



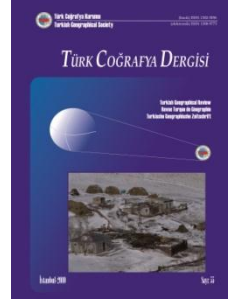
Türk Coğrafya Dergisi

http://www.tck.org.tr

Sayı 56: 55-64, İstanbul

Basılı ISSN 1302-5856

Elektronik ISSN 1308-9773



Hakemli Makale  
Reviwed Article

## Batı Burnu Kumul Sahasında (Bozcaada) Rüzgâr Etkinliği ve Kum Taşınım İlişkileri

### *Wind Effect and Sand Drift Dynamics in Batı Burnu Dune Field (Bozcaada)*

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

#### ÖZET

Bu çalışmada Bozcaada'nın batı kesimindeki, boyuna kumul sırtları, bu sırtlar arasındaki tabanı nemli oluklar ve parabolik ve fincan şekilli deflasyon çukurlarından oluşan kıyı kumulları, tane boyu parametreleri, elektron mikroskobu analizleri ve hava fotoğrafı/uydu görüntüsü yorumlarına dayalı olarak tartışılmaktadır. Granülometrik analizler için kumul sırtlarını dikine kesen 4 hat boyunca 33 ayrı noktada yüzey kumları toplanmış, istatistiksel olarak analiz edilmiş ve deflasyon ile rüzgâr ve nemlilik koşullarıyla olan ilişkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, nemin minimuma indiği ve kuzey yönlü kuvvetli rüzgârların kurutucu etkisinin arttığı maksimum deflasyon devresi olan yaz ayları başta olmak üzere, yıl boyunca kuzey sektörlü rüzgârlar egemendir. Kumul sırtları ve depresyonlarının doğrultuları hakim rüzgâr yönlerine uyumludur. Ayrıca ortalama tane boyu ve boylanma katsayıları değerleri de KD-GB doğrultusunda bir dağılım gösterir. Hava fotoğrafı ve uydu görüntüsü analizlerine göre 1962-2008 yılları arasında kumul sahasının doğu-kuzeydoğu kesiminde rüzgâr erozyonu daha etkili olmuş, güney ve güney batı kesiminde ise bitki kapallılığı artmış ve deflasyon etkisi azalmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Kıyı kumulu, granülometrik analiz, deflasyon devresi, Batı Burnu, Bozcaada

#### ABSTRACT

*In this study, coastal sand dunes characterized by longitudinal dune ridges, swales and parabolic and cup-shaped hollows pits in western part of the Bozcaada Island were discussed based on the grain size parameters, scanning electron microscopy analyses and aerial photo/satellite image interpretations. For the purpose of granulometric analyses, sands collected from uppermost surfaces of dunes at 33 sites along four separate transverse sections were statistically examined, and relationships between sand drift and wind and humidity conditions were evaluated. Based on results of the analysis, it can be concluded that the northerly winds dominate all the year round, particularly during summer period, which corresponds to a maximum deflation stage in dune field when moisture minimizes and desiccant effects of northerly winds dominate. The extension of dune ridges and depressions are in good accordance with wind directions. Furthermore, average grain sizes and uniformity coefficients show a NE-SW distribution, which yields an increasing tendency at this direction. Aerial photo and satellite image interpretations reveal that wind erosion was more efficient to the east-northeast part of the dune field during the period between 1962 and 2008, while deflation was at insignificant level due to growth in vegetation since then.*

**Key Words:** Coastal dune, granulometric analysis, deflation period, Batı Burnu, Bozcaada Island.

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

Geliş/Received : 12.04.2011  
Kabul/Accepted: 30.09.2011

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

## GİRİŞ

Kıyı kumulları denizden karaya esen rüzgârların kuru plaj kumlarını havalandırarak kıyı gerisinde doğal veya yapay eşikler üzerinde biriktirmesi sonucu oluşlar (Hesp, 2000: 248). Gelişim ve şekillenme rüzgârla taşınan kumun kaynağına, rüzgâr hızı ve yön özelliklerine, rüzgâr kaynaklı erozyon ve depolanma özelliklerine bağlıdır (Bird, 2008: 247; Pye ve Tsoar, 2009: 159). Karasal ortamlardan denizel ortamlara geçişteki ekosistemin önemli birer parçası olan kıyı kumulları hemen tüm enlemler ve iklimlerde bulunabilmektedir (Martínez vd., 2007: 3).

Yüksekliği 50 santimetreyi geçmeyen alçak dalgalı sirtlardan 100 metre yükseklik ve onlarca kilometre genişliğe ulaşabilen çizgisel sirtlara kadar farklı boyutlarda olabilen kumullar özellikle deltalar gibi ilerleyen kıyı ortamlarında iyi gelişim gösterir (Psuty, 2007: 11). Bu tip alçak kıyılarda kumul topografyası kıyı çizgisine paralel uzanan kumul sirtları ve bunlar arasındaki tabanı nemli depresyon (dune slack) ve oluklar (swale) ile temsil edilir. Birçok durumda kumul morfolojisinde plaj kenarında yer alan embriyotik kumullardan itibaren kara yönünde cephe kumulları, yarıstabil gri kumullar ve sabit (koyu renkli-organik maddece daha zengin) kumullar şeklinde yaşça geriye giden kumul sistemleri sıralanır. Rüzgâr erozyonunun etkili olduğu kesimlerde ise bu sirtlar üzerinde parabolik kumullar ve daire veya elips şekilli deflasyon çukurları (blowout) gelişebilir (Hesp, 2000).

Kumul şekillerinin her biri rüzgâr, bitki örtüsü ve toprak nemi koşullarının kısa mesafede değiştiği, vejetasyon açısından farklılaşabilen ortamları karakterize eder. Kendine özgü flora ve faunaya sahip, ekolojik açıdan çok duyarlı biyotoplar olan kıyı kumulları, ekosistemin önemli bir parçasıdır ve kumul bitkilerinin çoğu kumul alanlardan başka yerlerde yaşamlarını sürdürememektedir (Yılmaz ve Serbest, 2005: 72). Ayrıca kumullar üzerindeki vejetasyonun dağılımında, özellikle yeraltı suyunun dağılımında etkili olan kumul dinamikleri/morfolojisinden dolayı kumul sistemleri ile vejetasyon arasında da bir bağlantı bulunmaktadır (Moreno-Casasola ve Vázquez, 1999: 515; Cowles, 1899: 107).

Bu çalışmada Bozcaada'nın batısında Miyosen kireçtaşları üzerinde yer alan kıyı kumullarının sahip olduğu özellikler, kumul parametrelerinden elde edilen değerler, kumul sirtları ve depresyonların uydu görüntüsünden ölçülen uzanım doğrultuları, iklimsel verilerinin analizinden elde edilen iklimsel özellikleri ve farklı kumul birimlerinden alınan kumul örneklerinin taramalı elektron mikroskobu görüntülerine göre incelenmiştir. Aynı zamanda kumul taşınım dinamikleri açısından önemli olan alandaki genel vejetasyon örtüsü ve kumulların zaman içerisindeki değişimlerini görebilmek amacıyla 2008 yılına ait uydu görüntüsü ve 1962 yılına ait hava fotoğrafı karşılaştırılmıştır. Batı Burnu mevkiindeki kumul sistemi konusunda ilk morfolojik veri Hocoğlu (1967 ve 1985)'na ait olup, yazar kumulları kumluk olarak haritalamıştır. Güncel bir çalışmada da (Karabacak vd., 2008) kumul sahasındaki kumul bitkilerinin güncel bir değerlendirmesi ve sınıflandırılması yapılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bozcaada kumul alanından kumullarında sahip oldukları özellikleri incelemek için 33 yüzey kumul kumu örneği alınmıştır. Örnekler 200 gramlık numuneler şeklinde etüvide (Binder 115ED) kurutulduktan sonra elek aleti ile (Reich shaker) <0.063 - 4 mm arasındaki 8 grupta elenmiştir. Her bir gruba ait toplam ağırlık değerleri hassas terazide (Sartorius LE623S) ölçüldükten sonra değerler Matlab'ta yazılmış tane boyu dağılım programına (Sand Sieve Analysis) aktararak istatistiksel değerlere dönüştürülmüş [ortalama tane boyu, boylanma katsayısı (standart sapma), çarpıklık ve basıklık değerleri], kumul örneklerinin olasılık dağılım diyagramları çizilmiş ve elde edilen değerler MapInfo 7.5 programı yardımıyla haritalandırılmıştır. Bu çalışmalar ÇOMÜ Coğrafya Bölümü Jeomorfolojik Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tane boyu analizlerinin yanı sıra kumul tanelerinin yapılarını (pürüzlülük, yuvarlaklık vb) incelemek için taramalı elektron mikroskobu görüntüleri çekilmiştir. Elektron mikroskobu görüntüleri İYTE-MAM laboratuvarlarında çekilmiştir.

Kumul dinamikleri açısından rüzgâr ve nemlilik koşulları özel bir öneme sahiptir. Bu nedenle sahanın rüzgâr ve nemlilik koşullarını incelemek amacıyla Bozcaada Meteoroloji istasyonuna ait 29 yıllık (1975-2003) ortalama meteoroloji bülteninden yararlanılmıştır. Bu verilerden Thornthwaite su bilançosu değerleri ve rüzgâr özellikleri analiz edilip kumulların taşınımı için uygun dönemler ve bu dönemlerin özellikleri incelenmiştir. Çalışmada 1962 yılına ait monoskopik hava fotoğrafı ve 2008 yılına yüksek çözünürlüklü Quickbird uydu görüntüsü de kullanılmıştır. Çalışmada Quickbird uydu görüntüsü üzerinden ERDAS Imagine 9.0 kullanılarak kumul sahasının 2008 yılındaki durumunu belirlenmiştir. Görüntünün geometrik düzeltme işlemi 1:25,000 ölçekli topoğrafya haritaları üzerinden yapıldıktan sonra görüntü arazi çalışmaları ve uydu görüntüsünden tanımlanabilen kumul gruplarına göre kontrollü sınıflandırma yapılmıştır.

## ÇALIŞMA SAHASI

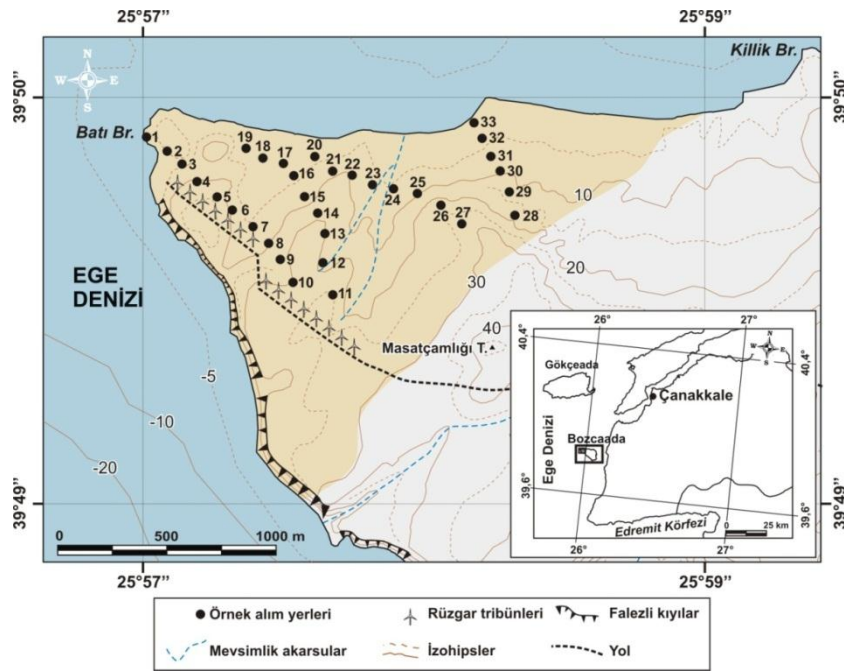
Bozcaada'da günümüze kadar yapılan çalışmaların önemli bir bölümünü adanın jeolojisi, jeomorfolojisi ve fiziki coğrafya özellikleri ile ilgili çalışmalar oluşturur (Ergüvanlı, 1955; Erginal vd., 2010; Hocoğlu, 1967 ve 1985; Kalafatçıoğlu, 1963; Kesgin ve Varol, 2003; Kıyak ve Erginal, 2010; Saltık ve Saka, 1972; Yazman, 1997). Bu çalışmalarda adadaki kıyı kumulu sistemleri ile ilgili detaylı yorumlardan ziyade, genelde ada jeolojisinin ana hatları ve fiziki coğrafi özellikleri üzerinde durulmuştur.

Biga yarımadası'nın 6 km kadar batısında yer alan (Şekil 1) Bozcaada, 37 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olmakla birlikte, Paleozoik'ten Holosen'e farklı yaş ve kökene sahip kayaların yüzeylediği zengin bir jeolojik yapıya sahiptir. Mermer ve şistten oluşan temel kayalar, denizaltı volkanizması ile oluşmuş ofiyolitler, kırmızı renkli Eosen taban konglomera-

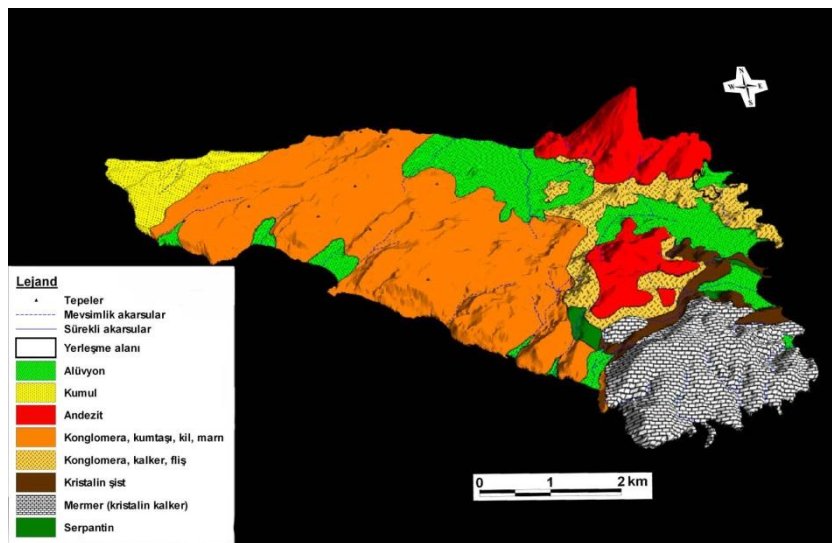
ları ve flişleri, Miosen'e ait konglomera, kumtaşı ve maktralı kireçtaşları ve kırmızı-pembe renkte andezitler adada yayılış gösteren başlıca kaya topluluklarıdır (Şekil 2). Adanın batısında yer alan Batı Burnu mevkiinde adanın % 6'sını (2.25 km<sup>2</sup>) kaplayan ve kabaca üçgen şekilli bir alanda yayılış gösteren kıyı kumulları ile vadi tabanları ve korunaklı koyların gerisindeki alüvyal düzlükler ise, adadaki Holosen dolgularını oluşturur.

Batı Burnu'ndan kuzeybatı-güneydoğu yönünde 1.6 km, kuzeydoğu-güneybatı yönünde yaklaşık 1.9 km genişliğe

sahip olan kıyı kumulları, adadaki hakim rüzgâr yönüne uyum gösterecek şekilde kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan kumul sırtları ve bunlar arasındaki parabolik deflasyon olukları ile temsil edilir (Şekil 3). Alanın maksimum yükseltisi 30 m civarında iken yükselti kuzeydoğuda denize seviyesinden başlayarak kademeli bir şekilde güneybatıya doğru artar ve alanın güney kısmında yüksekliği 20-25 m'yi bulan dik falezli kıyılarla son bulur. Yükselti aynı zamanda batıdan doğuya doğru da bir artış gösterir.

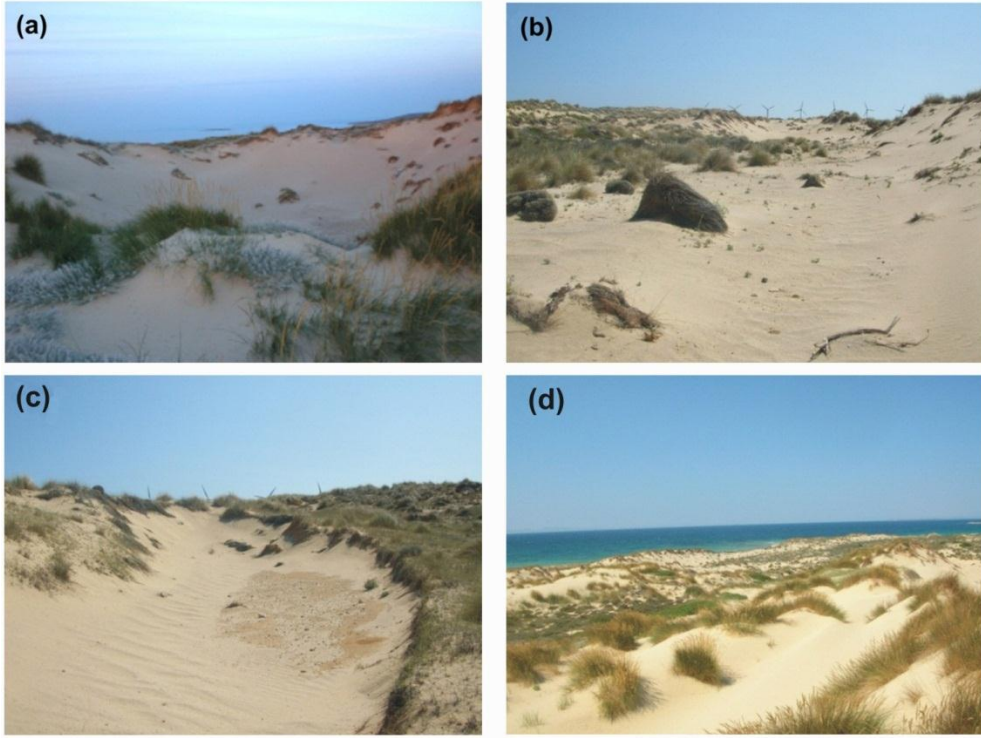


Şekil 1. Kumul alanının lokasyon haritası. Nokta ve numaralar örnekleme yerlerini gösterir.  
Figure 1. Location map of the dune field. Points and number show sampling sites.



Şekil 2. Bozcaada jeoloji haritasının üç boyutlu arazi modeli üzerine bindirilmiş görüntüsü (Jeoloji haritası Erguvanlı 1955'den düzenlenmiştir).

Figure 2. Geology map of Bozcaada superimposed on a 3-D dijital elevation model (Geology map was arranged from Erguvanlı 1955).



**Şekil 3.** Bozcaada kıyı kumullarından görünüşler; (a) daire veya fincan şekilli deflasyon çukuru, (b,c) kumul sırtları arasındaki parabol oluklar ve (d) kıyıya yakın mevkide dalgali kumul sırtları.

**Figure 3.** Views from Bozcaada dune field; (a) a circle-shaped deflation pit (b, c) a parabolic depression between dune ridges, and (d) hummock topography formed by dune ridges.

Batı Burnu kıyı kumulu sahası üzerinde otsu ve çalı vejetasyonu şeklinde egemen olan kumul florası 27 familya ve 55 cins'e ait 58 türden oluşur. Alanın vejetasyonu deniz kıyısından başlayarak iç kesimlere doğru kademeli olarak hem dikey hem de yatay bir tabakalaşma gösterir. Denizden uzaklaştıkça özellikle kumul alanı olarak belirlenmiş alanın doğu ucuna doğru rüzgârın şekil verdiği alçak boylu doğal Pinus brutia ormanı bulunur (Karabacak vd., 2008:185).

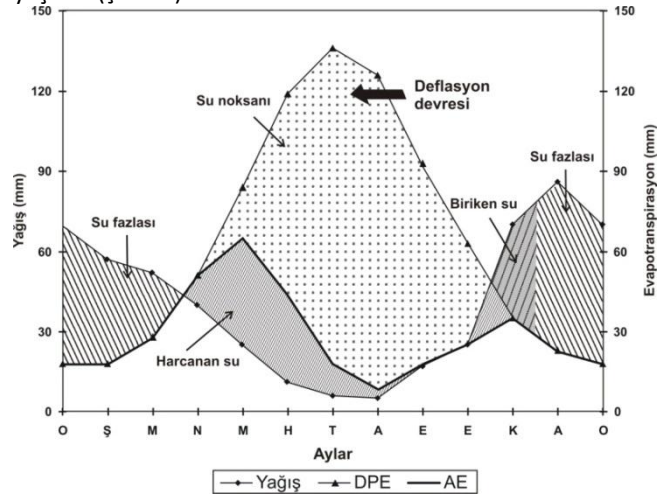
## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Kumul Oluşumunu Etkileyen Rüzgâr Etkinliği ve Yüzeysel Nemi Koşulları

Türkeş (1996, 1998) tarafından yapılan Türkiye'nin rejim sınıflandırmasına göre, Bozcaada'yı içeren Çanakkale bölgesi, kışları maksimum yağış ve yazları minimum yağışlı Akdeniz yağış rejimi içerisinde yer alır. Çalışma alanı çevresinde nisan ekime kadar olan dönem Akdeniz iklimi için tipik olan yetersiz yağış miktarı ile karakterize edilir ve maksimum yağış kış aylarında meydana çıkar. Türkeş ve Acar Deniz (2011) tarafından yapılmış çalışmaya göre Bozcaada'nın iklimi kuru-yarı nemli olarak belirtilmiştir.

Yıl içerisindeki yağış etkinliğini ve toprak-nem değişkenliğini nesnel olarak değerlendirmek için hazırlanan Thornthwaite su bilançosuna göre Bozcaada istasyonu C<sub>1</sub>B<sub>2</sub>'da' harfleriyle gösterilen "termal verimliliğin megathermal iklime eşit bir yaz konsantrasyon ile kuru yarı nemli, yıl boyunca ikinci mesotermal, yıl boyunca az veya hiç su

fazlalığının olmadığı" iklim tipine girer. Aralık-mart döneminde su fazlalığı görülmekle birlikte nisan-ekim arasındaki altı aylık dönemde su noksanlığı daha belirgin bir şekilde yaşanır (toplamda 443mm) ve su noksanlığı yaz aylarında (haziran, temmuz, ağustos) maksimuma çıkar. Kurak geçen yaz aylarının ardından geçiş dönemini oluşturan kasım ayı ile birlikte yüksek miktarda düşen yağışlarla hızlı bir su birikimi gerçekleşir ve aralık ayından itibaren su fazlalığı yaşanır (Şekil 4).

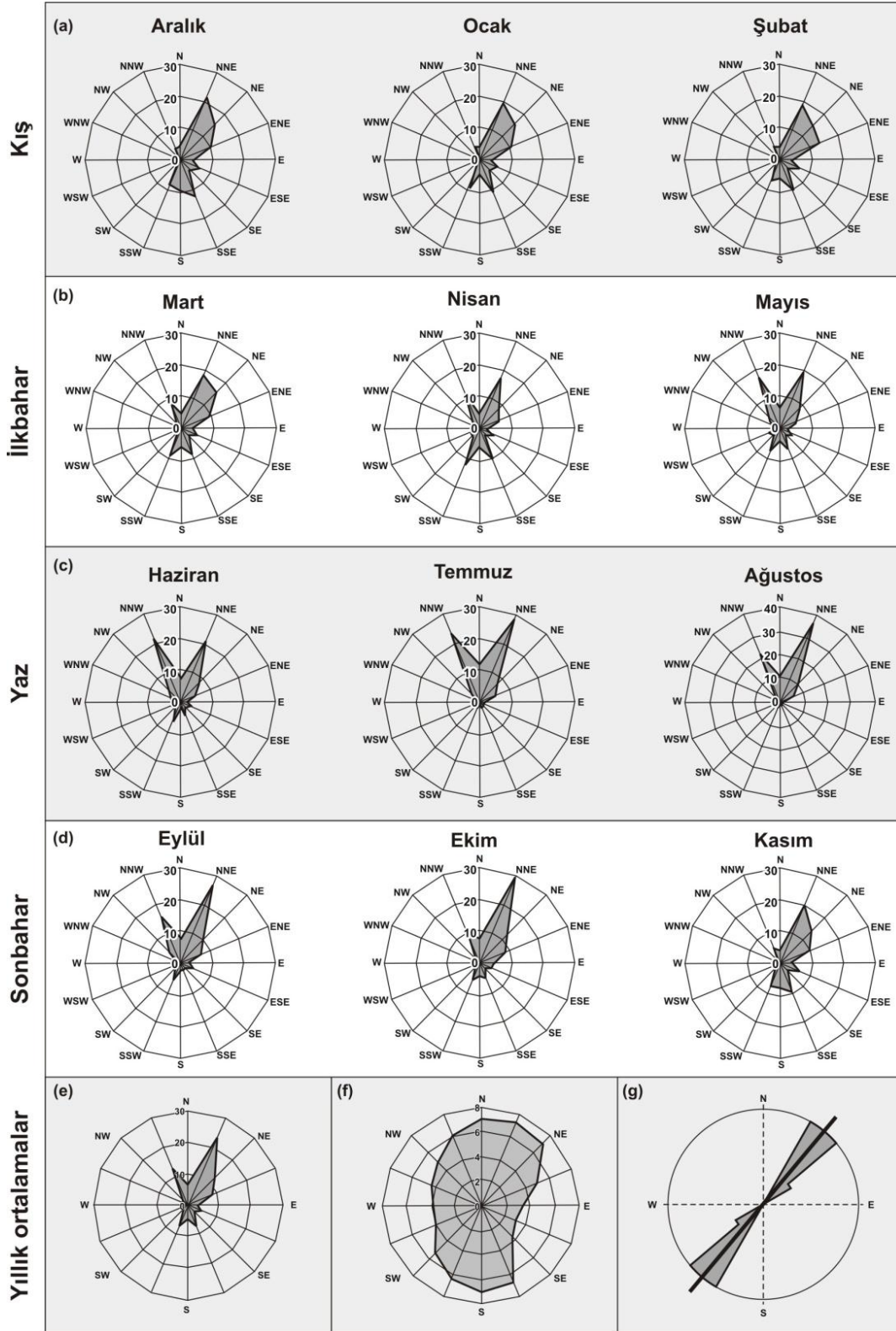


**Şekil 4.** Bozcaada Meteoroloji İstasyonu'na ait Thornthwaite su bilançosu (DPE: Düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon, AE: Aktüel evapotranspirasyon).

**Figure 4.** The Thornthwaite water balance based on data from Bozcaada Meteorology Station (DPE: corrected potential evapotranspiration, AE: Actually evapotranspiration).

Bozcaada istasyonunun rüzgâr yön özelliklerine göre, egemen rüzgâr yönü haziran dışındaki tüm aylarda ve yıllık ortalamada kuzey kuzeydoğuludur (Şekil 5). Tüm aylarda aylık ortalama yüzey rüzgâr hızları ortalama 4 m/s ve üzerinde, uzun süreli ortalama rüzgâr hızı ise, 5.3 m/s'dir.

Hemen hemen tüm aylarda hakim rüzgâr yönünün NNE olmasıyla birlikte NNW yönlü rüzgârlarında rüzgâr frekansında önemli bir oran tutması Bozcaada istasyonuna ait rüzgâr güllerinin bimodal rüzgâr yön dağılımına sahip olmasına yol açmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. (a-e) Bozcaada Meteoroloji İstasyonu'na ait aylık ve yıllık ortalama rüzgâr frekansları, (f) yıllık ortalama rüzgâr hızı (m/s), (g) kumul sırt ve oluklarının ortalama açıları

Figure 5. (a-e) Monthly and annually wind frequencies, (f) annually mean wind speed (m/s) based on data from Bozcaada Meteorology Station, and (g) mean azimuths of sand ridges and depressions.

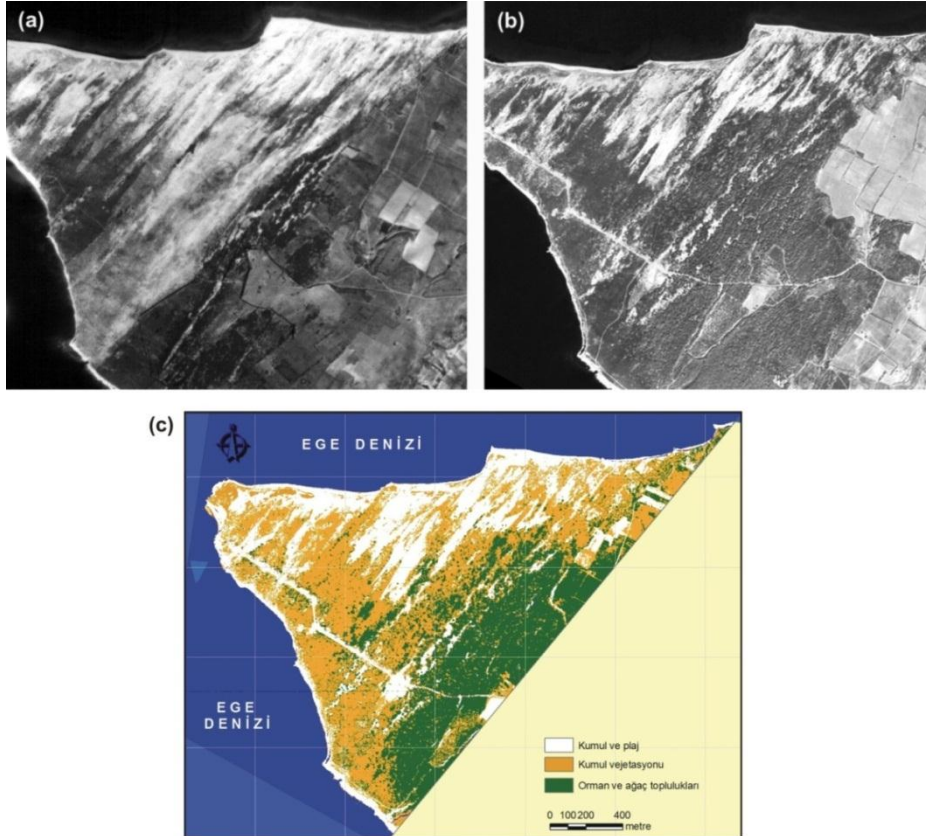
NNE yönlü rüzgârlar birçok ayda baskın konumda iken mayıs, haziran ve temmuz aylarında NNW ve NNE yönlü rüzgârların esme frekansı birbirlerine yakındır. Bununla birlikte sadece haziran ayında % 21,87'lik yüzde ile egemen rüzgâr kuzey kuzeybatılıdır (Bu dönemde NNE yönlü rüzgâr oranı % 21,47'dir). Kasım ayından nisan ayına kadar olan uzun dönemde kuzey sektörlü rüzgârlara ek olarak güney sektörlü rüzgârlarda (genel olarak SSW, S ve SSE) biraz etkili olur. Deflasyon devresi olarak nitelendirebileceğimiz yaz döneminde ise, güney yönlü rüzgârlar neredeyse tamamen ortadan kalkmakta ve kuzey sektörlü rüzgârlar egemen olmaktadır (Şekil 5).

Thornthwaite su bilançosuna göre Bozcaada'da yılın altı ayı su açığı bulunur ve bu su açığı yaz aylarında maksimuma çıkar. Bu durum yaz aylarında toprak içerisindeki nem miktarını minimuma indirerek kumulların rüzgâr ile kolay taşınabilir bir hale gelmesine yol açar. Egemen rüzgâr yönleri açısından kuzey kuzeydoğulu (NNE) egemen olduğu görülür. Özellikle su açığının maksimuma çıktığı yaz aylarında kuzey yönlü kuvvetli rüzgârların egemen olması kumul taşınımının ve kumul şekillerinin bu rüzgârlar tarafından şekillenmesine yol açar. Kumul sırt ve çukurların uzanım açılarından yapılan gül diyagramına göre kumul sırt ve çukurlarının uzanım doğrultuları ile egemen rüzgâr yönleri

arasında iyi bir ilişki olması bu durumu kanıtlamaktadır (Şekil 5e,g).

#### Kumul sahasında değişimler

1962 yılı hava fotoğrafının (Şekil 6a) 2008 yılı uydu görüntüsü (Şekil 6b) ile karşılaştırdığımızda kumul sahasının özellikle doğu-kuzeydoğu kesiminde rüzgâr erozyonunun daha etkili hale geldiği, güney ve güney batı kesiminin ise daha fazla bitki örtüsü ile kaplandığı görülür. 2,89 km<sup>2</sup>'lik alanı görüntüleyen 2008 yılı uydu görüntüsünün incelemesi sonucunda plaj ve kumul kumlarının 86,8 ha (0.87 km<sup>2</sup>), kumul vejetasyonu ile örtülen kumulların 92,2 ha (0.92 km<sup>2</sup>), kumul sahasının doğusundaki çam ormanı ve fundalıkların ise 110,2 ha (1,10 km<sup>2</sup>) alan kapladıkları tespit edilmiştir. Yine elde edilen verilere göre kumul sahasında doğu kesime doğru bitki kapallılığının arttığı görülür. Sahanın orta ve batı kesiminde ise serbest kumullar yaygın olup boyuna kumul sırtları arasında uzanan deflasyon çukurları önemli ölçüde rüzgâr erozyonuna uğrayan kesimler olarak önemli bir yer kaplar (Şekil 6c). Kumul bitkilerinin yıllararası alansal dağılımı açısından önemli hususlardan birisi alanın güney kesimindeki yoğun bitki kapallılığıdır (Şekil 6a,b). Bu durum alanın güney kesiminin kuzey kesime göre daha yüksekte yer olmasından ve böylece deniz tuzunun etkisine karşı nispeten daha korunaklı olmasından kaynaklanabilir.



**Şekil 6.** 1962 – 2008 yılları arasında kumul sahasındaki değişim. (a) 1962 yılı hava fotoğrafı, (b) 2008 yılı Quickbird uydu görüntüsü ve (c) Quickbird uydu görüntüsü üzerinden yapılan sınıflandırmanın sonucu.

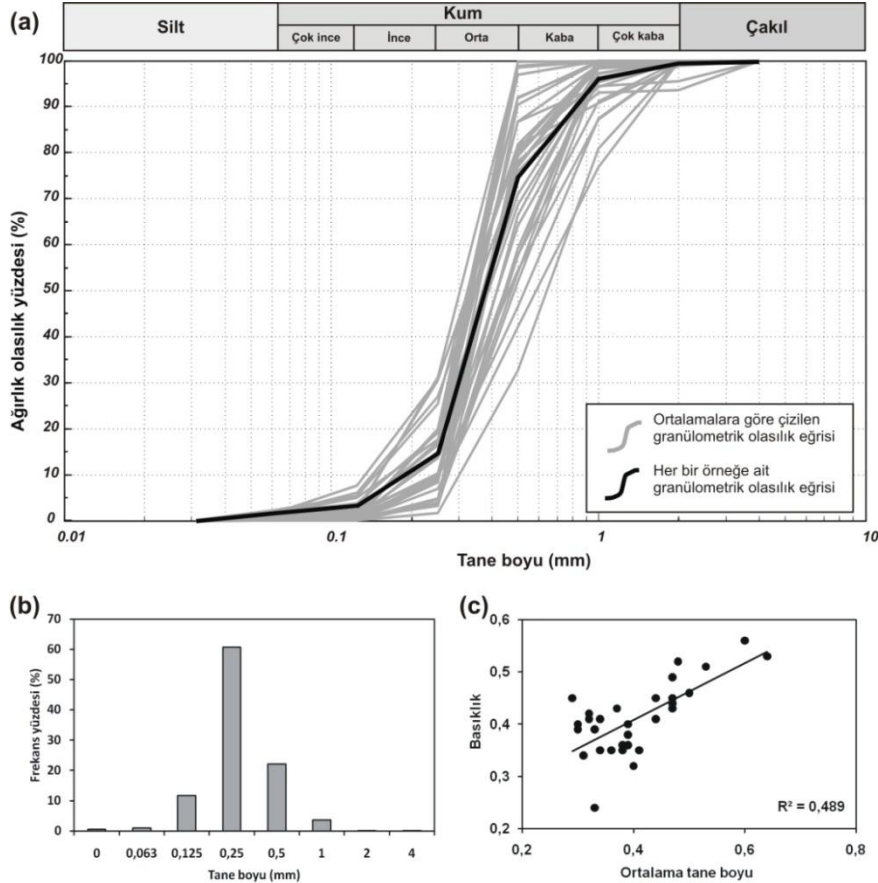
**Figure 6.** Change in the dune field between 1962 and 2008. (a) Aerial photograph taken in 1962 and (b) Quickbird satellite image of year 2008, and (c) land cover based on Quickbird satellite image.

## Granülometrik Analizler

Yapılan tane boyu dağılımları sonucunda hesaplanan istatistiksel değerlere göre Bozcaada kıyı kumulu alanından alınan tüm örneklerde boylanma katsayısı (standart sapma) değerleri yüksektir. Kümülatif frekans eğrilerinde frekans grupları arasındaki geçişlerin çok dik olması örneklerin standart sapma değerlerinin yüksek çıkmasına (1,30 ile 1,98) yani tüm örneklerin iyi boylanmış olmalarına yol açar (McLeish, 1986: 112; Şekil 7a). Örneklerin ortalama tane boyları 0.29 mm ile 0.64 mm arasında değişir (Şekil 7c) ve ortalama değerlere göre tane boyları 0,125 mm ile 0,5 mm arasında değişen kumullar örneğin %95'ini oluşturur (Şekil 7b). Wentworth (1922) sınıflandırmasına göre 29 örnek orta kum, 4 örnek kaba kum sınıfında yer alır. Ortalama tane boylarına göre alanda orta düzeyde enerji koşulları egemendir. Çarpıklık değerleri ise 0,84 ile 1,63 arasında değişir. Pye ve Tsoar (2009: 58)'a göre çarpıklık değerleri açısından 17 örnek simetriğe yakın, 10 örnek ince (negatif), 1 örnek çok ince ve 5 örnek kaba (pozitif) çarpıklık değerleri gösterir. 0,24 ile 0,56 arasında değişen basıklık değerlerine göre 26 örnek zayıf basık, ise 7 örnek ise normal basıklık değerleri gösterir (Şekil 7c). Bu değerlere göre ortalama tane boylarında orta kum sınıfında yer alan kumullar örneklerin simetriye yakın bir dağılım göstermelerine yol

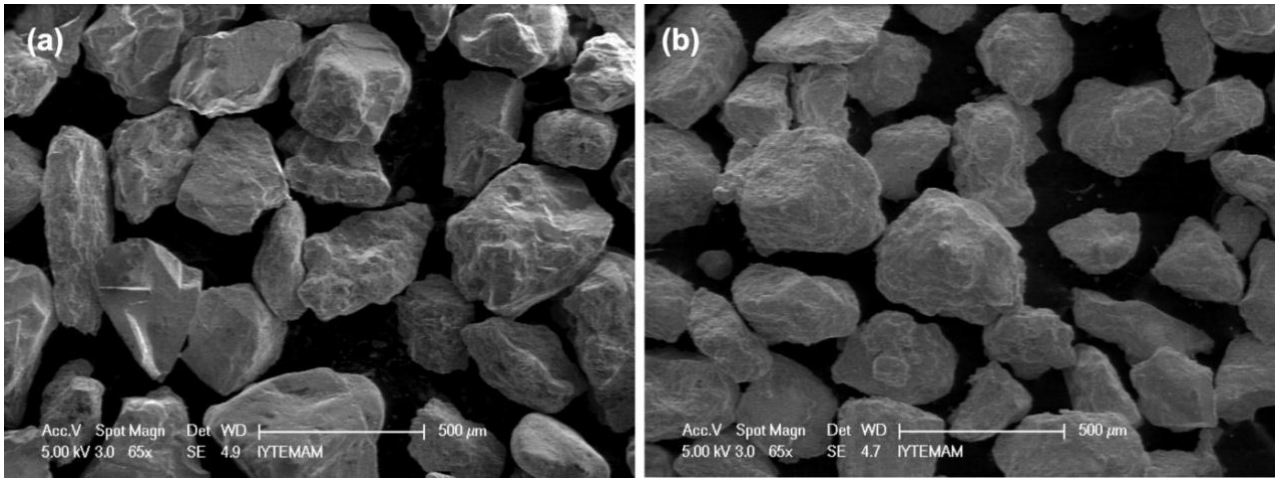
açar. Yüksek çıkan boylanma katsayısı değerleri ise, tane boyların dağılımında basıklık değerlerinin düşük çıkmasına neden olur. Böylece örneklerin çok büyük bir kısmı zayıf basık yani toplu bir dağılım gösterir.

İstatistiksel değerler arasındaki korelasyonlara baktığımızda ortalama tane boyu artarken basıklık değerlerin de arttığı görülür ve ortalama ile basıklık arasında 0,70 korelasyon katsayısı değeri ile 0.01 düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunur (Şekil 7c). Bu korelasyonun nedeni örneklerdeki orta kum boyutundaki taneler egemen olmasıdır. Çünkü örneklerdeki bu kumullar orta kum frekansının artmasını sağlayarak örneklerde baskın bir frekansın ortaya çıkmasına ve örneklerin zayıf basıklık göstermelerine yol açar. Örneklerin simetriye yakın bir dağılıma yaklaşmaları ise benzer şekilde orta kum sınıfında yer alan kumların frekanslarındaki artış ile ilgilidir. Böylece örneklerde orta kum frekansındaki artış ve çarpıklık değerleri açısından simetriğe yakın bir dağılım göstermeleri örneklerin zayıf basıklık göstermelerine neden olur. Taramalı elektron mikroskobu görüntülerine göre ön kumullardan alınan örnekler daha parlak ve köşeli, boyuna kumullar arasında bulunan depresyonlardan alınan örnekler ise, daha mat ve yuvarlak bir görünüme sahiptirler (Şekil 8).



**Şekil 7.** (a) Bozcaada kumullarının kümülatif olasılık eğrileri (Grafik üzerindeki sınıflar Wentworth (1922)'a göredir), (b) kumul aralıklarının frekans dağılımları, ve (c) kum örneklerine ait ortalama tane boyu ve basıklık arasındaki ilişki.

**Figure 7.** Cumulative probability curves of Bozcaada sand dunes. The classes above the graph are based on Wentworth (1922), (b) the frequency distribution of sand ranges, and (c) relationship between average grain size and kurtosis of sand samples.



**Şekil 8.** Batı Burnu kumul kumlarının elektron mikroskobu görüntüleri (a) Ön kumullarından alınan kumullar (b) boyuna kumul sırtları arasındaki tabanı nemli depresyonlardan alınan kumul kumullar.

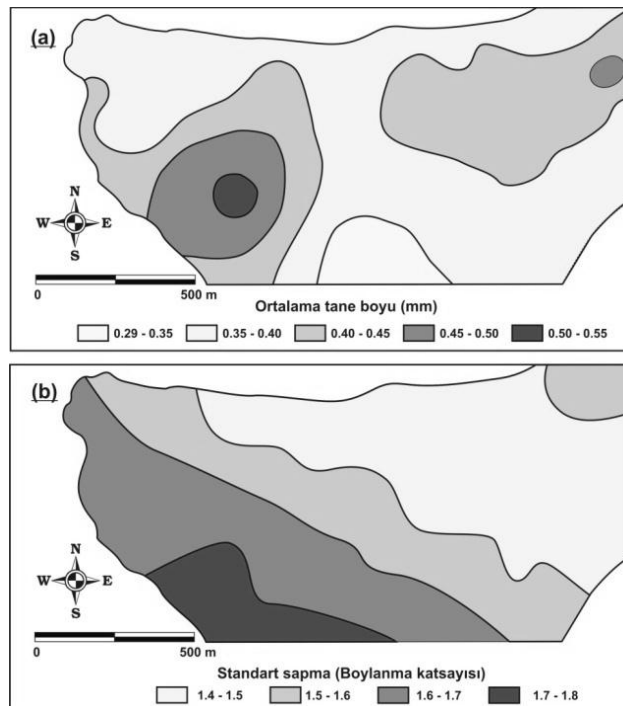
**Figure 8.** Elektron microscopy images of sand dunes of Batı Burnu (a) front sand dunes (b) wet depressions between the base of the longitudinal dune ridges.

### Kum Taşınım Dinamikleri

Tane boyu istatistiklerindeki alansal dağılış desenleri sediman taşınım yönünün tahmininde önemli bir göstergedir (McLaren ve Bowles, 1985: 457). Bozcaada'nın hakim rüzgâr yönünün en önemli etkisi ortalama tane boyu ve boylanma katsayısının alansal dağılışında görülür. Örneklerin tamamında çok iyi boylanmanın yanı sıra boylanma katsayısı kuzeydoğudan güneybatıya doğru artış gösterir. Ortalama tane boylarında da yine kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda bir değişim görülür. Kaba kumlar kumul alanının kuzeydoğusunda ve güneybatısında iki alanda toplanırken, en ince boyuttaki kumlar kumul alanının güneyinde, orta kum boyutunda kumların ise diğer alanlarda

dağılmış olduğu görülür. Bu sonuçlar kıyı ortamlarında kum taşınımı ile rüzgâr rejimi ve kumul kumlarının yüzey nemi koşulları arasında anlamlı bir bağıntı olduğunu gösterir.

Sonuçlara göre Bozcaada kumullarının taşınımı ve şekillenmesi yaz aylarında yaşanan su noksanlığı ve bu dönemde egemen olan kuzeyli rüzgârların etkisi altında gerçekleşir. Kuvvetli rüzgârlar ile daha iri kum taneleri alanın güneybatısına taşınmakta (Şekil 9a) böylece adanın güneybatı kesimine doğru ortalama tane boyu artmaktadır. Alanın güneybatısına doğru artan tane boyları ise frekans dağılımında iri tanelerin daha baskın olmasına ve böylece boylanma katsayılarının hakim rüzgâr yönüne paralel bir şekilde artmasına yol açar (şekil 9b).



**Şekil 9.** Kumul kumlarının (a) ortalama tane boyu ve (b) standart sapma değerlerinin alansal dağılış haritaları.

**Figure 9.** Spatial distribution maps of (a) average sand size and (b) standart deviation values of coastal dune sands.



## SONUÇLAR

Bozcaada'nın batısında kabaca üçgen şekilli kıyı kumulları adanın % 6'lık bir bölümünü kaplar. Kumul morfolojisi genel olarak fincan şekilli deflasyon çukurları kumul sırtları ve bunların arasındaki deflasyon olukları ile temsil edilir. Kıyı kumullarının taşınımı ve kumul morfolojisinin şekillenmesi tamamen iklim (özellikle rüzgâr) koşulları etkilidir. Bu nedenle kumul sırtları ve depresyonlarının uzanım doğrultuları ile rüzgâr frekansları arasında iyi bir uyum gözlenir. 1962-2008 yılları arasında kıyı kumul alanının güney ve güneybatı kesimlerinin bitki örtüsü ile kaplandığı ve 2008 yılı itibariyle kumul alanının önemli bir bölümünün kumul vejetasyonu ile kaplı bir konuma geldiği görülmüştür.

Thornthwaite su bilançosuna göre Bozcaada'da yaz aylarında şiddetlenmekle birlikte altı ay su açığının yaşanması yaz aylarında toprak içerisindeki nem miktarını minimuma indirerek kumulların rüzgâr ile kolay taşınabilir bir hale gelmesine yol açar. Egemen rüzgâr yönü haziran dışındaki tüm aylarda ve yıllık ortalamada kuzey kuzeydoğuludur.

## KAYNAKLAR

- BEKTAŞ BALÇIK, F. ve GÖKSEL, C. (2005). "Remote Sensing and GIS Integration for Land Cover Analysis, A Case Study: Bozcaada Island", *Water Science & Technology* 51 (11), 239–244.
- COWLES, H.C. (1899). "The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan", *Botanical Gazette* 27: 95-117, 167-202, 281-308, 361-391.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü: Bozcaada Meteoroloji istasyonunun ortalama bülteni (1975-2007).
- EMRE BULUT, G. ve TUZLACI, E. (2008). "Bozcaada'nın halk ilacı olarak kullanılan bitkileri", *Bozcaada Değerleri Sempozyumu-Bildiriler Kitabı*, 25-26 Ağustos 2008, Bozcaada, s: 165-172.
- ERGİNAL, A.E., (2008). "Coğrafya ve Jeoloji Laboratuvarı Bozcaada: Keşfedilmemiş Yerbilimsel Değerler", *Bozcaada Değerleri Sempozyumu-Bildiriler Kitabı*, 25-26 Ağustos 2008, Bozcaada, s: 173-181.
- ERGİNAL, A.E., KIYAK, N.G., ÖZTÜRK, B. (2010). "Investigation of beachrock using microanalyses and OSL dating: A case study from Bozcaada Island, Turkey", *Journal of Coastal Research* 26(2): 350-358.
- ERGUVANLI, K. (1955). "Etüde Geologique de l'île de Bozcaada", *Bull. Geol. Soc. France* (6), 5: 399-401
- HESP, P. (2002). "Foredunes and Blowouts: Initiation, Geomorphology and Dynamics", *Geomorphology* 48 (1-3): 245-268.
- KARABACAK, E., ERGİNAL, A.E., ÖZMEN, H. (2008). "Bozcaada-Batıburnu Kumulu Florası ve Kumul-Vejetasyon Haritalaması", *Bozcaada Değerleri*

Bununla birlikte NNW yönlü rüzgârlarında rüzgâr frekansında önemli bir oran tutması Bozcaada istasyonuna ait rüzgârgüllerinin bimodal rüzgâr yön dağılımına sahip olmasına yol açmıştır. Böylece deflasyon devresi olarak belirlenebileceğimiz su açığının maksimuma çıktığı kurak yaz aylarında kumulları bir arada tutan en önemli etken ortadan kalkar ve kumullar NNE yönlü rüzgârların etkisiyle taşınır. Bu taşınmaya bağlı olarak kumul sırtları ve bunlar arasındaki depresyonlar da NE-SW doğrultusunda bir uzanım göstermiştir. Yine bu rüzgârların etkisinde ortalama tane boyu ve boylanma katsayıları değerleri de NE-SW doğrultusunda bir dağılım gösterir ve her iki değer de kuzeydoğudan güneybatıya doğru bir artış görülmektedir.

## Katkı Belirtme

Uydu görüntüsü analizlerindeki yardımları için Y.Doç.Dr. Cengiz Akbulak'a teşekkür ederiz. Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Başkanlığı tarafından 2008/32 nolu proje kapsamında (Yürütücü: A.E. Erginal) desteklenmiştir.

- Sempozyumu-Bildiriler Kitabı, 25-26 Ağustos 2008, Bozcaada, s: 183-191.
- KIYAK, N.G. ve ERGİNAL, A.E. (2010). "Optical Stimulated Luminescence Dating Study of Eolianite on the Island of Bozcaada, Turkey: Preliminary Results", *Journal of Coastal Research* 26(4): 673-680.
- MARTÍNEZ, M.L., PSUTY, N.P., LUBKE, R.A. (2007). "A Perspective on Coastal Dunes", s:3-10 (eds) MARTÍNEZ, M. L. ve PSUTY, N. P. *Coastal Dunes*, Springer, 386 sayfa.
- McLEISH, A. (1986). *Geological Science*. 312 sayfa
- McLAREN, P. ve BOWLES, D. (1985). "The effects of sediment transport on grain-size distributions", *Journal of Sedimentary Research* 55, 4: 457-470.
- MORENO-CASASOLA, P. ve VÁZQUEZ, G. (1999). "The relationship between vegetation dynamics and water table in tropical dune slacks", *Journal of Vegetation Science* 10: 515-524.
- PSUTY, N.P. (2007). "The Coastal foredune: A morphological basis for regional coastal dune development", s:11-28 (eds) MARTÍNEZ, M. L. ve PSUTY, N. P. *Coastal Dunes*, Springer, 386 sayfa.
- PYE, K. ve TSOAR, H. (2009). *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Springer. 453 sayfa.
- TÜRKEŞ, M. (1996). "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", *International Journal of Climatology* 16: 1057-1076.
- TÜRKEŞ, M. (1998). "Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall

variations in Turkey", International Journal of Climatology 18: 649-680.	ve akım dizilerinde gözlenen değişimler ve eğilimler", Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi 8: 1580-1600.
TÜRKEŞ, M. ve ACAR DENİZ, Z. (2011). "Güney Marmara Bölümü'nün (Kuzey Batı Anadolu) klimatolojisi ile yağış	WENTWORTH, C.K. (1922). "A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments", Journal of Geology 30: 377-392.

#### Yazarlar hakkında

##### Arş. Gör.

**Muhammed Zeynel ÖZTÜRK**  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
ÇANAKKALE

Kıyı jeomorfolojisi konusunda çalışmaktadır. Doktora çalışmasında yalıtışları, fosil kumullar ve denizel taraçalar üzerinde yoğunlaşmaktadır.

##### Doç. Dr.

**Ahmet Evren ERGİNAL**  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
ÇANAKKALE

Geç Kuaterner-Holosen kıyı dinamikleri ve deniz seviyesi değişimleri üzerinde çalışmaktadır.

##### Yrd. Doç. Dr.

**Beyhan ÖZTÜRK**  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi  
Coğrafya Bölümü  
ÇANAKKALE

Kıyı jeomorfolojisi ve ayrıca ayrışma ve kütle hareketleri konularında çalışmaktadır.