



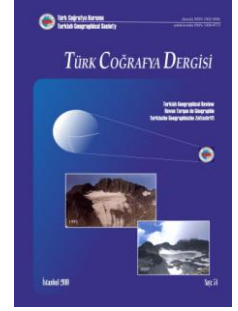
Türk Coğrafya Dergisi

<http://www.tck.org.tr>

Sayı 54: 43-51, İstanbul

Basılı ISSN 1302-5856

Elektronik ISSN 1308-9773



**Hakemli Makale**  
**Reviwed Article**

## Kızılırmak Deltası Plaj Sırtlarının Taramalı Elektron Mikroskobu Analizleri ve Tane Boyu Parametreleri İle İncelenmesi

*An Assessment of Beach Ridges on the Kızılırmak Delta Based on Scanning Electron Microscopy Analyses and Grain Size Parameters*

**Ahmet Evren ERGİNAL\* ve Muhammed Zeynel ÖZTÜRK\***

### ÖZET

*Bu çalışmada Kızılırmak Deltası kuzeydoğu kesimindeki Cernek Gölü'nün kuzeyinde uzanan plaj sırtları taramalı elektron mikroskobu analizleri ve tane boyu parametrelerine göre ele alınmıştır. Analiz sonuçları incelenen kumların kıyı kumul kumlarından farklı olarak ilerleyen delta kıyı çizgisinin gerisinde birbirine eklenmiş kumlu plaj sırtlarına ait olduklarını göstermektedir. Nitekim dalga egemen koşullarda biriktirilen plaj sırtı kumlarının tane boyu parametreleri, spektroskopik ve morfolojik özellikleri, rüzgâr egemen koşullarda biriken kumul kumlarından birçok yönüyle farklıdır. Analiz sonuçlarına göre örnekler çok iyi boylanmış, negatif çarpılmaya ve zayıf (tepelili)-normal basıklığa sahiptir. İnce-orta kum egemen tane boyunu oluşturur ki, bu durum plaj sırtı dizilerinin alçak morfolojik yapısını da açıklamaktadır. Basıklık (kurtosis) değerlerinin düşük çıkması örneklerdeki kavkı kırıntısının çok zayıf olması ile tutarlıdır. Elektron mikroskobu analizlerine göre kumlar ovoid şekilli, kırılmış ve köşeli tanelerden oluşmaktadır. Spektroskopik analizler ise Cernek Gölü'nden kıyıya doğru ilerlendikçe kumların morfolojik yapılarındaki matlaşma yanında element bileşimlerinde de farklılaşmayı göstermektedir. Bu verilere göre çalışılan kumlar delta kıyı çizgisinin hızlı progradasyonun sonucunda geride kalmış ardışık plaj sırtlarına karşılık gelirler.*

**Anahtar Sözcükler:** Plaj sırtı, Tane boyu parametreleri, Taramalı elektron mikroskobu, Cernek Gölü, Kızılırmak Deltası.

### ABSTRACT

*In this article, beach ridges to the north of the Lake Cernek located in northeast part of the Kızılırmak delta was studied on the basis of scanning electron microscopy analyses and grain size parameters. The analyses results show that the studied sands, contrary to that in coastal dune ridges, belong to successive sandy beach ridges that have formed behind the prograding delta shoreline. Actually, grain size parameters and spectroscopic and morphological peculiarities of beach ridge sands formed by wave-dominant conditions differ from coastal dune sands of eolian origin. Based on the data obtained, the samples show very well sorting in standard deviation, negatively skewness and very leptokurtic distribution in terms of kurtosis. Fine to medium grains are predominant, which explains low morphology of beach ridge series. The low kurtosis values are likely associated with the lack of shell fragment within the samples. Electron microscopy analyses demonstrate the predominance of ovoid-shaped angular grains. From the Lake Cernek to the present shoreline, spectroscopic analyses also reveal both paleness in morphological appearance of grains and difference in their elemental compositions. According to data, the analyzed sands correspond to successive beach ridges that have formed as the result of rapid progradation of delta shoreline.*

**Key Words:** Beach ridge, Grain size parameters, Scanning electron microscopy, Lake Cernek, Kızılırmak Delta.

\*) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü,  
ÇANAKKALE

Geliş/Received : 29.06.2010  
Kabul/Accepted: 20.09.2010

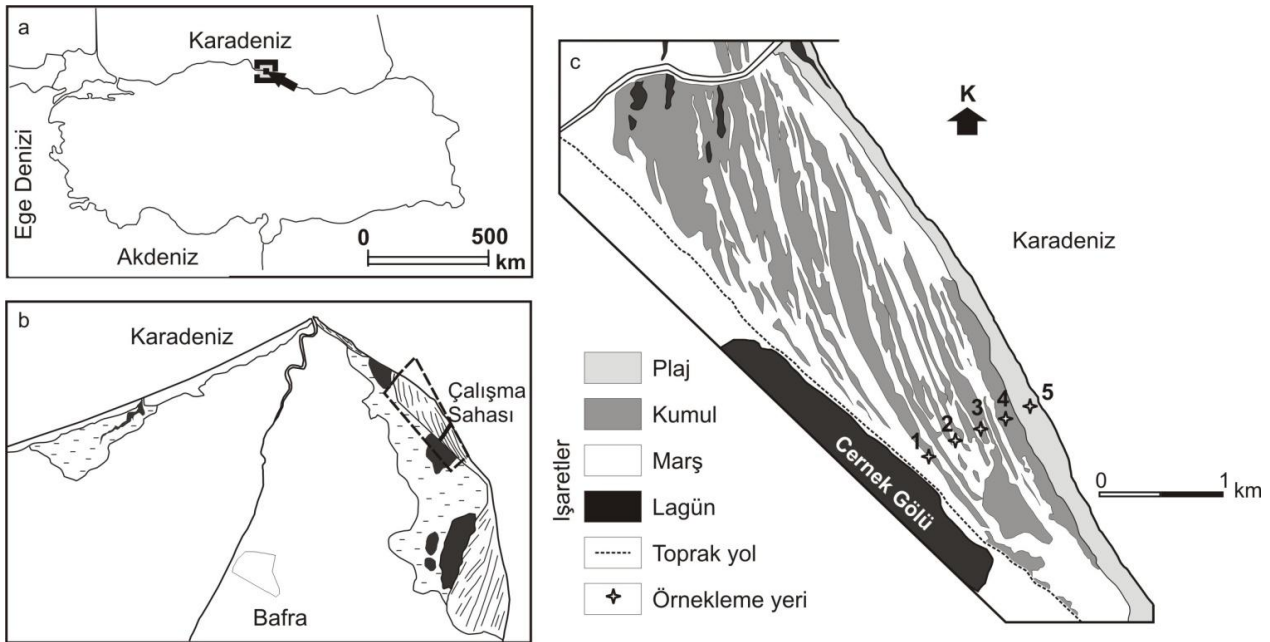
Sorumlu yazar/Corresponding author  
(A.E. Erginal) [aerginal@comu.edu.tr](mailto:aerginal@comu.edu.tr)

## GİRİŞ

Kıyılarda rüzgâr, dalga ve akıntı gibi morfolodinamik süreçlerin kontrolünde gelişen kıyı kumulları ve plaj sırtları özellikle ilerleyen delta ortamlarında kıyı çizgisi gerisinde ardışık setler oluştururlar. Özellikle kumul sistemlerinin gelişimi açısından kıyı çizgisinin sabit veya hızlı ilerlediği delta kıyıları uygun ortamlardır (GRIPP, 1968). Morfolojik özellikleri açısından plaj sırtları kumullardan büyük farklılıklar sunmaktadır. Daha önce yapılmış çalışmalarda bu sırtların geç Holosen kıyı çizgileri ve deniz seviyelerinin belirlenmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir (OTVOS, 2000; NIELSEN ve CLEMMENSEN, 2009). Dalga denetiminde gelişmiş, gelgit üstü (supratidal) veya gelgit içi (intertidal) ortamına ait aktif veya relikt şekiller olarak tanımlanan (OTVOS, 2000) plaj sırtları (beach ridges) uygun koşullarda kıyı çizgisi gerisinde geniş kıyı ovaları oluşturacak kadar gelişebilir.

Bu çalışmada Kızılırmak deltası doğu kıyısında, Cernek Gölü'nün kuzeyinde sıralanan plaj sırtları tane boyu parametreleri ve taramalı elektron mikroskobu analizlerine

göre ele alınmıştır. Kızılırmak Deltasının doğu ve kuzeydoğu kesiminde kıyı çizgisine kısmen paralel uzanan alçak kumul sırtları ile bunlar arasındaki boyuna çukur veya oluklar geniş yer kaplar (Şekil 1). Üzerinde *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Juncus sp.*, *Panoratum maritimum*, *Verbascum sp.* gibi kumul seven bitkiler ve ayrıca dar alanlarda *Rubus canescens* var. *canescens* toplulukları gözlenen bu sırtlar iki kesimde belirgin şekilde gözlenir; bunlardan birisi, bu çalışmada ele alınan, Cernek Gölü kuzeyinde kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanırken, diğeri ise deltanın doğu kesimindeki Balık Gölü ve Uzun Göl'ü denizden ayıracak şekilde kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanır (Şekil 1b). Her iki kesimde de kıyı çizgisinden geriye doğru, her birinin genişliği genelde 100 metreden, yüksekliği ise 2 metreden az çok sayıda sırt sıralanır. Bu sırtlar progresif bir kıyı ortamında, değişen kıyı çizgilerinin gerisinde ard arda oluşmuş eski plajlar veya bermler oldukları izlenimini verirler.



**Şekil 1.** (a) Çalışma sahasının lokasyonu, (b) Bafra Deltası'ndaki kıyı kumul sisteminin dağılışı (c) çalışma alanının basitleştirilmiş jeomorfolojik haritası (Yıldızlar örnekleme yerlerini, numaralar ise örnek numaralarını göstermektedir).

**Figure 1.** (a) Location of the study area, (b) distribution of the coastal dune system in the Bafra Delta, (c) simplified geomorphologic map of study area (Stars and numbers demonstrate sampling sites and sample numbers, respectively).

## ÇALIŞMA SAHASI

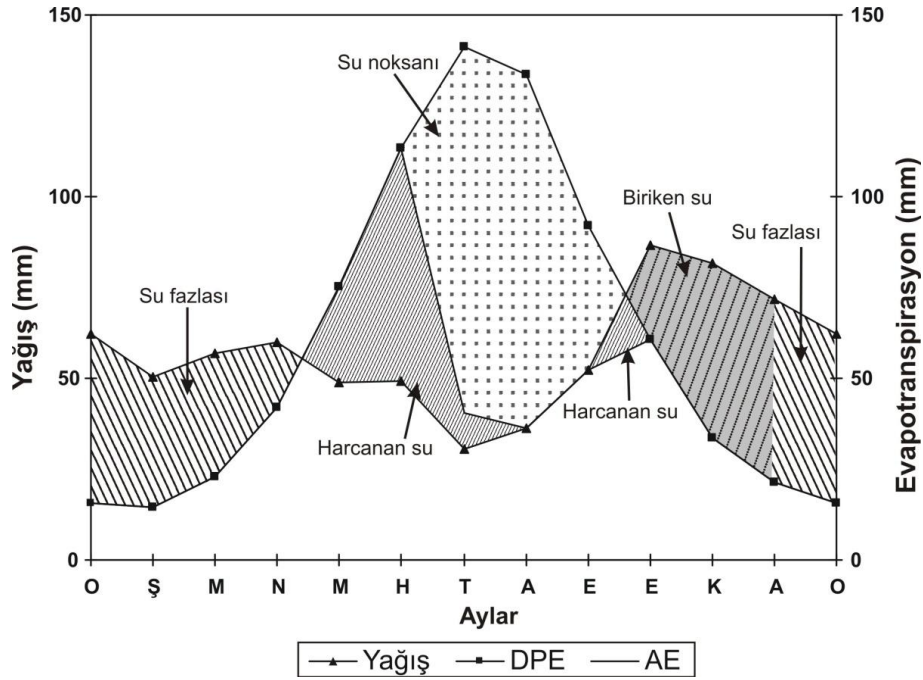
Çalışma sahası 78.646 km<sup>2</sup> drenaj alanı ve yılda 5,9 km<sup>3</sup> su taşıma kapasitesine sahip olan Kızılırmak (ÖZESMİ, 1999) tarafından oluşturulan deltanın doğu kesiminde yer alır. 41°30'-41°45' kuzey enlemleri, 35°43'-36°08' doğu boylamlarında yer alan ve 50.000 hektarlık alan kaplayan deltanın 15.000 hektarlık kısmı marş ve bataklıklar ile lagünlerden meydana gelir (ÖZESMİ, 2003). 1960 yılında

Hirfanlı Barajı'nın yapılması ile başlayan müdahalelerle sediman miktarının 23,1 milyon tondan (HAY, 1994) Altınkaya Barajı'nın yapıldığı 1987 yılında 0,46 milyon tona (UZUN, 2006) kadar azalması sonucunda delta kuzey kıyısında önemli ölçüde kıyı gerilemesi meydana gelmiştir.

Samsun Meteoroloji İstasyonu'nun 1975–2006 yılları arasındaki uzun süreli ortalama verilerine göre (DMİ, 2006) sahada uzun süreli yıllık sıcaklık ortalaması 14,3°C, uzun süreli yıllık yağış toplam ortalaması ise 687 mm'dir. S38°W

ve N19°W egemen rüzgâr yönleridir (Şekil 4c). Aylık ortalama rüzgâr hızları Mayıs ayında en düşük (1,8 m/sn), Ocak ayında ise, en yüksektir (3,0 m/sn). Ortalama rüzgâr hızı ise 2,4 m/sn kadardır. Delta kıyılarında sediman taşınımı doğu yönünde ortalama saatte 0,5 deniz mili hızı sahip kıyı akıntıları ile sağlanır (AKKAN, 1970). Thornthwaite su bilançosu analizlerine göre saha yarı nemli, ikinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde orta derecede su noksanı

olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer. Yaz döneminde su noksanlığı görülmekle birlikte toprak içerisinde kullanılabilir su (harcanan su) bulunmaktadır. Ağustos-Eylül arasında ise harcanan suyun da tamamen bittiği görülmür (Şekil 2). Yani bu dönem toprak nemi minimuma iner. Ortalama rüzgâr hızlarının aylık değişimine göre bu dönemde deflasyon etkinliğinin artması beklenir.



Şekil 2. Samsun Meteoroloji İstasyonuna ait Thornthwaite su bilançosu  
Figure 2. Thornthwaite water balance belonging to Samsun Meteorology Stations

## MATERYAL VE METOT

### Örnekleme, Örnek Hazırlama, Tane Boyu Analizleri ve Kumul Morfolojileri

2009 yılı Temmuz ayında yapılan arazi çalışmalarında Cernek Gölü ile kıyı çizgisi arasında belirlenen 900 m uzunlukta bir hat boyunca 5 ayrı kesimden el burgusu ile toplam 14 kum örneği alınmış (Şekil 1c) ve örnekleme yerleri GPS (*Garmin Etrex*) ile kaydedilmiştir. Deniz suyuna ulaşılan seviyeye göre örnekleme derinlikleri 50 cm ile 1 m arasındadır. Ayrılan 200 gramlık örnekler etüvde (*Binder 115ED*) kurutulduktan sonra <0,063–4,000 mm arasındaki 8 elek sınıfında (*Reich Shaker*) elenmiştir. Her bir aralığa ait toplam ağırlık değerleri hassas terazide (*Sartorius LE623S*) ölçüldükten sonra yüzde değerleri hesaplanmış ve tüm veriler Folk ve Ward (1957)'a göre *Matlab*'ta yazılmış tane boyu dağılım programı (*Sand Sieve Analysis*) kullanılarak istatistiksel değerlere dönüştürülüp bu değerlere karşılık gelen granülometrik sınıflar hesaplanmıştır. Yine aynı program yardımıyla kum örneklerinin olasılık dağılım

diyagramları çizilmiştir. Plaj sırtlarının temel morfolojik özelliklerini kumul kumları ile karşılaştırmak için plaj sırtlarının doğrultuları hesaplanarak gül diyagramlarına dönüştürülmüş ve bu doğrultuların rüzgâr yönleri ile ilişkileri incelenmiştir. Plaj sırtlarının doğrultuları *CorelDraw 12* programı yardımıyla ölçülmüş ve ölçülen değerler *StereoNett 2.46* kullanılarak gül diyagramına dönüştürülmüştür. Bu çalışmalar Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü Jeomorfolojik Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

### Taramalı Elektron Mikroskobu Analizleri

Her örnekleme çukurunun en alt ve en üst seviyelerinden alınan toplam 10 örnek İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi laboratuvarlarında mikroanalitik açıdan incelenmiştir. Bu amaçla taramalı elektron mikroskobu analizleri (*SEM-ZEISS EVO 50 EP*) için seçilen örnekler 50X ve 5000X büyütme ile fotoğraflanmıştır. Çok sayıda kum tanesini kapsaması nedeniyle 50X büyütmeli elektron mikrografı istatistik çalışmalar için seçilmiş, ardından *CorelDraw 12* programında ölçeklendiril-

lerek görüntüler içinde kalan 170 adet kum tanesinin uzun ve kısa eksenleri hesaplanmıştır. Çıkan değerlerin dağılım grafiği hazırlanarak SPSS 11 programında değerler arasındaki Pearson ilişki katsayısı  $r$  değeri ve tanımsal istatistikleri ortaya konmuştur. Ayrıca eski ve yeni kumlar arasındaki element bileşimlerinin bilinmesi amacıyla Cernek Gölü yakınında yer alan eski kumul sırtından alınan örnek (P1-1) ile plaj kumu örneği (P5-5) enerji dağılımlı x ışınları spektrometresi (EDX-Bruker AXS XFlash) kullanılarak incelenmiştir.

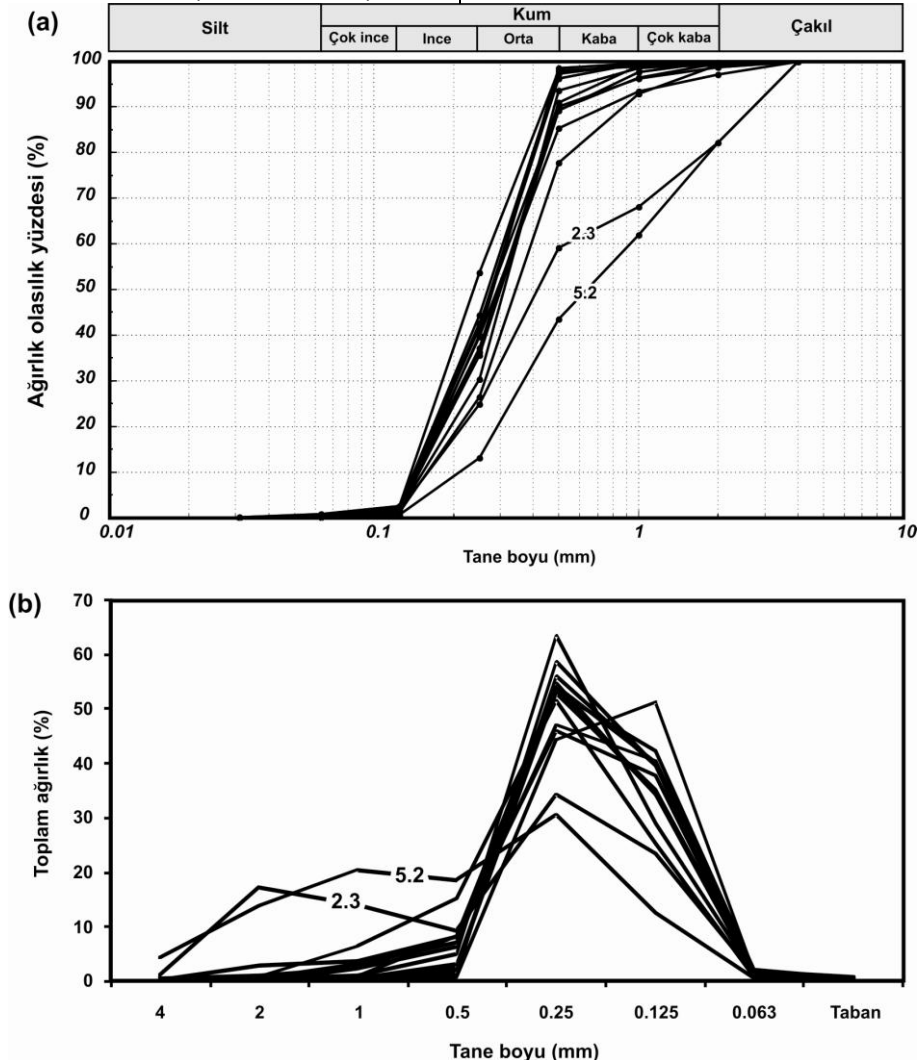
## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Tane Boyu Parametreleri

Örnekleme yerleri Şekil 1’de, 14 örneğin tane boyu analizleri sonucunda farklı tane boylarına ait sonuçların yüzde değerleri ise Tablo 1’de sunulmuştur. Wentworth sınıflandırmasına göre (WENTWORTH, 1922) örnekler ince (0,125

mm–0,25 mm) ve orta kum (0,25 mm – 0,50 mm) sınıfında yer alır.

Analiz sonuçlarına göre tane boyu dağılımları açısından örneklerde ortanca değer ve ortalama değer birbirine yakın olup, sırasıyla 0,23-0,62 ve 0,24-0,71 arasında değişir. Dağılımın simetriye yakın olması ile birlikte yüksek standart sapma değerleri örneklerin çok iyi boylanmış olduğunu gösterir (Tablo 1). Bu durum aynı zamanda basıklık yönünden zayıf basıklık (leptokurtic) karakterin varlığını ortaya koyar. Basıklık (kurtosis) değerinin plaj, plaj sırtı ve kumul kumlarında kavkı oranı ile paralel olarak arttığı bilindiğine göre (STAPOR ve TANNER, 1975) analiz edilen kumlardaki zayıf basıklık kavkı içeriğinin çok düşük olması ile ilgili olmalıdır. Örnek 2.3 ve 5.2’de ise, ortanca değer ile ortalama değer arasında değer farkının fazla olması basıklıkta artışa yol açar ve bu durumda yassı basıklıktan (platykurtic) bahsedilebilir.



**Şekil 3.** (a) Tane boyu analizi sonuçlarına göre örneklere ait kümülatif granülometrik frekans eğrileri. 2.3 ve 5.2 nolu örnekler istisnai olarak bimodal frekans dağılımı gösterir. Grafik üzerindeki sınıflar Wentworth (1922)’a göre. (b) Örneklerdeki negatif çarpıklığı gösteren granülometrik frekans dağılım grafiği.

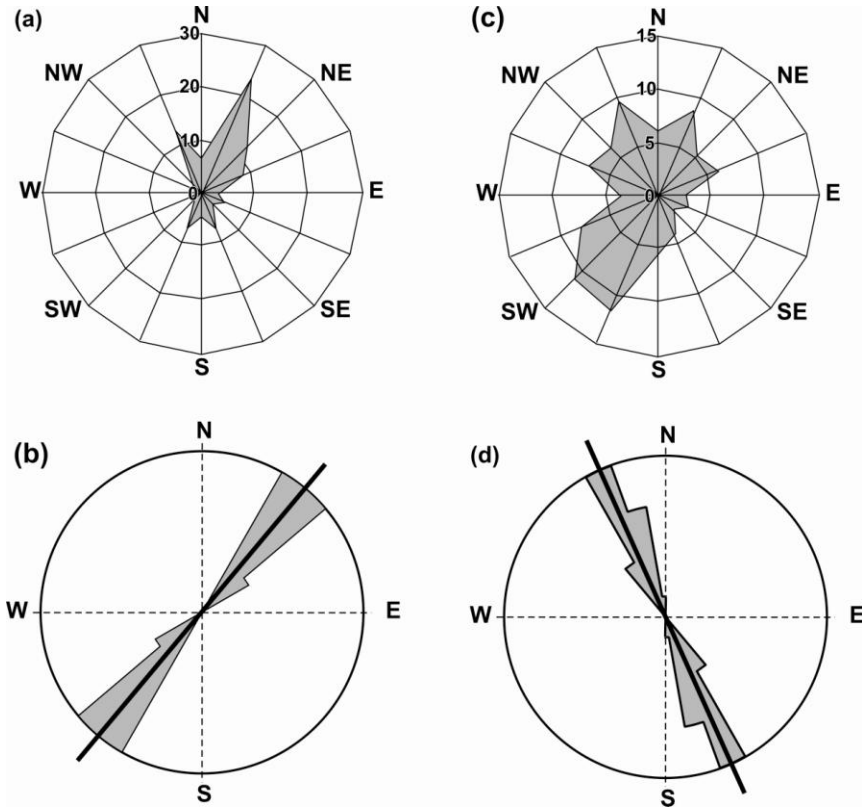
**Figure 3.** (a) Superimposed cumulative granulometric frequency curves based on grain size analyses results. Samples 2.3 and 5.2 demonstrate exceptionally a bimodal frequency distribution. The classes above the graph are according to Wentworth (1922). (b) Granulometric frequency distribution graph showing negative skewness in samples.

Tane boyu analizlerine göre çizilen ve üst üste bindirilen granülometrik frekans eğrileri sigmoid karakterin egemen olduğunu göstermektedir (Şekil 3a). Şekil 3b'de görüldüğü gibi 2.3 ve 5.2 nolu örnekler bimodal frekans dağılımları ile farklılık sunmaktadır. Bu örneklerdeki farklılık ise, diğerleri ile karşılaştırıldığında, kaba kum oranındaki artış ile ilgilidir. Zayıf veya negatif çarpıklık (skewness) plaj kumlarını pozitif çarpıklık gösteren kumul kumlarından ayıran temel özelliklerden birisi olduğuna göre (FRIEDMAN, 1961), analiz edilen örneklerdeki negatif çarpıklık bu kumların kumul kumu olamayacaklarını göstermektedir (Şekil 3b).

#### Kumul Morfolojileri

İstatistiksel değerlerin yanında kumulların morfolojik özellikleride bu kumulların kumul kumları olamayacakları-

nı göstermektedir. Rüzgârlar tarafından şekillendirilen kumul kumları içerisinde yeralan sırt ve oluklar hakim rüzgâr yönlerine paralel bir uzanın gösterirken, dalgalar tarafından şekillendirilen plaj sırtları ve bunların arasında yer alan küçük depresyonlar ile hakim rüzgâr yönü arasında bir ilişki bulunmayabilir. Örneğin Bozcaada kumulları (sırt ve olukları) hakim rüzgâr yönüne paralel bir morfoloji gösterirken (ERGİNAL, 2010, ÖZTÜRK ve ERGİNAL, 2010), Cernek Gölü plaj sırtları hakim rüzgâr yönüne dik bir uzanımına sahiptir (Şekil 4) ve bu morfolojik görünüm bu yapıların kumul kumlarına ait olamayacaklarını desteklemektedir.



**Şekil 4.** (a) Bozcaada Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık ortalama rüzgâr yönü, (b) Bozcaada kumul kumlarının ortalama açıları, (c) Samsun Meteoroloji İstasyonu'na ait yıllık ortalama rüzgâr yönü ve (d) Cernek Gölü plaj sırtlarının ortalama açıları

**Figure 4.** (a) Mean annual wind direction belonging to Bozcaada Meteorology Station, (b) mean azimuth of Bozcaada coastal sand dunes, (c) Mean annual wind direction belonging to Samsun Meteorology Station and (d) mean azimuth of Cernek Lake beach ridges

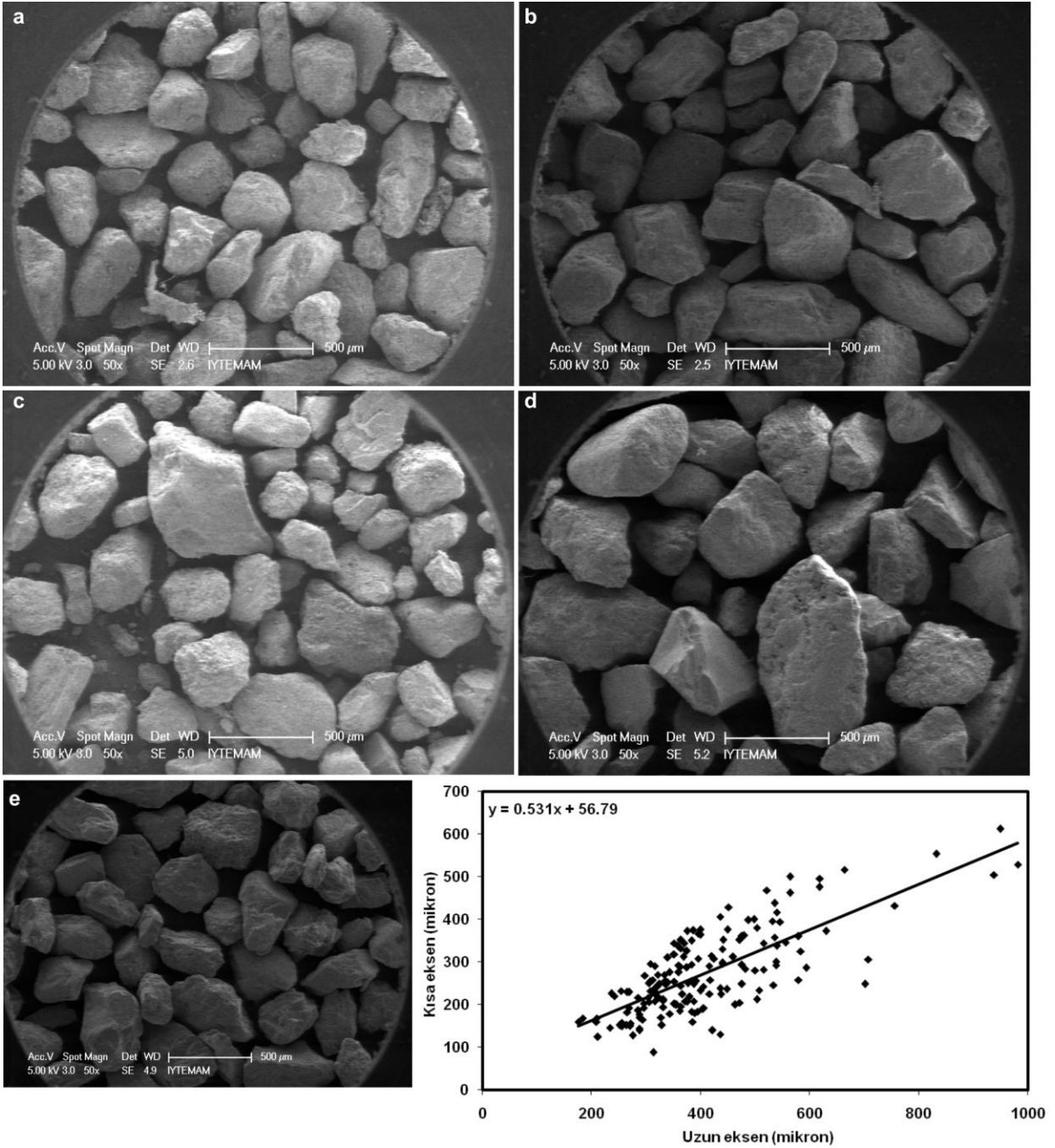
#### Taramalı elektron mikroskobu analizleri

Şekil 5'de sunulan elektron mikroskobu görüntülerinden görüldüğü üzere kumlar kısa mesafede taşınarak kaynak sahasına yakın bir mevkide biriktirilmiş kuvars kumlarına (ve daha az oranda plajiyoklaz tanelerine) aittir. Tane

boyutları, elek sonuçlarını (Tablo 1) destekleyecek şekilde, ağırlıklı olarak 125-500  $\mu\text{m}$  arasında değişir. Tane morfolojisi açısından yüzeyler oldukça pürüzlüdür. Ovoid şekilli, kırılmış ve köşeli tanelerin egemen olması bunların yüksek enerjili bir ortamda biriktirildiklerini gösterir. Tane yüzeyleri ve aralarında karbonat birikimi çok zayıftır.

**Tablo 1.** Tane boyu analizi sonuçlarına göre örnekler ait istatistiksel değerler ve bu değerlere karşılık gelen sınıf aralıkları.  
**Table 1.** Statistical values and associated class intervals obtained from grain size analyses results of the samples.

Tane boyu (mm)	Örnek numaraları (tane boyu analizlerine göre ağırlıkların % oranları)													
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2
4	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.1	0.3	4.1
2	0.8	0.1	0.1	0.1	0.8	17.1	0.1	0.1	2.8	0.4	0.9	0.4	0.1	13.7
1	0.2	0.2	0.2	0.8	6.4	14.0	2.3	0.4	3.6	3.1	2.4	1.0	0.1	20.3
0.5	0.8	2.1	2.1	8.2	15.0	9.1	8.3	3.3	8.1	7.2	6.3	4.9	1.1	18.5
0.25	44.3	53.0	55.9	54.6	51.4	34.2	53.6	54.2	45.9	46.8	52.8	63.3	58.5	30.4
0.125	51.1	42.0	39.4	34.2	25.2	23.2	34.2	40.2	37.7	40.2	35.0	28.7	39.5	12.4
0.063	1.9	2.0	2.0	1.9	0.9	1.2	1.2	1.5	1.5	2.1	1.6	1.1	0.5	0.5
Taban	0.7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.6	0.4	0.1	0.2
Ortanca değer	0.23	0.26	0.27	0.29	0.33	0.39	0.29	0.27	0.28	0.27	0.28	0.3	0.27	0.62
Ortalama	0.24	0.25	0.27	0.29	0.35	0.56	0.29	0.27	0.3	0.28	0.29	0.3	0.27	0.71
Standart sapma	1.42	1.44	1.43	1.53	1.78	2.95	1.58	1.44	1.79	1.65	1.62	1.45	1.38	2.67
Çarpıklık (Skewness)	0.92	1.02	1.09	0.98	0.86	0.73	0.92	1.01	0.82	0.87	0.9	1.03	1.01	0.87
Basıklık (Kurtosis)	0.43	0.46	0.46	0.47	0.43	0.61	0.44	0.47	0.36	0.41	0.4	0.46	0.46	0.59
Standart sapma sınıflandırması (boyulanma)	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış	Çok iyi boylanmış
Çarpıklık (Skewness) sınıflandırması	İnce	Normale yakın	Normale yakın	Normale yakın	İnce	Çok ince	İnce	Normale yakın	İnce	İnce	İnce	Normale yakın	Normale yakın	İnce
Basıklık (Kurtosis) sınıflandırması	Zayıf (tepelili)	Zayıf (tepelili)	Normal	Normal	Zayıf (tepelili)	Yassı	Zayıf (tepelili)	Normal	Zayıf (tepelili)	Zayıf (tepelili)	Zayıf (tepelili)	Zayıf (tepelili)	Normal	Yassı
Wentworth sınıflandırması	İnce kum	İnce kum	Orta kum	Orta kum	Orta kum	Kaba kum	Orta kum	Orta kum	Orta kum	Orta kum	Orta kum	Orta kum	Orta kum	Kaba kum



**Şekil 5.** Kum örneklerinin 50 X büyütme SEM görüntüleri (a-e) bu görüntülerden yapılan uzun ve kısa eksen ölçümlerine göre çizilen saçılma grafiği (e). a'dan e'ye kadarki görüntüler sırasıyla örnek 1'den örnek 5'e farklı örnekleme çukurlarından (Şekil 1c) alınan örneklere aittir.

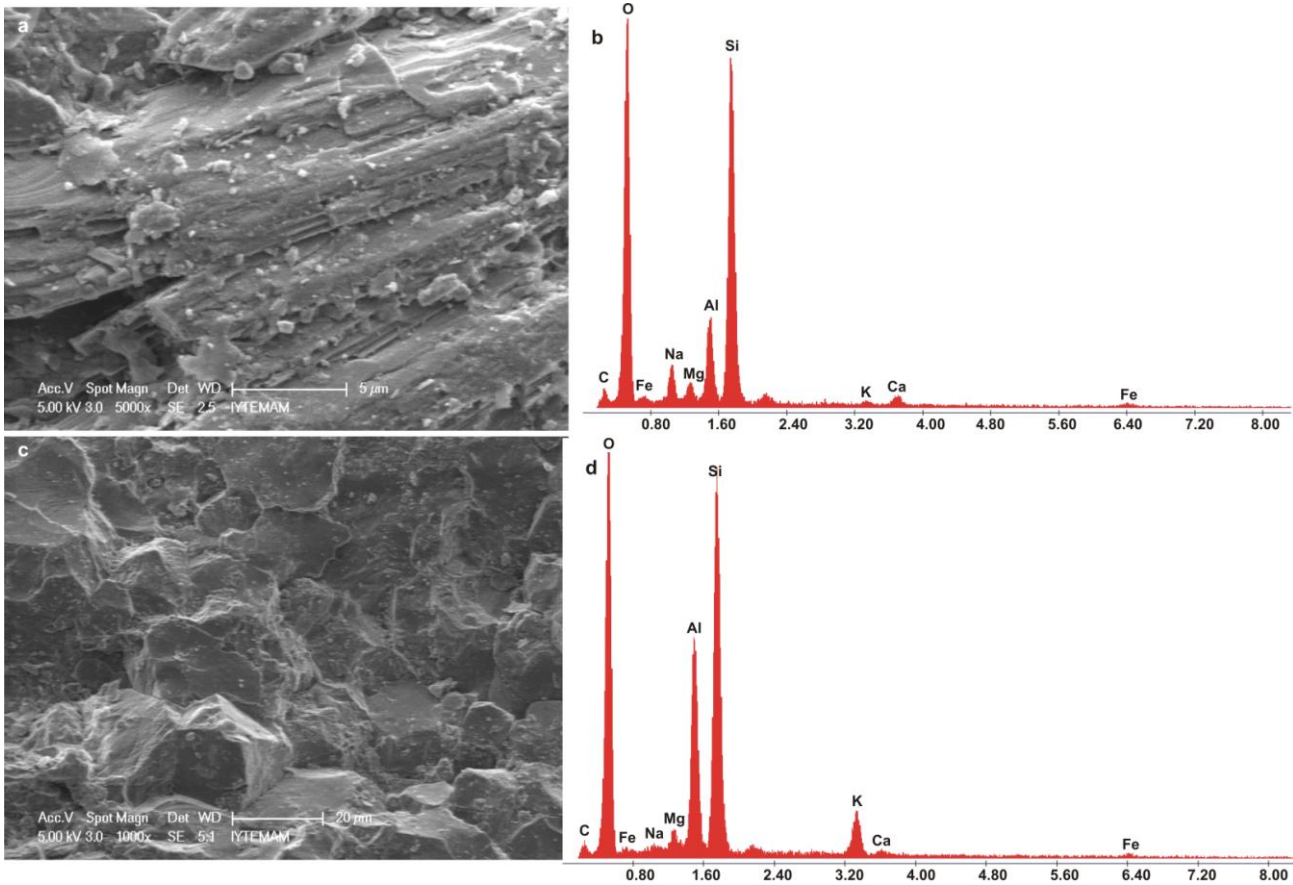
**Figure 5.** SEM images (magnification: 50X) of sand samples (a) and scatter graph of the long and short axis of measured sand samples within SEM images. Images from (a) to (e) corresponds, respectively, to samples from 1 to 5 collected (Figure 1c) at different sampling pits.

170 kum tanesinin elektron mikroskobu analizlerine göre kum tanelerinin uzun eksen minimum ve maksimum değerleri sırasıyla 176  $\mu\text{m}$  ve 982  $\mu\text{m}$ , ortalaması ise 405,6  $\mu\text{m}$ 'dir. Kısa eksenlerde ise yine sırasıyla 88  $\mu\text{m}$ , 612  $\mu\text{m}$  ve 272,2  $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür. Standart sapma değerleri ise uzun eksenlerde 134,3  $\mu\text{m}$ , kısa eksenlerde 95,7

$\mu\text{m}$ 'dir. Bu istatistik değerler tanelerin zayıf basınlık değerleri ile tutarlıdır. Ölçülen 170 uzun ve kısa eksen arasındaki Pearson ilişki katsayısı  $r$  değeri ise 0,75 ile Student t dağılımına göre 0,01 anlamlılık düzeyinde dağılımın iki yanlı şekline göre anlamlıdır. Çıkan değer uzun ve kısa eksenler arasında kuvvetli bir pozitif ilişkinin varlığını gösterir. Yani uzun eksen değeri artarken kısa eksen değerinde de bir

artış söz konusudur. Böylece, bu değerler yanı sıra saçılma grafiği (Şekil 5f) ve korelasyon eğrisi de örneklerin yuvarlak sayılabilecek formda olduğunu göstermektedir. Çünkü

kısa eksen ve uzun eksen arasındaki ilişki ortamdaki yüksek enerji nedeniyle tanelerin yuvarlaklaşabilmesi ile açıklanabilir.



**Şekil 6.** Eski plaj (1.3) kumlarının (a-b) ve güncel plaj (5.1) kumlarının SEM-EDX analizleri.

**Figure 6.** SEM-EDX analysis results of old (1.3) and recent (5.1) beach sands. (a-b) and (c-d) show samples (1.3) and (5.1), respectively.

Şekil 6'te ise Cernek Gölü'nün hemen doğusundaki eski kumul sırtının en alt seviyesinden (1.3) ve plaj yüzeyinden (5.1) alınan örneklerin görüntüleri ve EDX analizi sonuçları görülmektedir. Gömülü eski kumul kumları ile plaj kumları arasındaki farkı bileşim ve mikromorfolojik farklılıkları göstermek amacıyla yapılan bu analizler sonucunda her iki örnekte de egemen piklerin  $\text{SiO}_2$ 'e ait olduğu görülür. Ancak eski kumul kumunda tane yüzeyinin plaj örneğine oranla kuvvetle ayrılmış olduğu göze çarpar. Element bileşimi açısından eski kumul kumlarında Al ve K miktarı plaj örneklerine göre daha azdır ki, bu durumda olasılıkla plajiyoklaz tanelerinin birikim sonrasında zamanla ayrışmasının bir sonucu olmalıdır.

## SONUÇLAR

Elde edilen morfoskopik veriler kumların biriktiği kıyı ortamı konusunda bazı ipuçları sunmaktadır. Öncelikle egemen rüzgâr yönleri S38°W ve N19°W iken plaj sırtları yaklaşık N23°W yönünde uzanmaktadır. Bu durumda NW yönlü rüzgârların da etkisiyle doğu yönündeki kıyı akıntıları kum taşınımını olumlu yönde etkilemiş olmalıdır ancak plaj

sırtlarının şekillenmesinde rüzgâr temel etken değildir. Morfolojik açıdan önemli bir konu da sahada taşınan sediman miktarı ve rüzgâr etkinliğine oranla yüksek kumul sırtları oluşmamıştır ve plaj-kumul geçişinde tipik embriyotik kumul rampa veya taraçaları da bulunmamaktadır. Bu veriler delta kumullarının oluşumunda kumul topoğrafyası gelişiminden farklı süreçlerin etkin olması gerektiğini gösterir. Nitekim uydu görüntülerinde sahada kıyı çizgisi ile Cernek Gölü arasındaki 1 km'lik zon boyunca (örneğin gölün kuzeybatısında) çok sayıda çizgisel plaj sırtının varlığı görülür. Basıklık ve çarpıklık değerleri başta olmak üzere, tane boyu parametrelerine göre çalışılan kumul ilerleyen kıyı çizgisi gerisinde ard arda oluşmuş eski plaj sırtlarına ait olmalıdır. Bu sırtları oluşturan eski ve yeni plaj kumlarının spektroskopik analizleri element dağılımlarındaki farklılığı göstermektedir. Mevcut verilere göre deltada kıyı çizgisi ilerledikçe oluşan her bir kumlu plaj kıyı gerisinde ayrı bir sırt oluşturmuştur. Plaj sırtlarının delta kıyılarındaki deniz seviyesi ve kıyı çizgisi değişimlerinin anlaşılmasındaki rolü ise ileriki bir çalışmada mutlak yaş tayinlerine dayalı olarak tartışılacaktır.



## KAYNAKÇA

- AKKAN, E. (1970). *Bafra Burnu-Delice Kavşağı Arasında Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayını.
- DMİ (DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ) Samsun Meteoroloji İstasyonu Ortalama Bülteni (1975-2006).
- FOLK, R.L. ve WARD, W.C. (1957). "Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters", *Journal of Sedimentary Petrology* 27: 3-26.
- ERGİNAL, A.E. (2010) *Bozcaada'da Kıyı Kumulu Gelişimi ve Kumul Yönetimi ve Planlanması Konusunda Bir Uygulamalı Jeomorfoloji Araştırması*. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yayınlanmamış Proje Raporu.
- FRIEDMAN, G.M. (1961). "Distinction Between Dune, Beach, and River Sands from Their Textural Characteristics", *Journal of Sedimentary Research* 31(4): 514-529.
- GRIPP, K. (1968). "Zur Hüngsten Erdgeschichte von Hörnum/Sylt und Amrum Mit Einer Übersicht Über die Entstehung der Dünen in Nordfriesland" *Die Küste* 16: 76-117.
- HAY, B.J. (1994). "Sediment and Water Discharge Rates of Turkish Black Sea Rivers Before and After Hydropower Dam Construction", *Environmental Geology* 23: 276-283.
- NIELSEN, L. ve CLEMMENSEN, L.B. (2009). "Sea-Level Markers Identified in Ground-Penetrating Radar Data Collected Across a Modern Beach Ridge System in a Microtidal Regime", *Terra Nova* 21(6): 474-479.
- OTVOS, E.G. (2000). "Beach Ridges - Definitions and Significance", *Geomorphology* 32 (1-2): 83-108.
- ÖZESMİ, U. (1999). "Conservation Strategies for Sustainable Resource Use in the Kızılırmak Delta in Turkey", Ph.D. Thesis, The Faculty of the Graduate School of the University of Minnesota.
- ÖZESMİ, U. (2003). The Ecological Economics of Harvesting Sharp-Pointed Rush (*Juncus Acutus*) in the Kızılırmak Delta, Turkey. *Human Ecology* 31 (4): 645-655.
- ÖZTÜRK, M.Z. ve ERGİNAL, A.E. 2010. Batıburnu Kumul Sahasında (Bozcaada) Rüzgârla Kum Taşınım Dinamikleri ve Nemlilik Koşulları Arasındaki İlişkiler. 63. *Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı*: 350-351. 5-9 Nisan 2010, Ankara: MTA.
- STAPOR, F.W. ve TANNER, W.F. (1975). "Hydrodynamic Implications of Beach, Beach Ridge and Dune Grain Size Studies", *Journal of Sedimentary Research* 45 (4): 926-931.
- UZUN, A. (2006). "Samsun Deltaları ve Beklenen Değişmeler", *Geçmişten Geleceğe Samsun 2006*, Cilt 1: 541-548.
- WENTWORTH, C.K. (1922). "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments", *Journal of Geology* 30: 377-392.

## Yazarlar hakkında

**Doç. Dr.****Ahmet Evren ERGİNAL**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

Yalıtışı oluşumu, denizel taraçalar, kıyı kumulları ve taşlaşmış fosil kumulların (eolinitler) oluşumu ve Geç Kuaterner-Holosen deniz seviyesi değişimleri ile ilişkileri üzerine çalışmaktadır.

**Arş. Gör.****Muhammed Zeynel ÖZTÜRK**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde doktora yapmaktadır. Yüksek lisansını periglasiyal süreçler ve şekiller ile iklim değişkenliği üzerine yapmıştır. Doktora çalışmalarında kıyı jeomorfolojisine yönelmiştir. Çalışma konularını yalıtışı, kıyı kumulları ve taşlaşmış fosil kumulların (eolinitler) oluşumu oluşturmaktadır.