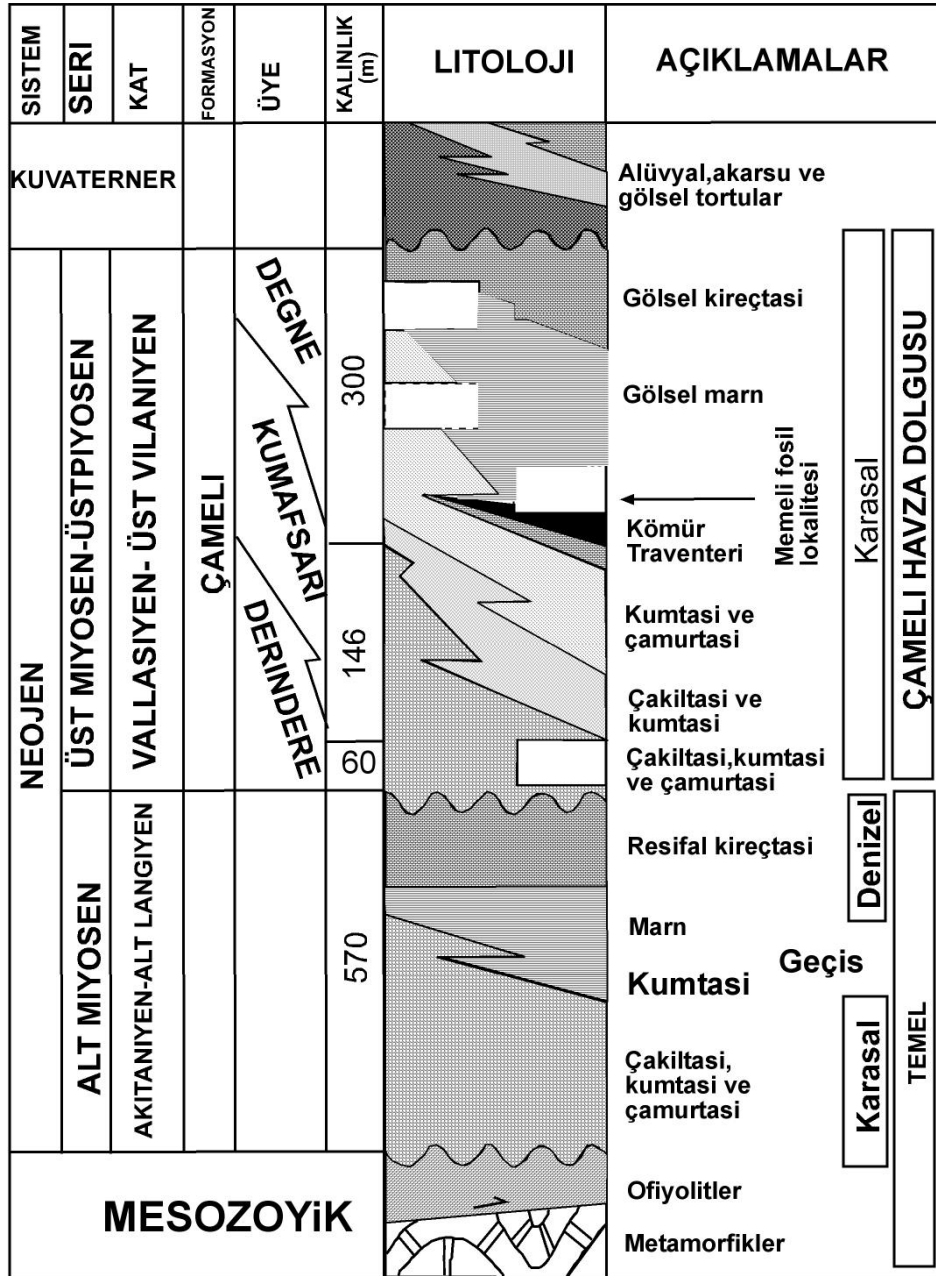
masifinin en genç birimi olan Eosen filisi üzerinde, tektonik bir dokanakla, orta Eosende yerleşmiş olan KB-GD uzanımlı Likya napları (Şengör vd., 1984; Okay 1989) görülmektedir. Bundan başka, Denizli ve Çameli arasında genç örtü birimi yüzeylemektedir. Çine çevresinde ise küçük bir alanda volkanik kayalar yüzlek vermektedir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Çalışma alanının jeoloji haritası (Bingöl, 1989'dan düzenlenmiştir). BMG: Büyük Menderes grabeni.  
**Figure 3.** Geological map of the study region (after Bingöl, 1989).BMG: Buyuk Menderes graben.

Şekil 4’ de Çameli havzası ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti verilmiş olmakla beraber, Çameli formasyonu Alçiçek vd.

(2004) tarafından detaylı olarak incelenmiş ve yaşlıdan gence doğru aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Çameli Havzası'nın stratigrafik kesiti (Alçiçek vd., 2004'den düzenlenmiştir).  
Figure 4. Stratigraphic section of the Cameli Basin (modified from Alcicek et al., 2004).

Temel birimlerin oluşum yaşı Mesozoyik olup, ofiyolit ve mermerlerden oluşur. Çameli Neojen havzası temeline ait erken Miyosen'de karasal ve sığ denizel ortamda depolanmış istifin alt kesim-

lerini kaba kırıntılı alüvyal tortullar oluşturur. İstifin en üst kesimleri kıyı, lagün ve resif ortam-larını temsil eden kumtaşı, marn ve fosilli kireçtaşların-dan oluşur. Bu istifin üzerine açısız uyumsuzlukla

Çameli formasyonu gelir. Formasyon kendi içinde alttan üste doğru Derindere üyesi, Kumafşarı üyesi ve Değne üyesi olmak üzere üçe ayrılır. Kumafşarı ve Değne üyeleri ile yanal ve düşey geçişli ve kalınlığı yaklaşık 60 m olan Derindere üyesi çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşur. Kalınlığı yaklaşık 146 m olan Kumafşarı üyesi tabakalı kireçtaşı, kömür, laminalı siltaşı-çamurtaşı, ince taneli konglomera-kaba kumtaşı, epsilon çapraz tabakalı kumtaşı, tabakalı kumtaşı, düzlemsel çapraz tabakalı kumtaşı, ripil laminalı ince kumtaşı, tane destekli konglomera ve düzlemsel çapraz tabakalı konglomeralardan oluşur. Kalınlığı 75-300 m arasında değişen ve Çameli formasyonun en üst üyesi olan Değne üyesi başlıca tabakalı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve laminalı marn fasiyeslerinden oluşur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Gravite Verisi

Çalışma alanının gravite verisi Ateş vd. (1999)'dan alınmıştır. Ateş vd. (1999) Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'nden temin ettikleri Türkiye'nin gravite verilerini incelemiş ve yeni bir gravite anomali haritası oluşturmuşlardır. Bouguer düzeltmesinde yoğunluk  $2.4 \text{ g/cm}^3$  kullanılmıştır. Gravite istasyonlarının yerleri ve yükseklikleri MTA Jeodezi Dairesi tarafından 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan belirlenmiştir. Gravite değerleri, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği'nin 1971'de kabul ettiği Potsdam 981.260.00 mGal kesin gravite değeri ile bağlantılı olan MTA ve Harita Genel Komutanlığı baz istasyonlarına bağlanmıştır (Ateş vd., 1999). Tüm düzeltmeler MTA tarafından yapılmıştır.

Türkiye'nin GB'sında ki BD yönelimli gravite anomalileri Ege Graben Sistemi ile oldukça uyumludur (Ateş vd., 1996; 1999). Çalışma alanın Bouguer gravite anomali haritası Şekil 5' de verilmiştir.

### Gravite Anomalilerinin 2B Modellenmesi

Gravite anomalilerinin 2B modellenmesinde Geo-Model programı (Cooper, 1998) kullanılmıştır. Bu program günümüze kadar bir çok araştırmacı tarafından gravite anomalilerinin 2B'lu modellen-

mesinde sıklıkla kullanılmıştır (örneğin; Fabriol vd., 1999; Aydemir ve Ateş, 2006; Onal vd., 2008; Naji ve Janardhana, 2009). Program, gravite ve manyetik anomalilerinin modellenmesinde çok sık kullanılan yöntemlerden biri olan Talwani Yöntemini (Talwani, 1959) kullanmaktadır. Bu yöntemde yeraltında anomaliye sebep olan jeolojik yapılar  $n$  kenarlı çokgenlere benzetilmekte ve ona göre çözüm yapılmaktadır. Bu programda maksimum 10 yapı seçilebilir ve her bir yapının en çok 50 köşesi olabilir.

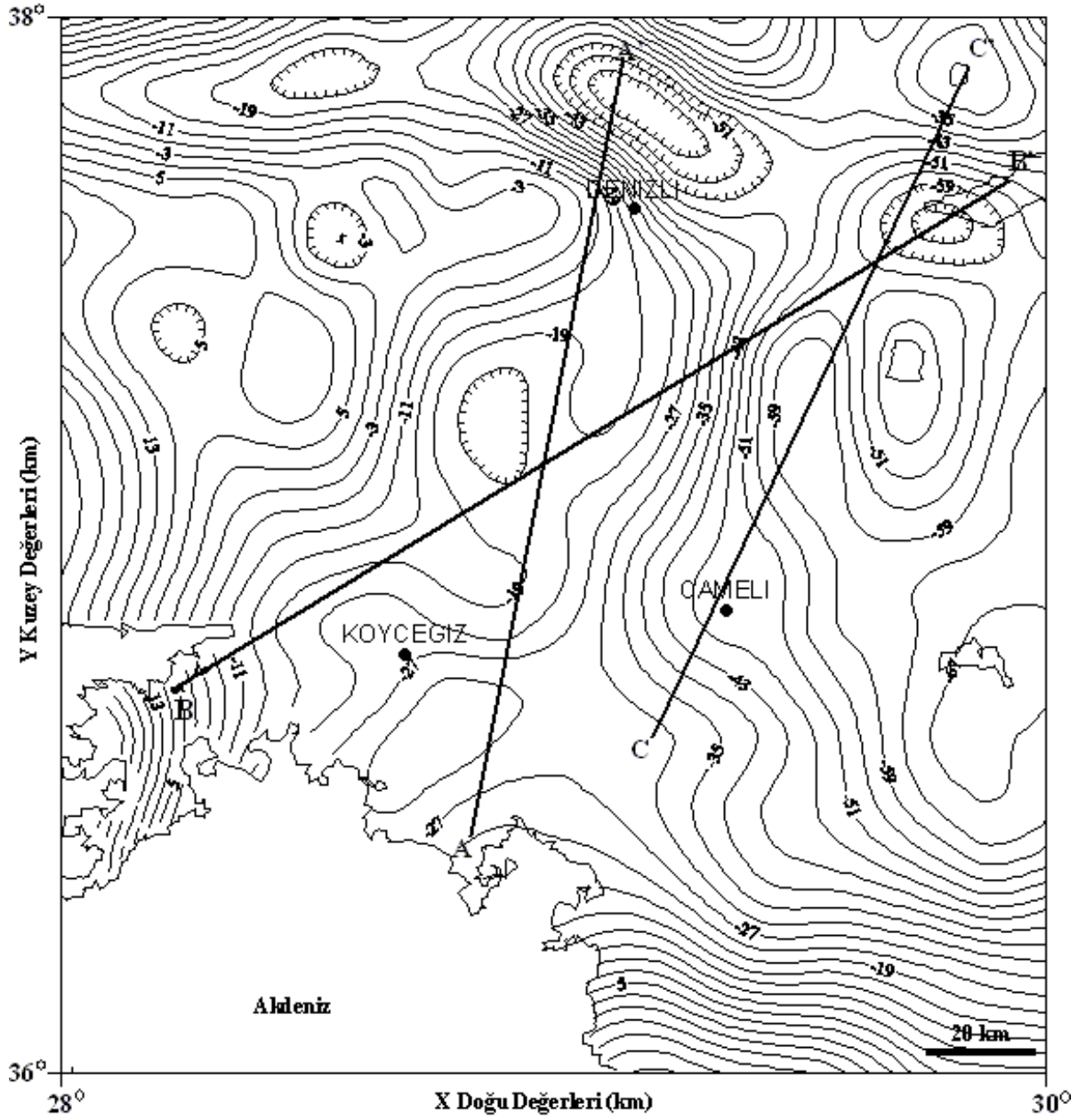
2B modellemede kullanılmak üzere Şekil 5'de verilen gravite anomali haritasında AA', BB' ve CC' ile gösterilen kesitler alınmıştır. Her bir kesit için 2B modelleme sonuçları Şekil 6.a, b ve c' de sırasıyla verilmiştir. Temel formasyon ve sedimanter havza dolgusu arasında yoğunluk farkı olarak  $-0.5 \text{ g/cm}^3$  alınmıştır. Çameli havzasına ait stratigrafik kesitten temelin metamorfik kayaların oluşturduğu, havzanın ise sedimanter kayalardan çoğunlukla kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluştuğu görülmektedir (Şekil 4). Metamorfik kayaların ortalama yoğunluğu  $2.6 \text{ g/cm}^3$ , kumtaşı ve kireçtaşı için ortalama yoğunluk  $2.1 \text{ g/cm}^3$  olarak alınabilir (Telford vd., 1990). Sarı ve Şalk (2006) Batı Anadolu'daki Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinin gravite anomalilerini incelemişler ve oluşturdukları 2B'lu gravite modellerinde yoğunluk farkı olarak  $-0.5 \text{ g/cm}^3$  almışlardır. Bu nedenle, çalışma alanı için seçilen  $-0.5 \text{ g/cm}^3$  yoğunluk farkı uygundur.

## SONUÇLAR

Çalışma alanının gravite anomali haritası incelendiğinde iki farklı alan dikkat çekmektedir:

1. Çameli çevresindeki negatif anomali değerlerini içeren alan havzanın düşük yoğunluklu genç çökel birimlerini yansıtmaktadır. Havzanın doğusundaki negatif anomali değerleri  $-75 \text{ mGal}$ 'e kadar ulaşmaktadır.
2. Denizli'nin batısında pozitif değerleri içeren alan Menderes masifinin temelini oluşturan metamorfikleri iyi bir şekilde yansıtmaktadır. Pozitif değerler  $0-30 \text{ mGal}$  arasında değişmektedir.



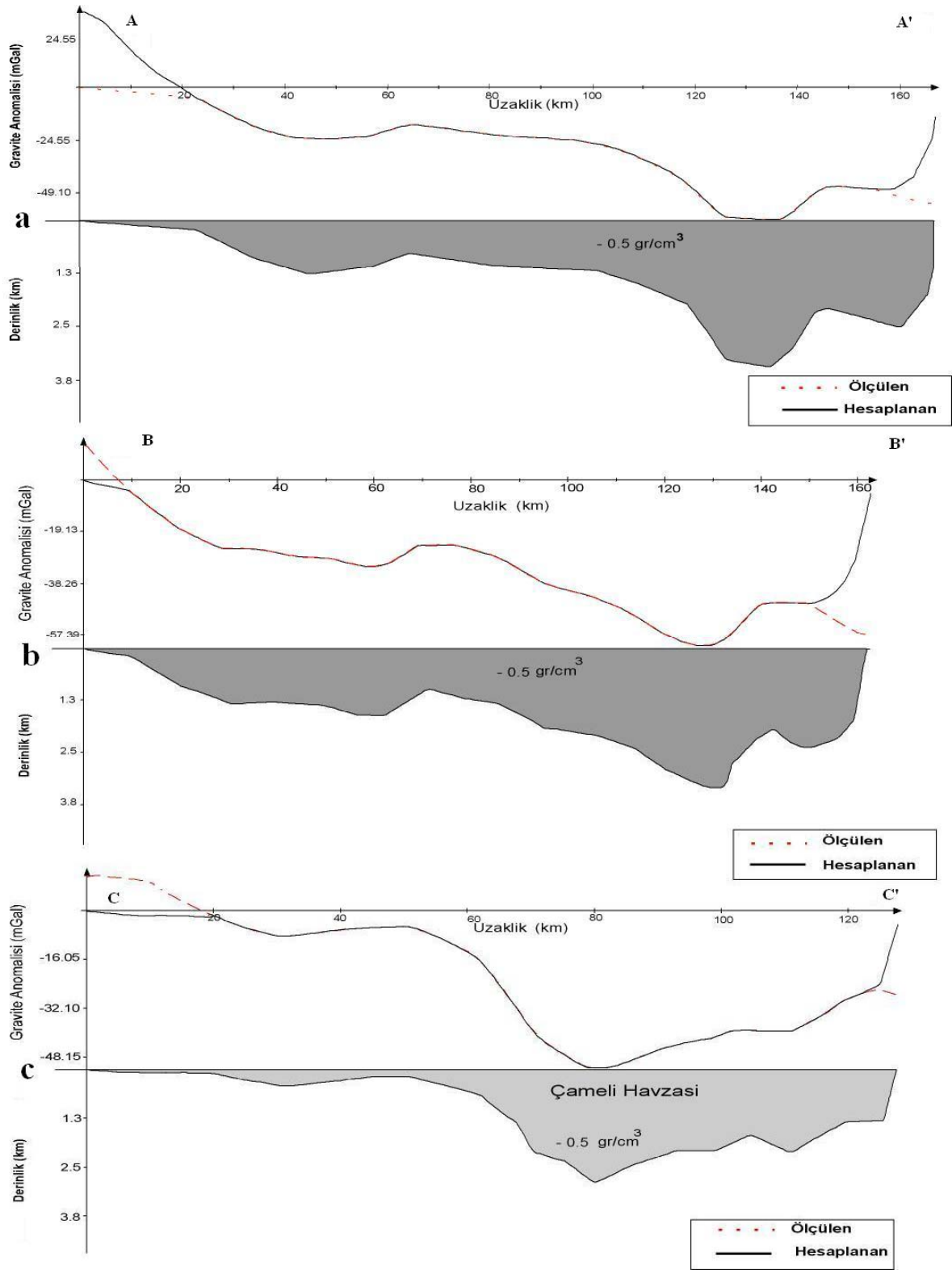


**Şekil 5.** Çalışma alanının Bouguer gravite anomali haritası. Kontur aralığı 4 mGal'dir. AA', BB' ve CC' 2B modellemede kullanılan profilleri göstermektedir.

**Figure 5.** Bouguer anomaly map of the study region. Contour interval is 4 mGal. AA', BB' and CC' show the locations of the profiles used for 2D modelling

Çalışma alanının gravite anomali haritası üzerinden KD-GB doğrultusu boyunca seçilen gravite profillerden oluşturulan 2 boyutlu modeller sonucu incelendiğinde bölgedeki sediman kalınlığının kuzeydoğuya doğru yaklaşık 3.4 km'ye kadar arttığı gözlenmektedir (Şekil 6). Denizli'nin kuzeyinde yaklaşık batı-doğu uzanımlı negatif gravite anomalileri Büyük Menderes grabeni'nin etkisini

yansıtmaktadır. Sarı ve Şalk (2006)'ın Denizli'nin kuzeyinde gravite verilerinden oluşturdukları 2B modelden Büyük Menderes grabeni için elde ettikleri ortalama 3.5 km sediman kalınlığı, bu çalışmada AA' profili için oluşturulan 2B gravite modelinden elde edilen Denizli'nin kuzeyi için maksimum 3.4 km sediman kalınlığı değeri ile çok iyi bir uyum göstermektedir (Şekil 6a).

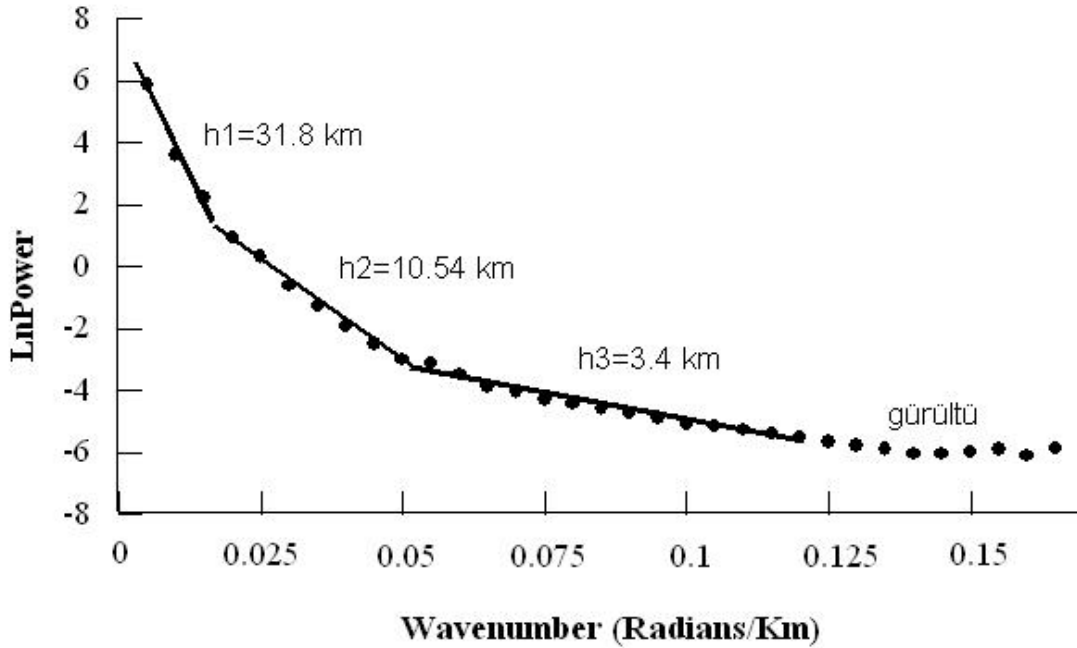


**Şekil 6.** a. AA'; b. BB' ve c. CC' profilleri (Şekil 5'de gösterilen) boyunca oluşturulan 2B gravite modelleri.  
**Figure 6.** 2D gravity modelling of the study region along a. AA'; b. BB' and c. CC' profiles shown in Figure 5.

BB' profilinin model sonucunda maksimum sediman kalınlığı yaklaşık 3.2 km ve Çameli Havzası'nı kesen CC' profilinin modellenmesi sonucunda ise havzanın taban derinliğinin 2.5km-3km arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir (Şekil 6b,c). Gravite anomalilerine Spector ve Grant'ın (1970) yöntemi kullanılarak uygulanan güç spektrumu sonucu incelendiğinde çalışma alanındaki ortalama sediman kalınlığının 3.4 km olduğu söylenebilir (Şekil 7). Şekil 7'deki  $h_1=31.8$  km üst yüzey derinliği ise Batı Anadolu için sismik-sismolojik veriler kullanılarak hesaplanan kabuk kalınlığı değerleri ile uyum göstermektedir. Batı

Anadolu için MOHO derinliği Necioğlu vd. (1981) tarafından 25-32 km; Saunders vd. (1998) tarafından ise 30-34 km arasında belirlenmiştir.

Bu çalışmada aynı zamanda gravite anomalisine yatay gradyan yöntemi uygulanmış ve maxspot haritası elde edilmiştir (Şekil 8). Maksimum yatay gradyan değerlerinin lokasyonları, Bozkurt (2001, Şekil 1) tarafından belirlenen tektonik hatlarla iyi bir uyum sergilemektedir (Şekil 8). Maxspot haritasından belirlenen 1 nolu tektonik hat Büyük Menderes grabenini sınırlayan aktif normal faylarla ilişkilidir (Şekil 8).

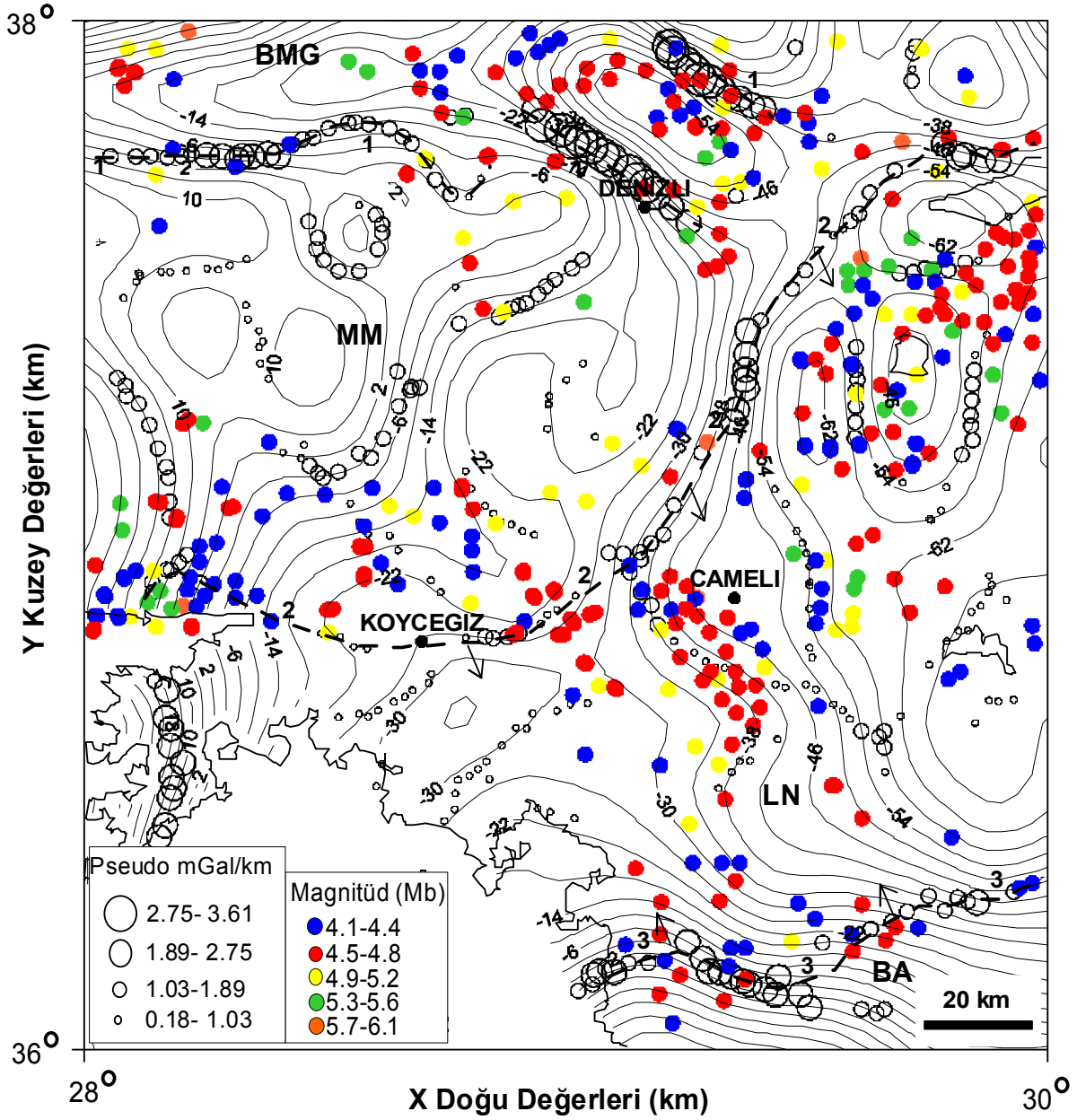


Şekil 7. Çalışma alanının spektral analizi.  
Figure 7. Spectral analysis of the study region.

2 nolu tektonik hattın Likya Napları ile Menderes Masifini birbirinden ayıran; 3 nolu tektonik hattın ise Likya Napları ile Beydağı otokton'u birbirinden ayıran bindirme kuşağı olduğu önerilmektedir. 4.0'den büyük depremlerin dışodak dağılımları

incelendiğinde, depremlerin Likya Napları ve Menderes Masifini birbirinden ayıran bindirme kuşağına paralel olarak dağıldığı, Çameli havzasında yoğunlaştığı, Menderes Masifi'nin ise nispeten sakin olduğu görülmektedir.





**Şekil 8.** Bouguer anomalisinin yatay gradyanının maksimum lokasyonları. Dairelerin boyutları gradyanın genliği ile orantılıdır. İçi dolu daireler 1980-2010 yılları arasında meydana gelmiş 4'den ( $M_b$ ) büyük deprem yerlerini göstermektedir. Konturlar gravite anomalisini göstermektedir. BMG: Büyük Menderes Grabeni; MM: Menderes Masifi; LN: Likya Napları; BA: Beydağı Otoktonu; (1) Büyük Menderes graben sınırı; (2) ve (3) bindirme kuşakları. Okların yönü hareket yönünü göstermektedir.

**Figure 8.** Locations of the maxima of horizontal gradient of Bouguer anomalies. Size of circles is proportional to the magnitude of the gradient. Insert circles show locations of the earthquakes with magnitude greater than 4.0 ( $M_b$ ) that occurred between 1980 and 2010. Insert contours show the gravity anomalies. BMG: Buyuk Menderes Graben; MM: Menderes Masif; LN: Lycian Nappes; BA: Beydagi Autochthone; (1) the boundary of BMG; (2) and (3): thrust belts. The direction of arrows shows the direction of vergence.

**KAYNAKLAR**

- Ateş, A., Sevinç, A., Kadioğlu, Y.K., Kearey, P. (1996). Geophysical investigations of the deep structure of the Aydın-Milas region, southwest Turkey: a possible extension of the Hellenic Arc. *Israel Journal of Earth Sciences*, 46, 29-40.
- Ateş, A., Kearey, P., Tufan, S. (1999). New Gravity and Magnetic Maps of Turkey. *Geophysical Journal International*, 136, 499-502.
- Alçıçek, M.C., Kazancı, N., Özkul, M., Şen, Ş. (2004). Çameli (Denizli) Neojen Havzasının Tortul Dolgusu ve Jeolojik Evrimi. *MTA Dergisi*, 128, 99-123.
- Alçıçek, M.C., Kazancı, N., Özkul, M. (2005). Multiple rifting pulses and sedimentation pattern in the Çameli Basin, southwestern Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology*, 173, 409-431.
- Alçıçek, H., Varol, B., Özkul, M. (2007). Sedimentary facies, depositional environments and palaeographic evolution of the Neogene Denizli Basin, SW Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology*, 202, 581-595.
- Aydemir, A., Ateş, A. (2006). Interpretation of Suluklu-Cihanbeyli-Göloren Magnetic anomaly, central Anatolia, Turkey: an integration of geophysical data. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 159, 167-182.
- Bilim, F. (2007). Investigations into the tectonic lineaments and thermal structure of Kutahya-Denizli region, western Anatolia, from using aeromagnetic, gravity and seismological data. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 165, 135-146.
- Bingöl, E. (1989). Geological map of Turkey (Scale: 1/2.000.000). MTA, Ankara.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- Bozkurt, E., Oberhänsli, R. (2001). Menderes masif (western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolution- a synthesis. *International Journal of Earth Sciences*, 89, 679-708.
- Bozkurt, E. (2003). Origin of the NE-trending basins in western Turkey. *Geodinamica Acta*, 16, 61-81.
- Bozkurt, E., Mittwede, S.K. (2005). Introduction: Evolution of continental extensional tectonics of western Turkey. *Geodinamica Acta*, 18, 153-165.
- Cooper, G.R.J. (1998). GEOMODEL for Windows, 2.5D interactive magnetic and gravity data modelling and inversion. Version 1.2.
- Ersoy, Y.E., Helvacı, C., Palmer, M.R. (2012). Petrogenesis of the Neogene volcanic units in the NE-SW trending basins in western Anatolia, Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163, 379-401.
- Fabriol, H., Delgado-Argote, L.A., Danobeitia, J.J., Cordoba, D., Gonzalez, A., Garcia-Abdeslem, J., Bartolome, R., Martin-Atienza, B., and Frias-Camacho, V. (1999). Backscattering and geophysical features of volcanic ridges offshore Santa Rosalia, Baja California Sur, Gulf of California, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 93, 75-92.
- Işık, M., Şenel, H. (2009). 3D gravity modeling of Büyük Menderes basin in western Anatolia using parabolic density function. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34, 317-325.
- Le Pichon, X., Chamot-Rooke, C., Lallemand, S., Noomen, R., Veis, G. (1995). Geodetic determination of the kinematics of Central Greece with respect to Europe: implications for Eastern Mediterranean tectonics. *Journal of Geophysical Researches*, 100, 12675-12690.
- McKenzie, D.P. (1978). Active tectonics of the Alpine- Himalayan belt: the Aegean and the surrounding region. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 55, 217-254.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M.N., Veis, G. (2000). Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Researches*, 105, 5695-5719.

- Naji, A.H.L., Janardhana, M.R. (2009). Structure of the crust beneath Qamar Basin, eastern Yemen based on gravity and magnetic modeling. *Earth Science India*, 2, 141-147.
- Necioglu, A., Maddison, B., Turkelli, N. (1970). A study of crustal and upper mantle structure of Northwestern Turkey. *Geophysical Research Letters*, 8, 33-35.
- Okay, A.I. (1989). Denizlinin güneyinde Menderes masifi ve Likya naplarının jeolojisi. *MTA Dergisi*, 109, 45-58.
- Onal, K.M., Buyuksarac, A., Aydemir, A., Ates, A. (2008). Investigation of the deep structure of the Sivas Basin (innereast Anatolia, Turkey) with geophysical methods. *Tectonophysics*, 460, 186-197.
- Over, S., Pinar, A., Ozden, S., Yilmaz, H., Unlugenc, U.C., Kamacı, Z. (2010). Late cenozoic stres field in the Cameli Basin, SW Turkey. *Tectonophysics*, 492, 60-72.
- Price, S., Scott, B. (1989). A revised lithostratigraphy and sedimentology of the Pliocene Burdur formation SW Turkey. *Bulletin of the Technical University of İstanbul*, 42, 1-27.
- Sarı, C., Şalk, M. (2006). Sediment thicknesses of the western Anatolia graben structures determined by 2D and 3D analysis using gravity data. *Journal of Asian Earth Sciences*, 26, 39-48.
- Seyitoglu, G., Scott, B.C. (1991). Late Cenezoic crustal extension and basin formation in west Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Seyitoglu, G., Scott, B.C. (1996). The cause of N-S extensional tectonics in western Turkey; tectonic escape vs back-arc spreading vs orogenic collapse. *Journal of Geodynamics*, 22, 145-153.
- Saunders, P., Priestley, K., Taymaz, T. (1998). Variations in the crustal structure beneath western Turkey. *Geophysical Journal International*, 134, 373-389.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Spector, A., Grant, F. S. (1970). Statistical Models for Interpretation Aeromagnetic Data. *Geophysics*, 35, 293-302.
- Şengör, A.M.C., Satır, M., Akkök, R. (1984). Timing of tectonic events in the Menderes Masif, western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. *Tectonics*, 3, 693-707.
- Talwani, M., Worzel, J.L., Landisman, M. (1959). Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone. *Journal of Geophysical Researches*, 64, 49-59.
- Yüksel, F.A. (2004). Batı Anadolu Bouguer anomalilerinin iki boyutlu alçak geçişli rekursiv filtreler (IIR) kullanılarak filtrelenmesi ve yerkabuğu kalınlık dağılımının incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 17, 77-89.
- Westaway, R., Pringle, M., Yurtmen, S., Demir, T., Bridgland, D., Rowbotham, G., Maddy, D. (2004). Pliocene and Quaternary regional uplift in western Turkey: the Gediz River terrace staircase and the volcanism at Kula. *Tectonophysics*, 391, 121-169.
- Westaway, R. (2006). Cenozoic cooling histories in the Menderes Masif, western Turkey, may be caused bu erosion and low-angle normal faulting. *Tectonophysics*, 412, 1-25.

---

## Funda BİLİM

Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 05480 Sivas

fbilim@cumhuriyet.edu.tr

---

## Patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının tepe parçacık hızı, büyüklük ve enerjisi arasındaki ilişkisi: Kırka Bor (Eskişehir) örneği

*Relationships between particle velocity, magnitude and energy in blast-induced ground vibration: a case study of Kırka Boron (Eskişehir)*

Arzu KOÇASLAN<sup>1</sup>, Kazım GÖRGÜLÜ<sup>1</sup> ve Aydın BÜYÜKSARAÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

<sup>2</sup> Onsekizmart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

### ÖZ

Madencilik ve taş ocakçılığında patlatma kaynaklı yersarsıntılarının en önemli çevresel etkilerinden ve şikâyet konularından birisi çevrede bulunan yapılarda meydana gelen yapısal hasarlardır. Bu etkilerin seviyesi günümüzde parçacık hızı ve frekans değerlerine bağlı olarak belirlenmektedir. Bunun yanı sıra deprem bilimciler deprem hasarlarını ve etkilerini daha çok magnitüd ile ifade etmektedirler. Bu çalışmada deprem kayıtlarına benzer büyüklükler üreten patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının oluşturdukları büyüklüklerinin ve oluşturdukları deprem etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, örtü kazısı sırasında yapılan 31 adet patlatma aktivitesi için 7 adet sismograf ve 3 adet ivmeölçerle ETİMADEN Kırka Bor Açık İşletmesinde ölçümler alınmıştır. Ölçümler sırasında tüm sarsıntılar değişik yön ve mesafelerde üç bileşenli (Doğu-Batı (DB), Kuzey-Güney (KG) ve Düşey (Z)) olarak kaydedilmiştir. Daha sonra her iki tür cihazla elde edilen parçacık hız değerlerinden yararlanarak Richter ölçeğine göre patlatmanın büyüklüğü (magnitüd) ve enerjisi hesaplanmıştır. Patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının oluşturduğu büyüklük 1.0-3.2 arasında bir değişim göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Patlatma, sarsıntı ölçer, ivme ölçer, parçacık hızı, Richter büyüklüğü, enerji.

### ABSTRACT

*One of the most important environmental effect and complaint based on blasting activities in mining and quarrying is the hazard occurred in buildings around the mining area. The level of blast induced vibrations is currently determined depending on the particle velocity and the frequency values. On the other hand, the earthquake hazard and the effects of earthquakes have been expressed with the magnitude by earthquake scientists. In this study, the aim was to determine the effect and magnitude of earthquakes generated by blast-induced ground vibrations and resulting earthquakes. To this end, 31 blasting activities for overburden removal have been carried out and the related parameters have been measured with 7 seismographs and three accelerometers in Eti Boron Mine in Kırka, Turkey. During the operation, all vibrations have been triaxially recorded in different directions and distances. Then, using the particle velocity values obtained from the measurements on the Richter scale magnitude and energy were calculated for blasting. Blast-induced ground vibrations showed a change of 1.0-3.2 in magnitude.*

**Keywords:** Blast, vibration seismograph, accelerometer, peak particle velocity, Richter magnitude, energy.

## GİRİŞ

Patlamadan kaynaklanan çevresel etkilerinin en önemlisi yer sarsıntılarıdır. Patlayıcı infilak ettiği zaman basınç (50 GPa'a kadar) ve sıcaklık (5000 K'e kadar) açısından çok büyük bir miktar enerji açığa çıkmaktadır (Hino, 1956; McKenzie, 1990; Cheng ve Huang, 2001). Patlayıcı enerjisinin sadece %20-30'luk kısmı kaya kütlelerinin kırılması ve ötelenmesinde kullanılmakta, enerjinin geri kalanı yer sarsıntısı, uçan kayalar, gürültüler, geri kırılmalar ve aşırı kırılmalar gibi istenmeyen etkilere harcanmaktadır (Hagan, 1973). Diğer bir ifadeyle, patlatma işlemi sonucunda oluşan enerjinin bir kısmı kayacın parçalanmasında sönmümlenirken, sönmümlenmeyen kısmı da dairesel olarak patlatma kaynağından dışarıya doğru sismik dalgalar (cisim ve yüzey dalgalar) halinde yayılmaktadır ve yer sarsıntılarının patlatma sahasından çok uzak noktalara ulaşmasına neden olur. Patlatmalar sonucunda deprem dalgalarına benzer dalgalar oluşmaktadır. Patlatmaların oluşturduğu yer sarsıntıları nedeniyle patlatma noktasına yakın binalarda, resmi yapılarda hatta tarihi eserlerde önemli hasarlar oluşmakta ve sonuçta ülke ekonomisi bu durumdan önemli ölçüde zarar görmektedir. Bu nedenle birçok kişi, kuruluş hem ekonomik hem de psikolojik açıdan zarar gördüğünden olay yargıya intikal etmektedir. Bu durum, patlatma kaynaklı yer hareketi sırasında yapıların davranışının doğru olarak belirlenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

Yer sarsıntısı ölçümleri, yer sarsıntısı kontrol önlemlerinin verimliliğini ve tahmin edilen yer hareketlerinin genliğini doğrulamak ve kontrol etmek için oldukça önemlidir. Kullanılan ölçüm cihazlarının özellikleri ölçümlerin sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle ölçüm yapılan özel bir duruma ait doğru sonuçları elde etmek için söz konusu cihaz özelliklerinin nasıl seçileceğinin bilinmesi gerekmektedir (Srbulov, 2010). Ölçüm cihazının önemli bir parçası, bir elektrik sinyalini ya da ışık demetini parçacık hareketinin genliğine dönüştüren çeviricisidir. Çeviricilerin performansı ile ilişkili temel özellikler; duyarlılığı, frekans aralığı, çözünürlüğü, faz kayması, çapraz eksen ya da enine ölçüm hassasiyeti, kalibrasyonu, çevresel duyarlılığı, ağırlığı ve büyüklüğüdür

(Dowding, 2000). Yer sarsıntısının parçacık hızı ve ivmesini ölçmek için yaygın olarak iki tür cihaz kullanılmaktadır (Srbulov, 2010). Bunlardan birincisi parçacık hızı ve hava şoku ölçer (Blastmate), diğeri ise ivmeölçer olarak adlandırılmaktadır. Bu cihazlar yer sarsıntı parametrelerinden (hız ve ivme) sadece birini doğrudan ölçebilmekte, diğerleri integral ve/veya türev alınarak matematiksel olarak türetilmektedir.

Patlatma, deprem ve nükleer patlama kaynaklı yer sarsıntıları birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Gerçek sismik etkinliği belirlemek için patlatmaları deprem ve nükleer patlamalardan ayırmak gerekmektedir. Bir bölgeye yerleştirilen ivme ölçerlerle o bölgede meydana gelen hem deprem aktivitelerini hem de maden patlatmalarını kaydetmek mümkündür. Ancak bu verilerin birbirlerinden ayırt edilmesi son derece önemlidir. Bu amaçla farklı yöntemler uygulanmaktadır (Hudson vd., 1961; Wüster, 1993; Baumgard ve Young, 1990; Gitterman ve Shapira, 1994; Horasan vd., 2009; Ögütçü ve ark., 2010; Kartal ve Horasan, 2011).

Patlatma sarsıntılarının frekansı, deprem ve nükleer patlamalardakinden daha yüksektir ve patlatma sarsıntıları deprem ve nükleer hareketler ile karşılaştırıldığında daha az enerji taşımaktadır (Dowding, 1996). Diğer yandan; bir sarsıntı hareketinin dalga boyu, frekansı ile ters orantılıdır. Bu durumda patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının dalga boyları daha kısadır (Özmen, 2006). Patlatma sonucu oluşan sismik dalgaların kısa mesafedeki yer hareketlerinde, yüksek bir genlik değerinden hızlı bir azalma ile, ilk değere göre küçük genliklerle değişim gözlenirken; uzak mesafelerde küçük azalmalarla sinüs dağılımına uygun bir hareket gözlenmektedir. Bu etki yaklaşık olarak patlatma basıncının zamanla değişimine benzemektedir. Bu durum, yakın mesafelerde patlatmadan kaynaklanan dalgaların direkt gelmesinden kaynaklanmaktadır (Dowding, 1985; Arpaz, 2000). Patlatma sonucu kısa mesafelerde öncelikli olarak cisim dalgaları oluşmaktadır. Cisim dalgaları küresel hareketlerle başka bir kaya tabakası, toprak veya yüzey tabakasına rastlayınca kadar ilerlemektedir. Bu kesişme sonucu makaslama ve yüzey dalgaları oluşmaktadır.

Rayleigh yüzey dalgaları daha uzak mesafelerde önem kazanmaktadır. Düşük mesafelere P- S- ve R- dalga tipi aynı anda gelmekte ve dalga tanımlaması zorlaşmaktadır. Uzun mesafelerde ise daha yavaş olan makaslama ve yüzey dalgaları, basınç dalgalarından kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Fakat birçok patlatmanın; farklı ilerleme yönlerinde ve milisaniyelerle geciktirilmiş küçük patlatmalardan oluşması nedeniyle dalgalar üst üste binmekte ve bu ayırım zorlaşmaktadır (Arpaz, 2000).

Bu çalışmada patlatma kaynaklı yer sarsıntıları patlatmanın ilerleme doğrultusunda aynı mesafe ve yönde patlatma sarsıntı ölçer ve ivmeölçer cihazları yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Patlatma sarsıntı ölçer ve ivmeölçer cihazlarından elde edilen her bir bileşene ait (Doğu-Batı, Kuzey-Güney, Düşey) maksimum parçacık hızı ve ölçekli mesafe istatistiksel analizlere tabi tutularak aralarındaki ilişkileri ortaya konularak arazinin saha sabitleri tespit edilmiştir. Daha sonra elde edilen ampirik bağıntı kullanılarak tepe parçacık hızı ve ölçekli mesafeye bağlı olarak Richter ölçeğine göre patlatmanın büyüklüğü ve enerjisi hesaplanmıştır. Her iki yöntem için elde edilen tepe parçacık hızı - patlatmanın büyüklüğü ve patlatmanın tepe parçacık hızı-enerjisi ilişkileri karşılaştırılarak, korelasyon katsayıları ortaya konulmuştur.

## ÇALIŞMA ALANININ COĞRAFİ KONUMU VE JEOLJİSİ

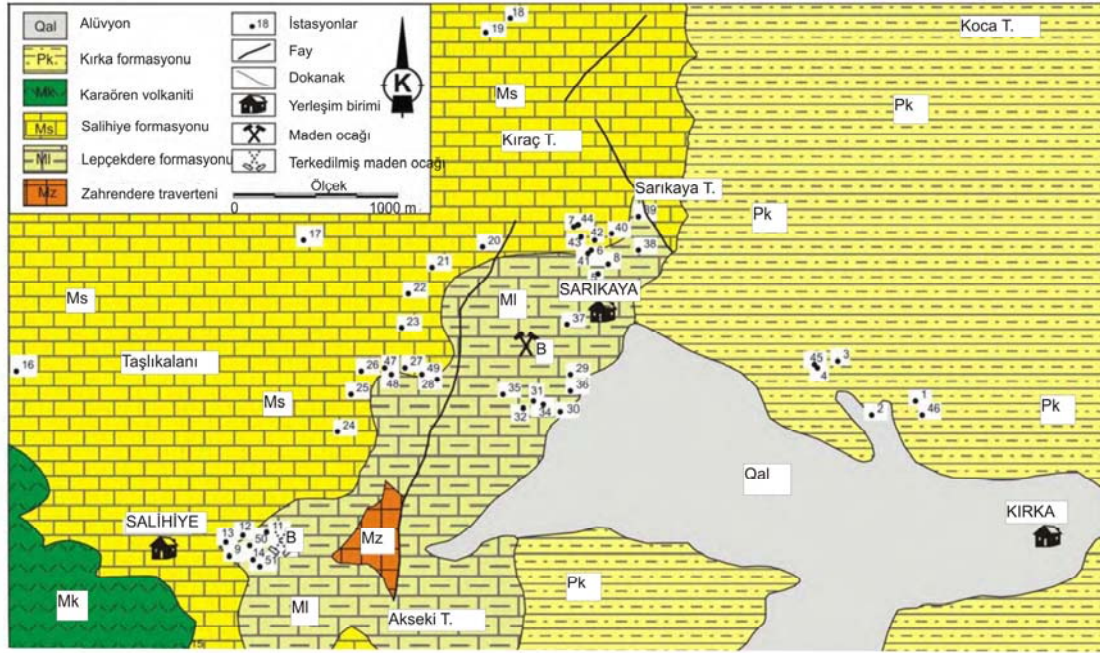
Eti Maden Kırka Bor Açık İşletmesi Eskişehir ilinin 70 km güneyindeki Kırka bucağı civarında yer almaktadır. Kırka baseni ve yakın çevresinde, Miyosen öncesi temel kayaç (metamorfik, ofiyolit ve karbonatlar) ile Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter birimler yer almaktadır. Bunlardan Neojen istifi Yalçın (1989), tarafından beş litostratigrafi birimine ayrılmıştır. Bu birimler, İdrisyayla volkanitleri (andezit, riyoit ve volkanik breş), Karaören formasyonu (zeolitle tüfler), Sarıkaya formasyonu, Türkmen dağı bazaltı ve Fethiye formasyonudur (resedimente tüf). Çalışma alanında yer alan Sarıkaya formasyonu 150-300 m (ort. 230 m) arasında değişen kalınlığa sahiptir. Birim, 20-50 m (ort. 30 m) kalınlığında, yer yer

santimetrik kıltaşı ve tüf bantları içeren, masif-kalın tabakalı ve travertene benzer lifsi yapıdaki kireçtaşları ile başlamaktadır. Bu seviyenin üzerinde ortalama 25 m (10-40 m) kalınlığa sahip ince tabakalı dolomitik kireçtaşları yer almaktadır. Üzerine gelen laminasyonlu kıltaşı/marn-dolomit aralanmasının kalınlığı ortalama 20 m olup 5-40 m arasında değişmektedir. Bozunmuş lifsi yapıda pomza parçaları içeren santimetrik tüf ara katkılı, killi karbonatlı borat zonunun kalınlığı ise 20-160 m (ort. 80 m) arasındadır. Bu zonun üstündeki laminasyonlu kıltaşı/marn-dolomit aralanmasının kalınlığı 5-40 m (ort. 20 m) arasında değişim göstermektedir. Özellikle bu seviyede atımları milimetre-metre arasında değişen yüzlerce sinse-dimanter normal faylar, tabakalar arası kıvrım veya kayma yapıları ile büyük çökme yapıları bulunmaktadır. Formasyonun üst kesimini dolomitik kireçtaşları (10-40 m, ort. 25 m) ve bol çört yumrulu/bantlı, yer yer lifsi yapıdaki kireçtaşları (20-50 m, ort. 30 m) oluşturmaktadır (Şekil 1).

Sahada bor üretimi kamyon-ekskavatör uygulamalarına dayalı açık işletme yöntemiyle yapılmaktadır. Yıllık üretim 1-1.5 milyon ton arasında değişmekte, buna karşılık 4.5 milyon m<sup>3</sup> dekapaj kaldırılmaktadır. Sahadaki atımlar bor üretimi amacıyla yapılmaktadır. Delme işlemlerinde 10-16 cm çaplı matkaplar kullanılmakta, basamak yüksekliğine bağlı olarak delik boyları 3-12 m, dilim kalınlıkları 2.5-6.5 m ve delikler arası mesafe 5-7.45 m aralığında değişmektedir. Patlayıcı madde olarak ANFO kullanılmaktadır. Açık ocak içerisinde oldukça büyük bir su toplama havuzu vardır.

## MATERYAL VE METOT

Yer sarsıntısı ve bununla ilişkili hasarların değerlendirilmesi için en yaygın kullanılan parametreler, frekans ve tepe parçacık hızıdır. Yer sarsıntısının şiddeti kaya kütlelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri, patlayıcı karakteristikleri ve patlatma tasarımı gibi parametreler tarafından etkilenmektedir. Herhangi bir kaya kütlelerinde patlatma enerjisini verimli kullanmak ve patlatma kaynaklı istenmeyen etkileri minimize etmek için bu parametrelerin patlatma üzerindeki etkisini kestirmek önemlidir.



**Şekil 1.** Çalışma alanının jeoloji haritası (Helvacı ve Alaca, 1991).  
**Figure 1.** Geological map of the study area (Helvacı and Alaca, 1991).

Gecikme başına maksimum şarj, gecikme zamanı, şarj uzunluğu, ateşleme sırası, patlatma noktasından mesafe, patlayıcı türleri ve patlatma geometrik parametreleri sismik enerjinin dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir. Patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının büyüklük (magnitüd) ve enerjisinin belirlenebilmesi için Mcgarr vd., (1981), Nuttli ölçeğini temel alan bağıntıları geliştirmişler, Hedley (1992) ve Jenask vd., (1993), bu bağıntıları Richter ölçeğine göre uyarlamışlardır (Gutenberg ve Richter, 1956) (Eşitlik 1-3). Bağıntılardaki tek farklılık ölçekli mesafede tanımlanan üstel katsayının (a) Nuttli ölçeği için 0.33, Richter ölçeği için 0.57 olmasıdır.

$$SD_R = \frac{R}{10^{aM_R}} = \frac{R}{10^{0.57M_R}} \quad (1)$$

$$PPV = K \left( \frac{R}{10^{0.57M_R}} \right)^\beta \quad (2)$$

$$\log E_s = 1.5M_R - 1.2 \quad (3)$$

Eşitliklerdeki;

- $SD_R$  : Richter ölçekli mesafe (m)
- $R$  : Patlatma noktası ile cihazlar arasındaki mesafe
- $M_R$  : Richter magnitüd
- $a$  : Üstel katsayı (Nuttli ölçeği için 0.33, Richter ölçeği için 0.57)
- $PPV$  : Maksimum parçacık hızı (mm/s)
- $K$  : Arazi sabiti
- $\beta$  : Sönümlenme katsayısı
- $E_s$  : Patlatmanın enerjisi

Patlatma faaliyetleri sonucunda oluşan yer sarsıntıları mesafeye bağlı olarak patlayıcı madde miktarının belirlenmesine dönük olarak hassas bir şekilde ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçümler için değişik firmalar tarafından geliştirilen birçok izleme sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Patlatma kaynaklı yer sarsıntıları tıpkı depremler gibi kuvvetli yer hareketleridir ve bu hareketlerin ivmesi ivmeölçerler ile belirlenebilmektedir. Bu kayıtçılar zaman esaslı olarak her bir olay için ivme, hız ve



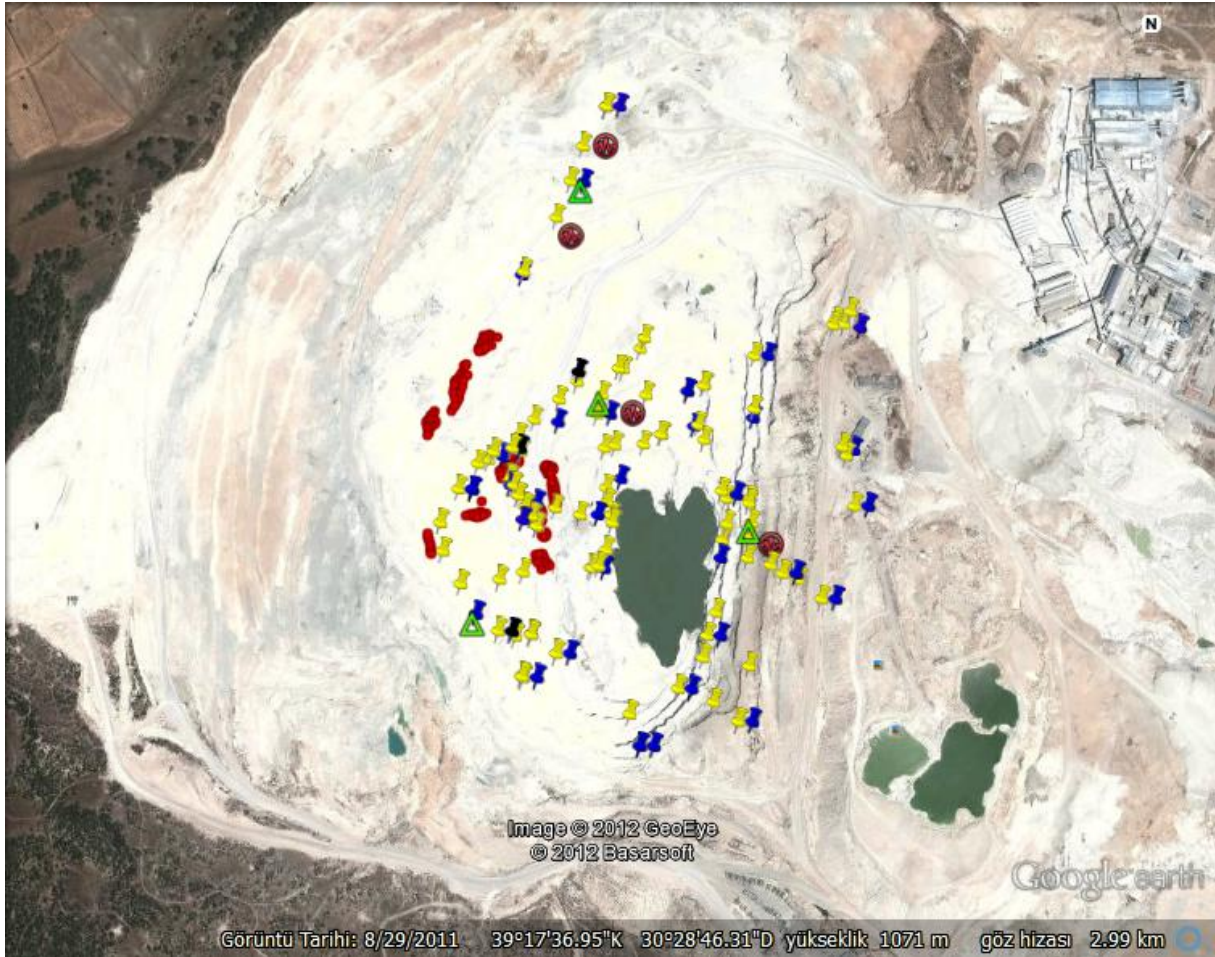
yer değiştirme üç (Doğu-Batı (DB), Kuzey-Güney (KG) ve Düşey (Z)) bileşenli olarak tespit edebilmektedir. Ölçüm sistemleri olarak sıklıkla patlatma sarsıntı ölçer ve ivmeölçerler kullanılmaktadır.

Ölçüm yöntemi, patlatma yapılan noktada aynı anda patlatılan en yüksek patlayıcı madde miktarı kullanarak yerleşim birimlerine yakın noktalardan ölçüm alınmıştır. Patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının ölçmesi sırasında değişken mesafelere patlatma sarsıntı ölçer ve ivmeölçer cihazlarıyla ölçümler değişik yön ve mesafelerde üç eksenli üç (Doğu-Batı (DB), Kuzey-Güney (KG) ve Düşey (Z)) kaydedilmiştir. Daha sonra her iki tür cihazla

elde edilen parçacık hız değerlerinden yararlanarak Richter ölçeğine göre patlatmanın büyüklüğü ve enerjisi hesaplanmıştır.

### VERİLERİN TOPLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kırka Bor Açık İşletmesi'nde gerçekleştirilen 32 adet atımdan 31'i farklı uzaklıklarda ve noktalarda konumlandırılan 3 adet ivmeölçer cihazı ile Doğu-Batı (DB) / Kuzey-Güney (KG) / Düşey (Z) olmak üzere üç farklı doğrultuda ivme değerleri kaydedilmiştir (Şekil 2).

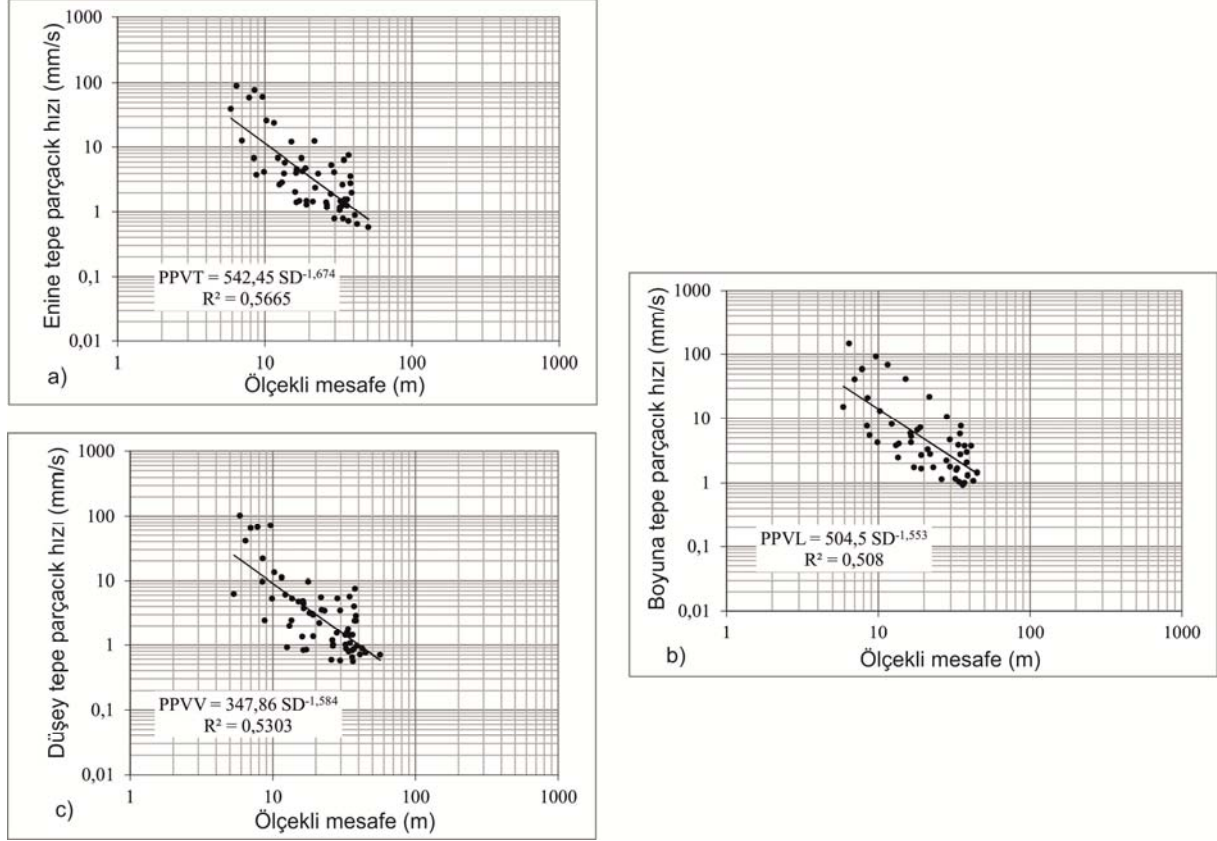


**Şekil 2.** Çalışma alanındaki patlatma ve ölçüm noktaları.  
**Figure 2.** Measurement points and blasting of study area.



Arazi çalışmaları sırasında; ivmeölçerler ile gerçekleştirilen patlatma kaynaklı yersarsıntılarının parçacık hızı ölçümleri mesafeye ve patlayıcı

madde miktarına bağlı olarak değerlendirilmiş ve saha sabitleri tespit edilmiştir ( $r^2=0.50-0.56$ ) (Şekil3).



**Şekil 3.** Hız - ölçekli mesafe ilişkisi; **a.** DB bileşeni, **b.** KG bileşeni, **c.** Z bileşeni.

**Figure 3.** Relationship of PPV and SD; **a.** EW component, **b.** NS component, **c.** Z component.

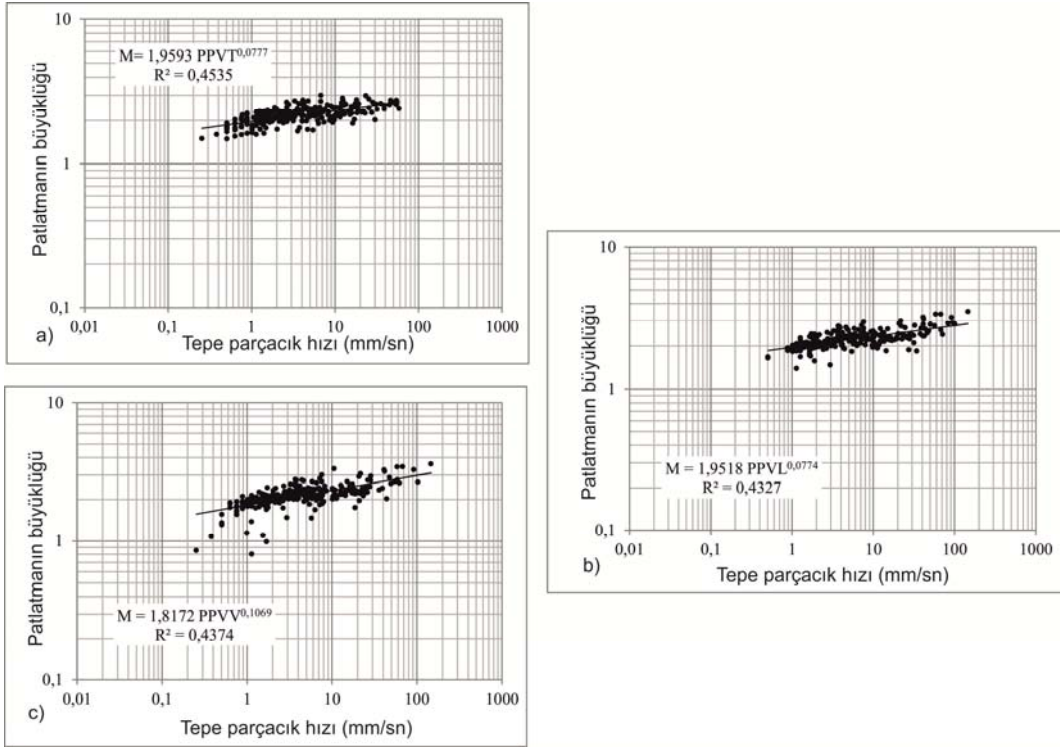
Elde edilen bu veriler Eşitlikler 1-3 yardımıyla değerlendirilmiş ve Richter ölçeğine göre patlatmanın büyüklüğü ve enerjisi hesaplanmıştır. Her iki ölçüm cihazından elde edilen parçacık hızı değerleri ile hesaplanan patlatma büyüklüğü ve enerjisi arasındaki ilişkiler araştırılmış ve orta düzeyde korelasyon katsayılarına ( $r^2=0.43-0.48$ ) sahip ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 4-5).

## SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

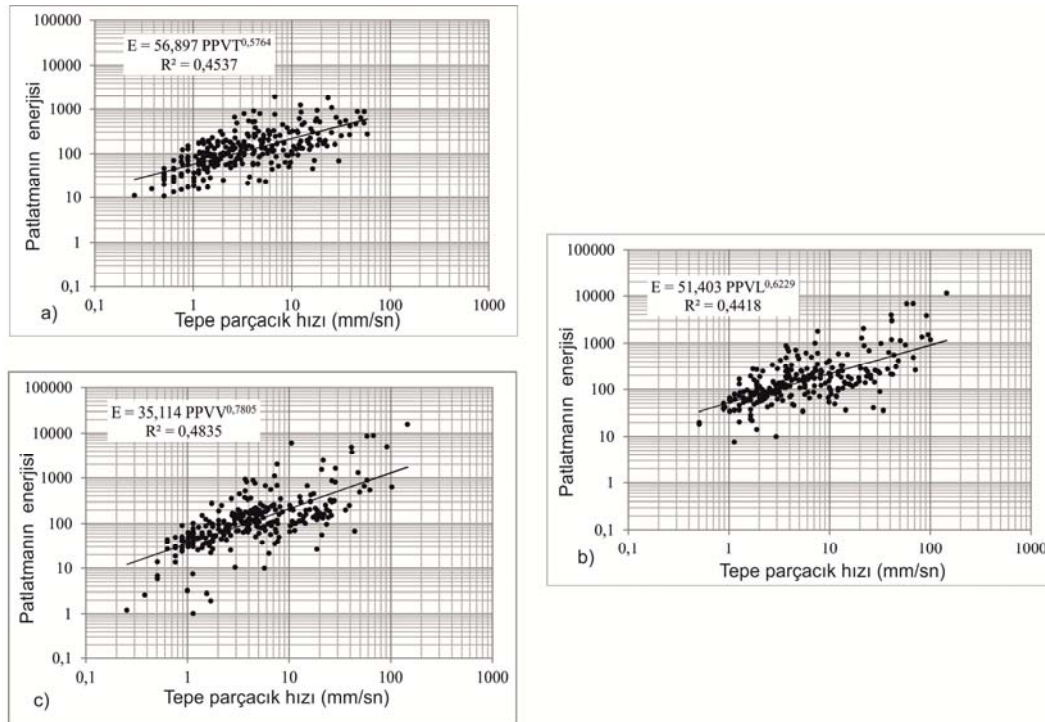
Patlatma kaynaklı çevresel etkilerin en çok şikâyet alan konusu, patlatma kaynaklı yersarsıntılardır. Yer sarsıntısı ve bununla ilişkili hasarların değerlendirilmesinde mesafe, ölçekli mesafe, frekans ve parçacık hızı için en yaygın kullanılan paramet-

relerdir. Yer sarsıntılarının yapılarda meydana getirdikleri hasarları ve insanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilebilmesi için depremin tanımlamalarında kullanılan parametrelere göre açıklanması gerekmektedir.

Bu çalışmada ETİMADEN Kırka Bor Açık İşletmesinde gerçekleştirilen patlatma faaliyetlerindeki yer sarsıntılarının çevresel etkilerini belirlemek amacıyla, patlatma sarsıntı ölçer ve ivmeölçer cihazları kullanılmıştır. İlk aşamada patlatma kaynaklı yer sarsıntılarını patlatmanın ilerleme doğrultusunda aynı mesafe ve yönde sarsıntı ölçer ve ivmeölçer cihazları yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Arazi çalışmalarına konu olan sahalarda yapılan ölçümlerden elde edilen tüm parçacık hızı bileşenleri değerlendirilmiş ve regresyon analizi yardımıyla



**Şekil 4.** Tepe parçacık hızı ve Richter büyüklüğü ilişkisi; **a.** DB bileşeni, **b.** KG bileşeni, **c.** Z bileşeni.  
**Figure 4.** Relationship of PPV and Richter Magnitude; **a.** EW component, **b.** NS component, **c.** Z component.



**Şekil 5.** Tepe parçacık hızı ve enerji ilişkisi a) DB bileşeni b) KG bileşeni c) Z bileşeni.  
**Figure 5.** Relationship of PPV and energy; **a.** EW component, **b.** NS component, **c.** Z component.

mıyla saha sabitleri ( $K$  ve  $\beta$ ) belirlenmiştir. Bu analizler sonucunda oldukça geniş aralıklı korelasyon katsayılı ilişkiler ve saha sabit değerleri bulunmuştur ( $r^2=0.50-0.56$ ).

2. ve son aşamada, elde edilen arazinin saha sabitleri kullanılarak parçacık hızı ve Richter ölçeğine göre patlatmanın büyüklüğü ve enerjisi hesaplanmıştır. Her iki cihazdan elde edilen parçacık hızı - patlatmanın büyüklüğü ve tepe parçacık hızı-enerjisi ilişkileri karşılaştırılarak, korelasyon katsayıları ortaya konulmuştur. Sonuçlar irdelendiğinde patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının oluşturduğu büyüklük (magnitüd) 1.0-3.2 arasında değişen değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler gerek depremsellik gerekse patlatma kaynaklı yersarsıntılarının değerlendirilmesi sürecinde çevre yapılarına zarar vermeyecek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar zarar verme potansiyeli olmasa da insanların algılama limitleri içerisine düşen magnitüdü 2'nin üzerindeki titreşimler çevredeki yaşayanları tedirgin etme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 110M294 Nolu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar katkılarından dolayı ETİMADEN İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne ve çalışanlarına teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

Arpaz, E. (2000). Türkiye'deki bazı açık işletmelerde patlatmadan kaynaklanan titreşimlerin izlenmesi ve etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Baumgard, D.R., Young, G.B. (1990). Regional seismic waveform discriminants case-based event identification using regional arrays. Bulletin Seismological Society of America, 80, 1874-1892.

Cheng, G., Huang, S.L. (2001). Analysis of ground vibrations caused by open pit production blasts- a case study Fragblast.

International Journal of Blasting and Fragmentation, 5, 1-2, 91-107.

Dowding, C.H. (1985). Blast vibration monitoring and control. Prentice-Hall, 297 p.

Dowding, C.H. (2000). Construction vibration (Reprinted 1996 Version). Prentice Hall, Englewood Cliffs-NJ.

Gitterman, Y., Shapira, A. (1994). Spectral characteristics of seismic events of the coast of the Levant. Geophysical Journal International, 116.

Gutenberg, B., Richter, C.F. (1956). Magnitude and energy of earthquakes. Annali Di Geofisica, 9, 1.

Hagan, T, N. (1973). Rock breakage by explosives. In: Proceedings of the National Symposium on Rock Fragmentation, 1-17.

Hedley, D.G.F. (1992). Rockburst handbook for Ontario hard rock Mines. CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, Special Report SP92-1E.

Helvacı, C., Alaca, O. (1991). Bigadiç borat yatakları ve çevresinin jeolojisi ve mineralojisi. MTA Dergisi, 113, 61-92.

Hino, K. (1956). Fragmentation of rock through blasting. Journal of Indian Explosive Society, 17, 1, 1-11.

Horasan, G., Boztepe-Güney, A., Kusmezer, A., Musaoğlu, N. (2009). Contamination of seismicity catalogs by quarry blasts: An example from Istanbul and its vicinity, Northwestern Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 34, 90-99.

Hudson, D.E., Alford, J.L., Iwan, W.D. (1961). Ground acceleration caused by large quarry blasts, Bulletin of Seismological Society of America, 51, 191-202.

Jenask, P., Kaiser, P., & Brummer, R. K. (1993). Rockburst damage potential assessment- An update. Rockbursts and Seismicity in Mines, Sudbury, Ontario, Balkema, 81-85.

Kartal, Ö.F., Horasan, G. (2011). Trabzon ve civarındaki deprem ve patlatma verilerinin birbirinden ayırt edilmesi. SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15, 68-74.

McGarr, A., Green, R.W.E., Spottiswoode, S.M. (1981). Strong ground motion of mine tremors: Some implications for near-source ground motion parameters. Bulletin of

- Seismological Society of America, 71, 295-319.
- McKenzie, C. (1990). Quarry blast monitoring technical and environmental perspective. *Quarry Manag*, 23–29.
- Nuttli, O.W. (1973). Seismic wave attenuation and magnitude relations for castern North American *Journal of Geophysical Researches*, 78, 876-885.
- Öğütçü, Z., Horason, G., Kalafat, D. (2010). Investigation of microseismic activity sources in Konya and Its vicinity, *Central Turkey. Natural Hazards*, 58, 497–509.
- Özmen, H. (2006). Patlatma Kaynaklı Yer Hareketinin Modellenmesi ve Yapı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Richter, C. F. (1958). *Elementary seismology*. W. H. Freeman, San Francisco, 768 p.
- Srbulov, M. (2010). *Ground vibration engineering: simplified analyses with case studies and examples*. Springer, New York, 231 p.
- Wüster, J. (1993). Discrimination of chemical explosions and earthquakes in central Europe-A Case Study. *Bulletin of Seismological Society of America*, 83, 1184-1212.
- Yalçın, H. (1989). Neojen yaşlı Kırka (Eskişehir) volkanosedimanter gölssel basenin stratigrafisi ve tektonik özellikleri. *Yerbilimleri*, 1-18.

---

**ARZU KOÇASLAN**

Cumhuriyet Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü  
05480 Sivas

arzukocaslan@gmail.com

---

## Sıcaklığın beton dayanımı üzerine etkisi

### *The effect of temperature on concrete strength*

**Dursun ERİK**

T.C.K. 16. Bölge Müdürlüğü, Arge Başmühendisliği, Sivas

#### ÖZ

Bu çalışmada, farklı sıcaklık koşullarının betonun bazı özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Beton karışımlarında kireçtaşı agregaları kullanılmıştır. Deneyler, -25 - +200 °C arasındaki 10 farklı sıcaklık koşullarında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde C25-30 beton sınıfı kullanılmıştır. Örnekler üzerinde basınç dayanımı (BD), elastisite modülü (Em) ve sonik hız (Vp) deneyleri yapılmıştır. Sonuçlar standart sıcaklıkta (22°C) yapılan deneyler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, sıcaklığın azalmasının, BD, Vp ve Em değerlerinde artışa diğer taraftan sıcaklığın artmasının ise bu değerlerde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Beton, sıcaklık, basınç dayanımı, sonik hız, elastisite modülü.

#### ABSTRACT

*In this study, the effects of the different temperature conditions on some properties of the concrete were investigated. Limestone aggregates were used in the concrete mixtures. The tests were conducted under ten different temperature conditions in which the temperature range was between -25 - +200 °C. The concrete class C25-30 was used in the experiments. Compressive strength (CS), Young's modulus (Em) and sonic velocity (Vp) tests were conducted on the samples. The results were compared to those obtained from the tests performed at the standard temperature (22°C). As a result, it was determined that the decrease in the temperature caused the values of CS, Vp and Em to increase while the increase in the temperature caused those values to decrease.*

**Keywords:** Concrete, temperature, compressive strength, sonic velocity, modulus of elasticity.

#### GİRİŞ

Çağımızın en yaygın kullanılan yapı malzemelelerinden biri olan beton; çimento, agrega ve su bileşenlerinin farklı oranlarda karışımından oluşmaktadır. Çok yaygın kullanım alanına sahip olan bu kompozit yapı elemanı çoğunlukla, mühendislik yapılarında basınç mukavemeti için taşıyıcı sistemlerde kullanılmaktadır. Betonun,

gerek ekonomik, gerekse işlenebilir olması onun çok geniş uygulama alanlarında ve farklı atmosferik şartlarda kullanılmasına neden olmaktadır. Beton (Karışım dizaynı) yapılırken, kullanılacağı mühendislik yapısının ve bulunduğu ortamın bir çok özelliği göz önüne alınır. Özellikle taşıyıcı sistemlerde basınç mukavemetine karşı kullanılan betonun bu özelliğini etkileyen birçok faktör vardır (Erdoğan, 2003).

Bu faktörler; agrega türü ve tane dağılımı, çimento türü ve miktarı, su/çimento oranı, betonun bakımı, kimyasal ve mineral katkı maddesi kullanımı, taze betonun üretim metodu, karıştırılma süresi, karışım aşamaları, yerleştirme metotlarındaki değişkenler olarak sıralanabilir (Erdoğan, 2003).

Dış etkilerden olan ortamın sıcaklık değişimi de önemli bir faktördür. Bu nedenle farklı sıcaklık koşullarının sertleşmiş betonun üzerindeki etkisi önemli bir araştırma konusu olmuştur (Malhotra, 1956; Naik, 1983; Bazant ve Kaplan, 1996; Khoury, 2000; Aydın ve Baradan, 2003; Aköz ve Yüzer, 1994; Yüzer ve diğ., 2013). Bu araştırmalar çoğunlukla yangın gibi yüksek sıcaklığın beton üzerine etkisinin araştırılması şeklinde olmuştur.

Özellikle çok düşük ve yüksek sıcaklıklar etkisinde kalan mühendislik yapılarının projelendirilmesinde bu durum çoğunlukla göz önüne alınmamaktadır. Bunun sonucu olarak beton ile ilgili statik hesaplarda kullanılan parametrelerdeki değişim mühendislik yapısının duraylılığını ve/veya durabilitesini önemli oranda etkilemektedir. Özellikle yüksek sıcaklık, inorganik bir yapı malzemesi olan betonun dayanımı ve durabilitesini azaltmaktadır (Tanaçan ve diğ., 2009). Tanaçan ve diğ. (2009)'nin gaz betonu üzerindeki yaptıkları çalışmada sıcaklık değişiminin özellikle 800 °C den sonra etkili olduğunu vurgulamıştır.

**Çizelge 1.** Kullanılan agregaların fiziksel özellikleri.  
**Table 1.** Physical properties of aggregates used.

	I.Grup (0-7 mm)	II.Grup (7-15 mm)	III.Grup (15-30 mm)
Kuru tane yoğunluğu (gr/cm <sup>3</sup> )	2.64	2.64	2.64
Ağırlıkça su emme (%)	0.99	0.87	0.91
200 No.lu Elekten geçen (%)	11.6	-	-
Organik madde miktarı	Yok	-	-
Parçalanma direnci (LA <sub>500</sub> ) (%)	-	29.1	-
Magnezyum sülfat don kaybı (%)	-	3.15	-
Metilen mavisi deneyi (MB)	0.75	-	-

Bu çalışma kapsamında ise agregası kireçtaşı (kırmataş) olan C25 - 30 tipi betonların -25 - +200 °C arasındaki sıcaklık değişimlerine bağlı davranışlar ve değişimler incelenmiştir. Agregası olarak kullanılan Nevruz taş ocağı, Yıldızeli ilçesi (Sivas) Direkli Nahiyesine bağlı Nevruz köyü'nde bulunmaktadır. Jeolojik olarak, Akdağ Masifi içinde yer alan Yıldızeli metamorfitlelerinin, Seren ırmağı mermerleri üyesi içerisinde yer almaktadır (Tatar, 1977). Birim litolojik açıdan mermer olarak isimlendirilmektedir ve kireçtaşlarının metamorfizmaya etkisi ile rekrystalize olması sonucunda oluşmuştur. Makroskopik olarak altere yüzeyleri gri, taze yüzeyleri beyaz, grimsi beyaz olup, iri kristalli ve çok çatlaklı bir yapıya sahiptir. Birimde yer yer tabakalı yapı izleri korunmuştur. Özellikle granit dokunaklarına yakın yerlerde pembe renk hâkimdir.

## MATERYAL VE METOD

Betonun, öncelikle basınç dayanımı olmak üzere, elastisite modülü (Em) ve sonik hız değerleri (Vp) üzerinde sıcaklığın etkisi araştırmak üzere 10 grup C20-25 beton karışımı hazırlanmıştır. Karışımda, 0-7 mm, 7-15 mm ve 15-25 mm tane boyu aralıklarında kireçtaşı kökenli agregalar kullanılmıştır. Kullanılan agregalara ait fiziksel ve mekanik deney sonuçları Çizelge 1' de sunulmuştur.



**Çizelge 2.** Karışımda kullanılan agregaların tane boyu dağılımları.

**Table 2.** Grain size distribution of aggregates used in the mixture.

	ELEK GÖZ AÇIKLIĞI (mm)												
	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	11.2	16	22.4	31.5	40
I. G	12	16	21	30	42	61	81	97	100	100	100	100	100
II. Grup % geçen	-	-	-	-	-	-	-	-	29	94	100	100	100
III. Grup % geçen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	76	100	100
<b>Karışım % geçen</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10.5</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>30.5</b>	<b>40.5</b>	<b>48.5</b>	<b>58.7</b>	<b>79.2</b>	<b>95.2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Karışımda, bu agregalardan, I. Grup, %50, II. Grup %30 ve III. Grup ise %20 oranlarında kullanılmıştır (Çizelge 2, Şekil 1). TSE 802 (2009)' a göre hazırlanan beton karışımına (Çizelge 3) göre s/ç oranı; 0.58 ve çökme değeri; 10-13 cm olarak kullanılmıştır. Hazırlanan karışımından 150 mm \* 150 mm \* 150 mm ölçülerinde küp numuneler alınmış ve 28 gün kür edilmiştir.

Daha sonra bu beton numuneleri her grupta 3' er adet olmak üzere 10 gruba ayrılmıştır. Her bir grup ta yer alan her beton küp numunesi için birim hacim ağırlık değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bütün örnekler üzerinde öncelikle +22 °C sıcaklıkta sonik hız deneyi (Vp) yapılmıştır. Daha sonra örnek grupları belirlenen sıcaklık değerlerine kadar ısıtılarak ve soğutulularak belirlenen sıcaklık değerlerinde deney yapılmıştır. Her bir grupta yer alan her örnek için bu sıcaklıklarda, Vp, E, BD deneyleri uygulanmıştır. Örnekler, 0 ile -30 °C arasında soğutma yapabilen derin dondurucuda soğutulmuştur.

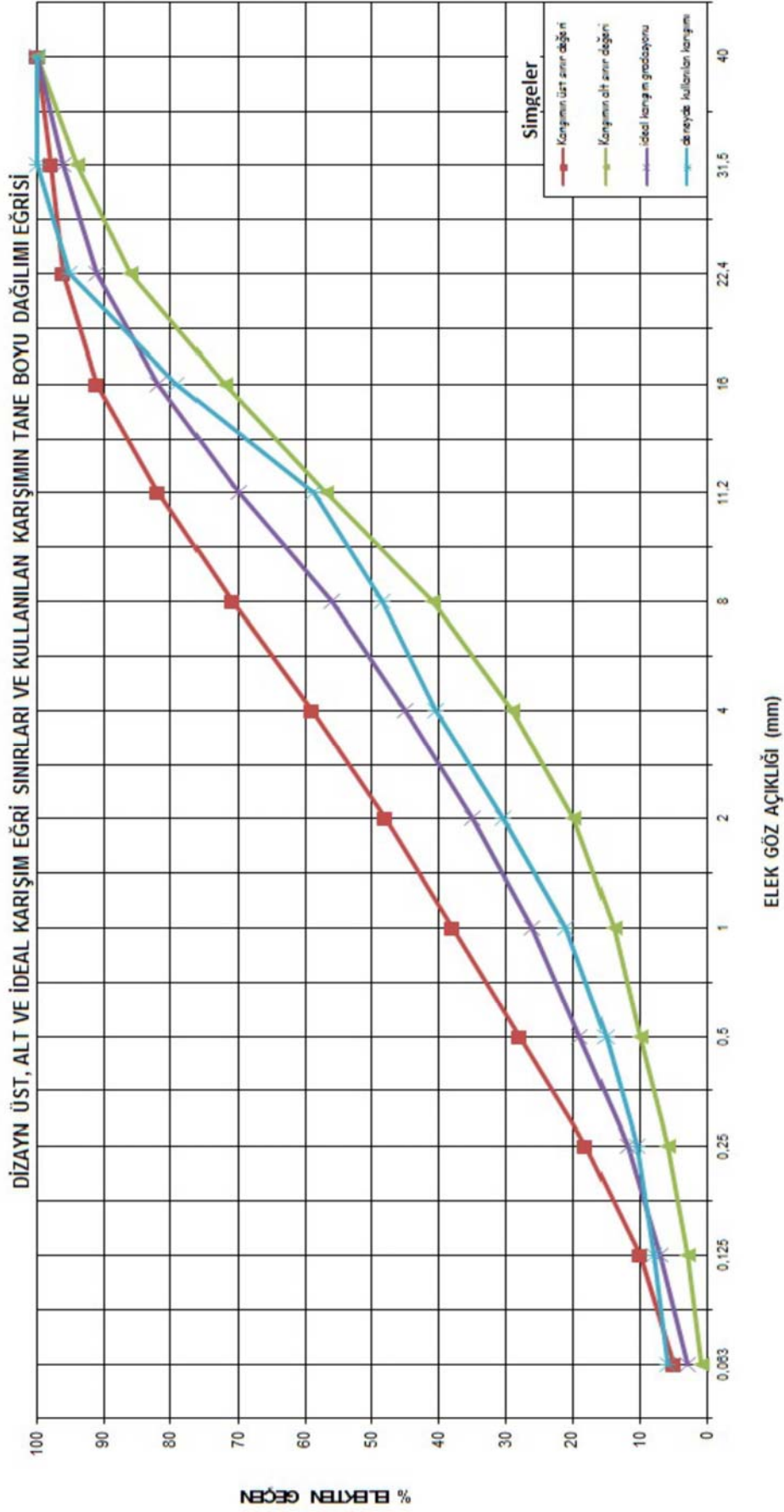
Yüksek sıcaklıklar için ise, +20- +300°C lik etüv kullanılmıştır. Tasarlanan deney sıcaklığına ulaşıldığında örnekler deneye alınmıştır. Deney'in başlangıcında, deney süresince ve deney sonunda örneklerin sıcaklığı, 0.1 °C hassasiyetli infrared termometre ile kaydedilmiştir. Deney başlangıç ve bitiş sıcaklıkları arasındaki farkın fazla olmamasına dikkat edilerek, ortalama sıcaklık değeri kullanılmıştır.

## BULGULAR

Belirlenen karışım tasarımında hazırlanan küp numuneleri 28 gün kür edildikten sonra -25 - +200 °C sıcaklık aralığında deneyler yapılmıştır. Hazırlanan örnekler üzerinde, birim hacim ağırlık, sonik hız (Vp), elastisite modülü (Em), basınç dayanımı (BD) deneyleri yapılmıştır. 10 farklı sıcaklık koşulunda uygulanan deney sonuçları Çizelge 4' de görülmektedir.

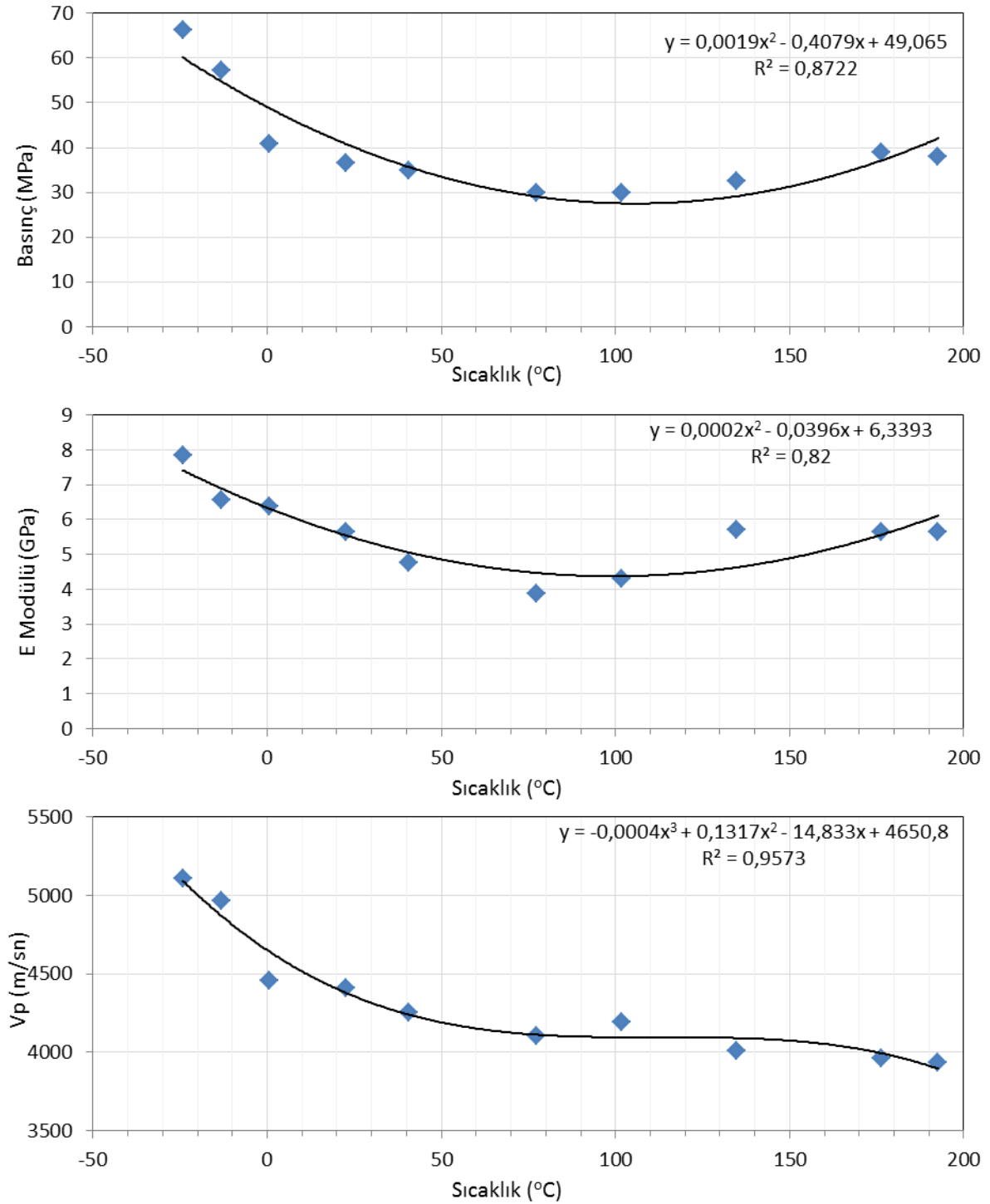
Betonlarda sıcaklık değişiminin basınç dayanımına, sonik hız geçişine ve elastisite modülü üzerine etkisini belirleyebilmek amacıyla aşağıdaki grafikler hazırlanmıştır (Şekil 2 a, b, c).

22 °C' den daha düşük sıcaklıklarda örnekler Neville (1981)'de belirtildiği üzere daha yüksek basınç dayanımı vermiştir. Bunun yanında azalan sıcaklık koşullarında, Vp ve Em modülü değerleri ise artmıştır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; sıcaklığın düşmesi ile birlikte boşluklar içerisinde yer alan su donarak taneler arasındaki çekim kuvveti olan kohezyonu ve tanelerin arasındaki kenetlenmeden kaynaklanan direnç olan iç sürtünme açısını artırmaktadır. Makaslama dayanımı parametrelerinden kohezyon (C)'un artması ile birlikte betonun basınç dayanımı da artmıştır. Bazant ve Kaplan (1996)' a göre sıcaklık artışının 22 °C' den 90 °C' ye kadar basınç dayanımında azalma gözlenir, bu oran standart numuneye göre %10 - 35 arasında olduğunu belirtirler.



**Şekil 1.** Karışımda kullanılan agregaların tane boyu dağılımı eğrisi.

**Figure 1.** The grain size distribution curve of the aggregates used in the mixture.



**Şekil 2. a.** Sıcaklık - Basiñç, **b.** Sıcaklık- Elastisite modülü, **c.** Sıcaklık – Sonik hız değişim grafikleri.

**Figure 2.** Graphics of **a.** Temperature - Compressive strength, **b.** Temperature – Modulus of elasticity, **c.** Temperature - Sonic Velocity.

**Çizelge 3.** Deneylerde kullanılan betonun karışımının ı.  
**Table 3.** Mixture design of used concrete on experiments.

Çimento Türü	CEM II A-LL 42,5 R
Çimento (kg)	335
Su (kg)	195
0-7 mm (kg)	902
7-15 mm (kg)	541
15-25 mm (kg)	361
Su/Çimento	0,58
Çökme (cm)	10-13
D <sub>max</sub> (mm)	31,5
Birim hacim ağırlık (kN/m <sup>3</sup> )	23.33

**Çizelge 4.** Farklı sıcaklık koşulları altında yapılan deney sonuçları.  
**Table 4.** Results of experiments under different temperature conditions.

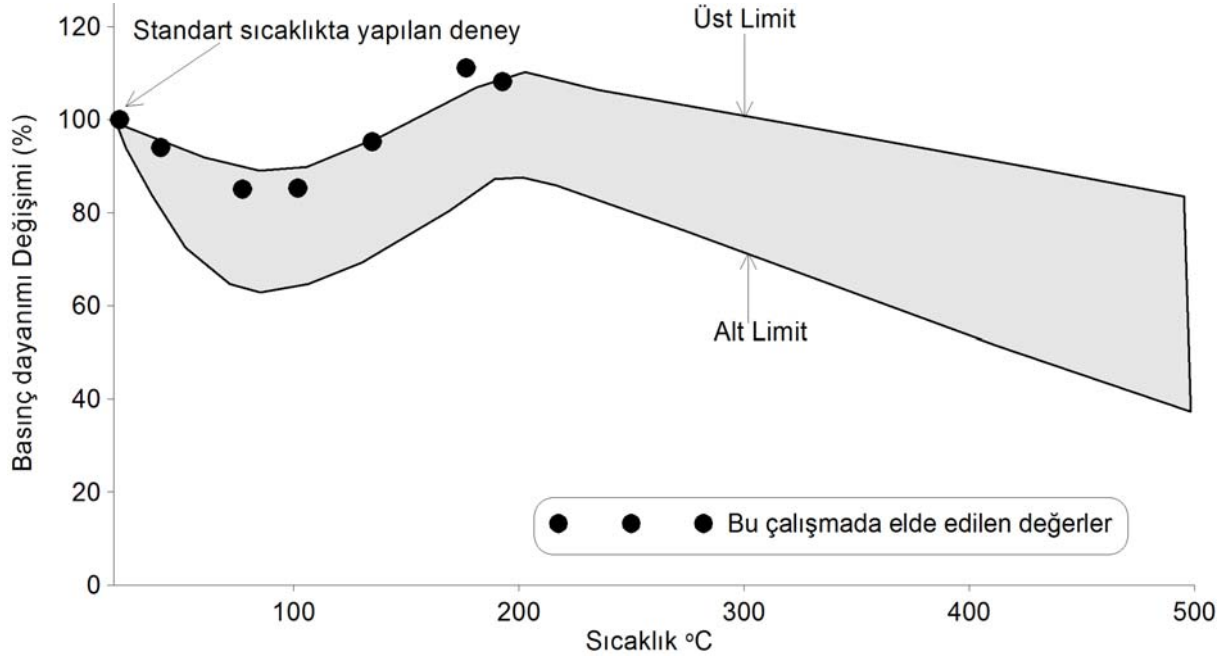
Örnek no	Ortalama sıcaklık	Ortalama basınç dayanımı (MPa)	Ortalama elastisite modülü (GPa)	Ortalama Vp 22 °C (m/sn)	Ortalama Vp (m/sn)
1	-24.25	66.25	6.79	4167	5085
2	-13.25	57.24	6.49	3659	4968
3	0.63	40.81	6.39	4226	4510
4	22.75	36.56	6.11	4412	4412
5	40.78	34.82	4.77	4456	3906
6	77.17	29.88	4.17	4456	4190
7	101.83	29.98	4.18	4412	4195
8	134.88	32.52	5.97	4456	4083
9	176.40	39.03	5.94	4412	3961
10	192.58	38.00	5.15	4501	3907

Bu çalışmada elde edilen değer ise yaklaşık %18 olarak bulunmuştur. Basınç değeri 90 - 200 °C arasında artış gösterecek ve 200 °C'den sonra sürekli bir düşüş gözlenecektir (Bazant ve Kaplan, 1996). Şekil 3' de görüldüğü gibi bu çalışmada da uyumlu olarak üst sınır civarında değerler elde edilmiştir. Bu durum birçok etkene bağlı olmasına karşılık, çimento hamuru ile agrega arasındaki termal uyumsuzluk, agreganın yüzey pürüzlülüğü, artan ısı ile buharlaşan suyun basıncı, çimento matriksi ve agreganın kimyasal değişiklikleri

şeklinde sıralanabilir (Aköz ve Yüzer, 1994; Yüzer ve diğ., 2013).

## SONUÇLAR

Bu çalışmada en yaygın yapı malzemelerinden olan betonun farklı sıcaklıklardaki davranışı incelenmiştir. Betonun basınç dayanımı, elastisite modülü ve sonik hız iletiminin sıcaklık ile değişimler literatürde verilen değişim ile uyumluluk göstermektedir. Beton karışımı içerisinde % 65 –



**Şekil 3.** Sıcaklık ile betonun basınç dayanımının değişimi (Bazant and Kaplan, 1996' dan sadeleştirilerek).

**Figure 3.** Change of compressive strength of the concrete with temperature (simplified from Bazant and Kaplan, 1996).

70 oranında bulunan agrega farklı sıcaklık koşullarında betonun fiziksel davranışını üzerine etki etmektedir. Deneyi yapılan kireçtaşı agregalı betonların -25 - +200 °C arası sıcaklıklarda nispeten duraylı davrandıkları gözlenmiştir. Beton tasarımlarının hazırlanması sırasında mühendislik yapılarının maruz kalabileceği olası sıcaklık koşulları dikkate alınmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Yazar, deneysel çalışmalarda yardımını gördüğüm Sayın Maden Mühendisi Serdar TAN (KGM)' a, makalenin inceleme ve düzeltilmesinde hakem olarak katkı koyan Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK (Süleyman Demirel Üniversitesi) ve Doç. Dr. Mustafa FENER (Niğde Üniversitesi)' e teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

Aköz, F., Yüzer, N. (1994). Yüksek sıcaklığın nedenleri ve betonarme elemanlara etkileri. Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi, No:3.

Aydın, S., Baradan, B. (2003). Yüksek sıcaklığa dayanıklı betonun geliştirilmesi. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 5. Ulusal Beton Kongresi, İstanbul.

Bazant, Z.P., Kaplan, M.F. (1996). Concrete at High Temperatures, Longman Group Limited, London.

Erdoğan, T.Y. (2003). Beton. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara, 741 s.

Khoury, G.A. (2000). Effect of fire on concrete and concrete structures progress. Structural Engineering and Materials, 2, 429-447.

Malhotra, H.L. (1956). The effect of temperature on compressive strength of concrete. Magazine of Concrete, 875-894.

Naik, T.R. (1983). Temperature effects on concrete. A Symposium Sponsored by ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates, Kansas City, MO, 21 June 1983, 858 p.

Neville, A.M. (1981). Properties of Concrete. 3rd Edn (Longman, London), 779 p.

Tanaçan, L., Ersoy H.Y., Arpacioğlu Ü. (2009). Effect of high temperature and cooling conditions on aerated concrete properties. *Construction and Building Materials*, 23, 1240-1248.

Tatar, Y. (1977). Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 88, 56-72.

TS 802 (2009). Beton Karışım Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Yüzer, N., Kızılkanaat, A.B., Uçarkoşar, B., Yüksek. (2013). Sıcaklık etkisinde beton davranışı. Beton 2013 Hazır beton kongresi, İstanbul.

---

**Dursun ERİK**

TCK 16. Bölge Müdürlüğü, Arge Başmühendisliği, Sivas

derik@kgm.gov.tr  
dursunerik@gmail.com

---



Cumhuriyet

# YERBİLİMLERİ Dergisi

Cumhuriyet  
EARTH SCIENCES  
Journal

## YAYIN İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI

### Yazıların nitelikleri

“Cumhuriyet YERBİLİMLERİ Dergisi” nde yayınlanması istemiyle gönderilecek yazıların, yerbilimlerinin herhangi bir alanında (jeoloji, maden, jeofizik, hidrojeoloji, jeomorfoloji, deprem, jeoteknik, petrol vb.)bir konuyu içermesi, daha önce Türkçe olarak yayınlanmamış olması ve aşağıdaki niteliklerden en az birine sahip olması gerekir.

a) Yerbilimleri alanında bilimsel yöntemlerle yapılmış, özgün sonuçları bulunan ve yerbilimlerine katkı oluşturacak bir çalışma,

b) Yerbilimlerinin herhangi bir konusunda önceden yapılmış çalışmaları eleştireci yaklaşımla derleyen ve yeni görüşler ortaya koyan derleme,

c)Yerbilimleri konusunda, Türkiye'yi ve Türkiye'deki yerbilimcileri büyük ölçüde ilgilendiren, fakat yabancı bir dilde yayınlanmış bir yazının Türkçe'ye çevirisi.

### Yazım Dili

Yerbilimleri Dergisinde yayın dili olarak Türkçe ve İngilizce kullanılmaktadır. Dergide yayınlanacak makalelerin başlıkları özetleri, çizelge ve şekil açıklamaları Türkçe ve yabancı dilde (İngilizce) olmak üzere iki dilde birlikte verilmektedir.

### Makale Yazım Kuralları

1.Makalenin tümü metni çift aralıkla Windows Word programı ile 10 punto ve Arial karakterinde yazılmış olmalıdır. Metin sürekli satır ve sayfa numarası ile hazırlanmalıdır.

2.Şekiller bilgisayar çizim programları (Freehand, CorelDraw vb.) kullanılarak çizilmeli ve “jpeg” formatında gönderilmelidir.



3.Şekil ve çizelge başlıkları Türkçe ve İngilizce olarak ayrı liste halinde metin sonunda verilmelidir. Şekil ve çizelgeler birbirinden ayrı olarak numaralandırılmalıdır.

4.Bütün çizimlerde çizgisel ölçek kullanılmalıdır.

5.Şekil ve çizelge boyutları tek sütun için 7.5x23 cm, çift sütun için 16x23 cm den büyük olmamalıdır.

ÖZ

Anahtar kelimeler

ABSTRACT

Key words

GİRİŞ

ANA BAŞLIK

Birinci Derece Alt Başlık

İkinci derece alt başlık

*Üçüncü derece alt başlık*

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

KATKI BELİRTME

KAYNAKLAR

### **Kaynaklara Değınme**

Makale metni içinde kaynaklara değınme aşağıdaki örneklere uygun olarak yapılmalıdır:

.....(Y. soyadı, 1988), (Y. soyadı ve Y. soyadı, 1988), (Y. soyadı vd., 1988)

.....Y. soyadı (1988), Y. Soyadı ve Y. Soyadı (1988) göre, Yazar vd.'ne (1988) göre  
Kişisel (sözlü) görüşmeler .....(I.Yılmaz, 2009, C.Ü.)....biçiminde belirtilmelidir.

### **Kaynakların Yazılması**

Makale metni içerisinde değınilen kaynaklar aşağıdaki örneklere uygun şekilde verilmelidir:

Özgül, N., 1976.Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.

Velde, B., 1977 Clays and Clay Minerals in Naturel and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.

Çağlı, S., Kırall, N., 1993. Sivas-Hafik-Kaçak Köyü AR-46519 nolu talk ruhsat sahasının maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 9512, 24 s.

## **Yazıların Gönderilmesi**

Yazılar aşağıda verilen dergi ve editöre ait elektronik posta adreslerinin her ikisine birlikte gönderilmelidir.

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
58140 SİVAS

Telefon : 0-346-219 10 10/1305 Fax : 0-346-219 11 71

yerbilimleri@cumhuriyet.edu.tr  
isik.yilmaz@gmail.com



Cumhuriyet

---

YERBİLİMLERİ  
Dergisi

Cumhuriyet  
EARTH SCIENCES  
Journal

#### INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

##### **Types of contributions**

Manuscripts submitted in journal of “Cumhuriyet EARTH SCIENCES Journal” should have not been published and/or simultaneously submitted elsewhere. This journal is concerned with original research, new developments and case studies in any branch of earth sciences such as; geology, mining, geophysics, hydrogeology, geomorphology, earthquake, geotechnique, oil, etc.

##### **Language**

The languages of the journal are Turkish and English. Titles, abstracts, and captions of figures and tables are written in Turkish and English.

##### **Preparation of manuscripts**

1. Manuscripts should be typed double-spaced throughout, at a font size of 10 point (Arial), and with continuous line and page numbers.
2. Figures should be prepared using computer software (Freehand, CorelDraw etc.) and their “jpeg” files should be submitted.
3. Figure and Table captions must be prepared as a separate page at the end of the text.
4. Line scale must be submitted in figures if it is needed.
5. Sizes of the figures and tables are not allowed larger than 7.5x23 cm for single column, 16x23 cm for double column.

Manuscripts should generally be structured as follows.

Title (English and Turkish)

Name(s) of author(s) and their affiliations.

(The name and e-mail address of the corresponding author must appear following the author names)

ABSTRACT

Key words

INTRODUCTION

PRIMARY HEADING

Primary Sub Heading

Secondary sub heading

*Tertiary sub heading*

RESULTS AND CONCLUSIONS

ACKNOWLEDGEMENT(S)

REFERENCES

#### **Citation of references in the text**

In the text, references must be cited as following.

..... (Surname, 1988)

..... (Surname and Surname, 1988)

..... (Surname et al., 1988)

..... Surname (1988)

..... Surname and Surname (1988)

..... Surname et al. (1988)

Personal communications .....(I.Yılmaz, 2005, C.Ü.)

#### **Preparation of references**

All references cited in the text, and in captions of figures and tables must be written in a list of "REFERENCES". Some examples for reference layout are given below.

##### *Journal references:*

Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Karacan, E., Yılmaz, I., 1997. "Collapse dolines in the Miocene gypsum: an example from SW Sivas (Turkey)". Environmental Geology, Springer-Verlag, 29 (3/4), 263-266.

##### *Proceeding references:*

Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.

*Book references:*

Velde, B., 1977 Clays and Clay Minerals in Naturel and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.

*Published report references:*

Çağlı, S., Kıral, N., 1993. Sivas-Hafik-Kaçak Köyü AR-46519 nolu talk ruhsat sahasının maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 9512, 24 s.

*Personal communications:*

Yılmaz, I., 2005. Personal communication. Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Sivas, Turkey.

*Web page references:*

Weier, J., Herring, D., 2005. Measuring vegetation (NDVI and EVI). Earth Observatory Library of NASA. <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/>

**Submission of manuscripts**

Manuscripts for publication should be electronically (via e-mail) submitted to Editor whose address and e-mails are given below.

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
58140 SİVAS

Telefon : 0-346-219 10 10/1305 Fax : 0-346-219 11 71

yerbilimleri@cumhuriyet.edu.tr

isik.yilmaz@gmail.com

(Please send manuscripts to both e-mails)

**Yayın Türü:** Hakemli Yerel Süreli Yayın  
**Publication Type:** *Peer Reviewed National Journal*

**Basım:** Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi – Sivas  
**Printed by:** *Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi - Sivas*

**ISSN:** 1016-7625