



JOURNAL OF AGRICULTURE

JOURNAL OF AGRICULTURE

ISSN: 2636-8757

YEAR

2018

VOLUME

1

ISSUE

2

**JOURNAL OF AGRICULTURE
(INTERNATIONAL PEER REVIEWED JOURNAL)**

ISSN: 2636-8757

e-ISSN:

Indexed by:

Owner: *Dr. Mücahit KARAOĞLU*

Editor in Chief: *Dr. Mücahit KARAOĞLU*

Starting year: 2018

Publication policy: *2 issues per volume/year*

Publication Language: *English, Turkish*

Article type: *Research, review*

Domain: *Agricultural sciences only*

NATIONAL EDITORIAL BOARD

Mücahit KARAOĞLU, PhD (Editor-in-chief) (*Iğdır University-TURKEY*)

Ahmet ULUDAĞ, PhD (*Çanakkale Onsekiz Mart University-TURKEY*)

Ahmet Metin KUMLAY, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Ali KAYGISIZ, PhD (*Kahramanmaraş Sütçü İmam University-TURKEY*)

Ali Rıza DEMİRKIRAN, PhD (*Bingöl University-TURKEY*)

Bahri KARLI, PhD (*Süleyman Demirel University-Isparta/TURKEY*)

Bilal KESKİN, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Celalettin GÖZÜAÇIK, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Emrah KUŞ, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Ersin GÜLSOY, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Hakkı AKDENİZ, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

İsa YILMAZ, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Köksal KARADAŞ, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Mustafa R. ÇANGA, PhD (*Ankara University-TURKEY*)

Mustafa Kenan GEÇER, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Mücahit PEHLUVAN, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Ömer AKBULUT, PhD (*Atatürk University-Erzurum/TURKEY*)

Ramazan GÜRBÜZ, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Uğur ŞİMŞEK, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Veli UYGUR, PhD (*Süleyman Demirel University-Isparta/TURKEY*)

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Ayman Elsabagh, PhD (*Egypt*)

Jiban Shrestha, PhD (*Nepal*)

Mabrouk Elsabagh, PhD (*Egypt*)

Marija Saric, PhD (*Serbia*)

REFEREE LIST IN THIS ISSUE

Ali Rıza DEMİRKIRAN, PhD (*Bingöl University-TURKEY*)

Ersin GÜLSOY, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Mücahit PEHLUVAN, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

Uğur ŞİMŞEK, PhD (*Iğdır University-TURKEY*)

PUBLICATION PRINCIPLES FOR JOURNAL OF AGRICULTURE

In Journal of Agriculture; original research and review articles related to agriculture, written in Turkish or English according to Writing Rules, not published anywhere or not sent anywhere to publish, Copyright Transfer Agreement signed by authors, are published as two (2) issues per year.

Articles are evaluated by editor and referees. All responsibilities belong to authors. Articles must be prepared according to principles of science ethics and a copy of Ethics Committee Report should be attached if necessary.

JOURNAL OF AGRICULTURE YAYIN İLKELERİ

Journal of Agriculture; tarımla ilgili Türkçe ve İngilizce olarak dergi Yazım Kurallarına göre yazılmış, başka bir yerde yayınlanmamış veya yayınlanmak üzere herhangi bir yere gönderilmemiş, Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalanmış, orijinal araştırma ve derleme makalelerini yılda 2 (iki) sayı olarak yayınlar.

Makaleler, editör ve hakemler tarafından değerlendirilir ve tüm sorumluluğu yazarlarına aittir. Makaleler bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse Etik Kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.

CONTENTS**PAGES**

İnsanlık Tarihinde Üzümün Önemi <i>The Importance of Grape in Human History</i> Özlem ÇALKAN SAĞLAM, Hayri SAĞLAM	1-10
Rüzgar Erozyonu <i>Wind Erosion</i> Mücahit KARAOĞLU	11-24
İğdır-Aralık'ta Rüzgar Erozyonu Çalışmaları <i>Wind Erosion Studies in Iğdır-Aralık</i> Mücahit KARAOĞLU	25-38
Rüzgar ve Rüzgar Olayları <i>Wind and Aeolian Processes</i> Mücahit KARAOĞLU	39-48
Rüzgar Erozyonunda Bitki Örtüsünün Önemi <i>The Importance of Plant Cover in Wind Erosion</i> Mücahit KARAOĞLU	49-60

İNSANLIK TARİHİNDE ÜZÜMÜN ÖNEMİ

Özlem ÇALKAN SAĞLAM^{1*} Hayri SAĞLAM¹

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Geliş tarihi: 20.11.2018 Kabul tarihi: 17.12.2018

ÖZET

Üzüm ve üzümle ilgili kavramlar (bağ, yaprak, şarap vb.) insan yaşamının her alanında önemli bir yere sahip olmuştur. Tarih boyunca insanların hem dini yaşamındaki inançlar konusunda hem de gündelik hayatlarında kullandıkları eşyalar ve yaşam alanlarındaki mimari eserlerde üzümle ilgili kavramların sembolleri yer almıştır. Bu durum üzüme verdikleri önemin bir göstergesidir. Bunun en büyük kanıtı ise geçmişten bugüne kadar gelen ve halen arkeolojik kazılar sonucu ortaya çıkan tarihi eserlerde bu sembollerin görülmesidir. Üzüm, mitolojik dönemden itibaren dünyanın en önemli meyvelerinden birisi olmaya devam etmiştir. Mitolojik dönemde tanrılara üzüm ve üzüm ürünleri adanmış, sanatsal eserlerde hep üzüm yer almıştır. Üzüm ve üzümünden yapılan şarap tarihin her döneminde önemini korumuştur. Tek tanrılı dinler döneminde, özellikle Hristiyanlık dönemi olmak üzere dinsel bir anlam kazanan şarap büyük bir değere sahip olmuştur. Müslümanlığın yayılması ile Müslümanlığın hakim olduğu yerlerde şarap önemini yitirmiştir. Ancak, üzüm ve üzüm figürleri sanattaki yerini almaya devam etmiştir. Bu çalışmada insan hayatının farklı alanlarında ve farklı toplumlarda üzüme verilen önem tarihsel bir yaklaşımla gözden geçirilerek üzümün mitolojideki yeri örneklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Asma, mitoloji, şarap, üzüm, üzüm ve tarih.

THE IMPORTANCE OF GRAPE IN HUMAN HISTORY

ABSTRACT

Grapes and grape-related notions (vine, leaves, wine, etc.) have had an importance in the all periods of the human life. Symbols and notions of grapes has been had importance role on religious beliefs, daily life, goods, habitats that they used as well as architectural monuments and artistic works since human being beginnings. This situation is an indication of the importance given to the grapes. The biggest evidence of these is the symbols and notions of grapes that found by archaeological excavations emerging since the human being until today. Grape has continued to be one of the world's most important fruit from the mythological period. Grape and grape products were dedicated to the gods, also grape and grape notions were used in artistic works during the mythological period. Also grape and wine that made from grape have flourished in every historical period. During monotheistic religions, especially with Christian era wine has winning a great value in religious meaning. With the spread of Islam, wine has lost its importance in areas where Muslims were dominated. However, grapes and grape figures have continued to take its place in art in these places. In this study, the emphasis on grape in different areas of human life and in different societies also the importance of grape in the mythology were explained with examples revised as historical approach.

Key Words: Grape, mitology, vine, grape and history.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özlem ÇALKAN SAĞLAM ozlem.saglam@bilecik.edu.tr

İnsanlık tarihinde üzümün önemi, Özlem ÇALKAN SAĞLAM, Hayri SAĞLAM

JA

1. GİRİŞ

Asmanın veya üzümün milyonlarca yıllık geçmişi olduğu bilinmektedir. Asmanın anavatanı ile ilgili farklı görüşler bulunmakla birlikte Hazar Denizi'nin güneyi, Kafkasya ve Kuzey Doğu Anadolu yöreleri asmanın anavatanı olarak kabul edilmektedir. Jeolojik ve arkeolojik araştırmalara göre günümüzden milyonlarca yıl önce asmanın dünyanın birçok yöresinde yetişmektedir.

Yaklaşık 10.000 yıllık olduğu ortaya konan pres artığı üzüm çekirdekleri üzümden şarap yapılmasının insanlık tarihi kadar eski olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak bağcılık kültürünün de aynı dönemde Anadolu'da başladığı bilinmektedir. Bağcılık tarihi Anadolu tarihi ve uygarlıkları ile iç içedir.

Anadolu'da M.Ö. 2000 yıllarda büyük bir uygarlık kuran Hititler döneminde günümüze ulaşan birçok arkeolojik buluntu o dönemde bağcılığın ne kadar önemli olduğunu delildir. Bu döneme ait kaya resimlerinde ve heykellerde üzüm ve şaraba ait figürler bol miktarda yer almaktadır. Hitit kanunlarında bağların ve ürünün korunmasına yönelik özel hükümlere yer almış, Boğazköy metinlerinde kuru üzümde bahsedilmiş olması Anadolu bağcılığının sosyolojik ve ekonomik açıdan önemini günümüze taşıyan diğer belgelerdir.

Hititler zamanında asma ve şarap büyük önem taşımaktadır. Bunun en büyük delili arkeolojik kazıntılardan elde edilen buluntulardır. M.Ö. 1800-1550 yıllarında bağcılığın Anadolu'da çok gelişmiş olduğu ve dini merasimlerde ve sosyal yaşantıda üzüm ve şarabın tanrılara adak olarak sunulduğu bu buluntularla ortaya konmuştur. Tarihte bağ ve bahçelerinin korumak adına bu günkü anlayışa uygun tarım yasalarını ilk defa kullanan uygarlık Hititlerdir (Oraman, 1965; Akşit, 1981).

Geçmişte insanların önemli anlamlar yükleyerek hayatlarının her alanına dahil ettikleri üzümün tarihsel ve mitolojik geçmişine değineceğimiz bu makale ile farklı bir bakış açısından üzümün tarihsel geçmişi gözden geçirilecektir.

2. ÜZÜMÜN TARİHTEKİ YERİ VE ÖNEMİ

Bağcılık ve şarapçılığın Anadolu'daki tarihi denince ilk olarak Hitit uygarlığı akla gelse de, Hititler bağcılığı Anadolu'da daha önce yaşamış halktan öğrenmişlerdir. Asurlular şarapçılık konusunda çok ilerlemiştir. Yine Asurlular kuru üzüm ve şarabı ürettikleri yerden başka yere taşıyarak ticaretini yapmışlardır. Diyarbakır'da yapılan kazılarda M.Ö. 1300'lü yıllara ait üzüm fosilleri ve şarapçılıkla ilgili aletlerin bulunmuş olması üzüm uygarlığının çok daha eskilere uzandığını göstermektedir (Anlı, 2006).

Bir bölgede bir ürünün kullanıldığının en önemli delillerinden birisi yapılan arkeolojik kazılardan elde edilen buluntulardır. Özellikle yoğun olarak kullanılan veya tüketilen nesnelere ait kalıntılar arkeolojik kazılardan elde edilen vazgeçilemezlerdir. Anadolu üzümün tüketildiği ve binlerce yıldır kültürü yapılan bir coğrafyadır.

Ülkemizde yapılan arkeolojik kazılarda değişik yörelerinde çıkarılan tarihi eserlerde üzümle ilgili şekil ve kabartmaların yer aldığı görülmektedir. Bu durum o yörede bağcılık kültürünün yaygın olduğunu gösteren en önemli delillerdir (Şekil 1).

Ülkemizde her bölgede yapılan kazılarda bağcılıkla ilgili tarih öncesi devirlere ait önemli eserler bulunmuştur. Çanakkale Hisarlık bölgesinde 3000-4000 yıl öncesine ait üzüm çekirdeği fosilleri bulunmuştur. Yan yana birçok üzüm salkımı taşıyan M.Ö. 1750 yılına ait lamba Konya Karahöyük'de bulunmuştur. (Akşit, 1981).



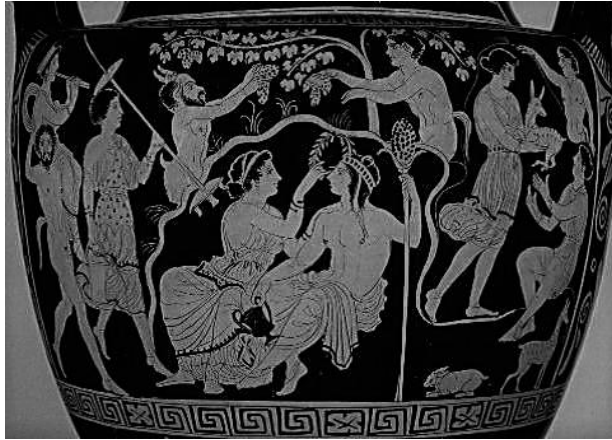
Şekil 1. Konya, Ereğli Aydıncıkent (Dvriz)-Ön Hititler (M.Ö. 1200-742), Kral Warpalavas'a ait Dvriz Kaya Kabartması

Anadolu'da asmanın tarihçesi Anadolu'daki medeniyetler ile başlamaktadır. Şarabın tarihi çok daha eski olmasına rağmen kültürünün Hititler döneminde başladığı düşünülmektedir. Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nde sergilenen Hititler'den kalma M.Ö. 3000'lere ait som altından yapılmış şarap sürahesi ve ayaklı şarap kadehi (Şekil 2), bulunmuş en eski şarap kabıdır (Deliorman ve ark., 2011).



Şekil 2. Anadolu Medeniyetleri Müzesi-Hititler (M.Ö. 3000), som altından yapılmış şarap sürahesi ve ayaklı şarap kadehi

Anadolu'da Frigya Bölgesi'nde Roma Dönemi'nde (M.S. 200–300) adak stellerinde tanrılar resmedilmiştir (Şekil 3). Zeus Ampelikos ve Zeus Ampeleitos bunlardan olup üzüm bağlarını koruduklarına inanılırdı. (Anlı, 2006).



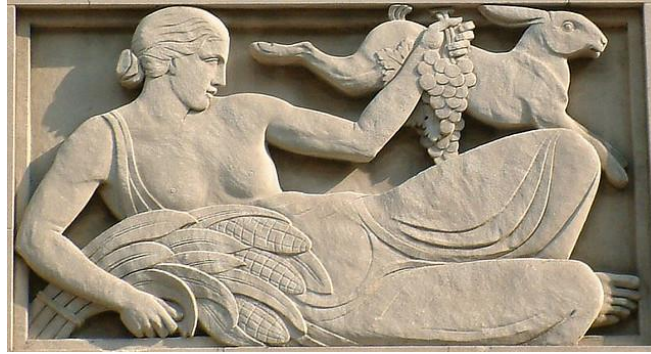
Şekil 3. Bir toprak kaptta asma, üzüm ve Dionysos tasviri

Taze ve kuru olarak tüketilen, şarap yapımında kullanılan bir meyve olan üzümün M.Ö. 6000'den sonra kültüre alındığı düşünülmektedir. Toplu halde bulunan üzüm çekirdeklerinin karbon testi ile 10.000 yıl öncesine ait olduklarının belirlenmiş olması şarabın 10.000 yıl önce bile üretildiğini göstermektedir (Ağaoğlu, 1999).

Üzüm yetiştiriciliği ve şarap yapımını tasvir eden M.Ö. 2400'lerden kalan Mısır hiyeroglifleri bulunmaktadır. Şarap uzun zamandır tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Şarabı tedavi amaçlı kullananların başında Hipokrat, Plinus, Galen, gelmekte olup, şarabı birçok hastalığın tedavisi amacıyla kullanmışlardır. Eski Mısırlılar, Hipokrat, Teofrast, Dioskorides, Plinus ve Galen asma bitkisinin tıbbi özelliklerini anlatmışlardır (Bombardelli and Morazzoni, 1995).

Yunan medeniyetindeki Dionysos inancının kaynağının Dvris kabartmasında yer alan elinde üzüm salkımı tutan tanrı olduğu düşünülmektedir (Şekil 4). Bu inançlar Hititler'den Lidyalılar'a, daha sonra Girit'e ve oradan Yunan medeniyetine geçmiştir. Yunanistan'da Zeus'un oğlu Dionysos, önceleri tabiat mahsullerinin, sonraları üzüm bağlarının koruyucusu ve şarabın mucidi sayılmıştır. Yunanistan'da kutlanmakta olan bağ bozumu eğlenceleri ve Dionysos'un Anadolu'dan geldiği tarihçiler tarafından kabul görmüştür.

Dionysos Romalılarda da Bacchus olarak kültüre uyarlamıştır. Bacchus başlangıçta şarap tanrısı iken zamanla ilahi bir kurtarıcıya dönüşmüştür. Hristiyanlığın Anadolu'da yayılışı ile Bacchus toplumu ve sembolleri Hristiyanlıkça kısa sürede sahiplenilmiştir. Hz. İsa'nın kendini asma, kanını da şarap olarak tasvir etmesi nedeniyle asma figürü sıkça kullanılmıştır. Böylece şarap Hristiyan kültürü ve ayinlerinin ayrılmaz kutsal parçası haline gelmiştir (Akurgal, 1997).



Şekil 4. Tanrıça Diana

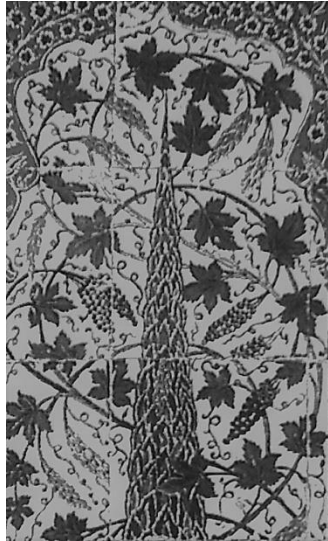
Üzüm ve asma yaprağı figürü Arkaik, Klasik ve Helenistik dönemlerden kalma birçok sikkede (Şekil 5) kullanılmıştır. Sikkelerin ön yüzünde paranın basıldığı kentin simgesi olarak kentin kutsadığı tanrı, mitolojide geçen bir figür ya da doğal zenginliği gösteren yöresel bir ürün yer alırken, arka yüzünde tanrıyı simgeleyen bir atribus bulunmaktadır. Örneğin; ön yüzünde Dionysos bulunan paraların arka yüzlerinde üzüm salkımı, asma yaprağı ya da kantharos bulunmaktadır. Üzüm figürlü sikkelere örnek olarak Karia, Tenedos ve Soloi sikkeleri verilebilir (Tekin, 1997).



Şekil 5. Üzüm salkımlı sikke

Asma ve üzümün önemi Anadolu kültüründe birçok tarihi kalıntıda kendine yer bulmuştur. Anadolu'nun en eski camisi konumundaki Diyarbakır Ulu Cami, Martoma Kilisesi'nin 639 yılında Müslüman Araplar tarafından camiye çevrilmesiyle oluşturulmuştur. Cami'nin süslemelerinde kullanılan asma yaprakları ve üzüm salkımları (Şekil 6) dikkat çekicidir (Anlı, 2006).

Asma ve üzüm figürleri farklı medeniyetler zamanında çeşme başları ve mezar taşlarında da sıkça kullanılmıştır (Şekil 7). Ayrıca asma figürü dış cephe süslemelerinde taş işçiliğinin vazgeçilmez desenlerinden olmuştur (Mutlu , 1997).



Şekil 6. Osmanlı döneminden kalma bir cami duvarında asma yaprakları ve üzüm



Şekil 7. Üzüm ve insan figürlü mezar süslemesi

Anadolu'da bağcılık birçok yörede yapılmıştır. Örneğin; Van'da Urartular'dan (M.Ö. 900–600) kalan Menua (Semiramis, Samram) sulama kanalı ve çevresindeki asma bahçeleri eski belgelerde çokça anlatılmıştır (Anlı, 2006).

Selçuklu ve Osmanlı Döneminde cami ve sarayların duvar çinilerinde asmanın ve üzümün kullanıldığı görülmektedir. Bu da Müslüman olan Selçuklu ve Osmanlılar tarafından asmaya verilen değerin diğer toplumlara benzer şekilde devam ettiğinin en önemli delilidir.

Arap egemenliğinin hüküm sürdüğü bütün ülkelerde, Kuzey Afrika'da, Sicilya'da, İspanya'da, bağcılık gerilemiştir. Çünkü içki kültüründen ziyade Sami kanaatkârlığıyla suya ve serin gölgelere rağbet eden hükümdarlar bağcılığa izin vermemiştir. Endülüs Emevileri İspanya'daki asmanın neredeyse kökünü kazıtmış, üzüm bahçelerinin yalnızca üçte birine müsaade etmiştir. Çünkü İslam yasaları, taze olarak, kuru üzüm, pestil, şerbet ve üzüm balı biçiminde tüketmeye izin vermektedir. Yunanlılar batıya yaptıkları ilk deniz yolculukları ile içkiyi İtalya kıyılarına taşımışlardır (Hehn, 1998).

Dünyanın yedi harikasından biri olan Babil'in Asma Bahçeleri Fırat kıyısında yer almaktadır. Arkeolojik kazılarda ortaya çıkan üç yapı dünyanın gözünü Babil'e çevirmiştir: Asma bahçelerin kalıntıları, Babil Kulesi ve çok görkemli bir cadde. Kazılarda bulunan ilk çağlardan kalma yazıtlar ve kil tabletler eski kaynaklarda adı Kraliçe Semiramis'in asma bahçeleri olarak geçen Babil'in asma bahçelerini ortaya çıkarmıştır. (Gürkan, 2014; Akşit, 1981)

Anadolu uygarlıklarının tarihinde bağ ve şarap halkın geçiminde ve ticarete daima önemli bir rol oynamıştır. Tarih boyunca Anadolu'da elde edilen üzümler çoğunlukla kuru ve yaş olarak tüketilirken bir kısmı da pekmez, bulama, pestil, lokum ve köfter şeklinde değerlendirilmiştir.

Üzüm ve üzüm ürünleri sadece besin içerikleri yönünden önem taşımakla kalmayıp; insan sağlığı üzerine olan son derece olumlu etkileri nedeniyle de büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda söz konusu ürünlerin bu yöndeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Aras, 2006).

Bugünkü bağcılığı antik dönemdeki bağcılıkla kıyasladığımızda, üzüm kültürünün de bir bakıma tarihin genel seyrinden nasibini aldığı, doğduğu ülkelerde yozlaştığı, buna karşılık, bu kültürü çok sonra edinmiş bölgelerde gelişiminin son evresine ulaştığı görülmektedir (Mutlu , 1997).

3. ÜZÜMÜN FARKLI MİTOLOJİLERDEKİ YERİ

Mitolojiler bilindiği gibi efsanelerden oluşmuştur. Mitolojide asma ve üzümle ilgili olarak anlatılan birçok efsaneye rastlanmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak anlatılan efsane kısaca şu şekildedir:

Nuh peygamberin gemisi karaya oturmuştu. Gemideki hayvanlar yiyecek bulmak için çevreye dağıldılar. İçlerinden bir keçi gemiye döndüğünde garip hareketlerde bulunarak diğer hayvanlara sebebi yokken toslamaktaydı. Nuh, ertesi gün keçiyi takip eder keçini ağaçlara dolanmış bir sarmaşık bitkisi olan asmanın meyvelerinden yediğini ve sonrasında neşelenip, sarhoş olduğunu görür. Bu sayede şarabı keşfeden Nuh, ne zaman şarap içse neşelenip, keyfe dalar. Bu durum şeytanın hoşuna gitmez, kavurucu nefesi ile üfleyip asmaları kurutur, sonra pişman olur. Asmaları tekrar yeşertmenin tek yolu, asmanın dibine yedi hayvanın kanının dökülmesidir. Kuruyan asma fidanlarının toprağına aslan, kaplan, köpek, ayı, horoz, saksığan ve tilki kanı dökülür ve bir yıl sonra asmalar yeşererek yeniden ürün verir. Sarhoş insanlar kendi mizaçlarına uygun hayvanın davranışını sergiler, yani bir aslan gibi güçlü ve cesur, kaplan kadar yırtıcı, ayı gibi kuvvetli, köpek gibi kavgacı, horoz kadar gürültücü, tilki gibi kurnaz ve saksığan kadar geveze olurlar (Hehn, 1998). Bu gün bile bu davranış şeklinin devam ettiğine inanılmaktadır. Bu anlayış nedeniyle özellikle köpek gibi kavgacı, horoz kadar gürültücü, saksığan kadar geveze olan sarhoştan uzak durulmaya devam edilmektedir.

Mitolojik dönemde asma, üzüm ve şaraba verilen önem oldukça yüksektir. Tanrıların üzüm ve şarabın bereketli olmasında büyük rol oynadığına inanılmış, bazı bölgelerde üzümün bereketli olması için tanrılara kurban dahi kesilmiştir.

İtalya’da bağların iyi ürün vermesi adına yılda iki kere Jüpiter için bayram düzenlenirdi. İlk bayram asma çiçek açtığında, ikincisi yılın ilk ürünü tadıldığında yapılırdı. Bu bayramda baş tanrıya dişi bir koyun kurban edilir ve ardından bir salkımın suyu sıkılarak tanrıya sunulurdu (Hehn, 1998).

Mitolojik döneme ait asmanın önemini anlatan birçok efsaneye rastlamak mümkündür. Bunlardan bazıları asmanın ne kadar değerli bir bitki, üzümün ne kadar değerli bir meyve, şarabın ne kadar değerli bir içki olduğunu anlatmaktadır. Diğer yandan, asma ve üzümün nasıl ortaya çıktığını anlatmak üzere ortaya konmuş eserlerin de sayısı azımsanmayacak kadar çoktur. Kral Oineus’un babasının adı “bitki” anlamına gelen Phytios’dur. Aitolia kralı Oretheus’un köpeği doğum yapmış ve bir odun doğurmuştur. Oretheus bu mucizenin bir anlamı olduğunu düşünerek odun parçasını toprağına gömer. Bir süre sonra gömdüğü yerden harika üzümler veren bir asma çıkar. Bunun üzerine Oretheus doğan oğlunun ismini Phytios koyar. Tesadüf budur ki Phytios’un oğlu olan Oineus da şaraba ismini veren kral olmuştur (Hehn, 1998).

Üzüm ve şarapla ilgili efsaneler bunlarla sınırlı değildir. Yapılan kazılardan elde edilen bulgu ve buluntular daha birçok efsaneyi işaret etmektedir. Tek tanrılı dinlerden olan Hristiyanlığın en kutsallarından birisi konumunda şarap karşımıza çıkmaktadır. İskenderiyeli Clement İsa için “büyük üzüm salkımı, bizim uğrumuza ezilmiş olan Logos” betimlemesini yapar. İsa öleceğini anladığında on iki havarisini toplar, ekmeği ve şarabı kutsadıktan sonra onları havarileri arasında bölüştürür, onlara ekmeğin kendi bedeni ve şarabında kanı olduğunu söyler. İsa havarilerine tanrının hükümdarlığında tazesini tadıncaya kadar bir daha bu bağın ürününden içmeyeceğini söyler. O günden sonra İsa tutuklanıp çarمیha gerilir. Askerler İsa’ya ekşi şarap uzatarak alay etmişlerdir. Ancak İsa o bağın ürünü asla tatmamıştır (Hehn, 1998).

4. TÜRK HALK KÜLTÜRÜNDE ÜZÜMÜN YERİ

Üzümün Türk kültür ve mitolojisinde; güzellik, bereket, kan, can, aşk ve sağlığın sembolü olduğu tespit edilmiştir. Halk edebiyatının hemen hemen bütün türlerinde üzüm çeşitli

özellikleriyle bulunur. Üzüm; destan, masal, halk hikâyesi ve efsane gibi anlatmaya dayanan türlerin dışında atasözlerine, bilmecelere, manilere, ninnilere, türkülere, vs. de konu olmuştur.

Hayatımızın her aşamasında farklı değerlerle çıkan üzüm kelimesi, masallarımızda da değişik fonksiyonlar yüklenir. “Üzümcü” adlı masalda, üzümün fonksiyonu koruyuculuktur. Köyleri dolaşıp üzüm satarak geçimini sağlayan bir adam, yolda rastladığı köylüye verdiği her bir salkıma karşılık ondan bir öğüt alır. Böylece, yapacağı hatalardan sakınmış olur. Bilgi karşılığında üzümün verilmesi, dikkat edilmesi gereken bir özelliktir. Burada, üzümün sağlık kaynağı ve şifa dağıtıcı özelliğinin, bilgisiyle değer kazanan insana eş değerde tutulduğu görülür (Şenocak, 2008).

Türk kültüründe üzüme verilen önem oldukça yüksektir. Her öğüde bir salkım üzüm verilmesi hem alınan öğüde verilen değeri hem de üzüme verilen önemi gösterir. Üzümün bereketli bir meyve oluşu da ayrıca işlenmiş konulardan birisidir.

“Türk kültüründe yer alan bir efsaneye örnek verecek olursak; Sultan II. Murad’a, Hamza Baba adında birinin, bir başkasının arazisi içindeki 5-10 metre karelik yeri ekip biçtiği, arazinin küçük olmasına rağmen çok fazla ürün elde ettiği haber verilir. Aylardan şubat ya da mart aylarıdır. Sultan Murad’ın emri üzerine zaptiyeler, konuyu araştırmak için araziye gelirler ve Hamza Baba’yı bağ çubuğu dikerken bulurlar. Hamza Baba, kendisini yakalayacakları sırada onlara, padişahın yanına eli bos gidilemeyeceğini, biraz beklemelerini söyler. Birkaç dakika önce dikilen çubukların, hemen ardından üzüm verdiğini gören zaptiyeler, Hamza Baba’nın kerametine inanırlar” (Aras, 2006).

Üzümün besin değeri ve sağlık açısından önemi Türkler tarafından binlerce yıldır bilinmektedir. Üzümün sağlık açısından önemini anlatan masallara dahi rastlanmaktadır.

Üzümün, özellikle kara üzümün kan ve can verici özelliğine de masalarda değinilir. “Kara Hasanla Dev” adlı masalda dev, yakaladığı Kara Hasan’ı karısına vererek onu kırk gün kara üzümle beslemesini söyler ki kurbanı yesinler. Masalda üzümün kan yapıcı, şişmanlatıcı özelliğinden bahsedilmektedir (Aras, 2006).

Üzüm kelimesi geçmişten günümüze gelerek nasihat verme özelliği taşıyan atasözü ve deyimlerde de karşımıza çıkmaktadır. Bazen “Üzümün çöpü var, armudun sapı var” diyerek, herkese bir kulp takıp evde kalan genç kızlar ifade edilirken, “Üzüm üzüm üzülme” (Doğan, 1992) deyimiyse çok fazla üzülmenin ve acının çokluğunu ifade eder.

Bazen de “Üzüm çekirdeğinden pekmez çıkartmak” deyimiyse yetenekli, işini bilen kişiler anlatılmak istenir. “Çöpsüz üzüm” (Aksoy, 1991) deyimiyse de yakın hısımları bulunmayan eş anlamında kullanılır ve çokluk, bereket kavramlarından yoksunluk ifade edilir.

Bunların dışında üzüm, bağcılığın geliştiği coğrafyalarda, özellikle Ege, Akdeniz, Orta Doğu ve Anadolu uygarlıklarında mitolojik devirlerden beri bolluğa, berekete, verimliliğe işaret eden kutsal bir meyve olarak kabul edilmiş; mistik ve dinî sistemler ile edebî geleneklerde güçlü bir sembol olarak yerini almıştır. Örneğin; Mevlâna’nın dilinde, “üzüm, kuru üzüm, salkım, üzüm salkımı, üzüm tanesi, üzüm çubuğu, üzüm yaprağı, asma, asma dalı, asma yaprağı, koruk, üzüm suyu, üzüm şarabı, şarap, bağ, bağcı” sözlerine sıkça rastlamak mümkündür (Akarpınar, 2005).

Asmanın meyvesi olan üzüm yanında, bitkinin diğer organları da büyük düşünürlerin tasvir ve betimlemelerinde yer bulmaktadır. Örneğin, Mevlana eserlerinde asmanın organları olan çubuk ve meyvesinin olgunlaşmadan önceki haline verilen isim olan koruğu tasvirlerinde kullanmıştır.

Üzüm Çubuğu; Mevlâna’nın gözünde Mesnevi, bir üzüm çubuğudur. üzüm çubuğunun güneşin altında bağlanıp çekildiğinde uzadığı gibi Çelebi ve Mevlâna arasındaki dostluk, yakınlık ve sohbetler de Mevlâna’nın düşüncelerini pekiştirmiş, olgunlaştırmış, Mesnevi’yi meydana getirmiş ve her biri olgun üzüm lezzetinde, hikmet dolu sözlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Koruk; Mevlâna’nın dilinde koruk, üzüm ve şarap, sırasıyla bilmek, bulmak ve olmak hâllerini karşılamaktadır. Koruk hamalık, üzüm pişmişlik, şarap yanmışlık sembolüdür (Aksoy, 1991).

Diğer yandan bir çok deyim ve atasözünde de üzüm yerini almıştır. Üzüm her zaman yüksek değer, olgunluğun, olmuşluğun, pişmişliğin sembolü olmuştur.

“Üzüm olmak”; kendini bilmek, özünü kavramak, hakikate ulaşmaktır. Üzüm olan derviş”, varlığın sırrını keşfetmiş; Allah’ı maddede değil, mânâda bulmuştur. Üzüm olmak, yokluğu tadıp asla dönmektir (Aksoy, 1991).

Üzümde olduğu gibi şarapta tasvir ve betimlemelerde kullanılmıştır. Özellikle aşk, ilahi aşkın anlatımında sıklıkla şaraba başvurulmuştur. Şarap özellikle tasavvufi eserlerde geniş yer bulurken burada sözü edilen aslında ilahi manada aşktır. Yine de ilahi aşkın bile tasvirinde başka manada dahi olsa şarabın kullanılması oldukça önemlidir.

Her ne kadar şarap üzümün pişmişliği göstermekte ise de, şarap hâlâ hamdır. Meyvenin aslı, tadı, kokusu, gıdası şarapta etkisini gösterir. Ham üzüm suyu yıllar içinde olgunlaşır. Şarabın içinde üzüm tanesi görünmese bile aslı üzümdür. Üzümün şarapta erimesi gibi âşık da ilâhi aşk ateşinde yanıp kül olur; varlıktan geçip yokluğa ulaşır. Üzüm ve Şarap; Sadece somut-soyut geçişliliğiyle açıklanabilecek “varlık-yokluk anlayışı”, tasavvufun dayanak noktalarından biridir. Mevlâna, bu konuda üzüm ve şarap ikilisinden yararlanır: “Ruh, üzümünden şarabı, yoktan varı görür”. Ona göre varlık -yokluk geçişliliğini yaşayanlar “üzüme bakıp şarabı, yoka bakıp varı görürler” (Aksoy, 1991).

5. SONUÇ

Tarih öncesi çağlardan itibaren yetiştirilmeye başlayan ve halen yetiştirilmeye devam edilen üzümün insan yaşamındaki önemi yapılan bu derlemede bir kez daha ortaya konmuştur. Sadece insan sağlığı ve beslenmesi açısından değil insanların inançları ve yaşam alanlarındaki sembollerde üzüme verdikleri önem verilen örneklerle bir kez daha gündeme getirilmiştir. Öyle ki, aşk ve bereket anlamlarının yüklendiği üzüm, şarap, bağ gibi kavramlara çok eski zamanlardan günümüze kadar gelen tarihi eserlerde rastlanmaktadır. Ayrıca hem Türk hem de diğer toplumlara ait mitolojik eserlerde üzüm ve şaraba verilen önem kaynaklarda açıkça görülmektedir. Günümüzde yapılması gereken, bu eserlerin kaybolmadan ve zarara uğramadan gelecek nesillere aktarılmasını sağlamaktır. Türk Halk kültüründe önemli bir payı bulunan ve içinde üzümle ilgili kelimelerin geçtiği eserlerin (masal, mani, bilmece, atasözü...) unutulmaması ve kaybolmaması için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte geçmişte bu kadar önem verilen üzüm, bağ, şarap, üzüm yaprağı gibi sembollere günümüzdeki eserlerde de yer verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu, S., 1999. Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık. Rekmay Ltd.,Ankara Cilt: I, 205 s.

Akarpınar, R. B., 2005. Mevlâna Celâleddin Rûmî'nin Mesnevi ve Rubâiyyat'ında “Meyve” ve “Üzüm” Sembolleri. Bilig-Kış, 32, 145-164.

Aksoy, Ö. A., 1991. Atasözleri ve Deyimler Sözlüğü. I-II, İstanbul.

Akşit, İ., 1981. Hititler. Türkiye'nin Tarih Hazinesi Orta Anadolu Uygarlığı, Sandoz yayınları (2), 160 s

Akurgal, E., 1997. Anadolu Kültür Uygarlıkları. s. 187.

Anlı, R. E., 2006. Bağlar Güzeli: Üzüm ve Üzüm Kültürü Yapı Kredi Yayınları İstanbul, 1. Basım, 238 s

Aras, Ö., 2006. Üzüm Ve Üzüm Ürünlerinin Toplam Karbonhidrat, Protein, Mineral Madde Ve Fenolik Bileşik İçeriklerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)

Bombardelli, E., Morazzoni P., 1995. *Vitis vinifera* L. Fitoterapia, 66(4), 291-317.

Deliorman, D., N. Orhan, F. Ergun, 2011. Anadolu Medeniyetlerinde Asma (*Vitis vinifera* L.), Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Tarih Bölümü Tarih Araştırmaları Dergisi, 30(50), 69-80.

Doğan, A., 1992. Açıklamaları ve Örnekleriyle Deyimler Sözlüğü, Ankara.

Gürkan, H., 2014. Asma Bitkisinin Tarih Boyunca Önemi ve Günümüzde Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Bitirme Ödevi.106.s.

Hehn, V., 1998. Zeytin, Üzüm Ve İncir. Aça N. (Edt), Dost Kitabevi, Ankara: 112 sf.

Mutlu, B., 1977. Batı Sanatında Biçimlenme ve Doğu Akdeniz. İstanbul Güzel Sanatlar Akademisi Yayınları, İstanbul, s. 89.

Oraman, M.N., 1965. Arkeolojik Buluntuların Işığı altında Türkiye Bağcılığının Tarihçesi Üzerinde Araştırmalar-I. Ankara Ün. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 15(2), 96-108.

Şenocak, E., 2008. Türk Halk Kültüründe ve Mitolojik Bağlamda Üzümün Yeri. International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 3/5 Fall.

Tekin, O., 1997. Antik Nümizmatik ve Anadolu (Arkaik ve Klasik Çağlar), Kanaat Matbaası, İstanbul, s. 113.

RÜZGAR EROZYONU

Mücahit KARAOĞLU¹

¹*Iğdır University, Iğdır Agricultural Faculty, Soil Science and Plant Nutrition Department, Iğdır-Turkey.*

Geliş tarihi: 20.12.2018 Kabul tarihi: 29.12.2018

ÖZET

Aeolian veya eolian olayların bir sonucu veya bir alt çalışma konusu olarak ifade edilen rüzgar erozyonu Türkiye ve dünyada kurak ve yarı kurak bölgelerin tipik olaylarından birisidir. Düzensiz ve yetersiz yağış, yüksek sıcaklık farkları, yüksek yaz mevsimi sıcaklık ortalamaları, frekansı yüksek yaz günleri, aşırı buharlaşma değerleri ve kuvvetli rüzgarlar rüzgar erozyonunun en önemli göstergeleridir. Rüzgar erozyonu aşındırdığı alanın toprak özelliklerinde değişikliğe sebep olduğu gibi, taşıma esnasında geçtiği bölgelerde olumsuz etkiler yapar (su kanalları, drenaj sistemleri, makineler, canlılar), gücünün azaldığı yerde taşıdığı sedimenti bıraktığı yerin toprak özelliklerinde de değişikliğe sebep olur. Bu derece doğrudan ve dolaylı olumsuz etkileri olan rüzgar erozyonunun iyi bilinmesi ve zararlı etkilerinin azaltılması oldukça önemlidir. Çünkü koruma tedbiri uygulamak, meydana gelen zararı telafi etmekten daha ucuzdur. Bu çalışmada rüzgar erozyonu etkileri, rüzgar ve toprak özellikleri genel olarak tanıtılmıştır.

Anahtar kelimeler: Rüzgar erozyonu, rüzgar erozyonu etkileri, rüzgar ve toprak özellikleri.

WIND EROSION

ABSTRACT

Wind erosion which is expressed as a result or sub-discipline of aeolian or eolian is one of the typical events in arid and semiarid region of the world and Turkey. Irregular and inadequate precipitation, high temperature amplitudes, high summer temperature averages, high frequency summer days, excessive evaporation values and strong winds are the most important indicators of wind erosion. The wind erosion causes a change in the soil properties of the area it erodes, as well as the negative impacts in the areas where it passes during transportation (water channels, drainage systems, machines, organisms), and causes a change in the soil properties of the place where its power decreases and leaves its sediment. It is very important to know well direct and indirect negative effects of wind erosion and to reduce the harmful effects of it. Because implementing a protection measure is cheaper than compensating for the damage. In this study, effects of wind erosion, properties of wind and soil were introduced in general.

Key words: Wind erosion, wind erosion effects, properties of wind and soil.

1. GİRİŞ

Rüzgar etkisiyle toprak parçacıklarının (sediment) ayrışması, taşınması ve rüzgar gücünün azaldığı yerde birikmesi olaylarına rüzgar erozyonu adı verilir. Jeomorfologlar ve diğer yerbilim uzmanları genellikle rüzgar erozyonunu, rüzgarla oluşan olayların (aeolian veya eolian) özel bir alt disiplini olarak düşünürler. Rüzgarla oluşan olaylar, rüzgar gücü ile yüzey özelliklerinin etkileşimleri sonucu ortaya çıkan durumları kapsar.

Rüzgar etkisiyle sediment hareketi, çok eski kumtaşı anakayasının rüzgârla uçurulan kumları sonucu ortaya çıkan aeolian geçiş tabakaları (cross-bedding) tarafından gösterildiği gibi, binlerce yıldır meydana gelmektedir. Löss tortuları, buzul birikimleri veya çöl birikimleri veya kuru göller üzerinde rüzgar hareketi ile oluşturulan silt ve daha küçük miktarlarda kil ve kum aeolian sedimentlerinin her yerde birikmesidir. Dünya üzerindeki büyük kumul sahaları ve kum denizleri güncel ve geçmiş aeolian çevre ile ilgili daha fazla bulgu sağlarlar. Sabit veya dengeli kum tepeleri mevcut iklimde artık işlevsel değildir. Ancak geçmişte işlevsel kum denizleri veya kumul alanları olmuşlardır (Zobeck and Van Pelt, 2014).

Rüzgar erozyonu düz, kuru ve çıplak, kumlu topraklar veya gevşek toprak, kuru ve ince taneli toprakların bulunduğu herhangi bir yerde yaygındır. Kumlu topraklar erozyona karşı çok hassastır, ancak güçlü toprak işleme ile inceltilmiş killi topraklar da çok kuru oldukları zaman rüzgar erozyonuna karşı hassastır (DPIPWE, 2018).

Rüzgâr erozyonu rüzgâr kesmesine (wind shear) karşı iyi korunmamış topraklarda görülür. Rüzgâr erozyonunu artıran sebepler, rüzgar kesmesine karşı toprak yüzeyini koruyacak yeterli bitki örtüsünün olmaması, düşük organik madde düzeyi, kurak ve yarı kurak bölgelerde düşük yağış ve yüksek buharlaşma oranları (tipik karasal iklim özellikleri) olarak ifade edilebilir. Ancak toprakta agregatlaşma, yüzeyde kabuk oluşumu, toprak ve hava nemi erozyonu azaltabilecek etkenlerdir (Karaoğlu, 2014; 2016). Rüzgâr erozyonu ormanlardan çöllere kadar çok farklı alanlarda görülebilir ve topraktan verimli parçacıkları ayıklayarak verimi düşürür, hendeklerde ve suyollarında sediment biriktirir, havayı kirletir, görüş mesafesini düşürür ve mekanik aletlere zarar verir (Hagen ve ark., 2010).

Rüzgar erozyonu hafif bir rüzgar tarafından oluşturulabilir. Hafif rüzgar önce toprak parçacıklarını yüzey boyunca yuvarlar ve bir kuvvetli rüzgar vasıtasıyla toprak parçacıklarının büyük bir kısmı havaya kaldırılarak toz fırtınaları oluşturulur (NSW, 2018). Rüzgar erozyonu, dünya çapında 500 milyon hektardan fazla araziye etkileyen ve yılda 500 ila 5000 Tg (Tera gram) kaçak toz oluşturan bir toprak ayrıştırma sürecidir (Grini et al., 2003).

Bu çalışmada rüzgar erozyonunun tanımı, yerinde ve uzaktaki etkileri, işleyişi, rüzgar özellikleri, toprak yüzey şartları (bünye, nem içeriği, yüzey pürüzlülüğü, agregat özellikleri, yüzey kabukları), konularında genel bilgiler verilmiştir.

2. RÜZGAR EROZYONUNUN SEBEPLERİ

Ülkemizde rüzgar erozyonunun sebepleri, iklim etkileri dışında, insan kaynaklıdır ve genellikle yanlış ve ihmalkar davranışların sonuçlarıdır. Rüzgar erozyonunu hazırlayan sebepler azaldıkça hızlandırılmış erozyonda azaltılacaktır. Başlıca sebepler:

1- Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki yetersiz ve düzensiz yağış, yüksek sıcaklıklar sebebiyle aşırı buharlaşma, kuvvetli rüzgarların taşınması sonucu düşük nem miktarı,

2- Ziraat sahalarında geniş arazilerin topyekun örtüsüz nadasa bırakılmaları,

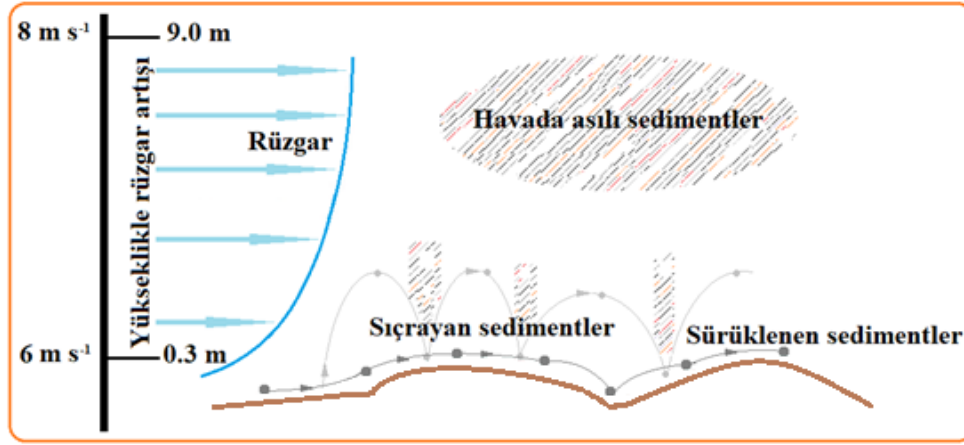
3- Geniş kültür sahalarının organik maddece fakirliği ve bu gibi arazilerin çok derin olarak sürülmeleri,

4- Modern sürüm aletleri ile toprağın alt üst edilerek ve iri kesekler meydana getirmeden sürülmeleri,

- 5- Sürüm zamanına ve özellikle kuvvetli rüzgar dönemlerine dikkat edilmemesi,
- 6- Lastik tekerlekli traktörlerin kullanılmaları, bu suretle toprak yapısının bozularak ince toz haline gelmesi ve dolayısıyla rüzgarla kolayca taşınabilir hale gelmesi,
- 7- Mekanizasyonun gelişmesiyle geniş mera sahalarının pulluk altına alınması,
- 8- Anızlı tarlaların yakılması olarak özetlenebilir.

3. RÜZGAR EROZYON MEKANİĞİ

Rüzgar erozyonu, rüzgârın toprak yüzeyiyle etkileşimi sonucu ayrışmaya (entrainment), taşınmaya ve nihayet toprak parçacıklarının birikmesine sebep olan olaylar zinciridir. Rüzgar, toprak yüzeyinde parçacıkları tutan yerçekimi ve birbirini çekme kuvvetlerini yenmek için sürüklenme ve kaldırma kuvvetleri uyguladıkça ayrışma meydana gelir (Toy et al., 2002). Ayrışma aynı zamanda, yuvarlanan veya sıçrayan parçacıklar, darbeler veya aşınma sonucu serbest kalacak diğer parçacıkları etkilediği sürece oluşmaya devam edecektir (Şekil 1). Toprak yüzeyinde parçacıkların veya sedimentin hareket etmeye başladığı andaki rüzgar hızı eşik rüzgar hızı olarak adlandırılır. Rüzgar hızları, toprak yüzeyinden 0.3 m yüksekte 6 m s^{-1} değerine ve 9 m yüksekte 8 m s^{-1} değerine ulaştığı zaman aşındırıcı (erosive) olarak değerlendirilir (USDA-NRCS, 2002).



Şekil 1. Rüzgar erozyon mekaniği

Rüzgar, eşik hız değerini aştıktan sonra, toprak parçacıkları veya küçük kararlı agregatlar, taşınmanın üç temel yol veya yöntemiyle hareket etmeye başlarlar. Bunlar; sürüklenme (creep), sıçrama (saltation) ve havada asılı kalma (suspension) olaylarıdır. Sürüklenme hareketi yapan parçacıklar veya agregatlar 0.5-1 mm çapındadır ve doğrudan rüzgar gücü etkisiyle itilerek veya sıçrama yapan parçacıkların bu parçacıklara çarpmasıyla toprak yüzeyi boyunca yuvarlanırlar veya hızlıca yer değiştirirler. Bireysel sıçrama yapan parçacıklar veya agregatlar 0.1-0.5 mm çapındadır ve toprak yüzeyinde sıçrayarak hareket ederler, nadir olarak birkaç metre yüksekliği aşarlar.

Bu parçacıklar rüzgar kuvveti ile toprak yüzeyinden direkt olarak kaldırılabilir veya diğer sıçrayan parçacıklar bu parçacıkları yerinden oynattıkça toprak yüzeyinden dışarı atılabilir. Bu parçacıklar toprak yüzeyi boyunca sıçradıkça daha fazla miktarda sıçrayacak parçacıkları yerinden oynatır, çığ etkisi oluşturur. Sıçrayan sediment zıpladıkça veya birbirlerine veya kabuklanmış toprak yüzeyine çarptıkça aşınmaya sebep olabilir veya bu parçacıklar toprak yüzeyine yerleştirilir.

Havada asılı sediment genellikle 0.1 mm çapından daha küçüktür. Bu büyüklükteki bazı parçacıklar toprakta hazır olmasına rağmen, bunlar rüzgar gücü tarafından doğrudan ayrıştırılmaya daha az hassastırlar. Havada asılı parçacıklar çoğunlukla, sıçrayan parçacıkların büyük agregatları

aşındırmasıyla veya kum püskürtmesine (sandblasting) benzer bir süreç içinde parçacıkların toprak yüzeyine çarpmasıyla oluşturulur. Sıçrayan parçacıklar yüzeye kütlelerinin ve hızlarının bir işlevi olan bir kuvvetle çarparlar. Çapları 0.1 mm den daha küçük parçacıklar havada asılı kalabilmesine rağmen, çapları 0.02 mm den daha büyük parçacıkların sediment kaynağından 30 km uzağa uçurulması mümkün değildir, hava burgacı (turbulence) kuvvetli rüzgarların azaltılması ile ilişkili olduğu zaman bu tip parçacıklar çok çabuk yüzeye geri yerleşirler (Pye, 1987). Daha ince havada asılı sedimentler hava burgaçlı girdaplarla (turbulent eddies), daha önce de değinildiği gibi yüzeye yerleşmeden önce kilometrelerce taşınır. Aksine, sürüklenme ve sıçrama yapan sedimentler genel olarak sediment kaynağı arazinin yakınlarında yeniden biriktirilirler.

4. RÜZGAR EROZYONU ETKİLERİ

Rüzgar uçuşmasıyla havada asılan büyük miktarlardaki toz aeolian sedimentin hareketi bugün hala belirgindir ve çarpıcı bir şekilde yerinde ve uzakta etkiler üretir (Zobeck and Van Pelt, 2014).

4.1. Yerinde Rüzgar Erozyonu Etkileri

Rüzgar erozyonu daha ince parçacıkları, toprağın kimyasal olarak daha işlevsel unsurlarını, özellikle bitki gelişimini etkileyen besin elementlerini savurarak ayırır (Lyles, 1975; Sterk et al., 1996; Stetler et al., 1994; Van Pelt and Zobeck, 2007; Zobeck and Fryrear, 1986a,b). Toprak verimliliği bozulmasına ek olarak, toprak organik karbonunun ve ince toprak parçacıklarının orantısız kaybı (Van Pelt and Zobeck, 2007) toprağın su infiltrasyonunu ve su tutma kapasitesini, yarı kurak bölgelerde ise toprak verimliliğini daha da fazla etkileyebilir.

Ekonomik değeri yüksek tarım arazilerinden ve hassas doğal ekosistemlerden meydana gelen toprak kaybına ek olarak, rüzgar erozyonu bazı önemli ekonomik problemlere sebep olur. Sediment kaynağı olan arazilerde, hareketli toprak parçacıkları kültür bitkilerine kum püskürtür ve bir fide alanına ciddi zarar verebilir (Fryrear and Downes, 1975; Armbrust, 1968; Skidmore, 1966). Bu zarar genellikle üreticiler için yeniden bitki dikim kararları ile sonuçlanır (Fryrear, 1973). İlave olarak, belirli ürünler ve belirli gelişme devrelerinde, kum püskürtmesi yaralanmaları hayatta kalan bitkilerde artan büyüme oranları ile sonuçlanabilir (Şekil 2; Baker, 2007). Rüzgarla uçurulan toprak parçacıklarının ürünler üzerindeki birikimi, onların verimini düşürür ve onların hasat ve sonrası işlenmelerini engeller (Farmer, 1993).

Yatay görüş uzaklığında aniden meydana gelebilecek azalmalar, sediment kaynağı olan arazilere yakın otoyollar üzerinde ulaşım ve ticaretin zarar görmesiyle sonuçlanabilir. Toz fırtınaları genellikle yatay görüş uzaklığını 10 metreden daha aşağı düşürür ve gelişmiş ülkelerde çok sayıda trafik kazasına ve ölümlere sebep olmaktadır. Çok sayıda kaza doğrudan rüzgarla sürülen kum ve tozlarla ilişkilendirilmiştir (Skidmore, 1994).



Şekil 2. Pamukta kum aşındırması (soldan sağa 0, 5, 10, 20, 30, 40 dk.) (Baker, 2007).

Rüzgarla sürülen kumun, özellikle yabancı ot çitleri boyunca ve drenaj hendeklerinde birikmesi, arazi sahipleri ve hükümet yetkilileri için, tekrar eden oldukça masraflı bakım görevlerine yol açar. Son dönem araştırma sonuçlarına göre rüzgarla aşındırılan toprağın çoğu sediment kaynağına çok yakın yerde biriktirilmiştir (Hagen et al., 2007) Arazi kenarları boyunca biriktirilmeyen aşınmış toprak, havada asılı hale gelir ve hava burgaçlı (türbülans) sınır tabakasında on metreden binlerce metre yüksekliğe kadar kaldırılabilir ve kaçak toz olarak adlandırılır (Gillett et al., 1997; Chen and Fryrear, 1996; Zobeck and Van Pelt, 2006).

4.2. Uzakta Rüzgar Erozyonu Etkileri

Rüzgarın etkisiyle hareket eden tozlar, rüzgar altı tarafında, onlarca kilometrelerden yüzlerce kilometrelere kadar çevreyi, hayvanları ve insan sağlığını hem de sanayii, ulaşımı ve ticareti etkiler. Rüzgar akımları ve dolaşım modelleri kıtalar arasında daha küçük çaplı kaçak tozları taşıyabilmektedir. Afrika Sahra Çölünden uçurulan tozların Avrupa'ya (Goudie, 1978), Güney Amerika'ya (Talbot et al., 1990), Karayib Denizine (Delany et al., 1967), Kuzey Atlas Okyanusuna (Prospero, 1996), ve Kuzey Amerika'nın içlerine kadar kaynak bölgeden 9000 km den daha fazla uzağa (Gatz and Prospero, 1996) düştüğü kaydedilmiştir. Benzer olarak, Kuzey Çin Çöllerinden uçurulan tozlar Kore'de (Chung et al., 2003), Japonya'da (Lee et al., 2003), Kuzey Amerika'da (Shao, 2000), Alaska'da (Rahn et al., 1981), ve Hawaii'de (Braaten and Cahill, 1986) kaydedilmiştir. Mineral analiz sonuçlarına göre Greenland'in buzullarındaki toz tortularının önemli bir kısmı Doğu Asya kaynaklıdır (Svensson et al., 2000). Tozlar toprak ana materyalinin (Gile and Grossman, 1979; Reynolds et al., 2006), bitki besin elementlerinin, iz metallerin (Van Pelt and Zobeck, 2007), toprak canlılarının (Delany et al., 1967) ve insan kaynaklı zehirlerin (Larney et al., 1999) ekosistemler ve havzalar arasında taşınması için önemli bir etkidir. Dünyanın farklı bölgelerinde yer alan büyük lös tortuları aeolian tortulardandır (Tsoar and Pye, 1987) ve aeolian sedimentlerin daha az miktarlarının çökmesi anakayadan aşınmış veya nehir tortularından oluşan toprakların özelliklerini etkileyebilir (Rabenhorst et al., 1984). Toprak tozunun mineralojik, kimyasal ve canlı özellikleri yüklendiği yüzey tarafından belirlenir (Reheis and Kihl, 1995). Hastalık yapıcı mikroplar tozlar üzerinde taşınabilir ve uzak ekosistemleri ve insan sağlığını etkileyebilir (Leathers, 1981).

Taşınma süresince, tozlar çok sayıda kimyasal reaksiyonlara girebilir ve atmosferdeki insan kaynaklı parçacıkların reaksiyonlarını kolaylaştırır. CaCO_3 , yarı kurak ve kurak bölgelerde yaygın bir toprak oluşturu ve böylece yaygın bir toprak tozu oluşturu (Gile and Grossman, 1979). Asit yağmuru dünya çapında bir problemdir, fakat bulutlarda veya etkilenmiş havzaların topraklarındaki asit türleri ile etkileşen karbonatça zengin tozların olduğu belli bölgelerde kısmen iyileştirme sağlanır (Litaor, 1987; Trochkin et al., 2003). Sülfür ve azotun insan yapımı oksitlerinden uzak bölgelerde, tozlardaki karbonatlar normal olarak hafif asitli yağmur suyunu alkaline yapabilir (Zhang et al., 2003).

Atmosfer asitleriyle reaksiyona giren CaCO_3 parçacıkları daha çok su emerler (higroskopik) ve daha etkili yoğunlaşma çekirdekleri oluşturma eğilimindedirler (Krueger et al., 2004). Bu nemlenmiş toprak aerosolleri gazları ve diğer aerosolleri yakın atmosferden çekebilir, yağış için uygun durumdadır ve etkili bir şekilde atmosferi temizler. Toprak tozları üzerindeki hümik asit varlığı atmosferdeki nem tutamayan (hidrofobik) organik türler için oldukça çekicidir (Chiou, 1989). Hümik asit kaplı toprak tozlarının atmosferdeki kolaylaştırıcı (katalitik) etkisi, yüksek bağıl nemlerde hümik asitin nem tutamayan yapısına baskın gelir ve parçacıklar ince bir su tabakası emerler (Brooks et al., 2004). Ek olarak, güneş ışığının varlığında humusun etkili bir kolaylaştırıcı olması, organik kirletici maddelerin oksitlenmesinde etken olan oksijenin yüksek derecede tekrar işlevsel serbest radikallerini oluşturur (Miller et al., 1989).

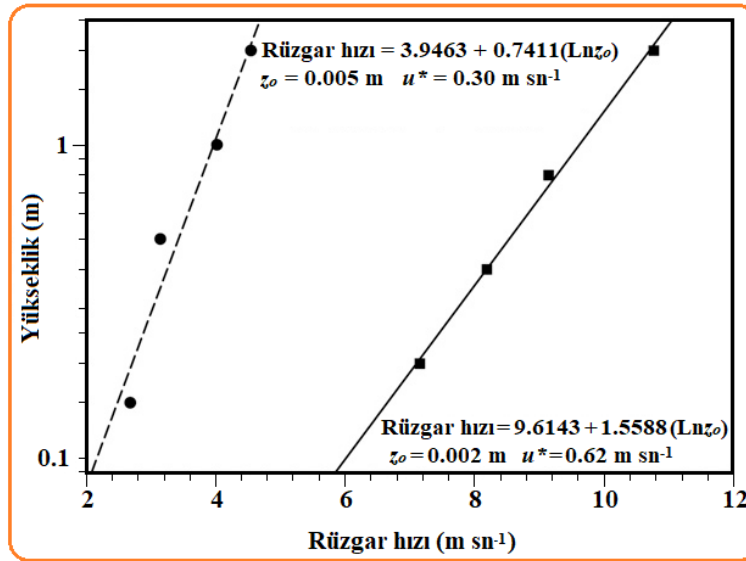
5. RÜZGAR EROZYONUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

5.1. Rüzgar

Rüzgâr, dünya yüzeyi ile etkileşime girdiğinde, yeryüzeyi rüzgara bir sürtünme direnci uygular ve yüzeye yakın seviyelerdeki rüzgar hızını azaltır (Şekil 1). Kuvvetli rüzgar olayları süresince, yeryüzeyine yakın sınır tabakası genellikle istatistiksel olarak sıfırdır ve rüzgar hızının düşey kesiti iyi bilinen yarı logaritmik eşitlik yardımıyla açıklanabilir:

$$u(z) = \frac{u^*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad [1]$$

Burada, $u(z)$, z yüksekliğindeki rüzgar hızı; u^* , sürtünme (veya kesme) hızı; k , von Karman sabiti (0.4) ve z_0 aerodinamik pürüzlülük yüksekliğidir. Sürtünme hızı yüzey üzerindeki kesme gerilmesinin bir ölçüsüdür ve rüzgar erozyonu için sürülme gücü olarak tahmin modellerinde kullanılmaktadır. Sürtünme hızı atmosferik hava burgacının göstergesidir ve yükseklik bir logaritmik ölçekte (Şekil 3) sunulduğunda rüzgar hız kesitinin eğimine orantılıdır.



Şekil 3. Rüzgar kesitleri

Aerodinamik pürüzlülük yüksekliği, yüzeye yakın rüzgar hızının sıfıra düştüğü ve yüzey özelliklerine bağlı olduğu teorik yüksekliği ifade eder. z_0 değeri yaklaşık olarak pürüzlülük unsurları yüksekliğinin 1/30 değerine eşittir. Bitki örtüsüne sahip yüzeylerde, z_0 değeri, bitki örtüsü rüzgarda bükme yaptıkça, rüzgar hızı ile birlikte değişiklik gösterebilir. Gerçekte, aerodinamik pürüzlülük yüzeyin momentumu emme kapasitesinin bir ifade şekli ve rüzgar erozyon çalışmalarında da önemli bir miktardır (Shao, 2000). Uygulamada, eğer biz y eksenine rüzgar hızı ve x eksenine yüksekliğin logaritmik değerini işaretlersek, normal olarak, eğim u^*/k ve sınırlanan kısım $(u^*/k)\ln(z_0)$ ile düz bir hat elde ederiz. Rüzgar, erozyona sebep olmak için enerji sağlamasına rağmen, toprak yüzeyinin özellikleri ve şartları sonuçta erozyonun meydana gelip gelmediğini ve onun genişliğini kontrol edecektir.

5.2. Toprak Yüze Şartları

Topraklar, zaman içinde farklılık gösteren dinamik veya geçici özellikleri çok yavaş değişen, gerçek veya doğal özelliklere sahip madde olarak tanımlanır. Dinamik toprak özellikleri hava olayları, toprak işleme veya diğer yönetim işlemlerine tepki olarak çok hızlı bir şekilde değişebilir ve hacim yoğunluğu ve kuru agregat büyüklük dağılımı gibi özellikleri içerir. İç toprak örnekleri özellikleri, toprak dokusu, organik madde içeriği ve mineralojidir.

5.3. Toprak Tekstürü

Toprak tekstürü, rüzgar erozyonuna karşı toprağın duyarlılığını etkileyen en önemli toprak özelliğidir. USDA-NRSC, toprakların CaCO_3 içerikleri ve tekstürlerine göre yıllık rüzgar erozyon aşınabilirliklerini bildirmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Toprak tekstürü ile toprak aşınabilirliği arasındaki ilişki (USDA-NRCS, 2002).

TT	Yüzye tabakasının baskın toprak tekstür sınıfı	RAG	TAG
K	Çok ince kum (çakılsız)	1	694
	İnce kum, kum		560
	Kesin olmayan durumlarda		493
	Kaba kum (çakıllı)		403
	Kaba kum (çakıllı)		358
K	Tınlı çok ince kum, tınlı ince kum, tınlı kum, tınlı kaba kum veya saprik organik toprak materyalleri	2	300
K	Çok ince kumlu tın, ince kumlu tın, kumlu tın veya kaba kumlu tın	3	193
İ	Kil, siltli kil, kireçsiz killi tın veya siltli killi tın (kil oranı > %35)	4	193
O	Kalkerli tın ve siltli tın veya kalkerli killi tın ve siltli killi tın	4L	193
O	Kalkersiz tın ve siltli tın (kil oranı < %20) veya kumlu killi tın, kumlu kil ve hemik organik toprak materyalleri	5	125
O	Kalkersiz tın ve siltli tın (kil oranı > %20) veya kalkersiz killi tın (kil oranı < %35)	6	108
O	Silt, kalkersiz siltli killi tın (kil oranı < %35) ve fibrik organik toprak materyalleri	7	85
-	Kaba yüzey parçacıkları veya nemlilik sebebiyle rüzgar erozyonuna hassas olmayan topraklar	8	-

TT: Toprak tekstürü; K: Kaba; O: Orta; İ: İnce. RAG: Rüzgar aşınabilirlik grubu.

TAG: Toprak aşınabilirlik göstergesi;

Genel olarak, kumlar gibi kaba bünyeli topraklar, killi tın gibi daha ince bünyeli topraklardan daha fazla aşınabilir topraklardır. Kireçli topraklar, kireçsiz topraklara göre daha fazla aşınabilir topraklardır. Kalkerli topraklar yeterli CaCO_3 içerirler, seyreltik asit uygulandığında köpürme meydana gelir. Toprak tekstürü ve CaCO_3 içeriği zaman içinde çok yavaş değişen doğal toprak özellikleridir. Yine de, bu tekstürün değişmesinin imkansız olduğu anlamına gelmez. Uzun süre rüzgar erozyonuna maruz toprakların yüzeylerinin daha önceki orjinal toprak haritalarına göre şu anda daha kaba tekstüre sahip olduğu bazı araştırmalarla ortaya konmuştur. Zaman içinde kum içeriğindeki bağıl artış, daha ince parçacıkların rüzgar erozyonu ile topraktan savrulularak uzaklaştırılması sonucu ortaya çıkmıştır.

5.4. Toprak Nemi

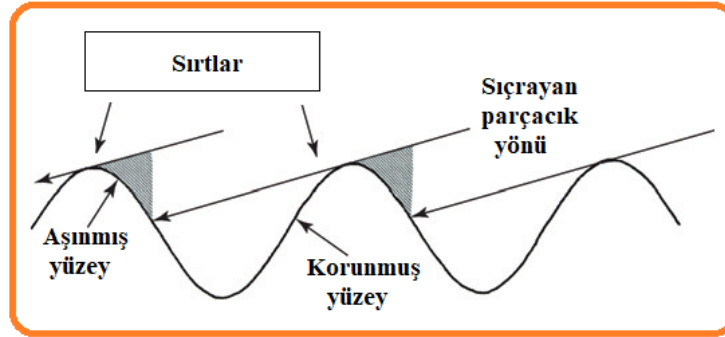
Yüzey toprak nem içeriği rüzgarla sediment aşınma ve taşınmasını birlikte kontrol eden son derece önemli bir değişkendir (Nickling, 1994). Rüzgar tüneli denemelerinde toprak nem içeriği açık bir şekilde, parçacıkların harekete başladığı andaki rüzgar eşik sürtünme hızını etkiler (Belly, 1964; Bisal and Hsieh, 1966; Chepil, 1956). Gravimetrik nem kapsamının %5 değerinden fazla olduğu kum büyüklüğündeki materyal, çoğu doğal rüzgarların aşındırmasına karşı doğal olarak

dirençlidir (Nickling, 1994). Rüzgarla toprağın aşındırılması, nemin etkilerine oldukça hassastır, hatta bağıl hava nemindeki farklılıklar bile parçacık eşik rüzgar hızını değiştirir (McKenna-Neuman and Sanderson, 2008; Ravi et al., 2006a,b).

5.5. Yüzey Pürüzlülüğü

Aerodinamik pürüzlülük uzunluğu rüzgar kesitinden belirlenir ve yüzey üzerinde ortalama rüzgar hızının sıfır olduğu yüksekliktir. Bu değer deneysel olarak türetilen değer toprak yüzeyindeki pürüzlülük elemanlarıyla (kesekler, kayalar, bitkiler) hem de yüzey mikrotopografyası veya mikrorölyefi ile ilişkilidir. Toprak yüzey mikrorölyefi, yönetim veya hava şartları yüzünden hızlıca değişebilen dinamik bir toprak özelliğidir.

Sürülen tarım topraklarında, sürüm, toprak boyunca sürüm aletinin çekmesiyle sebep olunan, sürüm yönüne paralel olarak, doğrultulu bir pürüzlülük veya sırtlar üretir. Buna ilaveten, yüzeydeki agregatların veya keseklerin rastgele yönlendirilmesinden üretilen bir rastgele pürüzlülük vardır. Rüzgar erozyonu, rastgele ve yönlendirilmiş pürüzlülüklerin her ikisine de hassastır. Sürümün sebep olduğu pürüzlülük, z_0 değerini değiştirmek ve de toprak yüzeyini aşındırıcı parçaların etkisinden korumak için rüzgar kesitinin etkisini azaltacaktır. Genel olarak, keseklerin veya sırtların büyüklüğü arttıkça aerodinamik pürüzlülük uzunluğu artar. Değişimin miktarı sırtlar ve keseklerin büyüklüğü ve boşluğu ile bağlantılıdır. Ek olarak, sürümün oluşturduğu pürüzlülüğün rüzgar erozyonu üzerindeki etkileri, sırtlar mevcut olduğu zaman rüzgar yönüne bağlı kalacaktır. Aşındırıcı rüzgarlar çıplak bir toprak yüzeyine dik olarak estiği zaman, sırtlar toprak yüzeyinin bir parçasını fiziksel olarak koruyacaktır (Şekil 4).



Şekil 4. Sırtların fiziksel işlevleri

Rüzgar sürüme paralel yönde estiğinde sırtlar küçük bir etkiye sahiptir. Yığılımlı siper açığı dağılımı (CSAD) adı verilen bir mikrorölyef göstergesi, sıçrayan tanelerce aşındırmaya hassas sürülmüş toprak kısmını tahmin etmek için kullanılır (Potter and Zobeck, 1990). Bu göstergenin sürüm aletlerine, yağışa ve rüzgar yönüne hassas olduğu ortaya konmuştur.

5.6. Agregat Özellikleri

Toprak agregatları veya pedler doğal olarak birincil toprak parçacıklarının yapısal birimler oluşturmasıyla meydana gelirler. Doğal toprak gelişiminin bir sonucu olarak şekillenirler. Agregatlar içindeki kohezyon kuvvetleri komşu agregatlar arasındaki kohezyon kuvvetlerinden daha büyüktür. Böylece, basınç, toprağı zayıf yüzeylerinden parçalamak için etkilediği zaman agregatlar oluşturulur. Toprak kesikleri agregatlara benzerler ve toprak idare işlemleri tarafından üretilir ve pek çok agregatları kapsayabilirler.

5.6.1. Kuru agregat büyüklük dağılımı

Toprak yüzeyinde mevcut olan büyüklük sınıfına göre kütle bazında hava kurusu agregatların ve keseklerin bağıl miktarını ifade eder (Zobeck, 1991a). Bir rotar eleği kuru agregat dağılımını belirlemek için kullanılır (Chepil, 1962). Rüzgar erozyonu aşındırılmayan agregatlar olarak adlandırılan 0.84 mm çapından büyük agregatların miktarı ile bağlantılıdır. Çizelge 2 de I değeri olarak adlandırılan, aşındırılmayan agregatların yüzdesinin bir işlevi olarak toprak rüzgar aşınabilirliği verilmiştir. Kuru agregat büyüklük dağılımı yaygın olarak, bir Weibull dağılımının şekil ve ölçek parametreleri olarak veya bir lognormal dağılımdan türetilen geometrik ortalama ve geometrik standart sapma olarak açıklanır. Weibull dağılımı sürülmüş topraklar için kuru agregat büyüklük dağılımının açıklanmasında daha doğru ve hassas olduğu gösterilmiştir (Zobeck et al., 2003).

Çizelge 2. Toprak erozyon aşınabilirliği (> 0.84 mm, %)

Birlik →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Onluk ↓	Mg ha ⁻¹ yıl ⁻¹									
0	-	694	560	493	437	403	381	358	336	314
10	300	293	287	280	271	262	253	244	237	228
20	220	213	206	202	197	193	186	181	177	170
30	166	161	159	155	150	146	141	139	134	130
40	125	121	116	114	112	108	105	101	96	92
50	85	81	74	69	65	60	56	54	52	49
60	47	45	43	40	38	36	36	34	31	29
70	27	25	22	18	16	13	9	7	7	4
80	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.6.2. Kuru agregat dayanıklılığı

Fiziksel kuvvetlerin sebep olduğu parçalanmaya karşı toprak agregatlarının direnci olarak açıklanır. Agregat içindeki bağlayıcı elemanların bağlama kuvvetinin bir ölçüsüdür (Skidmore and Powers, 1982). Agregat dağılmasına sebep olan fiziksel kuvvetler sürümün bir sonucu olarak meydana gelebilir fakat sıçrayan tanelerin etkisiyle ortaya çıkan fiziksel kuvvetleri de kapsayabilir. Sürülmüş topraklarda örneklerin kuru agregat dayanıklılığı, rotar eleği kullanılarak tekrarlanan elemeler tarafından belirlenmiştir (Chepil, 1958). Bu durumda, kuru agregat dayanıklılığı parçacıkların ağırlığı veya ikinci elemeden sonra 0.84 mm den büyük agregatların, birinci eleme sonunda 0.84 mm den büyük agregatların veya parçacıkların ağırlığına bölünmesiyle hesaplanır. Bireysel toprak agregatlarının dayanıklılığı, bilinen bir son noktada agregatı parçalamak için gerekli olan kuvvetin ölçülmesiyle belirlenir (Hagen et al., 1995). Bu durumda, yaklaşık 15 mm çapındaki bir agregatı parçalamak için gerekli olan enerji **parçalama enerjisi** (crushing energy) olarak adlandırılır. Kuru agregat dayanıklılığının, yüzey aşınmasından toprak erozyonunun baskın bir belirleyicisi olduğu gösterilmiştir (Hagen, 1991). Agregat kil içeriği ve solma noktasındaki su içeriği ortalama agregat dayanıklılığının iyi bir belirteçlerdir (Skidmore and Layton, 1992).

5.7. Yüzey Kabuklanması

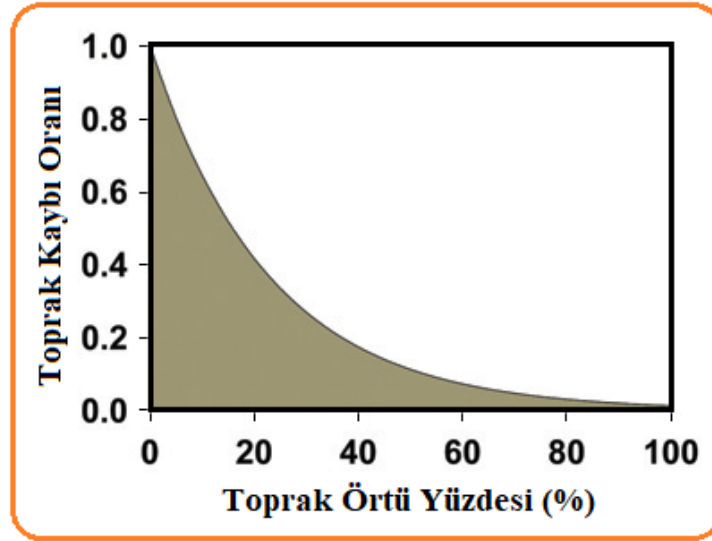
Yüzey kabuklanması ince pekişmiş bir toprak yüzeyini veya **kaymak**, daha sıkışmış ve hemen altındaki materyalden daha yapışkan bir yüzeyi ifade eder. Kabuklar oluştuğu zaman, parçacıklar birlikte bağlanır ve uçurularak aşınmaya kabuk altındaki daha az kararlı materyalden daha az hassastır. Doğal şartlar altında, kabuklar fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların bir

çeşidinden oluşur (Neave and Rayburg, 2007). Meralarda, biyolojik kabuklar, küçük parçacıklar daha büyük aşınmayan agregatlara bağlanarak toprağın sabitlenmesinde kısmen etkili olabilir ve toprak, rüzgar erozyonundan korunabilir (Eldridge and Greene, 1994; Leys and Eldridge, 1998).

Ürün yetiştirilen topraklarda, ilk sürüm yüzeyi karıştırır ve gevşetir. Yağış, sürümden sonra kabuk veya kaymak oluşturan birincil etkidir. Yağışın kabuk oluşumu üzerindeki etkileri üzerine yıllardır çalışılmaktadır. **Kabuk sabitliği** olarak bilinen aşınan parçacıklara karşı kabuk direnci, toprak özellikleri ve yağış oranı veya kabuk oluşturmak için kullanılan enerji ilgilidir (Zobeck, 1991b).

Kumlu topraklarda, yağıştan sonra kabukta gevşek, pekiştirilmemiş aşınabilir materyal (**LEM**) kalabilir ve rüzgar erozyonuna oldukça duyarlıdır. LEM zıpladıkça veya sıçradıkça roket veya mermi gibi davranır ve yüzeyi kum püskürtmesiyle aşındırır. Kabuklaşmış topraklardaki LEM kütlelerini doğal toprak özellikleri, yönetim ve iklim faktörleri etkiler (Zobeck, 1991b).

Taşlar, sabit aşınmayan agregatlar, bitki ve diğer aşınmayan materyaller fiziksel olarak toprak yüzeyini rüzgarın direk gücünden ve aşınan kum parçacıklarından korur veya zırh gibi kaplar. Koruma etkisi, yüzeydeki aşınmayan materyalin miktarı ile ilgilidir. Toprak kayıpları oranı (Şekil 5) çıplak, korunmamış topraklarda erozyon tarafından bölünen korunmuş toprak için gözlenen erozyonun oranıdır. %20 aşınmayan materyal ile kaplı toprak, kayıpları %57; %50 aşınmayan materyal ile kaplı toprak, kayıpları %95 azaltmıştır (Fryrear, 1985).



Şekil 5. Toprak kaybı oranı

6. ALINACAK ÖNLEMLER

Rüzgar erozyonunun kontrolünde alınacak bütün kültürel önlemler ancak belli ve geçici bir dönem için etkilidir. Erozyonun başlamasına engel olmak, durdurulmasından daha kolaydır ve genellikle daha ucuzdur. Bu yüzden önlemlerin erozyon başlamadan önce alınması zaman, para, iş gücü gibi etkenlerin daha verimli kullanılmasını sağlar.

Başlıca koruma önlemleri, toprağı özelliklerine göre en doğru şekilde kullanmak, en uygun bitki desenini ve nöbet sistemini belirlemek, gerekirse en ucuz ve en etkin fiziksel önlemleri almak, yüzeyin bitki örtüsünü ve direncini artırmak, tarım yapılamayan arazilerde doğal şartları korumak ve teşvik etmek olarak özetlenebilir.

7. SONUÇLAR

Rüzgar erozyonu yanlış uygulamalar sonucu hızlandırılan doğal bir olaydır ve hatta bazen de doğal bir afettir. Yaptığı zararlardan korunabilmek veya bu zararları azaltabilmek için rüzgar erozyonu ve etkilerinin iyi bilinmesi gerekir. Rüzgar erozyonunu teşvik eden olaylar ve bu olaylara direkt veya dolaylı karşı koymalar tüm dünyanın problemi ve çözmesi gereken ödevidir. Kimsenin bana bir şey olmaz demeye hakkı yoktur. Önlem alınmazsa bir gün hepimizin kapısını gelip çalacaktır. Rüzgar erozyonu ile mücadelede ilk adım onun tanınması ve belli özelliklerinin belirlenmesidir. Bu şekilde yapılacak çalışmalar daha az maliyetler ve daha güvenilir sonuçlar ortaya koyacak ve ileriye dönüş çalışmalarına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Armbrust, D.V., 1968. Windblown soil abrasive injury to cotton plants. *Agron. J.*, 60, 622-625.
- Baker, J.T., 2007. Cotton seedling abrasion and recovery from windblown sand. *Agron. J.*, 99, 556-561.
- Belly, P.Y., 1964. Sand movement by wind. Tech. Memor. 1. U.S. ARMY Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS.
- Bisal, F., J. Hsieh, 1966. Influence of moisture on erodibility of soil by wind. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 102, 143-146.
- Braaten, D.A., T.A. Cahill, 1986. Size and composition of dust transported to Hawaii. *Atmos. Environ.*, 20, 1105-1109.
- Brooks, S.D., P.J. DeMott, S.M. Dreidenweis, 2004. Water uptake by particles containing humic materials and mixtures of humic materials with ammonium sulfate. *Atmos. Environ.*, 38, 1859-1868.
- Chen, W., D.W. Fryrear, 1996. Grain-size distributions of wind-eroded material above a flat bare soil. *Phys. Geogr.*, 17, 554-584.
- Chepil, W.S., 1956. Influence of moisture on erodibility of soil by wind. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20, 288-292.
- Chepil, W.S., 1958. Soil conditions that influence wind erosion. USDA Tech. Bull. 1185. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Chepil, W.S., 1962. A compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 26, 4-6.
- Chiou, C.T., 1989. Theoretical considerations of the partition uptake of nonionic organic compounds by soil organic matter. p. 1-30. In B.L. Sawhney and K. Brown (ed.) *Reaction and movement of organic chemicals in soils*. SSSA Spec. Publ. 22. SSSA, Madison, WI.
- Chung, Y.S., H.S. Kim, J. Dulam, J. Harris, 2003. On heavy dustfall observed with explosive sandstorms in Chongwon-Chongju, Korea in 2002. *Atmos. Environ.*, 37, 3425-3433.
- Delany, A.C., A. Claire Delany, D.W. Parkin, J.J. Griffin, E.D. Goldberg, B.E.F. Reimann, 1967. Airborne dust collected at Barbados. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 31, 885-909.
- DPIPWE, 2018. Erişim tarihi: 16.12.2018.
<https://dripwe.tas.gov.au/agriculture/land-management-and-soils/soil-management/soil-erosion/soil-erosion-types/wind-erosion>.
- Eldridge, D.J., R.S.B. Greene, 1994. Microbiotic soil crusts: A review of their roles in soil and ecological processes in the rangelands of Australia. *Aust. J. Soil Res.*, 32, 389-415.

- Farmer, A.M., 1993. The effects of dust on plants: A review. *Environ. Pollut.*, 79, 63-75.
- Fryrear, D.W., 1985. Soil cover and wind erosion. *Trans. ASAE*, 28, 781-784.
- Fryrear, D.W., 1973. Wind damage....should I replant? *Am. Cotton Grower* May, p. 12-25.
- Fryrear, D.W., J.D. Downes, 1975. Estimating seedling survival from wind erosion parameters. *Trans. ASAE*, 18, 888-891.
- Gatz, D.F., J.M. Prospero, 1996. A large silicoaluminum aerosol plume in central Illinois: North African dust? *Atmos. Environ.*, 30, 3789-3799.
- Gile, L.H., R.B. Grossman, 1979. The desert project soil monograph: Soils and landscapes of desert region astride the Rio Grande Valley near Las Cruces, New Mexico. USDA-SCS, U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Gillette, D.A., D.W. Fryrear, T.E. Gill, T. Ley, T.A. Cahill, E.A. Gearhart, 1997. Relation of vertical flux of particles smaller than 10 μm to total aeolian horizontal mass flux at Owens Lake. *J. Geophys. Res.*, 102, 26009-26015.
- Goudie, A.S., 1978. Dust storms and the geomorphological implications. *J. Arid Environ.*, 1, 291-310.
- Grini, A., G. Myhre, C.S. Zender, J.K. Sundet, I.S.A. Isaksen, 2003. Model simulations of dust source and transport in the global troposphere: Effects of soil erodibility and wind speed variability. Institute Report Ser., 124. Dep. of Geosciences, Univ. of Oslo.
- Hagen, L.J., S. Van Pelt, B. Sharratt, 2010. Estimating the saltation and suspension components from field wind erosion. *Aeolian Research*, 1, 147-153.
- Hagen, L.J., S. Van Pelt, T.M. Zobeck, A. Retta, 2007. Dust deposition near an eroding source field. *Earth Surf. Process. Landforms*, 32, 281-289.
- Hagen, L.J., B. Schroeder, E.L. Skidmore, 1995. A vertical soil crushing-energy meter. *Trans. ASAE*, 38, 711-715.
- Hagen, L.J., 1991. Wind erosion mechanics: Abrasion of aggregated soil. *Trans. ASAE*, 34, 831-837.
- Karaoğlu, M., 2016. Erozyon mu? *Avrasya Terim Dergisi*, ISSN: 2147-7507, 4(1), 39-44.
- Karaoğlu, M., 2014. Erozyon, rüzgâr erozyonu ve İğdır-Aralık örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, ISSN: 2148-3647, 1(2), 167-172.
- Kennedy, A.C., 1998. Biological fingerprinting of dust aerosols. p. 49-50. In A. Busacca (ed.) *Dust Aerosols, Loess Soils, and Global Change*. Proc. Washington State Univ. Workshop October 11-14, 1998 Seattle, WA. Misc. Publ. MISC0190. College of Agriculture and Home Economics, Washington State Univ., Pullman.
- Krueger, B.J., V.H. Grassian, J.P. Corwin, and A. Laskin, 2004. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: The importance of particle mineralogy. *Atmos. Environ.*, 38, 253-6261.
- Larney, F.J., J.F. Leys, J.F. Muller, G.H. McTainsh, 1999. Dust and endosulfan deposition in cotton-growing area of northern New South Wales, Australia. *J. Environ. Qual.*, 28, 692-701.
- Leathers, L.H., 1981. Plant components of desert dust in Arizona and their significance for man. In T.L. Pewe (ed.) *Desert dust: Origin, characteristics, and effect on man*. Spec. Publ. 186. Geological Society of America, Boulder, CO.
- Lee, H.N., T. Tanaka, M. Chiba, Y. Igarashi, 2003. Long range transport of Asian dust from dust storms and its impact on Japan. *Water Air Soil Pollut. Focus*, 3, 231-243.

- Leys, J.F., and D.J. Eldridge. 1998. Influence of cryptogamic crust disturbance to wind erosion on sand and loam rangeland soils. *Earth Surf. Process. Landforms*, 23, 963-974.
- Litaor, M.I., 1987. The influence of eolian dust on the genesis of alpine soils in the Front Range, Colorado. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 51, 142-147.
- Lyles, L., 1975. Possible effects of wind erosion on soil productivity. *J. Soil Water Conserv.*, 30, 279-283.
- McKenna-Neuman, C.M., W.G. Nickling, 1989. A theoretical and wind tunnel investigation of the effect of capillary water on the entrainment of sediment by wind. *Can. J. Soil Sci.* 69:79-96.
- Miller, G.C., V.R. Herbert, W.W. Miller, 1989. Effect on sunlight on organic contaminants at the atmosphere-soil interface. p. 99-110. In B.L. Sawhney and K. Brown (ed.) *Reaction and movement of organic chemicals in soils*. SSSA Spec. Publ. 22. SSSA, Madison, WI.
- Neave, M., S. Rayburg, 2007. A field investigation into the effects of progressive rainfall-induced soil seal and crust development on runoff and erosion rates: The impact of surface cover. *Geomorphology*, 87, 378-390.
- Nickling, W.G., 1994. Aeolian sediment transport and deposition, p. 293-350. In K. Pye (ed.) *Sediment transport and depositional processes*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- NSW, 2018. Erişim tarihi: 16.12.2018.
<https://www.environment.nsw.gov.au/topics/land-and-soil/soil-degradation/wind-erosion>.
- Potter, K.N., T.M. Zobeck, 1990. Estimation of soil microrelief. *Trans. ASAE*, 33, 156-161.
- Prospero, J.M., 1996. Saharan dust transport over the North Atlantic Ocean and Mediterranean: An overview. p. 131-151. In S. Guerzoni and R. Chester (ed.) *The impact of desert dust across the Mediterranean*. Kluwer Academic Press, the Netherlands.
- Pye, K., 1987. *Aeolian dust and dust deposits*. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- Rabenhorst, M.C., L.P. Wilding, C.L. Girdner, 1984. Airborne dusts in the Edwards Plateau region of Texas. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48, 621-627.
- Rahn, K.A., R.D. Borys, G.E. Shaw, 1981. Asian dust over Alaska: Anatomy of an Arctic haze episode. p. 37-70. In T.L. Pewe (ed.) *Desert dust: Origin, characteristics, and effect on man*. Spec. Publ. 186. Geological Society of America, Boulder, CO.
- Ravi, S., P. D'Odorico, B. Herbert, T. Zobeck, T.M. Over, 2006a. Enhancement of wind erosion by fire-induced water repellency. *Water Resour. Res.* 42:W11422, doi:10.1029/2006WR004895.
- Ravi, S., T.M. Zobeck, T.M. Over, G.S. Okin, and P. D'Odorico. 2006b. On the effect of moisture bonding forces in air-dry soils on threshold friction velocity of wind erosion. *Sedimentology*, 53, 597-609.
- Reheis, M.C., R. Kihl, 1995. Dust deposition in southern Nevada and California, 1984-1989: Relations to climate, source area, and source lithology. *J. Geophys. Res.*, 100, 8893-8918.
- Reynolds, R., J. Neff, M. Reheis, P. Lamothe, 2006. Atmospheric dust in modern soil on aeolian sandstone, Colorado Plateau (USA): Variation with landscape position and contribution to potential plant nutrients. *Geoderma*, 130, 108-123.
- Shao, Y., 2000. *Physics and modelling of wind erosion*. Kluwer Academic Publ., Boston.
- Skidmore, E.L., 1994. Wind erosion. p. 265-293. In R. Lal (ed.) *Soil erosion research methods*. 2nd ed. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA.

- Skidmore, E.L., 1966. Wind and sandblast injury to seedling green beans. *Agron. J.*, 58, 311-315.
- Sterk, G., L. Hermann, A. Bationo., 1996. Wind-blown nutrient and soil productivity changes in southwest Niger. *Land Degrad. Devel.*, 7, 325-335.
- Skidmore, E.L., D.H. Powers, 1982. Dry soil-aggregate stability: Energy-based index. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46, 1274-1279.
- Stetler, L.D., K.E. Saxton, D.W. Fryrear., 1994. Wind erosion and PM₁₀ measurements from agricultural fields in Texas and Washington. 87th. Paper 94-FA145.02. Air and Waste Management Assoc., Cincinnati, OH.
- Svensson, A., P. E. Biscaye, F. E. Grousset, 2000. Characterization of late glacial continental dust in the Greenland Ice Core Project ice core. *J. Geophys. Res.*, 105(D4), 4637-4656.
- Talbot, R.W., M.O. Andreae, H. Berresheim, P. Artaxo, M. Garstang, R.C. Harriss, K.M. Beecher, S.M. Li, 1990. Aerosol chemistry during the wet season in central Amazonia: The influence of long-range transport. *J. Geophys. Res.*, 95, 16955-16969.
- Toy, T.J., G.R. Foster, K.G. Renard, 2002. Soil erosion: Processes, prediction, measurement, and control. John Wiley and Sons, New York.
- Trochkin, D., Y. Iwasaka, A. Matsuke, M. Ymada, Y.S. Kim, D. Zhang, G.Y. Shi, Z. Shen, G. Li, 2003. Comparison of the chemical composition of mineral particles collected in Dunhuang, China and those collected in the free troposphere over Japan: Possible chemical modification during long-range transport. *Water Air Soil Pollut. Focus*, 3, 161-172.
- Tsoar, H., K. Pye, 1987. Dust transport and the question of desert loess formation. *Sedimentology*, 34, 139-153.
- USDA-NRCS. 2002. National agronomy manual. 3rd ed. Available at <http://www.nrcs.usda.gov/technical/agronomy.html> (verified 7 Dec. 2010). USDA-NRCS.
- Van Pelt, R.S., and T.M. Zobeck. 2007. Chemical constituents of fugitive dust. *Environ. Monit. Assess.*, 130, 3-16.
- Zhang, D.D., M. Peart, C.Y. Jim, Y.Q. He, B.S. Li, J.A. Chen, 2003. Precipitation chemistry of Lhasa and other remote towns, Tibet. *Atmos. Environ.*, 37, 231-240.
- 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.
- Zobeck, T.M., R.S. Van Pelt, 2006. Wind-induced dust generation and transport mechanics on a bare agricultural field. *J. Hazard. Mater.*, 132, 26-38.
- Zobeck, T.M., T.W. Popham, E.L. Skidmore, J.A. Lamb, S.D. Merrill, M.J. Lindstrom, D.L. Mokma, R.E. Yoder, 2003. Aggregate-mean diameter and wind-erodible soil predictions using dry aggregate-size distributions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67, 425-436.
- Zobeck, T.M., 1991a. Soil properties affecting wind erosion. *J. Soil Water Conserv.* 46, 112-118.
- Zobeck, T.M., 1991b. Abrasion of crusted soils: Influence of abrader flux and soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55, 1091-1097.
- Zobeck, T.M., D.W. Fryrear, 1986a. Chemical and physical characteristics of windblown sediment. I. Quantities and physical characteristics. *Trans. ASAE*, 29, 1032-1036.
- Zobeck, T.M., D.W. Fryrear, 1986b. Chemical and physical characteristics of windblown sediment. II. Chemical characteristics and total soil and nutrient discharge. *Trans. ASAE*, 29, 1037-1041.

İĞDIR-ARALIK'TA RÜZGAR EROZYONU ÇALIŞMALARIMücahit KARAOĞLU¹¹*Iğdır Üniversitesi, Iğdır Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü*

Geliş tarihi: 22.12.2018 Kabul tarihi: 29.12.2018

ÖZET

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası yarı kurak bir iklim özelliği gösterir. Diğer yandan çevresiyle gösterdiği iklim farklılıkları sebebiyle bir mikro klima sahasıdır. Arazinin eğimi az, kültürel tarıma uygun ve vejetasyon süresi uzundur. Ancak Türkiye'nin ikinci büyük rüzgar erozyon sahasıdır ve tarıma hizmeti yoktur. Sahada etkili olan rüzgar erozyonu çevre ve sağlık açısından ciddi zararlar vermesiyle, koruma tedbirleri gündeme gelmiş ve az da olsa bir bölümünde de özverili çalışmalar yapılmıştır. Diğer yandan arazi araştırmacıların uzun yıllar dikkatini çekmiş, toprak özellikleri ve rüzgar erozyon potansiyeli hakkında çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Ancak direkt rüzgar erozyon ölçüm çalışmaları henüz yapılmamıştır. Bu çalışmada, rüzgar erozyon sahasının ve sahada yürütülen araştırma ve koruma amaçlı çalışmaların, ikinci rüzgar erozyon sahasının tanıtımı yapılmış ve yeni projeler tanıtılmıştır.

Anahtar kelimeler: Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası, koruma önlemleri, Iğdır Havaalanı rüzgar erozyon sahası.

WIND EROSION STUDIES IN IĞDIR-ARALIK**ABSTRACT**

Iğdır-Aralık wind erosion area shows features of semi-arid climate and on the other hand, it is a microclimate area due to climate differences from its surroundings. The vegetation period is long. It has low slope and is suitable for cultivation. However, it is the second largest wind erosion area of Turkey and there is no agricultural services. When effective wind erosion in this field causes seriously damages on the environment and health, protection measures have been on the agenda and in a section part, which is even less devoted works have been done. On the other hand, the land has attracted researchers' attention for many years and various studies have been carried out on soil properties and wind erosion potential. However, direct wind erosion measurements have not been carried out yet. In this study, wind erosion area of Iğdır-Aralık, and the research and protection works carried out in the field, second wind erosion area was introduced and new projects were introduced.

Key words: Iğdır-Aralık wind erosion area, protection measures, Iğdır Airport wind erosion area.

1. GİRİŞ

Rüzgar erozyonu tamamen önlenemeyecek doğal bir olay veya afet, ancak toprak koruma çalışmalarıyla azaltılabilecek hızlandırılmış bir erozyon çeşididir. Rüzgar erozyonunu hızlandıran iklim hariç diğer bütün etkenler insan tarafından meydana getirildiği ve/veya sebep olduğu dikkate alınır, erozyonu kontrol altına almak, azaltmak mümkündür ve önemli bir ödevdir.

Rüzgar etkisiyle toprak parçacıklarının (sediment) ayrışması, taşınması ve rüzgar gücünün azaldığı yerde birikmesi olaylarına rüzgar erozyonu adı verilir. Jeomorfologlar ve diğer yerbilim uzmanları genellikle rüzgar erozyonunu, rüzgarla oluşan olayların (aeolian veya eolian) özel bir alt disiplini olarak düşünürler. Rüzgarla oluşan olaylar, rüzgar gücü ile yüzey özelliklerinin etkileşimleri sonucu ortaya çıkan durumları kapsar (Zobeck and Van Pelt, 2014).

Rüzgar erozyonu düz ve düze yakın, kuru ve toprak nem içeriği çok düşük, çıplak veya bitki örtüsü çok zayıf, kaba (kumlu) tekstürlü veya gevşek strüktürlü, ince tekstürlü fakat kuru toprakların bulunduğu ve kuvvetli rüzgar potansiyeli yüksek olan yerlerde görülebilir. Toprakta agregatlaşma, yüzeyde kabuk oluşumu, hava ve toprak nemi, yüzeyde bitki örtüsü yüzdesinin artırılması ve sürdürülmesi ve rüzgar kıranlar rüzgar erozyonunu azaltabilecek etkenlerdir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerin toprakları rüzgâr erozyonuna karşı hassastır. Bunun beş sebebi vardır. Birincisi, yetiştirme döneminin erken ve hasat sonrası bölümlerinde bitki örtüsünün sürekliliğini sağlamak zordur. İkincisi, topraklar kurudur ve bundan dolayı toprak taneciklerinin birbirini tutma kuvveti (kohezyon) düşüktür. Üçüncüsü, düşük organik madde miktarları kohezyonun azalmasını hızlandırır. Dördüncüsü, genellikle kurak ve yarı kurak bölge arazilerinin, bitki örtüsü engelleri ile korunması nemli bölgelerdeki kadar iyi değildir. Beşincisi, kurak ve yarı kurak bölge topraklarının büyük bir kısmı kumludur (Warren, 2007).

Rüzgar erozyonu, dünya çapında 500 milyon hektardan fazla araziye etkileyen ve yılda 500 ila 5000 Tg (Tera gram) kaçak toz oluşturan bir toprak ayrıştırma sürecidir (Grini et al., 2003). Yurdumuzda 457.243 ha rüzgâr erozyon sahasının varlığı bilinmektedir. Iğdır iline bağlı Aralık ilçesinde yer alan rüzgâr erozyon sahası 13.554 hektardır ve Konya ili Karapınar ilçesinden sonra ikinci büyük rüzgar erozyon bölgesidir (Özdoğan, 1976).

Rüzgâr erozyon sahası Iğdır'ın 45-65 km doğusunda ve bir kısmı Kazım Karabekir Tarım İşletme Müdürlüğü arazileri içinde yer alır ve Ağrı dağı eteklerinden itibaren Aralık ilçe merkezine kadar yaklaşık 8 km eninde ve 20 km uzunluğunda bir şerit halinde uzanır (Çelebi, 1981). Yarı kurak bir iklim özelliğine sahip Iğdır'ın diğer kesimlerinde rüzgâr erozyon etkileri görülmektedir.

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında bugüne kadar yapılan çalışmalar; belli noktalarda toprak yüzey (Karaoğlu et al., 2017; Sevim ve İstanbulluoğlu, 1985) veya profil özelliklerinin belirlenmesi (Çelebi, 1981; Sevim, 1999), eşitlikler yardımıyla tahmini toprak kayıp hesaplamaları, Iğdır Havaalanı bölgesinde ikinci bir rüzgar erozyon sahasının tanıtımı ile ilgili çalışmalar (Karaoğlu et al., 2018) ile korumaya yönelik çalışmalar olarak yürütülmüştür.

Doğrudan rüzgar erozyon ölçüm çalışmaları bugüne kadar yapılmamış olup en kısa sürede bu çalışmaların başlatılması önem arz etmektedir. Böylece, Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası için tek bir erozyon olayı ile yer değiştiren sediment miktarı, kaçak toz yayılımı belirlenebileceği gibi, mevsimlik ve yıllık dönemler için de rüzgar erozyon toprak kayıpları ölçülebilecektir.

Bu çalışmada, Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında bugüne kadar yapılan çalışmalar ve sonuçları bir bütünlük içinde sunulmuş, bölgenin rüzgar erozyonu açısından yeni bir tanıtımı yapılmış ve doğrudan rüzgar erozyon ölçüm çalışmalarının önemi vurgulanmıştır.

2. İĞDIR-ARALIK RÜZGAR EROZYON SAHASI

Daha önce giriş bölümünde de belirtildiği gibi, Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası Türkiye'nin bilinen ikinci büyük rüzgar erozyon sahasıdır, 39°81'-39°92' kuzey enlemleri ve 44°32'-44°61' doğu boylamları arasında yer almakta olup, denizden yüksekliği ortalama 825 m dir ve Büyük ve Küçük Ağrı dağlarının kuzey eteklerinde yer alır (Şekil 1). Sahanın etek kısımları, çoğunlukla volkan küllerinin oluşturduğu yığınlarla kaplıdır. Rüzgar erozyonu büyük oranda bu birikintiler üzerinde etkili olmaktadır.



Şekil 1. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası konumu

2.1. Rüzgar Erozyon Sahasının İklim Özellikleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü bültenine (DMİ, 1974) göre 1957-1970 yılları arasında rasat yapan meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 12.9°C, yıllık ortalama 5 cm derinlikteki toprak sıcaklığı 15.5°C, yıllık ortalama rüzgar hızı 1.4 m sn⁻¹, hakim rüzgar yönü NW, yıllık ortalama bağıl nem %58, yıllık ortalama toplam yağış 244.2 mm; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü etüt raporlarına göre (DSİ, 1971) 12 yıllık ortalama toplam buharlaşma değeri 1094.9 mm olarak kaydedilmiştir. Ortalama rüzgâr değerlerinin en yüksek olduğu aylar Mart-Ekim aylarıdır (1.4-1.9 m sn⁻¹). Bu aylarda sıcaklık, toprak sıcaklığı ve buharlaşma değerleri yüksek, yağış ve nem değerleri düşüktür. Bu sonuçlar iklim verilerinin rüzgâr erozyonu için uygun olduğunu göstermektedir (Karaoğlu, 2014). Iğdır-Aralık ilçesi su noksanı yıllık 553.7 mm, düzeltilmiş evapotranspirasyon yıllık 718.6 mm olarak bulunmuştur. Su noksanı Haziran-Ekim döneminde görülmektedir. Mart-Eylül döneminde rüzgâr değerleri diğer aylara göre daha kuvvetlidir. Özellikle Haziran-Eylül döneminin su bütçesi değerlerine göre kurak olması rüzgâr erozyonuna duyarlılığı arttırmaktadır (Karaoğlu, 2012).

2.2. Rüzgar Erozyon Sahasının Genel Durumu

Dilucu'nun başlangıcında yer alan Kazım Karabekir Tarım İşletme Müdürlüğü (eski adı Dilucu Devlet Üretim Çiftliği) ve Küçük Ağrı Dağı'na doğru uzanan arazileri de rüzgar erozyonu etkisi altındadır. Bölgede rüzgar erozyonundan birinci derecede etkilenen Aralık İlçe Merkezi ve 9 köyden oluşan toplam 10 adet yerleşim birimi mevcuttur.

Daha sonraki bölümlerde değineceğimiz çalışmalarda açıklanan sonuçlara göre genel olarak erozyon sahası topraklarının yüzey ve profil bünyeleri çoğunlukla kum ve tınlı-kum ve su tutma kapasiteleri çok düşüktür. Topraklarda, bitkilerin gelişebilmesi için yeterli miktarda bitki besin maddeleri ve organik madde mevcut değildir ve yok denecek kadar azdır. 13.554 ha erozyon arazisinin %82'si mera tahsisli olmasına rağmen, mera vasfını kaybetmiştir.

Erozyon sahasındaki doğal bitki örtüsü yaygın olarak, *Ephedra distachya* grubundan, yöresel adıyla "Ebucehil Çalısı" diye bilinen derin köklü, sıcaklık farklılıkları ve kurağa dayanıklı, çalı formundaki bitkiler oluşturmaktadır (Şekil 2). Ebucehil çalısı tahrip edilmediği takdirde, taç kısmı 3-4 m genişleyerek toprak yüzeyini örtmekte ve rüzgarla oluşan kum hareketini azaltmaktadır. Yine erozyon sahasında diğer çalı türlerinden oluşan zayıf ve yetersiz bitki örtüsü mevcuttur.



Şekil 2. *Ephedra distachya* (Ebu cehil çalısı)

Iğdır-Aralık'ta topraklar mevcut durum itibariyle ekonomik tarım için uygun olmadığından halkın büyük bir kesimi hayvancılıkla uğraşmaktadır. Erozyon sahasındaki yoğun hayvan otlatması ve geçişi sebebiyle bu bölgede erozyonu önleyen ve bölgede doğal olarak bulunan Ebucehil Çalısı, korumaya yönelik çalışmalar başlayıncaya kadar, uzun yıllar tahrip edilmiş, hatta yakacak olarak kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Bölge insanının rüzgar erozyonuna katkıları

Özellikle korumaya yönelik çalışmalar başlatılmadan önceki dönemlerde, kuvvetli rüzgârlar etkisiyle meydana gelen rüzgar erozyonunun üçüncü safhası olarak ifade edilebilecek havada asılı parçacıkların taşınması (suspension) ve diğer bir deyişle kaçak tozlar sebebiyle yaşam olumsuz etkilenmiş, kum püskürtmesi ve toz sürülmesi erozyon sahasının ortasından geçen Iğdır-Nahçıvan karayolunda trafiği durma noktasına getirmiş, rüzgârın taşıdığı sediment sahanın bitişiğindeki yerleşim yerlerinde birikmiş, sulama amaçlı tarımsal yapılar kullanılamaz duruma gelmiştir (Şekil 4, 5, 6). Bu sayılan zararların dışında taşınan sediment, yetersiz miktarda olan verimli tarım arazilerini kaplayarak toprağa zarar vermiştir.



Şekil 4. Iğdır-Nahçıvan karayolunda rüzgar erozyonu etkileri



Şekil 5. Yerleşim yerlerinde sediment birikimi



Şekil 6. Sulama yapılarında sediment birikimi

3. İĞDIR-ARALIK RÜZGAR EROZYON SAHASINDA YÜRÜTÜLEN ÇALIŞMALAR

Rüzgar erozyon sahasında bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarını iki ayrı başlık altında incelemek mümkündür. Bunlardan birincisi, sahanın yüzey ve profil toprak özelliklerinin belirlenmesi, formüller veya modeller yardımıyla potansiyel rüzgar erozyon kayıplarının tahmin edilmesi ve ikincisi ise, koruma yöntemleri uygulanarak belli alanların kontrol altına alınması ile ilgili çalışmalar olarak açıklanmıştır.

3.1. Toprak Özellikleri ve Rüzgar Erozyonu Tahmin Çalışmaları

Çelebi (1981), Dil DÜÇ veya bugünkü adıyla Kazım Karabekir TİM arazileri üzerinde yürüttüğü çalışmada, işletme tesisleri ile Küçük Ağrı Dağı etekleri arasında, 6 profil ve 12 örnekleme noktasından ve üç farklı derinlikten aldığı toprak örnekleri üzerinde fiziksel analizler ve kuru elek analizi uygulamıştır. Araştırmacı yüzey topraklarının tekstür sınıflarını bütün örnekler için Tınlı-Kum olarak bulmuştur. Aşınmaya son derece uygun olan 0.84 mm'den küçük zerreler yüzdesinin yüzeyde 63.6-85.3 arasında değişim gösterdiğini, stabilite indekslerine göre tüm örneklerin erozyona hassas olduğunu ortaya koymuştur. Formülle hesapladığı toprak kayıpları değerlerini dekara 0.390-2.700 ton olarak bulmuş, kısmen önemli ve daha çok orta derecede önemli olduğunu açıklamış ve bu değerlerin, normal sınır olan 62.5 kg da⁻¹ değerinin çok üzerinde olduklarını bildirmiştir.

Sevim ve İstanbulluoğlu (1985), Iğdır ili Aralık ilçesi rüzgâr erozyon sahası topraklarına ait kuru elek analizleri sonucu, stabilite indeks değerlerini analiz uyguladıkları tüm örnekler için 1.5 sınır değerinden küçük bulmuş ve toprakların aşınabilir karakterde olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, toprak kayıplarını dekara 0.850-5.620 ton olarak bulmuşlar ve arazinin büyük bir bölümünde önemli derecede rüzgar erozyonu olduğunu bildirmişlerdir.

Sevim (1999), Iğdır ili Aralık ilçesi rüzgâr erozyon sahasını temsilen açılan 18 adet profilden aldığı 118 adet toprak örneğine kimyasal analizler, fiziksel analizler ve kuru elek analizleri uygulamıştır. Araştırmacı, toprak örneklerinin tekstür sınıflarını Kum, Tınlı-Kum, Kumlu-Tın olarak bulmuştur. Toprağın 0-2.5 cm derinliğinde aşınabilen zerrelerin (< 0.84 mm) %70.4-88.6, aşınamayan zerrelerin ise (> 0.84 mm) %29.6-11.4 arasında ve sonuç olarak toprakların rüzgâr erozyonuna duyarlı olduğunu bildirmiştir.

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında, bir sonraki bölümde değinilecek olan, belli alanlarda koruma çalışmaları yürütülmüştür. Korunmuş, yarı korunmuş ve korunmamış alanları kapsayan bir çalışma (Karaoğlu et al., 2017), erozyon sahasının 12 ha'lık bölümünde yüzey toprak örnekleri (0-10 cm) 500 m ara ile 12 ha lık alan içinde 48 noktadan alınmıştır (Şekil 7). Yüzey toprak örneklerinde fiziksel analizler ve aşınabilir materyal yüzdesini belirlemek için titreşimli kuru eleme aleti ile kuru eleme yapılmıştır. Aşınabilir materyal yüzdeleri (%EF) her parsel için iki farklı eşitlik ile hesaplanmıştır. Arazide yapılan erozyon etütleri ile her parselde mevcut bitki örtüsü ve yüzdesi, toprak yüzey engbeleri, örnek alınan noktaların denizden yüksekliği ve buna bağlı olarak parsel eğimleri belirlenerek araştırma alanına ait topografik harita oluşturulmuştur. Tahmini toprak kayıpları rüzgâr erozyon eşitliği (WEQ) ile belirlenmiştir.

Deneme parsellerinin yüzey toprak tekstürleri kumlu tın ve tınlı ince kum, organik madde miktarları çok düşük, kireç miktarları orta ve fazla, pH hafif ve orta alkali ve elektriksel iletkenlik değerleri tuzsuz olarak belirlenmiştir. Tahmini toprak kayıpları korunmamış parseller için 0-48.18 t ha⁻¹ y⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Kuru elemelerde 0.84 mm den büyük materyal miktarları %0.48-30.47, 0.106 mm den büyük materyal miktarları %47.17-87.73 ve 0.02 mm den küçük materyal miktarları ise %0.40-6.79 olarak belirlenmiştir. Aşınabilir materyal miktarları ise fiziksel eşitlik (% < 0.84 mm) için %69.53-99.52, OM ve CaCO₃ fonksiyonlu eşitlik için %31.10-60.50 olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre P<0.05 önem seviyesinde; organik madde

miktarları, elektriksel iletkenlik değerleri, EF2 değerleri, WEQ değerleri korunmuş, çitle çevrilmiş ve korunmamış parseller için birbirinden farklı bulunmuştur.

	23,47											
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	
	1,78											
C1	C2	23,47	23,47	18,53								
		2,37	2,94	3,12								
B1	B2		18,53	35,52								
			5,12	3,75								
A1	A2	48,17	23,77	25,02								
		1,86	3,66	5,35								

A7-B12: 25 m aralıkla dikilmiş 2.5 m boylu akasya (acacia albida) ağaçları ile korunmuş parseller, A3-B6: Çitle çevrilmiş parseller başka koruma yok, diğer parseller ise korunmamış parsellerdir, 1.78-5.35: > 0.84 mm olan parçacık yüzdesi, bu değerlerin düşük olması erozyona hassasiyeti gösterir, 18.53-48.17: Tahmini toprak kayıpları t ha⁻¹ y⁻¹ (WEQ)

Şekil 7. Çalışma sonuçları

Araştırmacılar sonuç olarak, bütün parseller için doğrudan rüzgâr erozyon ölçümleri gerekli olmakla birlikte, arazide yapılan erozyon etütleri sonucunda korunmamış, düz veya düze yakın parsellerden C3, C4, C5, D2 ve daha fazla çalılık olan A3, A4, A5, B4, B5 parselleri erozyon ölçümleri için en uygun olanlar olarak bildirmişlerdir.

2014 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Iğdır ve çevresindeki otomatik istasyon sayısını toplam olarak 5 adede ulaştırmıştır. Tuzluca, Iğdır Havaalanı, Iğdır, Karakoyunlu ve Aralık'ta kurulan otomatik istasyonlar mikroklima özelliği gösteren Iğdır için önemli bir kazanç olmuştur ve konu ile ilgili araştırmacıların dikkatini çekmiştir.

Iğdır ve çevresindeki 5 otomatik istasyonun rüzgar verilerini esas alarak yürütülen bir durum çalışmasında (Karaoğlu et al., 2018) araştırmacılar rüzgar erozyonu için, 9 m yükseklikteki, eşik değer olan 8 m sn⁻¹ (Mezösi et al., 2015) ve üzerindeki değerlerin sayılışlarını incelemişler ve Iğdır Havaalanı çevresinde kuvvetli bir rüzgar potansiyeli belirlemişlerdir.

Iğdır Havaalanı otomatik istasyonundan elde edilen kuvvetli rüzgar sayılışları, 2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık dönemde, diğer bütün istasyonlardan fazla bulunmuştur. Daha önceki çalışmalarda rüzgar erozyonu için en hassas dönem olarak belirlenen Mart-Ekim aylarında en fazla sayılışlar üzere toplam değeri 731; Aralık'ta toplam değeri 558; Karakoyunlu'da toplam değeri 567; Tuzluca'da toplam değeri 601 ve Iğdır merkezde toplam değeri 385 olarak belirlenmiştir.

Burada dikkat çeken husus, Türkiye'nin ikinci en büyük rüzgâr erozyon sahası olarak bilinen Aralık'a ait kuvvetli rüzgâr esme sayılışları, Iğdır havaalanı, Karakoyunlu ve Tuzluca'ya ait kuvvetli rüzgâr esme sayılışlarından daha azdır. Tuzluca ve Karakoyunlu'da çıplak araziler fazla değildir ve çok engebelidir (Şekil 8). Ancak Iğdır havaalanının bulunduğu bölge hem rüzgâr potansiyeli ile hem de geniş çıplak arazilere sahip olması sebebiyle Iğdır'ın **ikinci rüzgâr erozyon sahası** olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 8. Iğdır rüzgar erozyon sahaları

Çizelge 1. Kuvvetli rüzgâr sayılışları ($\geq 8 \text{ m. sn}^{-1}$)

İSTASYON	E-B	R	YIL	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	T
İĞDIR	39.9227 44.0523	856	2014	1	2	14	14	17	18	13	14	9	4	1	-	107
			2015	2	-	7	20	11	14	2	10	3	6	4	1	80
			2016	6	2	16	13	21	14	17	9	11	1	2	7	119
			2017	1	2	9	12	15	13	7	6	8	2	1	3	79
İĞDIR HAVALANI	39.9775 43.8779	937	2014	-	2	13	8	5	10	5	2	7	10	7	4	73
			2015	9	13	16	28	30	30	28	25	18	19	3	7	226
			2016	9	11	24	24	27	27	29	25	25	6	5	9	221
			2017	3	6	20	25	29	29	29	21	18	17	6	8	211
ARALIK	39.8683 44.5117	826	2014	3	4	17	18	19	23	17	18	18	6	4	3	150
			2015	5	5	11	19	17	16	19	17	9	11	6	5	140
			2016	9	3	16	17	25	21	21	15	18	6	4	6	161
			2017	2	3	8	17	18	14	14	9	7	7	4	4	107
KARA KOYUNLU	39.9739 44.1814	846	2014	2	16	28	28	30	29	29	19	17	7	4	2	211
			2015	5	2	13	20	16	15	18	13	5	5	7	2	121
			2016	9	6	16	15	20	20	20	16	13	3	2	8	148
			2017	0	0	6	15	16	13	13	9	4	6	1	4	87
TUZLUCA	40.0447 43.6672	1110	2014	6	12	30	30	31	30	31	16	16	4	5	2	213
			2015	6	7	10	26	19	24	19	14	9	6	5	1	146
			2016	5	4	18	14	20	16	21	18	12	5	-	8	141
			2017	-	1	7	13	16	16	14	13	8	7	1	5	101

E-B: Enlem-Boylam; R: Rakım; T: Toplam

Araştırmacılar sahanın rastgele beş bölgesinden beş tekrarlı olmak üzere toplam 25 adet toprak örneği olarak fiziksel analizler, titreşimli eleme aleti ile kuru eleme ve aşınabilir materyal değerleri (EF) her örnek için iki farklı eşitlik ile hesaplanmıştır. Buldukları sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Tüm örneklerin organik madde miktarı (0,07-1,61) çok az ve az seviyesinde ve kireç miktarları (1,22-9,50) kireçli ve orta kireçli olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre 1-4 nolu toprak örneklerinin rüzgârla aşınabilirlik grubu (WEG) 3 ve toprak aşınabilirlik indeksi (I) 193 Mg.ha⁻¹.y⁻¹, 5 nolu toprak örneklerinin rüzgârla aşınabilirlik grubu (WEG) 2 ve toprak aşınabilirlik indeksi (I) 300 Mg.ha⁻¹.y⁻¹ bulunmuştur.

pH değerleri (7,97-8,60) hafif alkali ve kuvvetli alkali olarak ölçülmüştür. Topraktaki tuz miktarını ifade eden elektriksel iletkenlik değerleri 154-1739 µS/cm arasında ölçülmüştür. Bu değerlere göre örneklenen topraklar tuzsuz ve çok hafif tuzlu olarak belirlenmiştir.

Kuru eleme sonuçlarına göre 840 µ değerinden büyük toprak parçacıkları yüzdesi 1-4 nolu toprak örnekleri için %35,62-55,77; 5 nolu toprak örnekleri için %6,94-17,51 değerleri arasında bulunmuştur. 106 µ değerinden büyük toprak parçacıkları yüzdesi rüzgâr erozyonu esnasında sıçrama ile yer değiştiren toprak parçacıklarıdır. 1-4 nolu toprak örnekleri için %30,80-51,12; 5 nolu toprak örnekleri için %48,04-79,49 değerleri arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar örneklenen bütün toprakların rüzgâr erozyonuna hassas olduğunu, 5 nolu toprak örneklerinin daha hassas olduğunu göstermektedir.

EF1 ve EF2 bütün örnekler için yüksek ve 5 nolu örnekler için çok yüksek bulunmuştur. İğdır havaalanı çevresi toprakları rüzgâr erozyonuna hassas topraklardır. Kurak iklim dönemlerinde (Mart-Ekim) kuvvetli rüzgârlar ile birlikte rüzgâr erozyonu olayları sıkça görülebilecektir.

3.2. İğdır-Aralık Rüzgâr Erozyon Sahasında Korumaya Yönelik Çalışmalar

1977-1978 yıllarında Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından 14 adet yer altı sulama kuyusu açtırılmıştır.

1983 yılında sahayı temsil eden 100 dekarlık alanda, Erzurum Topraksu Araştırma Enstitüsüne bağlı Araştırma ve Deneme İstasyonu kurulmuştur.

1995 yılında Köy Hizmetleri İğdır Proje Müdürlüğüne (İl Özel İdaresi Tarım Hizmetleri Müdürlüğü) devredilen sahada, 2002-2003 yıllarında gönderilen ödenekler ile 14 adet yer altı sulama kuyusu faaliyete geçirilmiştir.

2004 yılında hazırlanan ve 2005 yılında tamamlanan Proje ile 380 ha sahada Damla Sulama Tesisi kurulmuş, koruma amacıyla çevresine 22.500 m Kafes Tel Çit çekilmiştir.

2006 yılında, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti tarafından finanse edilen, Düzey 2 Bölgeleri Kalkınma Programı Küçük Ölçekli Alt Yapı Hibe Programı kapsamındaki proje teklif çağrısına “Rüzgâr Erozyonu Önleme Projesi” ile başvurulmuştur.

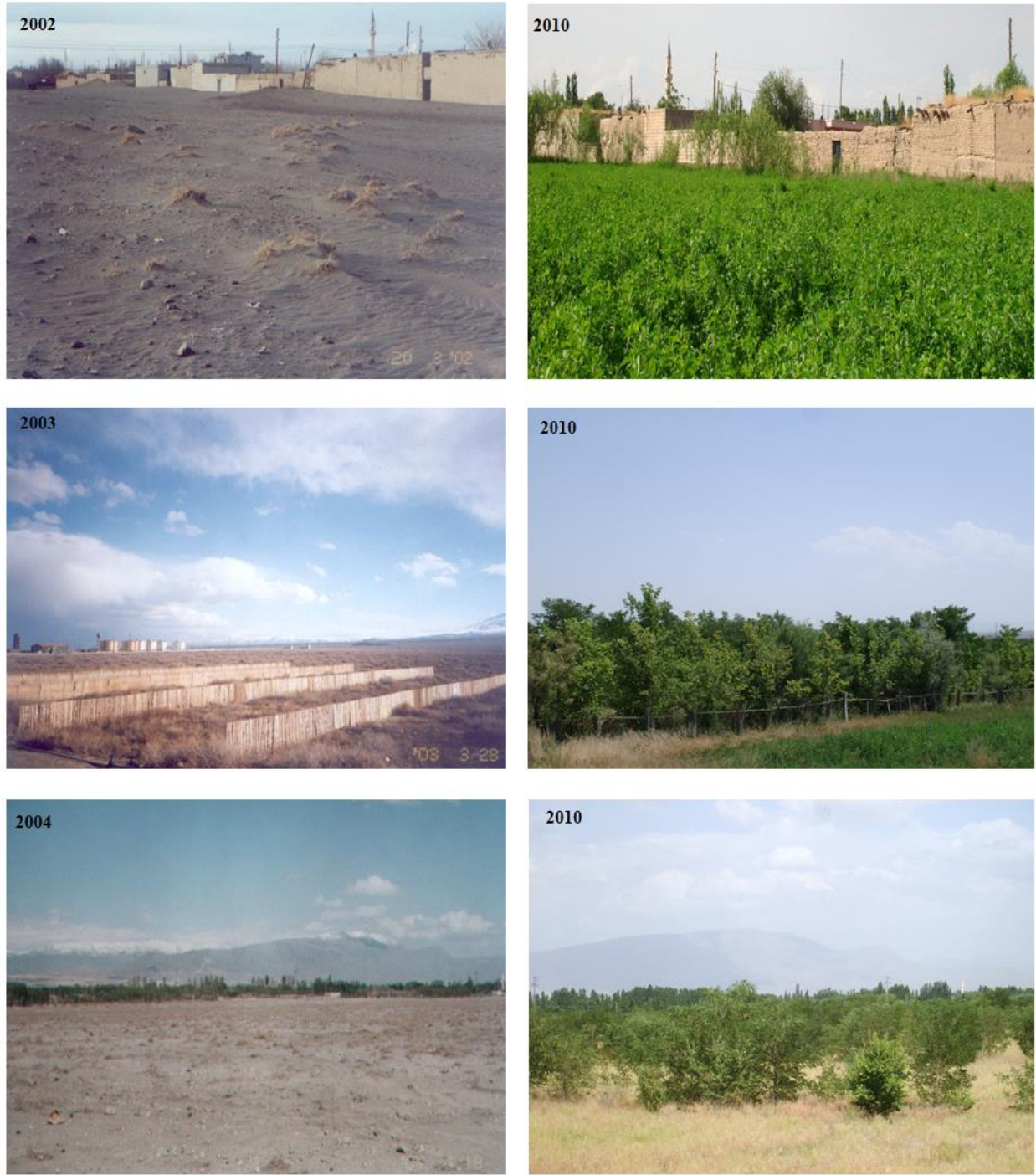
Avrupa Birliği normlarına göre hazırlanan ve kabul edilen 791.749,00 Euro yaklaşık maliyetli proje bedelinin, sözleşme gereği %90'ı (712.574,10 Euro) AB tarafından hibe olarak verilmiş, geriye kalan %10 miktar (79.174,90 Euro) ise İl Özel İdaresi tarafından karşılanmıştır.

2007 yılı sonunda bitirilen proje ile 927 ha sahanın daha etrafı Tel Çit ile çevrilerek koruma altına alınmış, 135 ha çıplak alanda da rüzgâra karşı kamıştan “Sap Perde” yapılmıştır.

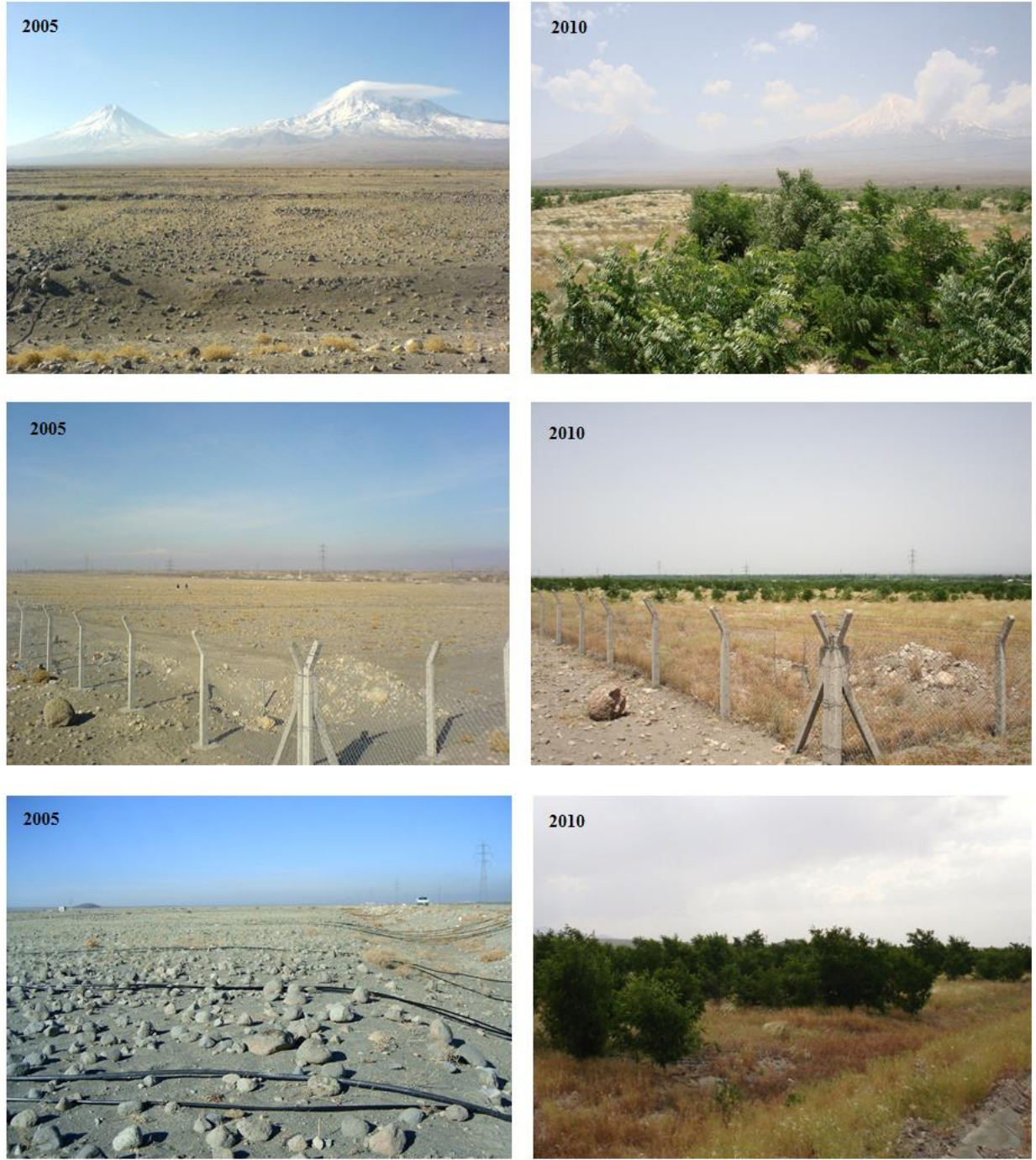
2008 sonu itibarıyla, Çevre ve Orman Bakanlığından temin edilen 223.000 adet fidan dikilerek ağaçlandırma yapılmış ve 380 ha alanda erozyon önlenmiştir.

2009 yılında, OGM tarafından 70 hektar alana 166.000 adet, 2010 yılında 80 hektar alana 123.000 adet olmak üzere toplam 150 hektar alana, 289.000 adet fidan dikimi yapılmıştır. Karaağaç, Akçaağaç, Aylantus, Akasya, Badem, İğde, Gladiçya fidanları içerisinde susuzluğa ve tuzluluğa karşı en dayanıklı Akasya ve İğde ağaçları olmuştur.

İğdır-Aralık rüzgâr erozyon sahasında yürütülen proje destekli ve koruma amaçlı bu çalışmalar sonuçlarını vermiştir. Bu gelişmeler Şekil 9 ve 10 da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 9. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında koruma çalışmaları ve sonuçları



Şekil 10. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında koruma çalışmaları ve sonuçları

3.3. Iğdır-Aralık Rüzgar Erozyon Sahası İçin Hazırlanan Projeler

Kars Kafkas Üniversitesine bağlı olarak eğitime başlayan Iğdır Ziraat Fakültesi, 2008 yılında kurulan Iğdır Üniversitesine bağlanmış ve eğitim faaliyetlerine aralıksız devam etmektedir. Aynı tarihlerde açılan Toprak Bölümü ve Anabilim Dalı daha sonra ismi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü olarak değiştirilmiş ve aralıksız olarak eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. Iğdır ilinde üniversitenin ve ziraat fakültesinin eğitim ve araştırma faaliyetlerine başlamasıyla mevcut tarımsal faaliyetlere yeni boyut kazandırılmış ve çalışmalar Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde de kendini göstermiştir.

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında, 2018 yılı sonu itibariyle, 1 adet bağımsız BAP projesi (FBE-2013-B10) tamamlanmış ve sonuçları bir önceki bölümde sunulmuştur. 1 adet Yüksek Lisans tez BAP (2018-FBE-L) projesi yürütülmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar ve hazırlanan projeler mevcut durum ve potansiyel belirleme amaçlı olmuştur. TÜBİTAK-2219-1059B191401911 nolu proje desteği ile 1 öğretim üyesi 1 yıl süreyle yurtdışı post-doktora programına katılmış ve rüzgar erozyonu konusunda çalışmalar yapmıştır. Yeni kabul edilen 1 adet bağımsız BAP projesi ile doğrudan rüzgar erozyon ölçümlerine başlanacak ve çalışmalara yeni bir dönem açılmış olacaktır.

4. SONUÇLAR

Koruma tedbirleri alınmazsa, rüzgar erozyonu hem çevremizi hem de sağlığımızı tehdit eden bir afet haline gelmektedir. Koruma çalışmalarının kısa ve orta vadeli sonuçları bu çalışmada sunulmuş ve bunların oldukça ümit verici olduğu gözlenmiştir. Doğal bir olay olduğu için rüzgar erozyonunun tamamen önlenmesi çok zor olup, ancak işleyişini yavaşlatmak ve muhtemel zararlarını önlemek amaçlı tedbirlerin alınması mümkündür. Bu yüzden, doğrudan ölçümler ve/veya modelleme çalışmaları ile yer değiştiren sediment miktarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bu verilerle bir çok çalışmalar daha kolay ve daha sağlıklı bir şekilde yapılacaktır.

KAYNAKLAR

- Çelebi, H., 1981. Iğdır Devlet Üretim Çiftliği Arazisinde Rüzgâr Erozyonuna İlişkin Araştırmalar. Atatürk Üni. Yay. No: 578. Ziraat Fak. Yay. No: 262. Araştırma Serisi No: 173. E.A.Ü. Basımevi, Erzurum.
- Grini, A., G. Myhre, C.S. Zender, J.K. Sundet, I.S.A. Isaksen, 2003. Model simulations of dust source and transport in the global troposphere: Effects of soil erodibility and wind speed variability. Institute Report Ser., 124. Dep. of Geosciences, Univ. of Oslo.
- DMİ, 1974. Ortalama ve ekstrem kıymetler meteoroloji bülteni. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Başbakanlık Basımevi, Ankara, (MGM).
- DSİ, 1971. Iğdır projesi Iğdır ovası ıslahı ve sulaması, Iğdır Dil Devlet Üretim Çiftliği Arazisi Detaylı Drenaj Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü Etüd Raporları No. 570, S: 16, Ankara.
- Karaoğlu, M., U. Şimşek, E. Erdel, F. Tohumcu, 2018. A case study: Wind characteristics of ıgdir province in terms of wind erosion and introduction of second wind erosion area. Fresenius Environmental Bulletin, ISSN: 1018-4619., 27(11), 7460-7469.
- 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., 2014. Erozyon, rüzgâr erozyonu ve Iğdır-Aralık örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, ISSN: 2148-3647, 1(2), 167-172.

- Karaoğlu, M., 2012. Iğdır yöresi topraklarının erozyon açısından değerlendirilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, ISSN: 2146-0574, 2(1), 23-30.
- Mezösi, G., V. Blanka, T. Bata, F. Kovács, B. Meyer, 2015. Estimation of regional differences in wind erosion sensitivity in Hungary. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 97-107.
- Özdoğan, N., 1976. Rüzgâr erozyonu ve rüzgâr erozyonu sahalarında alınacak başlıca tedbirler. Topraksu Genel Müdürlüğü Genel Yayın No: 306. Ankara.
- Sevim, Z., Iğdır-Aralık'ta rüzgâr erozyonu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü. (1999). Erzurum.
- Sevim, Z. ve A. İstanbulluoğlu, Kars-Aralık'daki toprakların rüzgâr erozyonuna ilişkin özellikleri. Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği. Sempozyum 7. Atatürk Üniversitesi Yayınları. (1985). Erzurum.
- Warren, A., 2007. Sustainability: A view from the wind-eroded field. Journal of Environmental Sciences, 19, 470-474.
- 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.

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 şeklin 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 kütesindeki nesnelerin 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

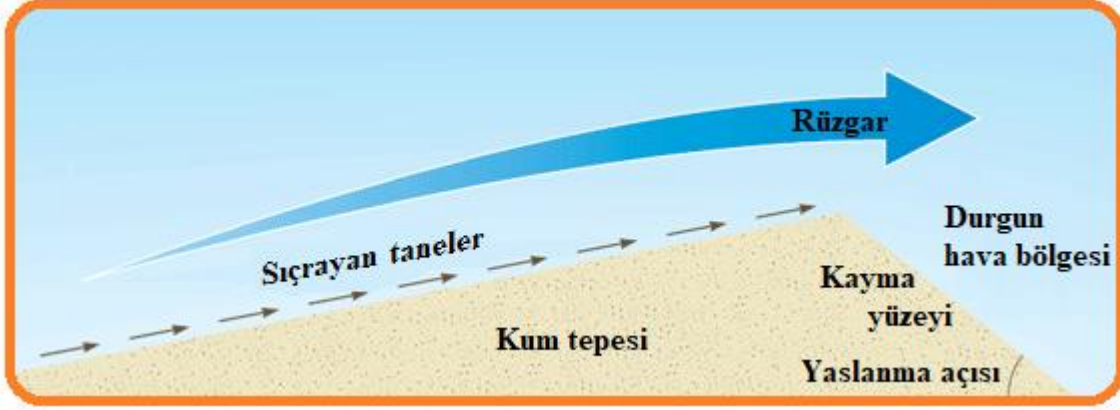
Aeolian birikme olayları üç şekilde meydana gelir. Bunlar, kum tabakaları, kumdalgaları ve kum tepeleridir. Kum tabakaları düzdür, sıçrama için çok büyük olabilen taneler tarafından düzleştirilmiş kumun hafif dalgalı kumlu parselleridir. Rüzgarla birikme yüzeylerinin yaklaşık %40 kadarını oluştururlar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

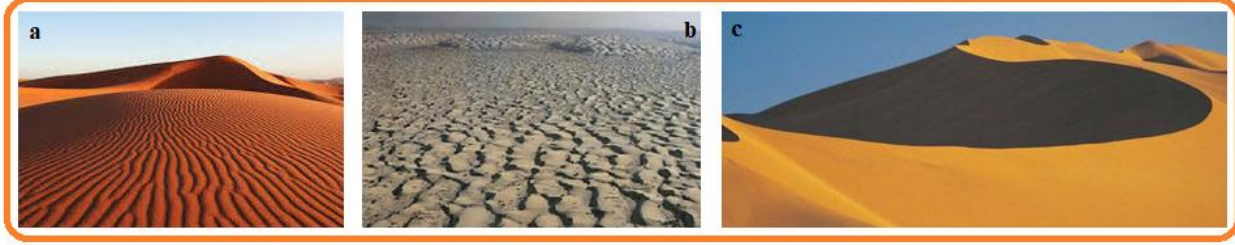


Şekil 4. Barkanlar

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).



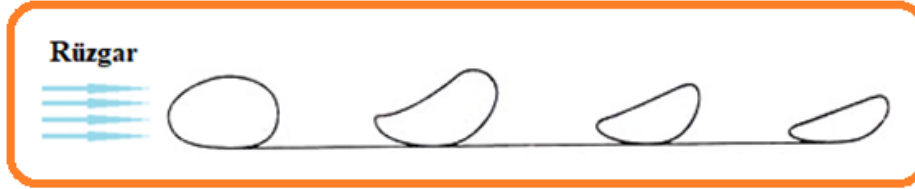
Şekil 5. Kumul tipleri, a) doğrusal; b) çapraz; c) U-şekilli

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.

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

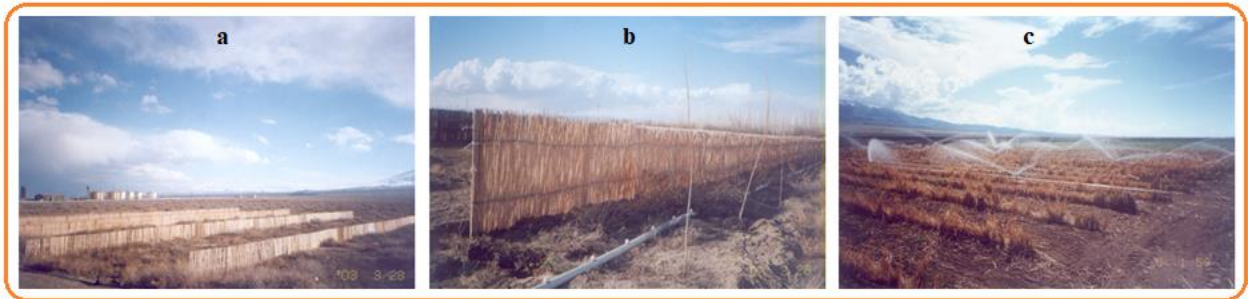
Kum hareketini kontrol etmek için bir kumulun sabitlemesi kimyasal, mekanik veya biyolojik olarak yapılabilir. Sabitleme kontrol ölçümleri geçici veya sürekli olabilir. Geçici bir kum kontrol sistemi, sürekli kontrol sisteminin uygulanması esnasında ilk adım olarak kullanılır. Geçici bir sistem, zeminin 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.