

RÜZGAR EROZYONUNDA BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN ÖNEMİMücahit KARAOĞLU¹¹*Iğdır Üniversitesi, Iğdır Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü*

Geliş tarihi: 16.12.2018 Kabul tarihi: 31.12.2018

ÖZET

Rüzgar erozyonu verimli toprağın kaybedilmesine sebep olur ve sonuç olarak çölleşme olayı meydana gelir. Çölleşme, potansiyel olarak, kurak alanlarda yaşayan milyonlarca insanın sosyal ve ekonomik durumlarını etkileyen, ekosistem değişikliğinin en tehdit edici unsuru olmaya devam etmektedir. Rüzgar erozyonu ve dolayısıyla çölleşmenin en önemli sebebi, bitki örtüsünün farklı etkiler sonucu azalmasıdır. Bu farklı etkilerin çok büyük bir kısmı maalesef insan kaynaklıdır. Aslında insanın yaptığı her olumsuz etki, kendisine er geç bir afet olarak geri dönmektedir. Bu afetlerden birisi olan hızlandırılmış erozyon, kabul edilebilir değerlerin üzerindeki toprak kayıpları anlamına gelir ve engellenmediği sürece geleceğimizi tüketmeye devam edecektir. Rüzgar erozyon afeti ile başa çıkabilmek için, tahrip ettiğimiz bitki örtüsünü tamir etmek ve geri kazandırmak bir insanlık ödevimizdir. Bu ödevimizi yaptığımız sürece iyilik yapmaktan daha ziyade borcumuzu ödemiş olacağız. Bu çalışmada rüzgar erozyonunun azaltılmasında bitki örtüsünün önemi, bitki türleri ve gerekli kültürel işlemler açıklanarak, çalışma alanımız olan Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasından örnekler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Rüzgar erozyonu, kumulların sabitlenmesi, rüzgar kıranlar, dirençli bitkiler.

THE IMPORTANCE OF PLANT COVER IN WIND EROSION**ABSTRACT**

Wind erosion leads to the loss of fertile soil and consequently to desertification. Desertification continues to be the most threatening element of ecosystem change, potentially affecting the social and economic situation of millions of people living in arid areas. The most important reason for wind erosion and hence desertification is the reduction of vegetation due to different effects. Most of these different effects are unfortunately human induced. In fact, every negative effect that people do is returning to himself as a disaster. Accelerated erosion, one of these disasters, means land losses above acceptable values and will continue to consume our future unless it is hindered. In order to cope with wind erosion disaster, repairing and recovering the vegetation we have destroyed is a humanity assignment. As long as we do our homework, we will pay our debt rather than doing good. In this study, the importance of vegetation in the reduction of wind erosion, plant species and necessary cultural processes were explained and examples from the wind erosion area of Iğdır-Aralık where is our study field were given.

Key words: Wind erosion, dune fixation, windbreaks, resistant plants.

1. GİRİŞ

Doğal afetler ve insan etkileri sonucu ortaya çıkan hızlandırılmış erozyon (Karaoğlu, 2014; 2016), bitki örtüsü azlığı ile ilgilidir ve kısmen yanlış insan davranışlarının bir sonucudur. Bitki örtüsü, erozyonun kontrol edilmesinde önemli etkenlerden birisidir. Toprak yüzeyindeki bitki örtüsü gelişmiş kök sistemiyle toprak parçacıklarını bir arada tutar, toprak üzerindeki kısımlarıyla yer seviyesine yakın rüzgar hızını azaltır ve hareket eden toprak parçacıklarını engeller. Canlı veya ölü bitki örtüsünün bu işlevleri yapabilmesi için toprağa iyi bir şekilde bağlanmış olması gerekir. Toprak parçacıklarının ayrıştırılması ve taşınmasına karşı direncin sağlanmasına ek olarak, bitki materyallerinin çürümesi diğer farklı işlevlerin ortaya çıkmasına sebep olur. Dinamik toprak organik madde düzeylerinin korunmasına katkıda bulunan bu işlevler, artan yağış yakalama ve tutma sonucu doğal olarak toprak erozyon kontrolü ile ilişkilidir. Arazi yönetiminin, toprak yüzeyi rüzgar erozyon kontrolü üzerinde derin bir etkisi olduğu kavramı yaygın olarak kabul edilmektedir (Li et al., 2007). Nemli ve yarı nemli iklimlerdeki doğal bitki toplulukları örtüsü, aşındırıcı rüzgar enerjisinin toprak yüzeyine ulaşmasını engellemek için genellikle yeterlidir. Bununla birlikte, yarı kurak ve kurak iklimlerdeki doğal bitki toplulukları, toprak yüzeyini rüzgarın aşındırıcı kuvvetlerinden tamamen korumaz. Otlaklar, fundalık ve çalılık arazileri, savana, ağaçlık alanlar ve ormanlar dahil olmak üzere yarı kurak ekosistemler, özellikle insan etkileri ile bozunuma uğradığında rüzgar erozyonuna karşı oldukça hassastır.

Tarım alanlarında rüzgar erozyonu, toprak işleme, yetiştirilen ürünlerin veya ürün artıklarının oluşturduğu yüzey örtüsünün korunması ve çimentolayıcı maddelerin yüzeye uygulanması ile kontrol edilebilir. Yetiştirilen bitki örtüsünün veya artıkların oluşturduğu bir örtünün korunması çok önemlidir ve bu önem yaklaşık 30-40 yıldır iyi bir şekilde anlaşılmıştır (Okin and Gilette, 2001). Toprak yüzeyindeki bitki artıklarının rüzgar erozyonunu kontrol etmesinin yanında, infiltrasyonu artırarak ve yüzey akışı azaltarak suyun korunmasına yardım eder. Pek çok ürünler yüzeyleri korumak için yeterli artık oluştururken, nadas süresince toprak işleme ve ayrışma kalan artık miktarını azaltır. Dik duran artıklar, erozyonun azaltılmasında düzleştirilmiş artıklara göre çok daha etkilidir. Genellikle, yarı kurak bölgelerdeki kuraklık, bitki artıkları üretimini sınırlandırır ve seyrek yüzey artıklarının bazı durumlarda rüzgar erozyonunu arttırdığı belirlenmiştir. Artık üretimi, yüzeyi korumak için yetersiz kaldığı yerde, toprak işleme, erozyonu kontrol etmek için sıklıkla uygulanabilir (Li et al., 2007).

Bitkilerin rüzgar erozyonu kontrolündeki rolü üzerine yapılan ilk araştırmalar, temel olarak tarım arazilerini veya insan altyapılarını korumak için özel pratik çözümler geliştirmeyi amaçlamış olsa da, son araştırmaların odak noktası daha bütünsel ve kavramsal bir bakış açısına doğru kaymıştır (Okin and Gilette, 2001). Bu çalışmalar rüzgar erozyonu, bitki örtüsü, iklim ve bozunum süreçleri arasındaki ekolojik etkileşimleri farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde ele alırlar. Bu bağlamda, koruyucu bitki örtüsü kaybı genellikle toprak yapısı, bitki besin maddesi varlığı, organik madde içeriği ve mikrobiyal aktivite gibi fizikokimyasal ve biyolojik toprak özelliklerinde meydana gelen değişikliklerle birlikte veya bunlardan önce değerlendirilir. Rüzgar erozyonu kontrolü ile ilgili olarak, sadece bitki örtüsü değil, aynı zamanda bu biyolojik ve fizikokimyasal toprak niteliklerini de ele almanın kritik öneme sahip olduğu kabul edilmiştir (Van Pelt and Zobeck, 2004).

Bitki örtüsünün türü, kapsamı ve düzenlenmesi, rüzgârın toprak yüzeyine ulaşma yeteneği üzerinde en güçlü etkiye sahiptir. Kuru bölgelerdeki bitki örtüsünün yatık ve dinamik doğası, rüzgar olayları ile (=aeolian) taşınmasına neden olur. Bunlar hem mekan hem de zamanda oldukça heterojen olabilirler. Taşınan malzeme miktarı, rüzgârın hareket edebileceği (genellikle taş ya da çakıllı alanlar, çöl döşemesi ve fiziksel ya da biyolojik toprak kabuğunun kapladığı alanlar hariç),

vejetatif olmayan boşlukların büyüklüğüne ve bireysel bitkilerin rüzgâr yönündeki korunmuş alan büyüklüğünü kontrol eden bitki örtüsünün yükseklik ve yoğunluğuna bağlıdır.

Yüzey karakteristikleri önemli olmakla birlikte, yatay akış miktarı büyük ölçüde ekosistemin yapısına ve bitkisel olmayan boşluklar arasındaki bağlantı derecesine bağlıdır. Bitkinin hemen rüzgâr altı tarafındaki çıplak alanlar (tek bir bitkinin yüksekliğinin 5-10 katı mesafe içinde), bitki tarafından rüzgârın aşındırıcı gücünden nispeten korunmaktadır. Buna karşılık, bitkiden daha uzak mesafedeki rüzgâr altı çıplak alanlar aynı derecede erozyondan korunmazlar. Bu eşitsizlik durumu heterojen erozyona ve toprak ve döküntülerin bitki örtüsü olmayan boşluklardan net hareketine ve bu maddelerin bitki örtüleri altında yoğunlaşmasına yol açar (Burri, 2011).

Bitki yoğunluğundaki artış da rüzgâr hızını kesebilir. Bilindiği gibi kurak bölgelerde bu durum kolay bir şekilde elde edilemediği için, dayanıklı ürün kalıntı yönetimini sağlamak; yüzey pürüzlüğünü artırmak ve toprak yüzeyini korumak, toprak yapısını ve rüzgâra karşı direncini biraz artırdığı için topraklara daha fazla sürüm yapılmasından özellikle önemlidir. Yarı kurak iklim şartları etkisi altında olan Iğdır-Aralık rüzgâr erozyon sahasında 25 m aralıklarla dikilen akasya ağaçları (*Acacia albida*) zemin seviyesinde rüzgâr hızını azaltarak ve yere yaprak dökerek rüzgâr erozyonuna karşı oldukça etkili koruma sağlamaktadır (Şekil 1). Woodruff ve Siddoway (1965) tarafından geliştirilen $E = f(I', K', C', L', V)$ rüzgâr erozyon eşitliği (WEQ) kullanılarak yapılan tahmini hesaplamalarda bu alanlara ait toprak kaybı değerleri $0 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Karaoğlu et al., 2017).

Bu çalışmada bitki-rüzgâr erozyonu ilişkisi, rüzgâr erozyonunda önemli bitki türleri ve diğer koruma tedbirleri açıklanmış ve çalışma alanımız olan Iğdır-Aralık rüzgâr erozyon sahası örneklerle tanıtılmıştır.



Şekil 1. Iğdır-Aralık rüzgâr erozyon sahasında akasya (*Acacia albida*) ağaçları ile koruma.

2. RÜZGAR KIRANLAR

Rüzgar gücünü azaltan ağaç veya çalı sıralarına rüzgar kıran adı verilir. Rüzgar kıranlar erozyonu azaltabilir, ürün verimini artırabilir ve büyükbaş hayvanları soğuk ve sıcaktan koruyabilir. Rüzgar kıranlar, binalar ve yollar için kar sürülmesine karşı siper olabilir. Rüzgar kıranlar manzarayı, seyahat güzergahlarını güzelleştirir ve yaban hayatı için yaşam alanı sağlarlar. Yine rüzgar kıranlar odun ve besinin kaynakları olabilirler. Belirli bir yönden düzenli olarak kuvvetli rüzgarlara maruz kalan bölgelerde çitler ve rüzgar kıranlar iyi bilinen yöntemlerdir. Bunların etkileri, rüzgar altı hızının kesilmesi, buharlaşma ve rüzgar erozyonunun azaltılması şeklinde iki misli olmaktadır. Rüzgar kıranın önünde ve arkasında, yüksekliğinin 10-12 katı mesafede rüzgar hızını kesme etkililiği %20 civarındadır.

Bir rüzgâr kıranın işlevini düzgün bir şekilde yapabilmesi için, arazi sahibinin ihtiyaçları göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Bir rüzgâr kıranın belirli bir ihtiyacı karşılayabilme becerisi, onun yapısı tarafından belirlenir. Rüzgar kıranın dış yapısı, genişlik, yükseklik, şekil ve yönlendirme; iç yapısı ise, ağaç veya çalıların dalları, yaprakları ve gövdelerinin miktarı ve idaresi olarak açıklanabilir. Rüzgâr kırıcı yapısının bir sonucu olarak, bir rüzgâr kırıcının yakınındaki rüzgar akışı değiştirilir ve korunan alanlardaki mikro iklim, sıcaklıkların biraz yükselme eğilimi ve buharlaşmanın azaltılması şeklinde değiştirilir. Rüzgar kıran çevresindeki mikro iklimde sağlanan bu tür değişiklikler tarımsal sürdürülebilirliği ve kârlılığı arttırmak için kullanılabilir (Field et al., 2010).

Tüm dünyada, tarım arazilerindeki rüzgar kıranlar tarla ve yem bitkileri verimlerini artırır. Söz konusu bu artışlar rüzgar erozyonunun azaltılmasına, mikro iklimin iyileştirilmesine, kar sürülmesinin önlenmesine ve kuvvetli rüzgarların sebep olduğu ürün zararının azaltılmasına bağlıdır. Ürünlerin rüzgar kıranlara karşı duyarlılıkları farklılık gösterir. Test edilen tarla ve yem bitkileri arasında baharlık buğday, yulaf ve mısır daha az derecede tepki verirken kışlık buğday, arpa, çavdar, darı, yonca ve saman (karışık ot ve baklagiller) korumaya karşı oldukça duyarlı görünmektedir. Koruyucu kuşağın yüksekliği ve dayanıklılığı, arazi genişliği ve koruyucu kuşağın yönlendirilmesi, koruyucu kuşakların ürün verimi üzerindeki etkisinin belirlenmesinde önemli etkenlerdir (Brandle et al., 2004).

Rüzgar kıranların bir sonucu olarak rüzgar hızı ve mikro iklimdeki değişiklikler mekansal ve zamansal olarak farklılık gösterir. Rüzgar yönü rüzgâr kıranlara dik olduğunda, %20'den daha rüzgar hız düşüşleri, rüzgar altı tarafında rüzgar kıran birim yüksekliğinin (H) 18 katı uzaklıkta etkili olmuştur. Bununla birlikte, tüm büyüme mevsimi boyunca, %20'den daha fazla olan rüzgâr hız düşüşleri, rüzgar altı tarafında, rüzgar kıran birim yüksekliğinin (H) sadece 3-6 katı uzaklıkta etkili olmuş ve tüm yıl boyunca 4 rüzgar kıran birim yüksekliği (H) uzaklık ile sınırlı kalmıştır. Yetiştirme mevsimi süresince, rüzgar kıranın en iyi korunan kısmında atmosferik buhar basıncı ve günlük ortalama sıcaklık ve potansiyel buharlaşma değerleri genellikle korumasız bölge değerlerinin $\pm\%5-10$ 'u içinde olmuştur. Genel olarak büyüme şartları iyileştirilirken, yetiştirme mevsiminin sonunda denemeye tabi tutulan korunmuş ürünlerin hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığının arttığı dönemler görülmüştür (Sudmeyer and Scott, 2002).

Rüzgar kıranların tasarlanmasında en önemli yapısal özellik gözenekliliktir. En yüksek rüzgar hızı düşüşleri, rüzgar kıran gözenekliliği ile yakından ilişkilidir. Çok düşük gözenekliliğe sahip rüzgar kıranlar, rüzgar altında, orta yoğunluktaki rüzgar kıranlardan daha fazla hava burgacı (=türbülans) oluşumuna sebep olurlar. Daha yüksek türbülanslar, ortalama yatay rüzgar hızlarının düşük gözenekli rüzgar kıranlara daha yakın rüzgâr üstü hızlarına geri dönmesiyle sonuçlanabilir ve bu durum da daha kısa bir koruma mesafesinin oluşmasıyla sonuçlanabilir. Bununla birlikte, çok yoğun rüzgâr kıranlarla korunmuş mesafedeki kısalma, orta yoğunluklu rüzgâr kıranlara kıyasla daha önceki literatür önerilerinin çoğundan daha azdır. Yaklaşma akışındaki hava burgacı,

özellikle uzak rüzgar altı konumlarında, rüzgar kıran etkinliğini azaltır. Hava burgacı sıcaklık düzensizlikleri, pürüzlü bir zemin yüzeyi veya diğer rüzgar üstü akışa karşı mevcut engellerden etkilenebilir (Heisler and Dewall, 1988).

Büyükbaş hayvan otlatması ve ürün yetiştirme gibi arazi kullanımları, doğal veya ekili toprak örtüsünün kaldırılması ve toprak yapısının değişmesi sebebiyle rüzgar erozyonu potansiyelinde artışa neden olabilir. Rüzgar erozyonunu azaltma çalışmaları, rüzgar altı yönündeki rüzgar hızlarının azalmasını sağlayan, rüzgar kıranlar, koruyucu kuşaklar ve yapısal engelleri birlikte çalışır duruma getirmiştir. Özellikle marjinal arazilerdeki değişen uygulamalar, toz fırtınalarından kısmen sorumlu olmuş ve sağlık ve trafik tehlikelerine sebep olmaktadır. Doğal bitki örtüsünü uygun gölgelik yoğunluklarında dikmek veya sürdürmek rüzgar erozyonu ihtimalini ortadan kaldıracaktır. Dahası, tarım alanlarında, rüzgar kıranların uygulanması ürün verimliliğinde bir artışa yol açacak uygun bir mikro iklim oluşturma faydasını sağlar (Grant and Nickling, 1998).

Bir rüzgâr kıranın en iyi şekilde hazırlanması için, iki sıra alçak ağaçlarla çevrilmiş iki sıra uzun ağaçlar ve yaklaşık 10 metrelik bir şerit oluşturulmalıdır. Eğer ağaçların boyu 5 m civarında ise, rüzgar kıranlar arasında dikim yapılmış alan 100 m kadar geniş olabilir. Bir çitin bozulan yerlerini onarmak, rüzgârın bu noktalardan akmasını (Venturi etkisi) ve etkinliğini önemli ölçüde düşürmesini engellemek için özellikle önemlidir (Şekil 2).



Şekil 2. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında rüzgar kıranlar.

3. KUMULLARIN SABİTLENMESİ

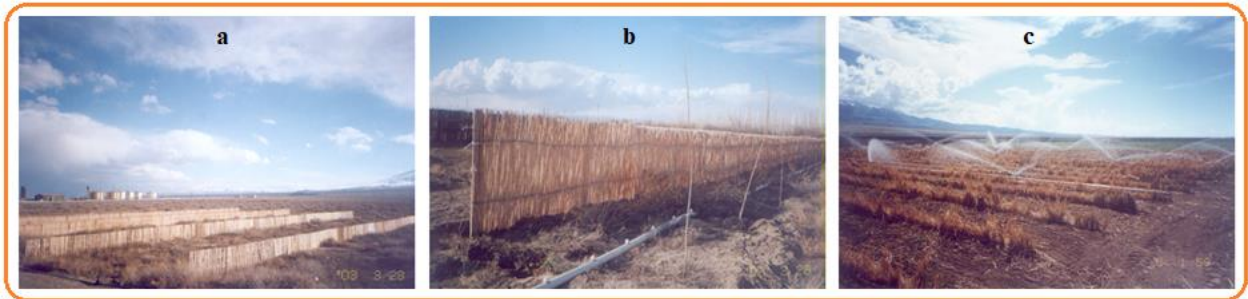
Kum hareketini kontrol etmek için bir kumulun sabitlemesi kimyasal, mekanik veya biyolojik olarak yapılabilir. Sabitleme kontrol ölçümleri geçici veya sürekli olabilir. Geçici bir kum kontrol sistemi, sürekli kontrol sisteminin uygulanması esnasında ilk adım olarak kullanılır. Geçici bir sistem, zeminin sabit malzemelerle korunması veya çitlerin dikilmesi veya diğer metodların uygulanmasını kapsayabilir (Şekil 3).

Zeminin korunması, taş malçlama, nemlendirme, kimyasal dengeleme elemanları, biyolojik kabuklar veya yüzeyin ağaç dalları, yapraklar, ağlar, geotekstiller veya benzer maddeler tarafından yüzeyin örtülmesiyle başarılabilir. Çitlerin dikilmesi kum zararlarını geçici olarak kontrol edebilir.



Şekil 3. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında geçici kontrol sistemi

Çitler, kontrol tahtaları veya ön kumul çitlerinin (toplama çitleri ve saptırma çitleri) bir tipinde olabilir ve bir çit çeşidinin seçiminde, alanın jeomorfolojik durumu ve çit malzemesinin mevcudiyeti esas alınır. Çitler bitki kalıntıları (palmiye yaprakları gibi), ahşap, fiberglas veya betondan yapılabilir. Gözenekli çitler, katı malzemeden yapılmış çitlerden daha etkili, daha az maliyetli ve kurulumu daha hızlıdır (Şekil 4). Ancak bitki örtüsü, en etkili ve sürekli çözümdür ve yerel çevre şartlarına uyum sağlayabilen koruyucu kuşaklar dikilerek gerçekleştirilir.



**Şekil 4. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında çit uygulamaları,
a) Tahta; b) Kamış; c) Sap.**

Kumulların sabitlenmesinin mantığı kum kaynağını yok etmek ve kumulları bir yerde tutmaktır. Kuvvetli rüzgarların sadece bir yönden estiği yerlerde, bu rüzgarlara dik bir şekilde çit sıralarının dikilmesiyle sıra yüksekliğinin 20 katı mesafelere kadar rüzgar erozyonu durdurulabilir. Bunun sağlanabilmesi için, çok miktarda kullanılabilir durumda malzemeye ihtiyaç vardır (saman sapları, tamarix bitkisi, çöl bölgelerinde yetişen palmiye dalları veya bu bölgelerde bulunan ağaçlardan veya çalılardan budama gibi).

Kuvvetli rüzgarların farklı yönlerden geldiği yerlerde, 50-80 cm arasında bir yüksekliğe sahip geçirgen rüzgâr kıran uygulaması daha uygun olacaktır. Normal şartlarda, rüzgar

kuvvetlendikçe oluşturulacak ızgaralar daha küçük boyutlarda (5x5-8x8 m arasında) olmalıdır. Iızgaralar oluşturulup, toprak yüzeyi daha durağan bir hale geldiğinde, bitki örtüsünü yenileştirmek ve kumlu kesin olarak dengede tutmak için çeşitli çimenler ve çalılar ekilmelidir.

Çok yıllık bitki örtüsüyle kumulların sabitlenmesi, sulanan verimli topraklara doğru kum hareketini durdurmak, bölgenin terk edilmesini önlemek, kereste üretmek, yakıt amaçlı odun elde etmek ve büyükbaş hayvanlar için yem temin etmek için tek sürdürülebilir çözümdür. Bu uygulama, çölleşmiş araziye iyileştirecek ve çevresiyle birlikte tekrar çölleşmeye karşı koruma sağlayacaktır. Hareketli kumun sabitlenmesi, serbest büyükbaş otlatımının yasaklanması ve kuraklığa dayanıklı ormanlaştırma ağaç türleri, çalılar ve çimenler uygulanarak yeniden bitki örtüsü oluşturulmasıyla sağlanabilir.

Yağmur suyu ve tuzlu su ile alternatif sulama, bitkilerin hızla büyümesine yardımcı olur. Bu yüzden, sulama çıplak toprakları rüzgar erozyonu tehlikesine karşı korumak için iyi bir bitki örtüsü geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Akasya, Tamarix, Zizyphus, Parkinsonia, Prosopis, Ampliceps ve Eucalyptus gibi çok yıllık ağaç türleri, rüzgar erozyonundan etkilenen hareketli kumul alanda mükemmel bitki örtüsünü geliştirmek için kullanılmıştır (Sinha et al., 1999).

Çok uygun ve ucuz bir başka yöntem de yağışlı mevsimde darı ya da hızlı büyüyen başka bir bitkinin sıralarını ya da ızgaralarını oluşturmak, böylece toprağa daha fazla sabitlik kazandırmaktır. Eğer bu kırılğan ekili arazilerin hayatta kalması güvence altına alınır, beş yıl sonra hafif ve iyi denetlenmiş otlatma mümkün olmasına rağmen, bu arazileri zamansız ve aşırı otlatmaya ve yangın olaylarına karşı korumak hayati öneme sahiptir (FAO, 2018).

Kumulların sabitlenmesi için, diğer araştırma faaliyetlerinin yanında, bir saman kontrol kutusu yöntemi önerilmiştir. Bir saman kontrol kutusu yöntemi uygulaması, hava akışının yapısını ve zemin yüzeyinin durumunu erozyondan tortulaşmaya değiştirir. İnce toprak parçacıkların birikmesi sayesinde bir toprak kabuğu oluşur ve toprak oluşumu başlar (Qiu et al., 2004). Benzer çalışma aynı tarihlerde Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında daha küçük ölçekte uygulanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında saman kontrol kutusu uygulaması

4. ÇÖL BİTKİLERİ

Genellikle gevşek yapılı kumullar veya kumlu plajlar üzerinde yetişen çöl bitkileri arasında çimenler, çalılar ve ağaçlar yer alır. Bu bitkiler hızlı kum birikimine, taşkınlara, tuz püskürme olaylarına, kum püskürmelerine, rüzgar ve su erozyonuna, geniş sıcaklık dalgalanmalarına, kuraklık ve düşük besin seviyelerine dayanabilmelidir. Bitki türleri üzerindeki ciddi sınırlamalara rağmen, kıyı kumullarını sabitleyebilen bitkiler yeterli yağışı olan kıyı bölgelerinin çoğunda bitki büyümesini desteklemek için tesis edilebilir (Olafson, 1997). Çöl bitkilerinin altı temel ölçütleri aşağıda verilmiştir.

4.1. Soğuğa ve Sıcağa Dirençli Bitkiler

Ammopiptanthus mongolicus gibi çöl bitkilerinin (Şekil 6) çoğu -25°C şiddetli soğuklara ve 60°C arazi sıcaklığı ve 70°C yüzey sıcaklığına dayanabilirler.



Şekil 6. *Ammopiptanthus mongolicus*.

4.2. Güneş Işığını Fazla Seven Bitkiler

Atraphaxis bracteata, *Calligonum caput-medusae* ağaçları kumul çöl şartlarında çok iyi bir şekilde yetişirler (Şekil 7, 8).



Şekil 7. *Atraphaxis bracteata*

Şekil 8. *Calligonum caput-medusae*

4.3. Kum Gömmesine ve Rüzgar Erozyonuna Dirençli Bitkiler

Birçok çöl bitkisinin dalları hareketli kumlarla gömülür. Dallar suyla buluşursa, bitkilerin beklenmedik kökleri büyüyebilir ve dallar üzerinde *Nitraria sp* gibi (Şekil 9) hızla yeni bitkiler yetiştirebilir. Bazı kökler güçlü rüzgar erozyonu sebebiyle açığa çıkarılır, ancak *Haloxylon* ve *Calligonum* gibi bitkiler inatçı bir şekilde büyür.



Şekil 9. *Nitraria sp*

4.4. Kuvvetli köklere sahip bitkiler

Bu tip bitkilerde ana kökler genellikle yeraltı suyu katmanına ulaşabilir, en uzun kökler on metrenin üzerindedir. *Haloxylon* bitkilerinde (Şekil 10), ana kök 13 metreye kadar ulaşabilir, *Alhagi sparifolia*'nın ana kökü *Calligonum mongolicum* gibi 5 metre derinliğe kadar ulaşabilir; yan kökleri ise 25 metreye kadar ulaşabilir.



Şekil 10. *Haloxylon*

4.5. Kuraklık ve Çoraklığa Dirençli Bitkiler

Limonium aureum gibi bazı çöl bitkileri (Şekil 11), kumulun su içeriği oranı %2'den az ve toprağın besin elementleri yetersiz olduğunda bile %1.68 su içeriğinde güçlü bir şekilde büyüebilir ve çiçeklenebilirler. Endemik bitkilerin kuraklık şartlarına uyum sağlama mekanizmaları vardır (Woodhouse, 1978).



Şekil 11. *Limonium aureum*

4.6. Erken filizlenen ve gelişme dönemi uzun bitkiler

Çöl bitkileri genellikle Nisan ayı başlarında filizlenir ve Mayıs-Temmuz aylarında çiçek açar. Çöl bitkileri kuvvetli bir şekilde gelişir; Eylül ayından sonra büyümeleri yavaş yavaş azalır.

4.7. İğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası bitkileri

İğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında mevcut olan ve Ebu cehil çalısı olarak bilinen *Ephedra distachya* (Şekil 12), *Ephedraceae* ailesinden, boyu 25 ile 50 cm arasında değişen, Avrupa'nın güneyi ile orta ve batı Asya'da yetişen çalı türüdür. Güçlü kökleri ile erozyona karşı toprağı korur. Aynı zamanda kuvvetli bir uyarıcıdır.

Bunun dışında bölgede daha zayıf ve daha az örtü oluşturan diğer çalı türleri de mevcuttur. Ancak bu çalılar Ebu cehil çalısı kadar yaygın ve etkin değildir.

4.8. Yaygın bitki türleri

Çöl bitkileri için yukarıda açıklanan temel ölçütler içerisinde yer alan ve çölleşme ve kumulların taşınması ile mücadele için kullanılan önemli bitki türleri; *Hedysarum laeve*, *H. scoparium*, *Amorpha fruticosa*, *Lespedeza bicolor*, *Caragana mikrophylla*, *C. korshinskii*, *Artemisia halodendron*, *A. sphaerocephala*, *Astragalus adsurgens*, *Ulmus pumila*, *Hippophae rhamnoides*, *Haloxylon ammodendron*, *Calligonum mongolicum*, *Elaeagnus sp.*, *Fraxinus sp.*, *Robinia pseudeacacia*, olarak bildirilmiş ve dikim alanları için seçilen bu bitkilerin kuraklığa ve sıcaklığa dayanıklı olduğu açıklanmıştır (Heshmati, 2011).



Şekil 12. *Ephedra distachya* (Ebu cehil çalısı)

5. SONUÇLAR

Bitkiler besin maddesi olmanın yanında, farklı yönlerden de dolaylı etkilere sahiptir. İnsanlar piknik ve dinlenme alanlarında bitkisiz yapamazlar. Hayvanlar alemi de bitkiler olmadan neredeyse yaşayamazlar. Hayat piramidinin en alt kısmında yer alan bitkiler, diğer canlılar için vazgeçilmezdir. Bugün yeryüzünde insanların en büyük problemlerinden biri olan hızlandırılmış erozyon, insanın en yakın dostuna yaptığı vefasızlığın bir sonucudur. Geç de olsa bu durum fark edilmiş ve gerekli tedbirler alınmaya başlanmıştır. Ancak yapılması gereken daha çok çalışma ve araştırma insanları beklemektedir. Sadece bitki örtüsünü korumak bile, bitki örtü yüzeyinin artması için yeterli olacaktır. Rüzgar erozyonunun engellenmesinde en önemli etken yüzeydeki doğal veya kültürel bitkilerdir. Yüzeydeki bitki örtüsü yüzdesi ile rüzgar erozyonu sonucu yer değiştiren toprak miktarı arasında ters orantı vardır. Bitkilerin saymakla bitiremeyeceğimiz faydalarından birisi de toprak agregasyonunu artırması ve toprak yapısını korumasıdır. Bunların sonucunda ise toprağın su tutma ve havalanma kapasitesi artar ve bitkiler için daha iyi bir ortam sağlanır. Bu döngüden de anlaşılacağı üzere iyileştirme olayları iki yönlü veya karşılıklıdır. Bu olumlu durumun sürdürülebilmesi için artık bitkilere kaliteli yakacak olarak bakmamamız gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Brandle, J. R., L. Hodges, X. H. Zhou, 2004. Windbreaks in North American agricultural systems; Agroforestry Systems, 61:65-78.

Burri, K. 2011. Plants and mycorrhizal fungi in wind erosion control, A dissertation submitted to ETH ZURICH for the degree of Doctor of Sciences.

FAO, 2018. <http://www.fao.org/docrep/t1765e/t1765e0t.htm>. Erişim tarihi: 15.12.2018.

Field, J.P., J. Belnap, D.D. Breshears, J.C. Neff, G.S. Okin, J.J. Whicker, T.H. Painter, S. Ravi, M.C. Reheis, R.L. Reynolds, 2010. The ecology of dust. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 423-430.

Grant, P.F., W.G. Nickling, 1998. Direct field measurement of wind drag on vegetation for application to windbreak design and modeling. *Land Degrad. Develop.*, 9, 57-66.

Heisler, G.M., D.R. Dewalle, 1988. Effects of windbreak structure on wind flow. *Proceedings of an International Symposium on Windbreak Technology*, 22-23, 41-69.

Heshmati, G.A., 2011. Biological models for protecting different land use in arid areas China. *J. Rangeland Sci.*, 1(3), 235-246.

Karaoğlu, M., U. Şimşek, F. Tohumcu, E. Erdel, 2017. Determining surface soil properties of wind erosion area of Iğdır-Aralık and estimating the soil loss. *Fresenius Environmental Bulletin*, ISSN: 1018-4619., 26(5), 3170-3175.

Karaoğlu, M., 2016. Erozyon mu? *Avrasya Terim Dergisi*, ISSN: 2147-7507, 4(1), 39-44.

Karaoğlu, M., 2014. Erozyon, rüzgâr erozyonu ve Iğdır-Aralık örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, ISSN: 2148-3647, 1(2), 167-172.

Kort, J., 1988. Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Proceedings of an International Symposium on Windbreak Technology*, 22-23, 165-190.

Li, J., G.S. Okin, L. Alvarez, H. Epstein, 2007. Quantitative effects of vegetation cover on wind erosion and soil nutrient loss in a desert grass- land of southern New Mexico. *Biogeochemistry*, 85, 317-322.

Qiu, G.Y., I.B. Lee, H. Shimizu, Y. Gao, G. Ding, 2004. Principles of sand dune fixation with straw checkerboard technology and its effects on the environment. *Journal of Arid Environments*, 56, 449-464.

Okin, G.S., D.A. Gillette, 2001. Distribution of vegetation in wind-dominated landscapes: Implications for wind erosion modeling and landscape processes. *JGR Atmospheres*, 106(D9), 9673-9683.

Olafson, A., 1997. Stabilization of coastal dunes with vegetation. *Restoration and Reclamation Rev.*, 2(5), 1-7.

Sinha, R.K., S. Bhatia, R. Vishnoi, 1999. Desertification Control and Rangeland Management in Thar Desert of India. In *Proceedings of the International Workshop on Rangeland Desertification*, RALA, Reykjavik, Iceland, September 16-19.

Sudmeyer, R.A., P.R. Scott, 2002. Characterization of a windbreak system on the south coast of Western Australia 1. Microclimate and wind erosion. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42(6), 703-715.

Van Pelt, R.S., T.M. Zobeck, 2004. Effects of polyacrylamide, cover crops, and crop residue management on wind erosion, ISCO, 13th International Soil Conservation Organisation Conference, Brisbane.

Woodhouse, W.W. Jr., 1978. Dune Building and Stabilization with Vegetation. *U.S. Army Corp of Engineers*, 3, 9-104.