

## Yatağan Havzasındaki (Muğla / GB Türkiye) Neojen Yaşlı Sedimanter Kayaçların Sedimentolojik ve Petrografik Özellikleri

Türker Yakupoğlu<sup>1\*</sup>, Emel Bayhan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 65080, Van, Türkiye

<sup>2</sup> Hacettepe Üniv., Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 06800, Beytepe/Ankara, Türkiye  
\* turkery@yyu.edu.tr

**Özet:** Bu çalışma, Muğla Neojen Havzasının Yatağan alt havzasında yapılmıştır. Çalışmanın amacı, havzadaki sedimanter kayaçların sedimentolojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi, sınıflandırılması ve oluşum ortamlarının açıklığa kavuşturulmasıdır. Havzanın temelini Menderes masifinin gnays, şist ve mermerleri ile Likya naplarının karbonatlı kayaçları oluşturur. Bu temel üzerinde akarsu (Turgut ve Yatağan Formasyonları) ve göl ortamında (Sekköy ve Milet Formasyonları) oluşmuş Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar yer alır. Bu birimlerin litolojik özelliklerinin en iyi gözlemlendiği yüzeylerde stratigrafi kesitleri ölçülmüş, sedimentolojik özellikleri kaydedilmiş, hem kesitler boyunca hem de noktasal örnekler alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde sedimanter doku (tane boyu analizi) ve mineralojik sedimanter petrografi çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen bulgular, kum boyu kırıntılı sedimanter kayaçların ortayla iyi arası boyları ve bol miktarda karbonat bileşenleri içerdiklerini; kireçtaşlarının ise mikrit türünde olduğunu göstermektedir. Sedimentolojik ve sedimanter petrografik çalışmalar, inceleme alanı kayaçlarının akarsu ve göl ortamlarının zaman içinde dönüşümlü olarak egemen olduğu bir havzada oluştuğunu belirtmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Muğla Havzası, Yatağan, stratigrafi, sedimentoloji, sedimanter petrografi

### Sedimentologic and Petrographic Features of the Neogene Sedimentary Rocks In The Yatağan Basin (Muğla / SW Turkey)

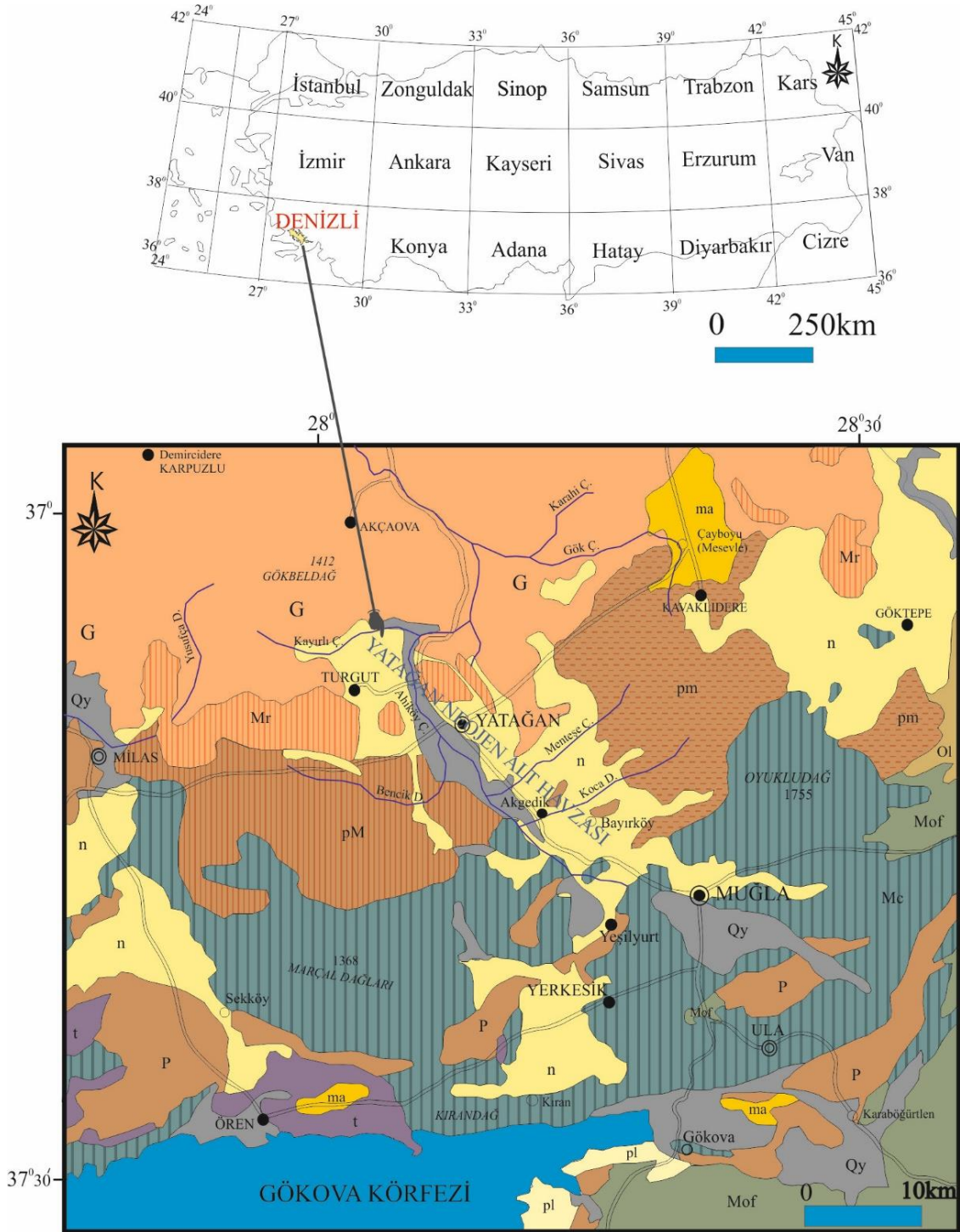
**Abstract:** This study was made in Yatağan subbasin of Muğla Neogene Basin. The purpose of the study is to determine the sedimentologic and petrographic features the rocks in the basin and to classify them and explain sedimentary environments. The basement of the basin consists of gneisses, schists and marbles of Menderes Massif and carbonate rocks of Lycian nappes. The Neogene rocks formed in alluvial (Turgut and Yatağan formations) and lake (Sekköy and Milet formations) environments overly this basement. At outcrops where lithologic characteristics of these units are best observed, stratigraphic sections were measured, sedimentologic characteristics were recorded, rock samples were collected along with sections and point locations. Sedimentary texture (grain size analysis) and mineralogic sedimentary petrographic studies were made on the samples. Findings obtained from these studies indicate that, clastic rocks are moderately well sorted and have abundant carbonate grains; limestones are of micritic type. Sedimentologic and sedimentary petrographic studies indicate that rocks in the study area were formed in a basin in which a sequence of alluvial and lake environments was dominant.

**Key Words:** Muğla Basin, Yatağan, stratigraphy, sedimentology, sedimentary petrography

#### Giriş

Muğla ilinin Yatağan ilçesi civarında Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Bu kayaçlar, Batı Anadolu'nun karasal havzalarından biri olan Muğla Havzasının Yatağan alt havzası olarak anılan (Querol ve ark., 1999) kesiminde oluşmuşlardır. Yatağan alt havzasını da

içeren çalışma alanı, Türkiye'nin 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasında Denizli Paftası içinde yer almakta ve 1/25.000 ölçekli Aydın N20-a1, a2, a3, a4, b4, c1, d2 paftaları içinde yaklaşık 400 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1).



G: Gnays,mikaşist,amfibolit, Mr: Mermer,kristalize dolomit, pm: Permiyen-Mezozoyik, t:Triyas, Mof: Mezozoyik ofiyolitli seri, Mc: Mezozoyik-Tersiyer (Komprehansif Seri), ol:Oligosen,karasal, md: Miyosen, denizel, ayrılmamış ma: Alt Miyosen n: Neojen,karasal,ayrılmamış, Qy:Holosen,yeni alüvyon (1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasının Denizli paftası kullanılarak hazırlanmıştır).

Şekil 1. Çalışma alanı (Yatağan Neojen Alt Havzası) ve yakın çevresinin yer bulduru ve bölgesel jeoloji haritası.

Muğla Havzası, önemli linyit yataklarını içermesi nedeniyle, özellikle kömür

jeolojisine yönelik çalışmalara konu olmuştur (Querol ve ark., 1999; Toprak,

2009; Ediger ve ark., 2013). Bu çalışmanın amacı, havzanın sedimanter kayaçlarının sedimantolojik ve petrografik özelliklerinin belirlenerek oluşum ortamlarının ve bu ortamlar arasındaki ilişkilerin ortaya konulması ve kayaçların sınıflandırılmasıdır.

İnceleme alanında, sedimanter kayaçlardan oluşan bir istif ile bu istifin temelini oluşturan kayaçlar bulunmaktadır (Şekil 2).

ÜST SİSTEM	SİSTEM				FORMASYON	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ ve AÇIKLAMALAR															
	SERİ	GRUP	PLİOSEN ALT	MİLET																			
SENOZOYİK	TERSİYER	ORTA	MİLYOSEN	NEOJEN	YATAGAĞ	25-50	Tmm	Traverten ve alüvyon															
								MİLYOSEN	NEOJEN	YATAGAĞ	110-422	Tmy	Alt seviyeleri kili, üst seviyelere doğru tabaka kalınlığı artan fosilli kireçtaşı										
													MİLYOSEN	NEOJEN	YATAGAĞ	165	Tms	Kil ve çakıl mercekleri içeren fosilli kireçtaşı					
																		MİLYOSEN	NEOJEN	YATAGAĞ	24-200	Tmt	Konglomera, kumtaşı, silttaşı, kalkarenit, kilttaşı ve kömür
																							MİLYOSEN
MİLYOSEN	NEOJEN	YATAGAĞ	?	Tm	Gnays, şist, mermer kireçtaşı ve kuvarsit																		

Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Grup ve formasyon adları Göktaş, 1998'den alınmıştır) (Ölçeksiz)

Temel kayaçları; stratigrafik olarak en altta gnayslar, onların üzerinde şistler ve mermerler, en üstte de karbonatlı kayaçlar (kireçtaşları) olmak üzere dizilmişlerdir (Okay, 2001). Gnays, şist ve mermer Menderes Masifine ait litolojilerdir. Gnayslar, çalışma alanının kuzeyinde geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Çalışma alanının doğusunda ve batısında yüzeylenen Menderes Masifinin şist ve mermerleri üzerinde, Permiyen'den Paleosen'e

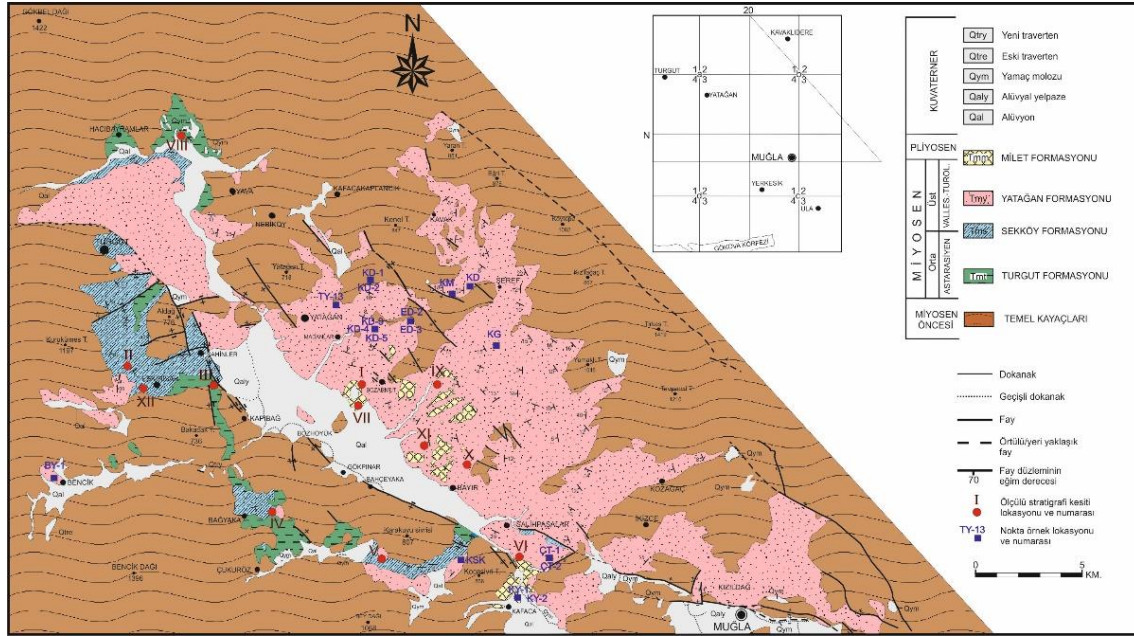
kadar değişen yaşlardaki karbonat kayaçları bulunmaktadır. Çalışma alanını güneyden çevreleyen bu kayaçlar "Likya napları" olarak adlandırılmaktadır.

Çalışmanın asıl konusunu oluşturan ve temel kayaçlarını uyumsuz olarak örten Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar; yaşlıdan gence doğru sırasıyla, Turgut Formasyonu, Sekköy Formasyonu, Yatağan Formasyonu ve Milet Formasyonu başlıkları altında incelenmiştir (Göktaş, 1982, 1998). Bu formasyonlar, stratigrafik-yapısal bütünlük sunmaları nedeniyle aynı araştırmacı tarafından grup seviyesinde ele alınmış ve "Muğla Grubu" olarak adlandırılmışlardır. Neojen yaşlı kayaçlar Kuvaterner çökelleriyle örtülmüştür.

### Materyal ve Yöntem

Bu inceleme, saha ve laboratuvar çalışmaları olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları sırasında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış jeoloji haritaları kullanılarak Neojen yaşlı kayaçların en iyi gözlemlendiği alanlarda uygun hatlar boyunca stratigrafi kesitleri ölçülmüş (Şekil 3), gözlenebilen sedimantolojik özellikler kaydedilmiş ve örnek alınmıştır. Petrografik amaçlı alınan örneklerin taze olmasına ve alındığı birimin özelliklerini yansıtmasına özen gösterilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları sırasında, seçilmiş 12 kırıntılı kayaç örneğinde dokusal çalışma (tane boyu analizi, toplam 34 örnek üzerinde de mineralojik incelemeler yapılmıştır. Kırıntılı kayaç örneklerinin ince kesitleri üzerinde gerçekleştirilen tane boyu analizlerinde, 200 adet tanenin zahiri uzun eksenleri mm. cinsinden ölçülmüş, elde edilen değerler, Krumbein (1934) tarafından önerilen  $\Phi$  birimlerine dönüştürülerek



Şekil 3: Çalışma alanının jeoloji ve örnek/ÖSK lokasyon haritası (Göktaş, 1998'den yararlanılarak hazırlanmıştır)

kümülatif tane boyu dağılımı eğrileri çizilmiştir. Bu eğrilerden tane boyunun istatistik parametreleri, literatürde kabul gören eşitlikler yardımıyla hesaplanmış ve istatistik parametreler arasındaki olasılık ilişkileri korelasyon katsayıları (r) hesaplanarak yorumlanmıştır.

Dokusal çalışmalar sonucu kırıntılı örnekler için ayrı ayrı hesaplanan  $M_z$  (ortalama tane boyu) değeri kullanılarak belirlenen bir kafes sisteminde, Swift marka yarı otomatik nokta sayıcı yardımıyla 550 nokta sayılmıştır. Örnekler, modal analiz sonuçları kullanılarak Mount (1985)'e göre sınıflandırılmıştır.

## Bulgular

### Sedimantoloji (Yapısal Özellikler)

Sedimanter yapılar, birincil (depolanma sırasında ya da hemen sonrasında oluşan) ve ikincil (diyajenez sırasında oluşan) sedimanter yapılar olmak üzere başlıca iki grup altında toplanmaktadır. İnceleme alanında gözlenen sedimanter yapıların birincil özellikte olmaları nedeniyle bu çalışmada yalnızca bu yapılar üzerinde

durulmuş ve Boggs (2011) tarafından verilen “yaygın birincil sedimanter yapıların sınıflaması” esas alınarak anlatılmıştır.

Katmanlanma ve Tabakalanma Şekilleri  
Tabakalanma ve laminalanma: Sedimanter kayaçların temel özelliği olan tabakalanma, çalışma alanındaki en yaygın sedimanter yapıdır. Kalınlık tanımlamasında Mc Kee ve Weir (1953) tarafından önerilen tanımlama izlenmiştir. Buna göre 1 cm.'den fazla katmanlar tabaka, 1 cm.'den az olanlar ise lamina olarak adlandırılmıştır. Aynı araştırmacılar tabakaları kalınlıklarına göre aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır.

Kalınlık	Tanımlama
100 cm.'den kalın	Çok kalın tabaka
30-100 cm	Kalın tabaka
10-30 cm.	Orta kalın tabaka
3-10 cm.	İnce tabaka
1-3 cm.	Çok ince tabaka

İnceleme alanında Turgut ve Yatağan Formasyonlarının konglomeraları ile Sekköy Formasyonunun kireçtaşları orta-kalın tabakalanma göstermektedir. Milet Formasyonunun kireçtaşları orta-

ince, Yatağan Formasyonu tüfleri ise ince tabakalı olarak gözlenmiştir. Turgut Formasyonunun kumtaşı, silttaşı (Şekil 4) ve kilaşları ile Sekköy ve Milet Formasyonunun kireçtaşlarında paralel laminalanma yaygındır. Çalışma alanında çamurtaşları kırmızı renklidir ve genellikle masif (yapısız) tabakalanma göstermektedir.



Şekil 4. Turgut Formasyonu silttaşlarında gözlenen paralel laminalanma (Laminalanma düzlemlerinin birkaçı beyaz çizgilerle gösterilmiştir).

**Çapraz Tabakalanma:** Bir formasyon içindeki genel katmanlanma düzleminden farklı bir açıyla depolanmış katmanlar çapraz katmanlanmayı oluşturur (Mc Kee ve Weir, 1953). Kalınlığı 1cm.'den fazla olanlar çapraz tabaka, az olanlar çapraz lamina olarak kabul edilmektedir. Çapraz tabakalanma başlıca, “düzlemsel çapraz tabakalanma” ve “teknemsi çapraz tabakalanma” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır

(Collinson ve Thompson, 1987). Çalışma alanında Turgut Formasyonunun kumtaşlarında düzlemsel çapraz tabakalanma gözlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Turgut Formasyonu kumtaşlarında gözlenen düzlemsel çapraz tabakalanma

**Düzensiz Katmanlanma:** Çökeltme ile yaşıt deformasyon sonucu oluşan yapılar ve aşınmayla oluşmuş yapılar düzensiz katmanlanma başlığı altında toplanmaktadır. İnceleme alanında aşınma yapılarından “kanallar” gözlenmiştir. Akarsular Turgut Formasyonunun çamurtaşlarını yarararak kanallar oluşturmuş, yarılan kanallar içine dolan kırıntılı malzeme konglomera (Şekil 6) ve kumtaşı mercleklerini meydana getirmiştir.



Şekil 6. Konglomera merceği

**Tabakalanma Düzlemi İşaretleri**  
Aşınma, depolanma ve deformasyon işlemleri sonucunda oluşan izler ile canlıların yaşam faaliyetleri

sırasında oluşturdukları biyojenik yapılar tabakalanma düzlemi işaretleri olarak adlandırılmaktadır. Bu işaretler saha çalışmalarında bir tabakanın alt ya da üst yüzeyinin belirlenmesi için kullanılabilirler. Çalışma alanında, Yatağan Formasyonuna ait çamurtaşları içinde biyojenik yapı olarak iz fosiller bulunmuştur.

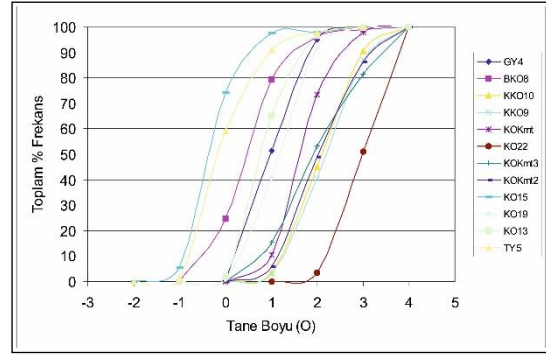
### Sedimantoloji (Dokusal Özellikler)

Kırıntılı kayaçların karakteristik dokusal özellikleri tane boyu, tane şekli ve tane fabriği olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır (Boggs, 2011). İnceleme alanı kırıntılı örneklerinden yaptırılan ince kesitlerin dokusal incelenmeleri ile bu örneklerin tane boyu, tane boyu istatistik parametreleri, bu parametreler arasındaki istatistik ilişkileri ve tane şekliyle ilgili özellikleri ortaya çıkarılmış olup bu bölümde incelenecektir.

Dokusal özelliklerin incelenmesiyle, yapısal özelliklerin desteğinde, inceleme alanı sedimanter istifinin çökeltme ortamı hakkında yorum yapılabilmesi amaçlanmıştır.

### Tane Boyu Dağılımı ve İstatistik Parametreleri

Tane boyu dağılımı ve istatistik parametrelerinin hesaplanma işlemleri çalışma alanından alınan 12 kırıntılı kayaç örneğinin ince kesiti üzerinde gerçekleştirilmiştir. İnce kesit yapımına elverişli olan bu örneklerin tabakalanma düzlemine dik yönde yaptırılan kesitleri üzerinde 0.5 mm yatay, 2 mm. düşey aralıklı bir kafes düzeni içinde yapılan tane boyu zahiri uzun eksen ölçümleri, her örnek ince kesitinde 200 tane üzerinde yürütülmüştür. Ölçülen bu tane boyları  $\Phi$  (fi) birimlerine göre gruplandırılıp toplam kümülatif yüzde değerleri hesaplandıktan sonra grafikleri çizdirilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. İnceleme alanı kırıntılı örneklerinin tane boyu dağılım grafikleri

Bu tane boyu eğrileri kullanılarak tane boyunun fi birimleri cinsinden ( $\Phi = -\log_2 d$ , Krumbein, 1934; Boggs, 2011'den) yüzdeleri ile Folk (1974)'un tane boyu istatistik parametreleri (ortalama tane boyu ( $M_z$ ), boylanma değeri veya grafik standart sapma ( $S_1$ ), grafik skivnes veya asimetri ( $Sk_1$ ) ile grafik kurtosis veya tepelenme ( $K_G$ )) hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Udden-Wentworth tane boyu ölçeği (Boggs, 2011) kullanılarak ortalama tane boyuna ( $M_z$ ) göre kırıntılı örnekler sınıflandırılmıştır. Buna göre 1 örnek (KO-22) çok ince kum, 3 örnek (KO-Kmt2, KKO-9 ve KKO-10) ince kum, 4 örnek (KO-19, KO-Kmt, KO-Kmt3, GY-4) orta kum, 2 örnek (KO-13, BKO-8) kaba kum, 1 örnek (KO-15) çok kaba kum boyundadır. TY-5 numaralı örnek ise kaba kum-çok kaba kum sınırında yer almaktadır.

İnce kesit örneklerinin istatistik parametrelerinin ortalamaları ve değişim aralıkları (parantez içindekiler) ve yorumlamaları aşağıdaki şekildedir:

$$M_z = 1.38 (-0.27, 3.07)$$

$$S_1 = 0.64 (0.43, 0.98) \text{ (Orta-iyi boylanmış)}$$

$$Sk_1 = 0.16 (-0.23, 0.35) \text{ (İnce taneye yamuk)}$$

$$K_G = 1.18 (0.87, 1.78) \text{ (leptokurtik)}$$

Ayrıca, istatistik parametreler arasındaki olasılık ilişkileri korelasyon katsayıları ( $r$ ) hesaplanarak (Çizelge 2) araştırılmıştır.

Çizelge 1. İnceleme alanı kırıntılı örneklerinin tane boyu istatistik parametreleri

Örnek No	Fi Değerleri								Tane Boyu İstatistik Parametreleri				
	1	5	16	25	50	75	84	95	Md	Mz	$\delta_1$	Sk <sub>1</sub>	Kg
KO-13	-0,20	0,20	0,50	0,60	0,90	1,10	1,30	1,80	0,90	0,90	0,44	0,06	1,31
KO-15	-1,60	-1,10	-0,70	-0,50	-0,20	0,00	0,10	0,40	-0,20	-0,27	0,43	-0,23	1,23
KO-19	0,00	0,40	0,60	0,80	1,10	1,60	1,80	2,10	1,10	1,17	0,56	0,17	0,87
KO-22	1,60	2,10	2,50	2,70	3,00	3,40	3,70	4,00	3,00	3,07	0,59	0,11	1,11
KO-Kmt	0,10	0,70	1,20	1,40	1,70	2,00	2,20	2,60	1,70	1,70	0,54	-0,03	1,30
KO-Kmt2	0,30	0,90	1,40	1,60	2,00	2,60	3,00	3,60	2,00	2,13	0,81	0,22	1,11
KO-Kmt3	-0,50	0,40	0,90	1,40	1,90	2,60	3,00	3,40	1,90	1,93	0,98	0,02	1,02
KKO-9	0,60	1,20	1,50	1,90	2,10	2,90	3,20	3,80	2,10	2,27	0,82	0,30	1,07
KKO-10	0,40	1,20	1,50	1,70	2,00	2,60	2,80	3,20	2,00	2,10	0,63	0,22	0,91
BKO-8	-2,10	-1,10	-0,40	0,00	0,50	0,90	1,10	1,50	0,50	0,40	0,77	-0,22	1,18
TY-5	-1,10	-1,30	-0,60	-0,40	0,10	0,20	0,50	1,30	0,10	0,00	0,67	-0,17	1,78
GY-4	0,10	0,50	0,70	0,80	1,00	1,30	1,60	2,10	1,00	1,10	0,47	0,35	1,31

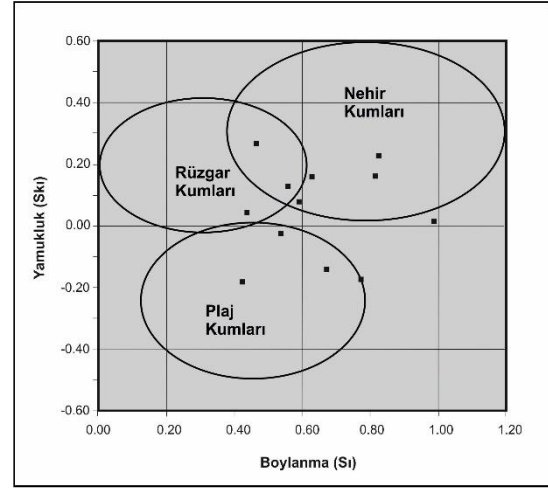
Çizelge 2. Tane boyu istatistik parametrelerinin korelasyon katsayıları

Örnek No	Kg	Sk <sub>1</sub>	Kg <sup>2</sup>	Sk <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Kg*Sk <sub>1</sub>	r
KO-13	1,31	0,06	1,72	0,00	0,08	<b>0,07</b>
KO-15	1,23	-0,23	1,51	0,05	-0,28	
KO-19	0,87	0,17	0,76	0,03	0,15	
KO-22	1,11	0,11	1,24	0,01	0,12	
KO-Kmt	1,30	-0,03	1,68	0,00	-0,03	
KO-Kmt2	1,11	0,22	1,22	0,05	0,24	
KO-Kmt3	1,02	0,02	1,05	0,00	0,02	
KKO-9	1,07	0,30	1,14	0,09	0,32	
KKO-10	0,91	0,22	0,83	0,05	0,20	
BKO-8	1,18	-0,22	1,40	0,05	-0,26	
TY-5	1,78	-0,17	3,15	0,03	-0,31	
GY-4	1,31	0,35	1,72	0,13	0,46	
<b>Toplam</b>	<b>14,20</b>	<b>0,81</b>	<b>17,43</b>	<b>0,48</b>	<b>0,72</b>	
Örnek No	Kg	Mz	Kg <sup>2</sup>	Mz <sup>2</sup>	Kg*Mz	
KO-13	1,31	0,90	1,72	0,81	1,18	<b>0,55</b>
KO-15	1,23	-0,27	1,51	0,07	-0,33	
KO-19	0,87	1,17	0,76	1,36	1,02	
KO-22	1,11	3,07	1,24	9,40	3,41	
KO-Kmt	1,30	1,70	1,68	2,89	2,21	
KO-Kmt2	1,11	2,13	1,22	4,55	2,36	
KO-Kmt3	1,02	1,93	1,05	3,74	1,98	
KKO-9	1,07	2,27	1,14	5,14	2,42	
KKO-10	0,91	2,10	0,83	4,41	1,91	
BKO-8	1,18	0,40	1,40	0,16	0,47	
TY-5	1,78	0,00	3,15	0,00	0,00	
GY-4	1,31	1,10	1,72	1,21	1,44	
<b>Toplam</b>	<b>14,20</b>	<b>16,50</b>	<b>17,43</b>	<b>33,74</b>	<b>18,07</b>	
Örnek No	$\delta_1$	Sk <sub>1</sub>	$\delta_1^2$	Sk <sub>1</sub> <sup>2</sup>	$\delta_1$ *Sk <sub>1</sub>	
KO-13	0,44	0,06	0,20	0,00	0,03	<b>0,05</b>
KO-15	0,43	-0,23	0,18	0,05	-0,10	
KO-19	0,56	0,17	0,31	0,03	0,10	
KO-22	0,59	0,11	0,35	0,01	0,06	
KO-Kmt	0,54	-0,03	0,29	0,00	-0,01	
KO-Kmt2	0,81	0,22	0,65	0,05	0,18	
KO-Kmt3	0,98	0,02	0,96	0,00	0,02	
KKO-9	0,82	0,30	0,67	0,09	0,25	
KKO-10	0,63	0,22	0,39	0,05	0,14	
BKO-8	0,77	-0,22	0,59	0,05	-0,17	
TY-5	0,67	-0,17	0,45	0,03	-0,12	
GY-4	0,47	0,35	0,22	0,13	0,17	
<b>Toplam</b>	<b>7,69</b>	<b>0,81</b>	<b>5,26</b>	<b>0,48</b>	<b>0,54</b>	

Bilindiği üzere, +1 veya -1'e yakın korelasyon değerleri iki değişken arasında belirgin doğrusala yakın bir ilişki olduğunu gösterir. 0'a yakın korelasyon değerleri ise bu iki değişken arasında bağıntının zayıf olduğunu veya bulunmadığını gösterir. 0.5'den büyük korelasyonlar, özellikle jeolojide önemli korelasyon sayılır. Daha küçük korelasyonlar önemsizdir ve tamamen tesadüfi de olabilir (Özkaya, 1980).

Çalışma alanı örneklerinden elde edilen sonuçlar bu açıdan incelendiğinde, yamukluk (Ski) değeri ile ortalama tane boyu arasında önemli pozitif korelasyon ( $r=0.67$ ) bulunmaktadır; yani tane boyu küçüldükçe yamukluk değeri pozitif yönde (ince taneye doğru) değişmektedir. Tepelenme ( $K_G$ ) ile ortalama tane boyu ( $M_z$ ) arasında da önemli negatif korelasyon ( $r=-0.55$ ) belirlenmiştir. Bu sonuç, ince tane miktarı artarken tepelenme eğrisinin basıklaştığını göstermektedir. Bunların dışındaki korelasyonlar iyi değildir. İnceleme alanı kırıntılılarının çökeltme ortamlarını ve taşıyıcı ajanları belirlemek amacıyla Friedman (1967)'in (Bjorlykke, 1989'dan alınan) yamukluk (Ski) - boylanma (Si) diyagramından yararlanılmıştır. Örneklerin tamamında boylanma değeri 1'den küçüktür yani örnekler genel olarak iyi boylanmıştır. Yamukluk değerlerine bakıldığında ise örneklerin çoğunun pozitif yamukluk gösterdiği ve nehir kumları bölgesinde yer aldığı görülmektedir. Pozitif yamukluğa sahip örneklerin yalnız 1 tanesi rüzgar kumlarını göstermektedir. Negatif yamukluk değerine sahip birkaç örnek ise plaj kumları alanına düşmüştür (Şekil 8). Bu diyagram, inceleme alanı kırıntılılarının çoğunlukla akarsu ve plaj ortamında çökteldiklerini göstermektedir. Dokusal çalışmalar sonucunda elde edilen bu sonuç, çalışma

alanında "akarsu ve göl ortamının egemen olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. İnceleme alanı kırıntılılarının Friedman (1967)'ye göre muhtemel çökeltme ortamları.

#### Tane Şekli

Çalışma alanının örnekleri ana bileşen olarak karbonat taneleri, kuvars (monokristalen ve az oranda polikristalen), feldispat (ortoklas), kayaç parçaları (metamorfik) ve, tali bileşen olarak muskovit, biyotit ve klorit içermektedir. Kuvars mineralleri yarı köşeli, feldispat mineralleri yarı yuvarlak, metamorfik kayaç parçaları ve karbonat taneleri yuvarlak-yarı yuvarlaktır. Mika mineralleri ise taneler arasında kıvrılmış, bükülmüş pulcuklar halinde gözlenmektedir.

#### Sedimanter Petrografi

İncelenen sedimanter kayaç örneklerini adlandırmak amacıyla sedimanter petrografik çalışmalar yapılmıştır. Toplam 23 örnek üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmalarda, örneklerin ince kesitlerinde, dokusal çalışmalarla belirlenen ortalama tane boyu ( $M_z$ ) değerlerine göre değişen bir nokta ağı içinde, petrografi mikroskobu kullanılarak yarı otomatik nokta sayıcı ile 550 nokta sayılmış ve bileşenlerin yüzde oranları belirlenmiştir. İnceleme alanı örnekleri silisiklastik bileşenlerin



yanısına yüksek oranda karbonat bileşenleri de içermektedir. Kayaçlar bu bileşimsel yapılarıyla hibrit bir özellik sunmaktadırlar. Silisiklastik bileşenleri ve karbonat tanelerini birlikte bulduran kayaçlar, klasik kumtaşı ya da karbonat kayacı sınıflamaları ile adlandırılmamaktadır. Bu nedenle karışık silisiklastik ve karbonat sedimanları için Mount (1985) tarafından önerilen sınıflama kullanılmıştır. İnceleme alanı örnekleri, Mount (1985) sınıflamasına göre silisiklastik bileşenlerden kum, karbonat bileşenlerinden allokem ve mikrit içermektedir.

#### Silisiklastik Bileşenler (Kum)

**Kuvarlar:** İnceleme alanı kumtaşı örneklerinde çoğunlukla düz sönmeli monokristalen kuvarlar (Folk, 1974) gözlenmiştir. Bu kuvarlar kısmen yuvarlaklaşmış, yarı köşeli olarak bulunmaktadır. Tek bir kuvar tanesinden oluştuğu halde farklı sönmeli durumları gösteren polikristalen kuvar (Folk, 1974) taneleri monokristalen olanlardan çok daha düşük orandadır. Polikristalen kuvarlar yarı köşeli ve uzunlaşmış taneler halinde gözlenmiştir.

**Feldispatlar:** İncelenen örneklerde feldispat grubu minerallerden ortoklas ve plajiyoklas belirlenmiştir. Ortoklas taneleri yarı yuvarlak şekillerde gözlenmiş olup, serizitleşme ve killeşme yaygın olarak gözlenen bozunma türüdür. İnce kesitlerde, bozunarak tamamıyla serizite dönüşmüş mineraller gözlenmiştir. Plajiyoklas mineralleri ortoklas oranla daha az bulunmaktadır. Plajiyoklas minerallerinde de serizitleşme yaygındır. Kumtaşı

örneklerini oluşturan ana silisiklastik bileşenler (kuvars, feldispat ve kayaç parçaları) içinde feldispatların oranı diğerlerine göre daha azdır.

**Kayaç Parçaları:** İnceleme alanının kumtaşı örnekleri sedimenter ve metamorfik türde kayaç parçaları içermektedir. Metamorfik kayaç parçalarını şist (mikaşist ve kuvars-şist) ve mermer parçaları oluşturmaktadır.

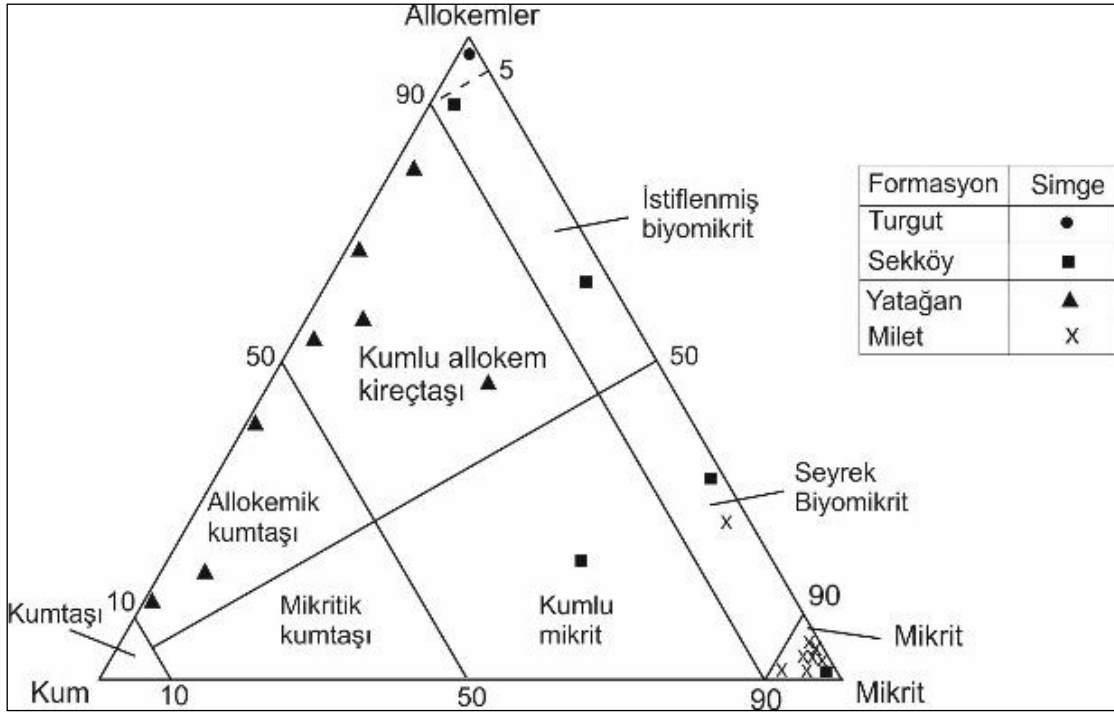
**Tali Bileşenler:** Kuvars, feldispat ve kayaç parçaları dışında kalan bütün diğer silisiklastik bileşenler bu gruba katılmıştır. Örneklerde mika mineralleri (biyotit ve muskovit), klorit ve düşük oranda opak mineral belirlenmiştir. Biyotit minerali en bol gözlenen tali bileşen olup, genellikle taneler arasında kıvrımlanmış pulcuklar şeklinde gözlenmiştir. Kloritleşme ve opaklaşma, bu mineralde gözlenen bozunma türleridir.

#### Karbonat Bileşenleri

**Allokemler:** Kayaç örneklerinde yüksek oranda belirlenmiş olan allokem taneler, sparitik-mikrosparitik kireçtaşı parçaları ve biyojenik tanelerden oluşmaktadır.

**Mikrit:** Kayaç örneklerinde 20 µm.'nin altında tane boyuna sahip bileşenler, kullanılan sınıflama gereği "mikrit" olarak değerlendirilmiştir.

İnce kesitte nokta sayımı yapılarak örneklerin içerdikleri bu bileşenlerin yüzde oranları hesaplanmıştır (Çizelge 3). Üç uç bileşenini kum, allokem ve mikritin oluşturduğu üçgen diyagramdaki dağılımlar gözetilerek kayaç örnekleri adlandırılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. İnceleme alanı örneklerinin Mount (1985)'e göre sınıflandırılması

Çizelge 3. Çalışma alanı karışık sedimanlarının bileşenleri ve Mount (1985)'e göre adlandırılmaları

Formasyon	Örnek No	Kum	Allo	Mikrit	Adlandırma
Milet	KKO-11	1,0	3,6	95,4	Mikrit
Milet	KKO-12	2,3	0,7	97,0	Mikrit
Milet	KKO-14	1,6	1,2	97,2	Mikrit
Milet	KKO-15	1,6	0,7	97,7	Mikrit
Milet	TY-1	2,3	24,3	73,4	Seyrek biyomikrit
Milet	TY-2	1,8	3,0	95,2	Mikrit
Milet	TY-4	1,0	0,5	98,5	Mikrit
Milet	KM-4	6,9	2,7	90,4	Mikrit
Yatağan	KKO-9	86,0	13,0	1,0	Allokemik kumtaşı
Yatağan	KKO-10	44,5	52,5	3,0	Kumlu allokem kireçtaşı
Yatağan	KO-22	76,8	16,5	6,7	Allokemik kumtaşı
Yatağan	KO-Kmt	24,0	46,7	29,3	Kumlu allokem kireçtaşı
Yatağan	KO-Kmt2	37,0	55,5	7,5	Kumlu allokem kireçtaşı
Yatağan	KO-Kmt3	31,0	67,5	1,5	Kumlu allokem kireçtaşı
Yatağan	GY-4	59,0	40,0	1,0	Allokemik kumtaşı
Yatağan	BKO-8	17,2	80,7	2,1	Kumlu allokem kireçtaşı
Sekköy	KO-13	7,2	90,3	2,5	İstiflenmiş biyomikrit
Sekköy	KO-15	3,0	62,0	35,0	İstiflenmiş biyomikrit
Sekköy	KO-19	25,8	18,0	56,2	Kumlu mikrit
Sekköy	BKO-6	0,5	1,4	98,1	Mikrit
Sekköy	TKO-5	0,5	1,4	98,1	Mikrit
Sekköy	TKO-Skçt	1,2	24,3	74,5	Seyrek biyomikrit
Turgut	TY-5	0,2	98,6	1,2	İstiflenmiş biyomikrit

Çizelge 3’de görüldüğü üzere Turgut, Sekköy ve Milet Formasyonu örnekleri “mikrit” karakterindedir. Bilindiği gibi mikrit, enerjisi düşük, yıkanmanın olmadığı ya da az oranda gerçekleştiği durgun su ortamlarının ürünüdür (Boggs, 2011). Mikrit içerisinde tatlı su gastropoda fosilleri de bulunmaktadır. Gastropoda fosillerinin varlığı alınan örneklerin düşük enerjili bir göl ortamında oluştuğuna işaret etmektedir.

Yatağan Formasyonu örneklerinde silisiklastik bileşen (kum) oranı diğer formasyonlara göre daha fazladır. Bu durum formasyonun oluşumunun akarsu etkisiyle gerçekleşmesinin doğal bir sonucudur.

### Sonuçlar

Ayrıntılı olarak Yakupoğlu (2001)’de sunulan stratigrafik ve paleontolojik verilerin yanısıra bu makale kapsamında anlatılmış olan sedimantolojik özellikler, Yatağan civarında yüzeylenen Neojen yaşlı sedimanter kayaların, akarsu ve göl

ortamının dönüşümlü olarak egemen olduğu bir havza içinde oluştuklarını göstermiştir.

Sedimanter petrografi çalışmalarında, inceleme alanı örneklerinin kırıntılı ve karbonatlı bileşenleri içeren karışık sedimanlar olmaları nedeniyle Mount (1985) sınıflaması uygulanmış; Turgut Formasyonu örneği istiflenmiş biyomikrit, Sekköy Formasyonu örnekleri mikrit, seyrek ya da istiflenmiş biyomikrit ve kumlu mikrit, Yatağan Formasyonu örnekleri allokemik kumtaşı ve kumlu allokem kireçtaşı, Milet Formasyonu örnekleri ise mikrit ve seyrek biyomikrit olarak adlandırılmıştır.

### Katkı Belirtme

Bu makale, Türker YAKUPOĞLU’nun 2001 yılında tamamladığı doktora tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Tez, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 98-T-09604003 numaralı tez projesi olarak desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Bjorlykke, K., 1989. Sedimentology and Petroleum Geology, Springer-Verlag, 363 p.
- Boggs, S. Jr., 2011. Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Prentice-Hall, New Jersey, 5<sup>th</sup> edition, 774 p.
- Collinson, J.O., Thompson, D.B., 1987. Sedimentary Structures, Unwin Hyman Ltd., London, 207 p.
- Ediger V., Berk, İ., Kösebalaban, A., 2014. Lignite resources of Turkey: Geology, reserves, and exploration history, International Journal of Coal Geology, Volume 132, 13-22.
- Folk, R.L., 1974, Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill, Austin, Tex., 182 p.

- Friedman, G.M., 1967, Dynamic processes and Statistical Parameters Compared for Size Frequency Distribution of Beach and River Sands, Jour. Sed. Petr., 37, 327-354.
- Göktaş, F., 1982. Muğla ve Yöresindeki Senozoyik Yaşlı Çökel Kayaların Sedimentolojik ve Paleocoğrafik İncelenmesi, MTA Enst. Jeol. Dair. Rapor No: 519, 84 s.
- Göktaş, F., 1998. Muğla Çevresindeki (GB Anadolu) Neojen Tortullaşmasının Stratigrafisi, Sedimantolojisi ve Bölgesel Korelasyonu, MTA Der. No: 10225, 157 s.

- Krumbein, W.C., 1934. Size Frequency Distributions of Sediments, *J. Sed. Pet.*, 4, 65-77.
- Mc Kee, E.D., Weir, G.W., 1953. Terminology for Stratification and Cross Stratification in Sedimentary Rocks, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 82, 359-378.
- Mount, J., 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first order textural and compositional classification, *Sedimentology*, 32, 435-442.
- Okay, A.I., 2001. Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif: a new structural model. *Int. J. Earth Sciences* 89:709-727.
- Özkaya, İ., 1980, Sedimantolojide İstatistik Yöntemler, Sedimantolojide İlkeler ve Yöntemler, S.L.Gökçen (Ed.), TJK Yerbilimleri Kitapları Dizisi I, 9, 42 s.
- Querol, X., Alastuey, A., Plana, F., Lopez-Soler, A., Tuncal, E., Toprak, S., Ocakođlu, F., Koker, A., 1999. Coal Geology and Coal Quality of the Miocene Muğla Basin, Southwestern Anatolia, Turkey, *International Journal of Coal Geology*, 41, 311-332.
- Toprak, S., 2009. Petrographic properties of major coal seams in Turkey and their formation, *International Journal of Coal Geology*, Volume 78, Issue 4, Pages 263-275.
- Yakupoğlu, T., 2001. Muğla-Yatağan Bölgesi'ndeki Neojen Yağlı Sedimanter Kayaçların Kil Sedimantolojisi ve Sedimanter Petrografik İncelenmesi (doktora tezi, yayınlanmamığ). H.Ü. Fen Bil.Enst., Ankara, 118 s.