

RÜZGAR VE RÜZGAR OLAYLARIMücahit KARAOĞLU¹¹*Iğdır Üniversitesi, Iğdır Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü*

Geliş tarihi: 27.12.2018 Kabul tarihi: 29.12.2018

ÖZET

Çok önceden bilinen, sürekli geliştirilen ve fosil yakıtlarla rekabet edebilen rüzgar enerjisi temiz ve emisyonuz bir enerji çeşididir. Emisyonu olmadığı için doğrudan sera gazları oluşturmaz ve küresel ısınmaya doğrudan katkı yapmaz. Enerji maliyeti yoktur ve işletme masrafları düşüktür. Başka ülkelere bağımlılığı olmayan ve belli bölgelerde oldukça verimli olan bir enerji türüdür. Rüzgar enerjisinin bu olumlu özellikleri bu enerjiye olan ilgiyi giderek artırmaktadır. Özellikle elektrik enerjisi üretimi son dönemlerde ön plana çıkmıştır. Rüzgar enerjisinin diğer bir yönü onun aşındırıcı ve taşıyıcı ve çevreyi değiştirici etkisidir. Rüzgar erozyonu üzerine yapılan çalışmalar rüzgar enerjisinin bu olumsuz yönü ile ilgilidir. Rüzgar enerjisi engellenemeyeceği için, aşındırıcı ve taşıyıcı etkileri, toprak yüzeyinde yapılacak koruma önlemleri ile azaltılabilir veya durdurulabilir. Bu çalışmada rüzgar enerjisi, özellikleri ve rüzgar olayları içerisinde yer alan rüzgar erozyonu ve etkileri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Rüzgar enerjisi, rüzgar erozyonu, rüzgar erozyonu etkileri.

WIND AND AEOLIAN PROCESSES**ABSTRACT**

Well-known from ancient times, continuously developed, and competitive with fossil fuels, wind energy is a clean and emission-free energy type. It does not create direct greenhouse gases because of lack of emission and does not directly contribute to global warming. There is no energy cost and low operating costs. It is a kind of energy which is not dependent on other countries and is very efficient in certain regions. These positive characteristics of wind energy are increasing the interest in this energy. Especially electrical energy production has come to the forefront in recent years. Another aspect of wind energy is its abrasive, and conveyor, and environment-changing effect. Studies on wind erosion are related to this negative aspect of wind energy. Since the wind energy cannot be prevented, the abrasive and conveyor effects can be reduced or stopped by the protective measures to be made on soil surface. In this study, wind energy, its features, and wind erosion in aeolian processes, and effects of wind erosion were investigated.

Key words: Wind energy, wind erosion, effects of wind erosion.

1. RÜZGAR

Yatay yönde yer değiştiren hava kütlesi hareketine rüzgâr denir. Rüzgârın oluşabilmesi için, iki ayrı merkezde basınç farkı olması gerekir. Hava akımları daima yüksek basınçtan alçak basınca doğrudur. Yeryüzünde yan yana bulunan iki bölgeden bir tanesinde hava sıcaklığı artarsa, hava kütlesi genişler ve yükselir. Bu durumda bir alçak basınç alanı oluşur. Sıcaklığı daha az olan bölgede ise hava soğuyarak sıkışır ve yoğunlaşarak aşağı doğru çöker. Bu durumda ise bir yüksek basınç alanı oluşur. Yüksek basınç bölgesinde sıkışan bu hava alçak basınç bölgesine doğru akmaya başlar ve rüzgâr meydana gelir. Rüzgârdan bahsedildiği zaman akla; *yönü*, *hızı* ve *esme sayısı* gelmektedir (Karaoğlu, 2013).

2. RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar enerjisi, atmosferdeki sıcaklık (ve dolayısıyla basınç) farklarından kaynaklanan hareketli havadan gelen enerjidir. Güneşten gelen ışınım havayı ısıtır ve ısınan hava yükselir. Tersine, sıcaklıkların düştüğü yerde bir alçak basınç bölgesi oluşur. Rüzgarlar (yani hava akımları) farklılıkları dengelemeye çalışır. Sonuç olarak, rüzgar enerjisi, hareketli havanın kinetik enerjisine dönüştürülen güneş enerjisidir. Güneş dünyaya saatte 10^{18} Watt enerji göndermektedir. Bunun %1-2 kadarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir (AWEA, 2018).

50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki bölgede, dünya rüzgar enerji potansiyelinin yılda 9000 TWh'lık kısmının kullanılabilir olduğu hesaplanmaktadır. Dünya toplam karasal alanının %27 kadarının yıllık ortalama 5.1 m sn^{-1} değerinden daha yüksek rüzgar hızlarının etkisi altında olduğu belirtilmiştir (WE, 2018).

Rüzgar enerjisinden yararlanmak için, rüzgar gücünün en ideal seviyede estiği bölgelerde rüzgar türbinleri kurmak gerekir. İdeal rüzgar hızı, rüzgarın yerden 10 ve 50 metre yükseklikte ve en az 4 m sn^{-1} hızla esmesi demektir. Ekonomik Rüzgar Enerji Santral yatırımı için 7 m sn^{-1} veya üzerinde rüzgar hızı gerekmektedir (Burton et al., 2001).

Rüzgar Enerjisi Dönüştürücüler (WEC) veya kısaca Rüzgar Türbinleri hava akımını çekerek dönme hareketine dönüştürürler ve geleneksel bir jeneratör ile elektrik enerjisi üretirler. Rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi, rüzgarın kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Rüzgar enerjisi yüzyıllarca su çekmek ve öğütmek için kullanılmıştır. Elektrik üretimi için rüzgar enerjisinin kullanımı 1980'li yıllarda gerçekleşmiştir.

3. RÜZGAR KESMESİ

Rüzgar hız ve/veya yönünde meydana gelen ani bir değişikliğe rüzgar kesmesi (wind shear) adı verilir. Çok dar bir ani hız değişim bölgesi, kesme hattı olarak bilinir. Rüzgar kesmesi hem yere seviyelerde hem de yüksek seviyelerde esen kuvvetli rüzgarların (jet stream) içinde gözlemlenir. Yüksek seviyedeki rüzgar kesmesi açık hava burgacı (türbülans) ile ilgili olabilir. Rüzgar kesmesi dikey, yatay veya her iki şekli karışımı şeklinde olabilir.

Dikey rüzgar kesmesi (vertical wind shear), yatay rüzgar yön veya hızının yükseklikle değişimi olarak ifade edilir. Bu durum, iki veya daha fazla anemometrenin bir direk üzerine yerleştirilmesiyle sağlanır. Düşey rüzgar kesmesinin sebep olduğu hava burgacı, düşey ve yatay momentum taşınımı, sıcaklık ve su buharı ile ilgilidir.

Yatay rüzgar kesmesi (horizontal wind shear), yatay rüzgar yönünün ve/veya hızının yatay uzaklıkla değişimi olarak açıklanır. Bu durum, aynı yükseklikte iki veya daha fazla anemometrenin aynı hat üzerinde yerleştirilmesiyle elde edilir (FAA, 2008).

4. RÜZGAR OLAYLARI

Eolian veya **æolian** olarak da yazılan ve kullanılan **Aeolian** süreçleri, başka bir deyişle rüzgarla meydana gelen olaylar jeoloji ve atmosfer ilişkisinde rüzgâr etkisi ve özellikle de rüzgârın dünya yüzeyini (veya diğer gezegenleri) şekillendirme gücü ile ilgilidir. Rüzgarlar aşındırabilir, taşıyabilir ve biriktirebilir ve seyrek bitki örtüsü, toprak nemi eksikliği ve büyük miktarda sabitlenmemiş tortu kaynağı olan bölgelerde etkisi çok daha fazladır (NGAG, 2005). Su, rüzgardan çok daha güçlü bir aşındırma kuvveti olmasına rağmen, çölleşme gibi kurak ortamlarda aeolian süreçler daha önemlidir.

4.1. Rüzgar Erozyonu

Rüzgar, yer yüzeyini taşınma (gevşek, ince tanecikli parçacıkların rüzgarın türbülanslı hareketi ile yer değiştirmesi) ve aşındırma (rüzgar kaynaklı parçacıkların öğütme hareketi ve kum püskürtmesiyle yüzeylerin aşınması) ile erozyon oluşturur.

Rüzgar erozyonu süresince meydana gelen kum püskürtmesi veya kumlama, rüzgar gücüyle taşınan toprak parçacıklarının yüzeylere çarpmasıdır. Bu olaylar sonunda yeryüzü şekillerinde aşınma olayları ve değişiklikler meydana gelir.

Kurak bölge rüzgarları, nemli bölgelerdeki rüzgarlardan daha fazla aşındırma gücüne sahiptir. Nemli bölgelerde, su ve bitki örtüsü toprak parçacıklarını birbirine bağlar. Bu toprakların rüzgar gücü ile aşındırılması ve taşınması daha zordur. Kurak bölgelerde, küçük toprak parçacıkları rüzgar gücü ile kolaylıkla kaldırılır ve taşınır (Zobeck and Van Pelt, 2014).

Rüzgar erozyonunun etkilerini görmek için dünyadaki en iyi yerlerden biri Antarktika'dır. Bu kıtanın pek çok yerinde, rüzgarlar her zaman çok aktiftir. Kayalar bu olaylarla karşı karşıyadır ve kuvvetli hakim rüzgarların püskürttüğü kumlarla derinden aşınmışlardır. Yoğun rüzgar erozyon olaylarını görmek için diğer uygun yerler Gobi ve Büyük Sahra gibi dünyanın devasa çölleri. Bu kumlu çöllerde, rüzgarlar sürekli olarak kum parçacıklarını değiştirir, değişen kum tepeleri oluşturur ve mevcut herhangi bir ana kayaya derinden kesme uygular (NGAG, 2005).

4.2. Rüzgar Erozyonunu Etkileyen Faktörler

Rüzgarın yüzeyi aşındırma kabiliyeti hava yoğunluğu ve rüzgar hızı olmak üzere iki faktör tarafından belirlenir. Rüzgarın aşındırma kuvveti ile ilgili eşitlik aşağıda verilmiştir:

$$E = V^3 \rho$$

Burada, V = rüzgar hızı ve ρ = hava yoğunluğudur. Yoğunluğun rüzgarın gücü üzerinde nispeten az etkisi vardır. Rüzgârın aşındırıcı kuvveti temel olarak hızı ile ilgilidir. Rüzgar hızının önemi hızın üçüncü kuvvetiyle değişen aşındırıcı güce sahip olmasıdır. Örneğin, rüzgar hızının iki katına çıkması aşındırma gücünü sekiz kat artırır, hız üç kat arttığı zaman aşındırma gücü 27 kat artar.

Yüzey pürüzlülük uzunluğu (z_o), bir toprak kütleindeki nesnelere arasında büyüklük ve uzaklığı esas alan bir etkidir ve rüzgar hızı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Otlar, çalılar ve ağaçlar rüzgarın aşındırma gücünü azaltmak için rüzgar üzerinde bir direnç uygular. Farklı yüzeyler için pürüzlülük uzunluğu Çizelge 1 de verilmiştir.

Yüzey materyallerinin yapışkanlığı, yüzeyin erozyona karşı direncini etkiler. Kil parçacıkları kum taneciklerine göre daha büyük bir yapışkanlık derecesi gösterirler. Kilce zengin topraklar, daha az yapışkan materyallere göre, rüzgar erozyonuna daha fazla direnç gösterirler. Böylece, killer ayrışma için beklenenden daha yüksek bir eşik hız değeri gerektirirler. Yapışkanlık bir çimento yapıcı ile de sağlanabilir. Çöl bölgelerinde parçacıklar arasındaki boşluklar içinde yaygın olan $CaCO_3$ ve diğer tuzlar sertleşir ve parçacıkları birbirine bağlar (FAO, 2018).

Çizelge 1. Farklı yüzeyler için pürüzlülük uzunlukları (Wieringa, 1998)

No	Sınıf Adı	Yüzey tipi	z_0 (m)
1	Deniz	Açık su yüzeyi, gelgit düzlüğü, fetch > 3km	0.0002
2	Düz	Özelliksiz arazi, buz	0.005
3	Açık	Düz arazi (bitki örtüsü zayıf), uçak pisti	0.03
4	Kabaca açık	İşlenmiş arazi, az ürün, $H \rightarrow 20 H$ (en az)	0.10
5	Pürüzlü	Açık peyzaj, dağınık koruma kuşakları, $H \rightarrow 15 H$	0.25
6	Çok pürüzlü	Çalılık, genç yoğun orman $H \rightarrow 10 H$	0.5
7	Kapalı	Boşluklar H kadar, gelişmiş orman, alçak yapılar	1.0
8	Düzensiz	Düzensiz dağılım, şehir merkezi, geniş orman	> 2

4.3. Taşınma

Rüzgar, kumullar ve benzeri aşınmış yüzeyler üzerindeki parçacıkları kolaylıkla yerden kaldırır. Bu olay tıpkı suyun akışı gibidir ve rüzgar aşınmış parçacıkları yatak yükü (bed load) ve asılı yük (suspended load) olarak taşır. Rüzgar olaylarında, yatak yükü çoğunun sıçrama hareketi yaptığı kum büyüklüğündeki parçacıklardan, asılı yük ise silt ve kil materyallerinin çok küçük parçacıklarından oluşur.

Toprak parçacıkları, rüzgarla havada asılı olarak, sıçrayarak (sekerek veya zıplayarak) ve yer yüzeyinde sürüklenerek (yuvarlanarak veya kayarak) taşınırlar. Küçük parçacıklar atmosferde asılı halde tutulabilirler. Atmosferin üst seviyelerindeki akımlar asılı parçacıkların ağırlığını tartar ve bu parçacıkları çevredeki havada asılı olarak tutarlar. Yer yüzeyine yakın rüzgarlar çapı 0.2 mm den daha küçük parçacıkları havada asılı hale getirirler ve **toz** veya **pus** olarak yayarlar.

Sıçrama, parçacıkların bir dizi atlama veya sekmeleriyle ortaya çıkan rüzgar altı hareketidir. Normal olarak sıçrama, kum büyüklüğündeki parçacıkları yerden 1 cm den daha yukarı kaldırmaz ve bu parçacıklar rüzgar hızının yarısı veya üçte biri kadar ileri hareket yapar. Sıçrayan bir parçacık diğerlerine çarpabilir ve bu şekilde sıçrama rüzgarla birlikte devam eder. Parçacık, zıplamak için çok ağır olan daha büyük parçacıklara da çarpabilir, ancak bu parçacıklar diğer sıçrayanlar çarptıkça yavaş bir şekilde ileriye doğru sürüklenirler. Yüzey sürüklenmesi, bir çöldeki parçacık hareketinin %25 kadarını oluşturur (NRSC-USDA, 2018).

Rüzgarla oluşan bulanıklık akımları, **toz fırtınaları** olarak daha iyi bilinir. Çöller üzerindeki hava, yağış geçişi olduğu zaman önemli derecede soğutulur. Bu daha soğuk ve daha yoğun hava çöl yüzeyine doğru çöker. Yere ulaştığı zaman, ileriye doğru saptırılır ve yüzey birikintilerini kendi hava burgacı içerisinde yukarı doğru toz fırtınası olarak süpürür. Toz fırtınaları bitkiler, insanlar, yerleşim yerleri ve hatta muhtemelen iklimleri bile etkileyebilir. Bazı toz fırtınaları kıtalararasıdır, bazıları dünyayı çevreleyebilir ve bazen gezegenlerin tamamını içine alabilirler.

Yoğun ve sürekli erozyon yaşanan bölgelere **taşınma (deflation)** bölgeleri denir. Aeolian taşınma bölgelerinin çoğu, rüzgar ve su ince parçacıkları taşıdıktan sonra kalan kaya parçalarının tabaka benzeri yüzeyinin **çöl kaldırımına (desert pavement veya desert lag)** dönüşmesiyle oluşur. Dünya'nın çöl yüzeylerinin neredeyse yarısı taşlık taşınma bölgeleridir. Çöl kaldırımındaki kaya örtüsü, altındaki malzemeyi taşınmadan korur (Şekil 1).

Çöl cilası veya kaya cilası olarak adlandırılan koyu, parlak bir leke, yüzeyde uzun süre açıkta kalmış bazı çöl kayalarının yüzeylerinde çokca bulunur. Manganez, demir oksitler, hidroksit ve kil mineralleri en çok cilayı oluşturur ve parlaklığı sağlar (Dorn and Oberlander, 1982).



Şekil 1. Çöl kaldırımı

4.4. Birikme

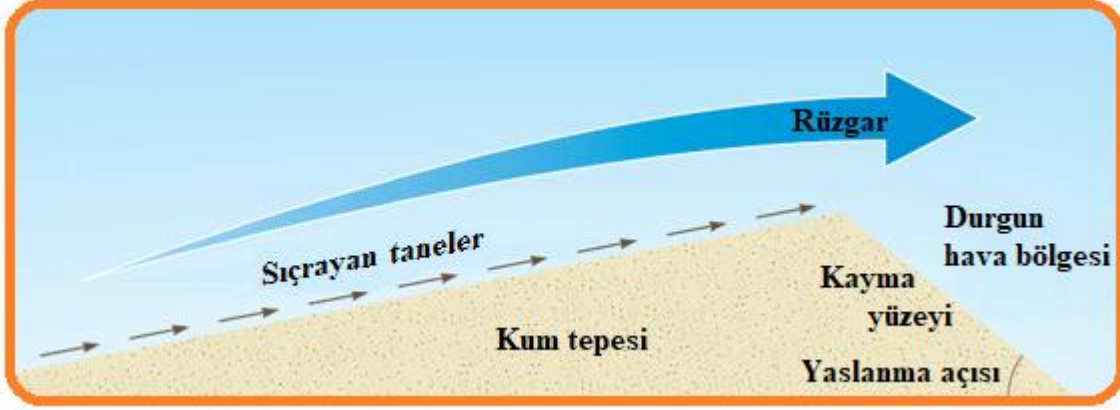
Aeolian birikme olayları üç şekilde meydana gelir. Bunlar, kum tabakaları, kumdalgaları ve kum tepeleridir. Kum tabakaları düzdür, sıçrama için çok büyük olabilen taneler tarafından düzleştirilmiş kumun hafif dalgalı kumlu parselleridir. Rüzgarla birikme yüzeylerinin yaklaşık %40 kadarını oluştururlar (Lanchester, 2014).



Şekil 2. Aeolian birikme olayları, a) kum tabakaları; b) kum dalgaları; c) kum tepeleri

Kum yüzeyi üzerinde esen rüzgar, yüzeyi tepelere ve uzun eksenleri rüzgar yönüne dik olan oluklara doğru dalgalandırır. Sıçrama süresince zıplamaların ortalama uzunluğu, dalga uzunluğuna veya yakın tepeler arasındaki uzaklığa veya dalgaların uzaklığına karşılık gelir. Dalgalar içinde, en kaba materyaller ters derecelenmeye sebep olarak tepelerde toplanır. Bu durum, küçük dalgaları, en kaba materyallerin oluklar içinde yer aldığı kum tepelerinden ayırır. Bu aynı zamanda su serpme dalgaları ve aeolian dalgaları arasında ayırt edici bir özelliktir.

Kum birikintileri, tepeciklere ve sırtlara dönüşür, kayma yüzeyi yaklaşık 30 cm yüksekliğe ulaştığında kumul olurlar. Kum parçacıkları, sıçrama ve sürüklenme ile hafif rüzgar üstü eğiminde yukarı doğru hareket ettikçe kumullar büyür (Şekil 3).



Şekil 3. Bir kum tepesinin tipik yapısı

Kumullar hilal (crescent) veya barkan (barchan = hareketli kumul) ve doğrusal (linear) veya kılıç (seif = sword) şeklinde gruplandırılır. Barkan kumulların yıldız (star) ve U-şekil tipleri vardır. Doğrusal kumulların ise seif, transverse ve draa (arm = kol) tipleri vardır (Atalay, 2004).

Barkan: Bir barkan veya hilal kumul, bitkilerin bulunmadığı kuru bölgelerde bireysel birimler şeklinde yaygın olarak oluşur. Uzun uçlar veya boynuzlar, rüzgar altı yönündedir. Barkanların, kumlu olmayan bir çakıl ya da killi yüzey boyunca, yılda 30-40 metreye kadar hareket ettiği belirlenmiştir. Simetrik barkan kumulları, rüzgarların sabit bir yöne estiğini gösterir (Şekil 4).

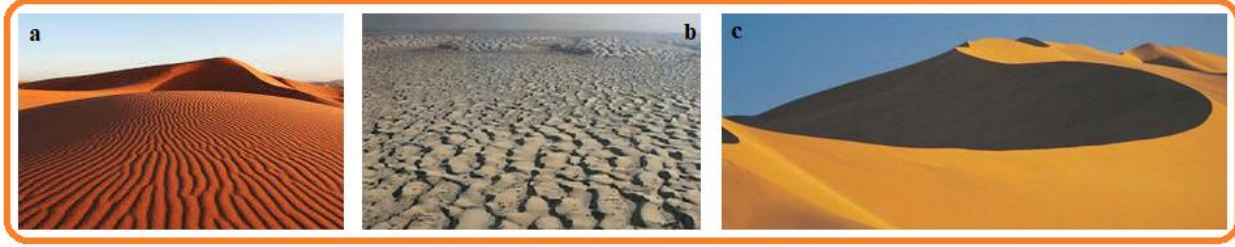


Şekil 4. Barkanlar

Doğrusal: Bu tip kumullar barkanlara göre daha düz sırtlar halindedir. Uzunlukları 160 km ye kadar uzanabilir. Sırtlar uzun ve yılan şeklindedir. Bu kumullar paralel setler halinde oluşur ve diğer kum, çakıl kayalık hatlarla birbirinden ayrılır (Şekil 5a).

Çapraz: Enine (transverse) kumullar, çok inceden orta kuma kadar iyi dizilmiş gevşek birikimler olarak, hakim rüzgara dik bir şekilde oluşur. Bu kumullar hafif bir yükselme açısına ve ($< 15^\circ$) ve dik bir kayma yüzeyine (32°) sahiptir (Şekil 5b).

U-şekilli: Bu tip kumulları barkanlarla karıştırmamak gerekir. Bunların tepe noktaları yukarı doğrudur ve arkasında takip eden uzun kolları vardır ve bitkiler tarafından sağlamlaştırılmıştır. Bilinen en uzun U-şekilli kumulun kolu 12 km uzunluktadır (Şekil 5c).



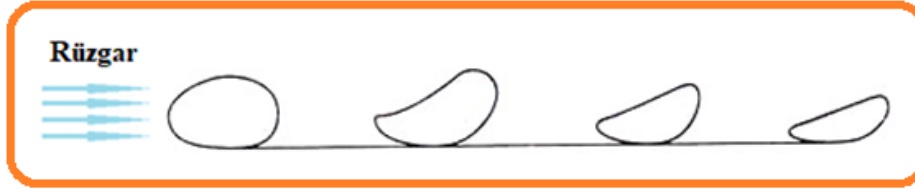
Şekil 5. Kumul tipleri, a) doğrusal; b) çapraz; c) U-şekilli

Lösler: Köşeli kuvars taneleri, feldispat, mikalar ve kalsitten oluşan silt ve kil boyutundaki rüzgar çökelleri lös olarak ifade edilir. Günümüzde lös çökelleri yeryüzünün yaklaşık olarak %10'unu ve ABD'nin %30'unu kaplarlar. Belçika'dan doğuda Ukrayna'ya kadar uzanan Kuzey Avrupa Düzlüğü, Orta Asya ve Arjantin bulunduğu önemli yerlerdir. Lös kökenli topraklar dünyanın en verimli toprakları arasındadır.

4.5. Rüzgar Erozyonunda 6 Temel Jeolojik Özellik

4.5.1. Ventifacts

Rüzgarla taşınamayacak kadar ağır olan gevşek kaya parçaları, rüzgâr etkisiyle püskürtülen kum parçacıkları tarafından aşındırılır. Bir süre sonra kaya parçaları, esen rüzgâra bakan tarafta düz bir yüz geliştirir. Bu pürüzsüzleştirilmiş ve düzleştirilmiş kaya parçalarına ventifacts (Şekil 6) denir (Knight, 2008).



Şekil 6. Ventifact oluşumu

4.5.2. Kaya Kaideleri (rock pedestals)

Genellikle yatay kaya tabakalarının mantar şekilli oluşumlarıdır (Şekil 7). Hızlı hareket eden rüzgârla püskürtülen kum bunların temelini aşındırır. Rüzgarlar, kum tanelerini belli bir yükseklikten daha yukarıya kaldıramadığı için bu şekiller ortaya çıkar (Laity, 2014).



Şekil 7. Kaya kaideleri (rock pedestal)

4.5.3. Zeugen

Bu oluşumlar yaklaşık 3-30 m yükseklikteki sert kayanın birbirine paralel düz tepeleridir (Şekil 8). Bu oluşumlar, püskürtülen kumun yatay sert kaya içindeki birleşme yerlerini genişlettiği zaman ayakta kalırlar ve alttaki daha yumuşak kaya kemirilerek ortaya çıkarlar (Bharatdwaj, 2006).



Şekil 8. Zeugen ve oluşumu

4.5.4. Yardangs

Bunlar, yaklaşık 15 m yüksekliğinde sert kayaların paralel sırtlarıdır (Şekil 9). Değişken sert ve yumuşak tabakaların alt üst olduğu yerlerde oluşturulurlar. Rüzgarla püskürtülen kumlar yumuşak kayayı aşındırır, sert kayalar ayakta kalır (Li et al., 2016).



Şekil 9. Yardang ve oluşumu

4.5.5. Hamada veya kaya kaldırımı (rocky pavement)

Bu oluşum (Şekil 10) rüzgâr etkisiyle düzleştirilmiş, kayalık çöl yüzeyidir (Perego et al., 2011).



Şekil 10. Hamada veya kaya kaldırımı

4.5.6. Taşınma çukurları (deflation hollows):

Taşınma çukurları olarak adlandırılan taşınma havzaları, çöl yüzeyinde rüzgar hareketinin sebep olduğu taşınma sonucu yıpranmış veya oyulmuş çukurlardır (Şekil 11). Taşınma çukurları genellikle küçüktür, fakat çapı birkaç kilometreye kadar olabilir. Kum tepelerinde *blowout* olarak adlandırılır (Lancaster, 1986).



Şekil 11. Taşınma çukuru (deflation hollow)

5. SONUÇLAR

Rüzgar enerjisinin bir sonucu olan aeolian olaylar yeryüzünde sürekli mevcuttur. Aeolian olaylar devam ettiği sürece, rüzgar erozyonu ve rüzgar erozyonu safhaları olan aşınma, taşınma ve birikme olayları da devam edecektir. Burada yapılabilecek en önemli çalışma rüzgar erozyon etkisini en aza indirmek olacaktır. Dünya üzerindeki kum ve toz kaynaklarının iyi bilinmesi, izlenmesi ve imkanlar ölçüsünde kontrol altında tutulması en başta gelen koruma önlemleridir. Bitki örtüsünün sürdürülmesi ve örtü yüzdesinin artırılması hem ekosistemin gelişmesine hem de rüzgarın tahrip edici etkisini azaltmaya katkı sağlar. Bir bitkiye zarar vermek aslında kendimize ve çevremize ve geleceğimize zarar vermektir.

KAYNAKLAR

Atalay, İ., 2004. Açıklamalı Türkçe-İngilizce Doğa Bilimleri Sözlüğü, Coğrafya-Ekoloji-Ekosistem. META Basım Matbaacılık Hizmetleri, 544 sayfa. Bornova, İzmir.

AWEA, 2018. American Wind Energy Association. Erişim tarihi: 26.12.2018. <https://www.awea.org>

Bharatdwaj, K., 2006. Physical Geography: Hydrosphere. Published by Discovery Publishing House, ISBN: 81-8356-167-5, p. 365.

Burton, T., D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanly, 2001. Wind energy handbook. John Wiley&Sons, Inc. P. 780.

Dorn, R.I., T.M. Oberlander, 1982. "Rock Varnish." Progress In Physical Geography, 6, 317-367.

- FAA, 2008. Wind shear. Federal Aviation Administration, FAA-P-8740-40, AFS-8.
- FAO, 2018. Wind erosion control. Erişim tarihi: 25.12.2018.
<http://www.fao.org/docrep/T1765E/t1765e0t.htm>
- Karaoğlu, M., 2013. Meteoroloji, Klimatoloji, Zirai Meteoroloji. Nobel Akademik Yayıncılık. Yayın No: 700. ISBN: 978-605-133-601-5. 1. Basım. 290 sayfa.
- Knight, J., 2008. The environmental significance of ventifacts: A critical review. *Earth-Science Reviews*, 86, 89-105.
- Laity, J., 2014. Pedestal Rock. In: *Encyclopedia of Planetary Landforms*. Springer, New York, NY.
- Lancaster, N., 1986. Dynamics of deflation hollows in the elands bay area, cape province, South Africa. *Catena*, 13(1-2), 139-153.
- Li, J., Z. Dong, G. Qian, Z. Zhang, W. Luo, J. Lub, M. Wang, 2016. Yardangs in the Qaidam Basin, northwestern China: Distribution and morphology. *Aeolian Research*, 20, 89-99.
- NGAG, 2005. National Geographic Almanac of Geography, page 166, ISBN 0-7922-3877-X.
- Perego, A., A. Zerboni, M. Cremaschi, 2011. Geomorphological map of the Messak Settafet and Mellet (Central Sahara, SW Libya). *Journal of Maps*, 7(1), 464-475.
- USDA, 2018. Wind Erosion: Problem, Processes, and Control. Written by John Tatarko. Erişim tarihi: 26.12.2018.
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_019407.pdf
- WE, 2018. Wind Europe. Erişim tarihi: 26.12.2018.
<https://www.windeurope.org>
- Lancaster, N., 2014. Aeolian Processes. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 1-17, doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09126-0. © 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.
- Wieringa, J., 1998. How far can agrometeorological station observations be considered representative? Preprint to 23rd Amer. Meteor. Soc. Conference on Agric. and Forest Meteor. (Albuquerque).
- Zobeck, T.M., R.S. Van Pelt, 2014. Wind Erosion. USDA Agricultural Research Service. Lincoln, Nebraska. Publications from USDAARS/UNL Faculty. Paper 1409, 209-227.