



Alınış tarihi (Received): 06.08.2020
Kabul tarihi (Accepted): 19.10.2020

Sivas-Ulaş Rüzgâr Erozyon Sahasında Buğday ve Nadas Koşullarında Rüzgârla Hareket Eden Sediment Miktarı ile Sediment Yüksekliğinin Zamansal Değişiminin Araştırılması

İrfan OĞUZ^{1,*}, Saniye DEMİR¹, Yunus AKDOĞAN²

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü/6010, Tokat.

² Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü/42130, Konya

*Sorumlu yazar: irfan.oguz@gop.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, rüzgar erozyonuna maruz tarımsal bir işletme olan Sivas Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü arazisinde rüzgar erozyonunun güncel durumu, benzer özelliklere sahip nadas ve buğday ekili iki arazide karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Araştırma yeri toprakları sahip oldukları fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alındığında erozyona dayanıklı bulunmuştur. Toprakların mekanik stabilite değerleri %50'nin üzerinde olmuştur. Stabilite indeks değerleri yüzey topraklarında (0-2.5 cm) 1.5 değerinin altında olarak rüzgar erozyon riski göstermiştir. Toprakların nem içeriği konular arasında anlamlı fark göstermemiştir. Buğday ve nadas tarlalara üç tekerrürlü olacak şekilde toplam 6 adet siklon tipi sediment tutucu yerleştirilmiştir. Araştırma süresince toplam üç dönem erozyon olayı meydana gelmiştir. Buğday ekili parselde ortalama sediment $666.49 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olurken, nadas parselde $100.71 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olmuştur. Buğday tarımı arazide mevcut sediment hareketini yaklaşık 6.6 kat artırmıştır.

Anahtar Kelimeler – Rüzgâr erozyonu, mevsimsel değişim, toprak özellikleri, Sivas

ABSTRACT: In this study, the actual situation of wind erosion in Sivas Ulaş Agricultural Enterprise Directorate, which is an agricultural enterprise exposed to wind erosion, was investigated comparatively in two farmlands with fallow and wheat cultivars with similar characteristics. The soils of the research area have been found to be resistant to erosion considering their physical and chemical properties. The mechanical stability values of the soils were over 50%. Stability index values showed a risk of wind erosion in surface soils (0-2.5 cm) below 1.5. Soil moisture content were not showed difference statistically. A total of 6 cyclone type sediment traps were placed in the wheat and fallow fields with three repetitions. During the research, a total of three periods of erosion occurred. The average sediment in the wheat cultivated parcel was $666.49 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, while the fallow parcel was $100.71 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. Wheat farming has increased the existing sediment movement in the field approximately 6.6 times.

Keywords – Wind erosion, seasonal variability, soil properties, Sivas

1. Giriş

Rüzgar erozyonu, esas olarak kurak ve yarı kurak bölgelerde gerçekleşen jeomorfolojik süreçlerden biri olup, aynı zamanda su erozyonuyla birlikte fiziksel arazi bozulmasının başta gelen nedenidir (Campbell ve Norman, 1998; Bagnold, 1941). Rüzgar erozyonu, küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkisiyle, son yıllarda küresel ölçekte önemli bir çevresel sorun ve kirlilik kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Rüzgar erozyonu kumul

hareketi (Rezayi, 2009), hava kirliliği (Song ve ark.,2007), çevre sorunları (astım ve kumul hareketine bağlı olarak meydana gelen zayıf görüş) (Sprigg ve ark.,2014), radyoaktif kirlilik (Goudie, 2014), toprak yüzeyinden hava katmanlarına aerosol formda besin elementi taşınımı (Hagen, 2010) gibi çok sayıda önemli soruna neden olmaktadır.

Rüzgar erozyonu ile toprak zerrelere bulunduğu yerden koparılıp rüzgar gücüyle uzaklara taşınır. Rüzgar erozyonu ile taşınma süpürülme, saltasyon ve süspansiyon olarak tanımlanan üç aşamada gerçekleşir. Süpürülme, rüzgarın kaldıramayacağı kadar ağır iri (>~500 µm) zerrelerin yuvarlanarak ve kayarak hareketidir. Saltasyon ile, orta-ince irilikte zerreler (~50~500 µm) taşınır. Bu irilikteki kum zerreleri, toprak yüzeyi üzerinden en fazla 1 m yüksekte olacak şekilde sıçrayarak taşınırlar. En küçük toprak zerreleri ise (<~50 µm) 100 m'yi aşan yüksekliklere askıda toz olarak rüzgar gücüyle taşınırlar (Sterk ve ark., 1999).

Rüzgar erozyonunun şiddeti genellikle rüzgar hızı, yağış, toprak özellikleri, toprak nemi ve bitki örtüsü ile ilişkili eşik sürtünme hızı ile kontrol edilir (Cowie ve diğerleri, 2013; Kim ve Choi, 2015).

Tarımsal uygulamalar altında tek yıllık bitki kökleri rüzgar erozyonuna çok duyarlıdır (Funk ve Frielinghaus 1998). Çünkü tek yıllık bitkiler çok sayıda toprak işlemeye ihtiyaç duyar ve sonuçta toprak işlemeye bağlı olarak strüktürel bozulmalar meydana gelir (Lopez ve ark., 2000; Skidmore ve Layton 1992). Rüzgar hızı ile oluşan yüzey sürtünmesi, artan veya azalan bitki örtüsüne bağlı olarak değişim gösteren yüzey pürüzlülüğünden dolayı artıp azalabilir (Cao ve ark., 2011). Kuzey ve sıcak iklimlerde son birkaç on yılda, bitki örtüsü büyümesi iklimsel değişime duyarlı olmuştur (Piao ve ark., 2008).

Türkiye'de rüzgar erozyonu araştırma ve önleme çalışmaları ilk olarak 1960 yılında Karaman rüzgar erozyonu kontrol sahasında başlamıştır. Söz konusu saha 4300 ha alan kaplamakta olup yapılan önleme çalışmalarıyla sahada yer alan kara kumulları tamamen hareketsiz duruma geçirilmiştir. Ülkemiz yüzölçümünün % 63.2' si (toplam tarım alanının % 72.1'si) su erozyonu, % 0.5' i (toplam tarım alanının % 1.5) rüzgar erozyonunun etkisi altındadır (TOPRAKSU, 1975).

Taysun (1987), yapmış olduğu çalışmada, toprak özelliklerinin rüzgâr aşınımı üzerine önemli etkisinin olduğunu bildirmiştir. Özellikle rüzgâr tüneli yardımıyla yapılan araştırmalar, kum, silt ve kil yüzdelilerinin farklı miktarlarının aşınım üzerine ne gibi etkilerinin olduğunu anlaşılmasında önemli faydalar sağladığını belirtmiştir.

Marakoğlu ve ark., 2017 tarafından Konya Toprak Su ve Çölleşme İle Mücadele Araştırma İstasyonu Merkez arazisinde yürütülen çalışmada beş farklı toprak işleme uygulamalarının rüzgar erozyonuna etkisi çalışılmıştır. Rüzgar tüneline yürütülen çalışma, 4 farklı rüzgâr hızında (4, 7, 10 ve 13 ms⁻¹) gerçekleştirilmiştir. Düşük rüzgâr hızlarında (4 ve 7 ms⁻¹) sediment tutumu sağlanamamıştır. Toprak yüzeyindeki anız miktarı 42.67-128 gm⁻², anız örtme oranı % 1.27-19.32, yüzey pürüzlülüğü % 4.56-24.23, ağırlıklı ortalama çapı 6.53 - 13.57 mm ve stabilite indeksi değerleri ise 2.24 - 3.41 arasında değişmiştir. 13 m s⁻¹ rüzgar hızında erozyon değerleri farklı toprak işleme uygulamalarına bağlı olarak 72-1365 g m⁻²h⁻¹ arasında değişmiştir. Ortaya çıkan erozyon miktarı ile anızın yüzeyi örtme oranı, toprağın ağırlıklı ortalama çapı ve stabilite indeksi arasındaki ilişkinin istatistikî açıdan önemli olduğu ve ilişkinin regresyon katsayısı ise sırasıyla R²=0.93, R²=0.95 ve R²=0.97 olduğu bildirilmiştir.

Segovia ve ark., 2017 Almeria İspanya'da narenciye üretimine rüzgar erozyonunun etkisini rüzgar tüneli koşullarında araştırmışlardır. Rüzgar erozyonunun etkisinin son toprak işlemeden itibaren geçen zamana bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği ve bunun nedeni olarak rüzgar erozyonunu engelleyen toprak işlemeden itibaren gelişen kaymak tabakası

oluşumu olduğu bildirilmiştir. Rüzgar erozyonuyla kaybolan besin elementlerinin ilave gübrelemeyle tamamlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Başaran ve ark., 2017 nadas alanlarından rüzgar erozyonu ile oluşan kütle taşınmasını belirlemek ve kütle taşımacılığının iklim ve toprak özellikleri ile korelasyonlarını değerlendirmek için Altınova ve Gözlü tarım işletmelerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar sediment taşınımını ıslak ve kuru mevsimlerde pasif tuzaklarla ölçmüşlerdir. Islak ve kurak mevsimlerde toplu taşıma Altınova'da sırasıyla 11.38 ve 11.40 kg ha^{-1} , Gözlü'de 31.61 ve 19.71 kg ha^{-1} olarak ölçülmüştür. 7 aylık bir ölçüm süresi boyunca her iki işletmenin nadas alanlarından toplam toplu taşımanın 600 ton olduğu tahmin edilmiştir. Mevcut bulgulara dayanarak, nadas uygulamasının terkedilmesi gerektiği ve konvansiyonel tarımda asgari toprak işleme veya ürün rotasyonu gibi sürdürülebilir toprak ve arazi yönetimi uygulamalarının uygulanması tavsiye edilmiştir.

Guo ve ark., 2019, Çin Loess Platosu tarımsal alanlarında, 2012-2014 yılları arasında su ve rüzgar erozyonunu birlikte incelemişlerdir. Çalışma alanında yıllık su erozyonu 8.1-89.4 $tha^{-1} a^{-1}$, ortalama olarak 43.8 $tha^{-1} a^{-1}$ arasında değişmiştir. Aynı yerde rüzgar erozyonu 0.82-2.12 $tha^{-1} a^{-1}$, ortalama olarak 1.58 $tha^{-1} a^{-1}$ arasında değişmiştir. Yörede su erozyonu esas olarak yaz aylarında, rüzgar erozyonu ise ilkbaharda meydana geldiği bildirilmiştir.

Taysun ve ark., 2019 Manisa ili Akselendi Ovasında, Akdeniz iklimi koşullarında rüzgar erozyonu bakımından tipik bulunan, yıllık 600 mm toplam yağışa rağmen oluşan kumul aktivitelerini incelemişlerdir. Araştırmacılar rüzgar erozyonu ve bunun sonucunda ortaya çıkan kumul hareketlerinin en fazla, Akhisar'ın Beyoba, Sazoba, Akselendi köyleri, Göl marmara'nın Tiyenli, Değnekler ve Kayaaltı köyleri ile Saruhanlı'nın Kumkuyucak köyü civarında olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmalarında jeostatistik yöntemler kullanılarak rüzgar erozyonuyla potansiyel toprak kaybı haritası ve rüzgarla aşınabilme grubu (WEG) haritası çıkarılmıştır. Rüzgar erozyonu bakımından değerlendirmek amacıyla, rüzgar sedimentlerinin biriktiği araziler, kumul alanları ve tarım alanlarından 0-2.5 cm ve 2.5-5 cm'den başlayarak farklı derinliklerden 204 noktadan toplam 834 örnek alınmıştır. Yapılan toprak analiz sonuçlarına göre yüzey örneklerinin yarısından fazlası WEG bakımından en tehlikeli gruba girmiştir. Toprak kaybı toleransı değerleri dikkate alındığında elde edilen toprak erodibilitesi (I faktörü) değerlerine göre kuru agregat analizi yapılan örneklerin %85.7'si rüzgar erozyonuna çok duyarlı olan topraklar durumunda olduğu belirlenmiştir.

Ulaş ilçesinde rüzgar erozyonu sorununu gündeme getiren ilk araştırma projesi Çelebi (1972) tarafından yürütülmüştür. Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü arazisinde yapılan bu çalışmada, 0.84 mm' den büyük kuru agregat miktarı % 54.9 – 94.3, tarla sırt pürüzlülük eşdeğeri 10.0 – 13.1 cm, bitki artıkları miktarı 50 – 62 kg da^{-1} , doğal aşınma değerleri 273.1 – 1070.2 kg da^{-1} arasında bulunmuştur. Bu değerler sonucunda rüzgâr erozyonun önleyici şerit genişliğinin daha önceden erozyonu önlemek amacıyla çiftlikçe yapılmış olan 250 m yerine 160 m olması gerektiğini belirtmiştir. İşletme arazisi topraklarının ince bünyeli ve suda dispers olabilen 20 mikrondan küçük zerre miktarının % 4.44 – 26.6 arasında olduğu belirlenmiştir. Suya dayanıklı 20 μ ' dan küçük agregat miktarı % 24.77 - 87.65, 420 μ ' dan küçük kuru zerreler miktarı % 1.9 – 26.2, 40 μ ' dan küçük zerreler miktarı % 4.7 - 38.5 ve 840 μ ' dan büyük zerreler miktarı % 61.5 – 95.3 arasında değişmiştir. Araştırma yeri topraklarının kireç miktarları % 2.11 – 34.15, organik madde miktarları % 1.65 – 3.15, mekaniksel stabilite değerleri % 82.43 – 99.02, ekivalan çap değerleri 0.34 – 0.46 mm ve dekara toprak kayıpları 2.13 – 50.15 kg arasında bulunmuştur. Toprak kayıpları ile mekaniksel stabilite, ekivalan çap değerleri, silt fraksiyonu, 420 μ ' dan küçük kuru zerreler, 840 μ ' dan küçük kuru zerreler, 840 μ ' dan büyük kuru zerreler, 20 μ ' dan küçük suda

dispers olabilen zerreler ve 20 μ ' dan küçük suya dayanıklı agregatlar arasında sırasıyla -0.575, -0.427, -0.462, 0.856, 0.845, -0.798, 0.613 ve -0.490 korelasyon katsayıları bulunmuştur.

Çelebi (1973), Ulaş Devlet Üretim Çiftliği Arazisinin Rüzgar Erozyonu Yönünden Planlanması adlı çalışmasıyla önceki arazi verilerinden yararlanarak elde ettiği bulgular yardımıyla çalışma sahasında bir planlama çalışması yapmıştır. Çalışmada, işletme arazisinde rüzgar erozyonunun boyutu ortaya konulmuş ve alınacak önlemler planlanmıştır. Çalışma sonucuna göre, işletme arazisinin 41034 da (% 56.8) hafif erozyon ve 31191 da (% 43.2) orta düzeyde rüzgar erozyonu olduğu bildirilmektedir. Hafif rüzgar erozyonu sahasında üst toprağın % 25-75'i erozyona uğradığı, orta erozyon sahasında ise üst toprağın tamamı ve alt toprağın bir kısmının erozyona uğradığı varsayılmıştır.

Bu araştırmada, Sivas-Ulaş Devlet Üretim Çiftliği arazisinde rüzgâr erozyon sahaslarında yer alan, buğday ve nadas parsellerde yıl içerisinde rüzgârla taşınan sediment miktarı ve zamansal dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında işletme arazisi için alınması gerekli önlemler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

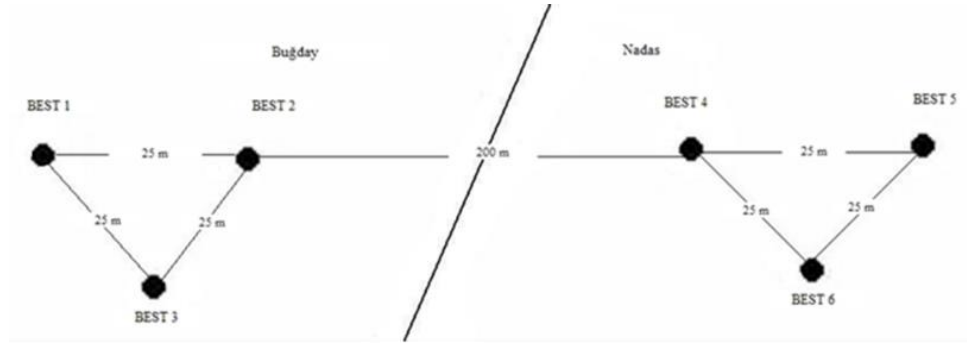
2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın yürütüldüğü Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü, 39° 26' kuzey enlemi ile 37° 02'doğu boylamının kesiştiği noktada yer almaktadır. İşletme, Sivas il merkezinin 38 km güneyinde, Sivas-Malatya karayolu paralelinde yer alan Sivas-Malatya demir yolunun güney batı bitişiğinde yer almaktadır.

İç Anadolu Bölgesinde yer alan çalışma alanı karasal iklim koşullarının etkisindedir. İşletmede kurulu bulunan otomatik meteoroloji rasat parkı 2010-2019 yılları arası meteorolojik verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 9.4°C, ortalama yağış 347.2 mm, ortalama nisbi nem % 66.2, hakim rüzgar yönü kuzeybatıdır. Uzun yıllar rasat verilerine göre, ilk don Eylül ayında, son don ise Mayıs ayı sonlarında meydana gelmektedir. Ortalama yıllık kar yağışlı gün sayısı 17.6, karla örtülü günler sayısı 27.2 dir (MGM, 2020).

Rüzgârla hareket eden askıda sediment yükü, Başaran ve arkadaşları tarafından geliştirilen BEST marka siklon tipi sediment tutucuyla ölçülmüştür (Başaran ve ark., 2010). Araştırma sahasına yerleştirilen BEST tuzaklar, rüzgar yönünde dönebilen kanatlı direklerle 20, 40, 60, 80, 100 cm aralıklara sahip 5 farklı yüksekliğe yerleştirilmiştir. Buğday ve nadas parseller üzerine yerleştirilen sediment toplayıcı alet yardımıyla, yüzeyden itibaren 20, 40, 60, 80, 100 cm yüksekliğe yerleştirilen BEST sediment kapıcılar vasıtasıyla rüzgârın belirli yüksekliklerde taşıdığı sediment miktarı aylık toplam olarak ölçülmüştür.

BEST sediment kollektörleri üç adet buğday ekili ve üç adet nadas arazi olmak üzere toplam 6 noktaya yerleştirilmiştir. BEST istasyonları, buğday ve nadas arazi kullanım koşulları için, istasyonlar arasında yatay mesafe 25 m olacak şekilde üçgen biçiminde araziye yerleştirilmiştir. Buğday ve nadas parselleri arasında 200 m yatay mesafe olacak şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme planı
Figure 1. Trial plan

Toprak örnekleri, nisan ayında buğday ve nadas parsellerden üç tekerrürlü olarak 0-2.5, 2.5-5.0, 5.0-10, 10-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınmıştır. Araziden alınan toprak örnekleri, oda sıcaklığında kurutularak aşağıdaki analizler yapılmıştır;

Mekanik stabilite: Rotary eleği ile < 0.42, 0.42-0.84 mm, 0.84-2.0 mm, 2.0-6.4 mm, 6.4-12.7 mm ve >12.7mm büyüklüklerdeki eleklerle elenerek yapılmıştır (Chepil, 1950). Stabilite İndeksi: Aşınmayan 0.84 mm' den büyük kuru agregat (%) değerinin aşınabilen 0.84 mm den küçük kuru agregat (%) değerine oranlanması ile belirlenmiştir (Chepil, 1957). Süspansiyon yüzdesi: Dispers edilmemiş örneklerin, silindiri 20 kez alt üst edildikten sonra 40'cı saniyedeki hidrometre değeri okunarak formül yardımıyla hesaplanmıştır (U.S.Salinity Lab.Staff, 1954). Suya dayanıklı agregatlar yüzdesi: Süspansiyon yüzde değerinden mekanik analiz sonucu bulunan silt+kil yüzdesinin çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (U.S Salinity Lab. Staff, 1954). Dispersiyon Oranı: Su ile dispers edilmiş toprakta silt + kil toplamının kalgon ile dispers edilen topraktaki silt + kil değerine oranlanması ile bulunmuştur (Middleton,1930; U.S Salinity Lab. Staff, 1954). Bünye: Bouyoucous hidrometre yöntemi ile (Tüzüner, 1990); Agregat stabilitesi: Islak eleme yöntemi ile belirlenmiştir (Yoder, 1936; Tuzuner, 1990). Toprak reaksiyonu (pH): 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde pH metre ile (McLean 1982); Elektriki iletkenlik (EC): 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde, kondaktivimetre ile (Richards 1954); Organik madde: Walkley- Black metodu ile (Nelson ve Sommers 1982); P₂O₅: Elverişli fosfor Olsen metodu ile belirlenmiştir (Olsen ve ark. 1954); Kireç: Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkış hacmine göre (Nelson 1982) belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İklimsel Faktörler (Sıcaklık, yağış ve rüzgâr)

Araştırma yeri uzun yıllar (2010-2019) ortalama yağışı 373.1 mm, araştırma yılı (2013) ortalama yağışı ise 356,9 mm olmuştur. 2013 yılında düşen yağış, uzun yıllar ortalama yağış değerlerinden daha az olmuştur. En fazla yağış sırasıyla Mayıs, Şubat, Eylül ve Nisan aylarında yağmış, Ağustos ayında hiç yağış yağmamıştır. Araştırma yılında düşen yağışların uzun yıllar yağış ortalama değeri altında oluşu, çalışma döneminde rüzgar erozyon riskinin daha yüksek olmasına yol açtığı düşünülmektedir. Araştırma yeri uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri 9.1 °C olup, çalışma yılı olan 2013 yılında ortalama sıcaklık değeri 8.6 °C olmuştur. 2013 yılı ortalama aylık nispi nem değerleri uzun yıllar ortalama nispi nem değerleriyle oldukça benzer olmuştur. Aylık uzun yıllar ortalama rüzgar hızı 3.0 m s⁻¹ iken, 2013 yılı ortalama rüzgar hızı 3.2 m s⁻¹ olmuştur. 2013 yılı ortalama rüzgar hızları Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında uzun yıllar ortalama değerlerinin üzerinde, Nisan, Mayıs, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında altında olmuştur. Maksimum rüzgar hızı, uzun yıllar ortalama değeri 28.3 m s⁻¹ olurken, 2013 yılında 22.2 m s⁻¹ olmuştur. Aylık rüzgâr hızları, < 2 m s⁻¹, 2-4 m s⁻¹ ve > 4 m s⁻¹ olmak üzere üç farklı sınıfa ayrılarak değerlendirilmiştir. 2013 yılında ortalama aylık rüzgar hızı

$< 2 \text{ m s}^{-1}$ koşulu sağlanmamıştır. Bununla birlikte Ocak, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayları ortalama rüzgar hızları $2-4 \text{ m s}^{-1}$ arasında olmuştur. Şubat, Mart ve Temmuz aylarında $> 4 \text{ m s}^{-1}$ hızı aşan daha şiddetli rüzgarlar meydana gelmiştir. Araştırma yerinde oluşan rüzgarların 2013 yılı her ayı için, rüzgar erozyonu oluşturma gücüne sahip olduğu söylenebilir.

3.2. Toprak Özellikleri

Çalışma, buğday ekili tarla ile bir önceki yıl buğday ekilip 2013 yılında nadasa bırakılmış nadas tarla olmak üzere birbirine bitişik konumda bulunan iki tarlada yürütülmüştür. Buğday hasadı temmuz ayı sonlarında yapılmış ve 404 kg da^{-1} ürün verimi elde edilmiştir. Buğday ekili parselin (A Konusu) pH değeri 7.77-7.98; EC $100.9-176.2 \mu\text{S cm}^{-1}$; kireç içeriği % 10.94-24.86, P_2O_5 içeriği $2.98-31.49 \text{ kgda}^{-1}$; organik madde kapsamı ise % 1.11-1.96 arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Buğday (A) ve nadas (B) parsellerin bazı kimyasal toprak özellikleri
Table 1. Some chemical soil properties of wheat (A) and fallow (B) plots

| Tekerrür | Derinlik | pH | EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$ | Kireç, % | P_2O_5 , kgda^{-1} | Organik Madde, % |
|----------|----------|------|------------------------------|-------------|--|---------------------|
| A1 | 0-2.5 | 7.77 | 100.9 | 14.17 | 4.29 | 1.22 |
| A1 | 2.5- 5 | 7.82 | 131.8 | 11.71 | 7.84 | 1.72 |
| A1 | 5-10 | 7.95 | 130.9 | 10.94 | 6.30 | 1.19 |
| A1 | 10-20 | 7.85 | 143.3 | 12.75 | 3.15 | 1.50 |
| A1 | 20-40 | 7.84 | 139.4 | 12.90 | 3.38 | 1.51 |
| A2 | 0-2.5 | 7.91 | 109.2 | 18.37 | 2.98 | 1.96 |
| A2 | 2.5- 5 | 7.84 | 117.5 | 23.26 | 6.47 | 1.76 |
| A2 | 5-10 | 7.89 | 128.9 | 23.56 | 4.47 | 1.62 |
| A2 | 10-20 | 7.86 | 176.2 | 18.21 | 4.87 | 1.67 |
| A2 | 20-40 | 7.88 | 150.6 | 23.60 | 31.49 | 1.61 |
| A3 | 0-2.5 | 7.89 | 129.1 | 23.71 | 13.57 | 1.11 |
| A3 | 2.5- 5 | 7.98 | 123.3 | 22.92 | 4.01 | 1.38 |
| A3 | 5-10 | 7.95 | 130.4 | 19.07 | 5.04 | 1.70 |
| A3 | 10-20 | 7.98 | 152.3 | 15.60 | 3.38 | 1.52 |
| A3 | 20-40 | 7.97 | 158.3 | 24.86 | 3.32 | 1.28 |
| B1 | 0-2.5 | 7.99 | 192.0 | 43.32 | 4.64 | 1.28 |
| B1 | 2.5- 5 | 8.00 | 174.9 | 43.01 | 3.49 | 1.27 |
| B1 | 5-10 | 7.96 | 184.1 | 49.61 | 3.15 | 1.55 |
| B1 | 10-20 | 7.96 | 135.8 | 53.52 | 3.21 | 1.33 |
| B1 | 20-40 | 7.99 | 161.7 | 56.70 | 36.53 | 1.32 |
| B2 | 0-2.5 | 7.98 | 155.5 | 50.91 | 16.83 | 0.80 |
| B2 | 2.5- 5 | 7.93 | 160.2 | 38.15 | 6.47 | 1.19 |
| B2 | 5-10 | 7.94 | 159.6 | 45.88 | 5.61 | 1.73 |
| B2 | 10-20 | 7.93 | 158.1 | 39.65 | 4.69 | 1.42 |
| B2 | 20-40 | 7.96 | 154.1 | 38.83 | 6.98 | 1.53 |
| B3 | 0-2.5 | 8.08 | 154.9 | 35.43 | 4.35 | 1.10 |
| B3 | 2.5- 5 | 7.98 | 127.0 | 36.01 | 4.29 | 1.34 |
| B3 | 5-10 | 7.80 | 141.1 | 32.97 | 3.03 | 1.57 |
| B3 | 10-20 | 7.88 | 133.8 | 36.98 | 2.06 | 1.63 |
| B3 | 20-40 | 7.97 | 136.6 | 33.28 | 16.14 | 1.29 |

A konusu toprakları hafif ve orta alkalin reaksiyonlu, tuzsuz, çok kireçli, fosfor içeriği çok az, az, orta ve yüksek olacak şekilde değişim göstermiş olup organik madde kapsamı azdır. Nadas parselin (B Konusu) pH değeri 7.88-8.08; EC 127-192 $\mu\text{s cm}^{-1}$; kireç içeriği % 32.97-56.70; P_2O_5 içeriği 3.03-16.83 kg da^{-1} ; organik madde kapsamı ise % 0.80-1.73 arasında değişmiştir. Araştırma yeri nadas toprakları orta alkalin reaksiyonlu, tuzsuz, çok kireçli, çok az ve az düzeyde fosfor içermekte olup, organik madde içeriği çok az ve az düzeydedir (Çizelge 1).

Buğday ekili ve nadasa bırakılmış tarla topraklarının bazı fiziksel toprak özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Buğday tarlasının hacim ağırlığı 1,05-1,51 g cm^{-3} arasında; kil içeriği % 24,32-62,32; silt içeriği % 19,28-45,28; kum içeriği % 14,40-34,40; agregat stabilite değerleri % 8,88-84,76; süspansiyon yüzdesi değerleri % 24,2-37,2; suya dayanıklı agregat yüzdesi % 37,4-52,4 ve dispersiyon oranları % 45,79-78,05 arasında değişmiştir. Buğday ekili parselin hacim ağırlığı oldukça düşük ve hafif yapıda olduğu söylenebilir. Suya dayanıklı stabil agregat yüzdesi yeterince yüksek olmaması toprakların kolayca dispers olarak su ve rüzgar erozyonu etkisi altında kalabileceğini göstermektedir. Toprak bünyesinin tın, killi tın ve kil olmasına rağmen düşük organik madde içeriğine bağlı olarak yeterince agregatlaşma ve stabil agregat oluşturma kapasitesi düşüktür. Yöre topraklarının biyolojik aktivitesinin geliştirilmesi, rüzgar erozyonunun kontrol altına alınmasına katkı sağlayacaktır.

Suyla maruz kaldığında toprak örneklerinin % 24,2-37,2 ‘i kolaylıkla süspansiyon olabilmekte ve yüzey akışla taşınma riski göstermektedir. Dispersiyon oranı % 15 ‘in altındaki topraklar aşımına dayanıklıdır. Araştırma yeri toprakları dispersiyon oranları % 45,79-78,05 arasında yer alması strüktürel sorunları olduğu ve erozyona karşı yeterli dirence sahip olmadığını göstermektedir. Dispersiyon oranı % 15’ in altındaki topraklar aşımına karşı son derece dayanıklı, % 15-30 arası olan topraklar dayanıklı, % 30-50 arası topraklar hassas ve % 50’ den fazla dispersiyon oranına sahip topraklar ise son derece hassas topraklardır (Elges, 1985). Buğday ekili parsellerden alınan toprakların tamamına yakını % 50’nin üzerinde dispersiyon oranına sahip olmaları erozyona karşı dayanıksız bir yapıda olduklarını göstermektedir.

Nadas parselin hacim ağırlığı 1,05-1,34 g cm^{-3} arasında; kil içeriği % 28,32-56,32; silt içeriği % 17,28-41,28; kum içeriği % 16,40-30,40, agregat stabilite değerleri % 10,19-81,79, süspansiyon yüzdesi değerleri % 29,2-37,2; suya dayanıklı agregat yüzdesi % 37,4-52,4 ve dispersiyon oranları % 47,78-65,98 arasında değişmiştir (Çizelge 2).

Nadas parselinden alınmış toprak örneklerinin hacim ağırlık değerleri düşük olması rüzgar erozyonuyla taşınabilirlik riskinin daha fazla olduğuna işaret etmektedir. Nadas parselde agregat stabilite değeri düşük olmuştur. Toprak bünye grubu kil olmasına rağmen düşük organik madde ve biyolojik aktivite nedeniyle yeterince agregasyon oluşmamıştır. Nadas parsel topraklarının süspansiyon yüzde değerleri % 29.2-37.2 olmuş ve bu durum yüzey akışla yüksek taşınma riski içermekte olduğunu göstermiştir.

Nadas parselde toprak örneklerinin önemli kısmının dispersiyon oranları % 50’nin üzerinde olması strüktürel sorunların varlığına, su ve rüzgar erozyonuna hassasiyete işaret etmektedir.

Buğday ve nadas tarlanın farklı derinlikleri için ele alınan kimyasal toprak özellikleri arasındaki farklılıkların önem düzeyi her bir kimyasal toprak özelliği için olmak üzere iki yönlü varyans analizi ile ayrı ayrı test edilmiştir. pH değeri buğday parselinde nadas parselde göre anlamlı olarak daha yüksek olmuştur. Bu durum yıllık amenajman farklılıkları ve toprak nem içeriklerinin dönemsel farklılıklarından kaynaklandığı söylenebilir. Buğday ekili ve nadas parsellerin topraklarının farklı derinliklerinde EC değeri değişmiş ve buğday

ekili parselin 10-20 cm derinliğinde, nadas toprakta ise 0-2,5 cm derinlikte en fazla EC değeri görülmüştür. Kireç içerikleri ise istatistiksel olarak nadas parselde daha yüksek bulunmuştur. Toprakların kimyasal özellikleri hem buğday ve hem de nadas parsellerin farklı derinlikleri de dikkate alındığında çalışma alanı toprakların kimyasal değişkenliğinin az olduğu ve homojen sayılabilecek durumda olduğu söylenebilir. Buğday ve nadas parsel fiziksel toprak özellikleri dikkate alınarak karşılaştırılması durumunda, her iki konu ve derinlikler için fiziksel toprak özellikleri arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Nadas tarla hacim ağırlığı değeri toprak işleme uygulamalarına maruz kalmaması nedeniyle daha düşük hacim ağırlığı değeri göstermiştir.

Çizelge 2. Buğday (A) ve nadas (B) tarlanın bazı fiziksel toprak özellikleri

Table 2. Some physical soil characteristics of wheat (A) and fallow (B) field

| Tekerrür | Derinlik | Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³) | Kil, % | Silt, % | Kum % | Bünye Sınıfı | AS, % | SY, % | Suya Dayanıklı Agregatlar, % | DO, % |
|----------|----------|--------------------------------------|--------|---------|-------|--------------|-------|-------|------------------------------|-------|
| A1 | 0-2.5 | 1.05 | 32.32 | 33.28 | 34.40 | CL | 46.75 | 24.2 | 41.4 | 78.05 |
| A1 | 2.5- 5 | | 58.32 | 25.28 | 16.40 | C | 67.79 | 36.2 | 47.4 | 56.46 |
| A1 | 5-10 | 1.34 | 26.32 | 41.28 | 32.40 | L | 21.65 | 29.2 | 38.4 | 60.95 |
| A1 | 10-20 | 1.29 | 56.32 | 19.28 | 24.40 | C | 73.67 | 31.2 | 44.4 | 62.43 |
| A1 | 20-40 | 1.49 | 60.32 | 25.28 | 14.40 | C | 28.69 | 33.2 | 52.4 | 45.79 |
| A2 | 0-2.5 | 1.34 | 50.32 | 25.28 | 24.40 | C | 72.73 | 31.2 | 44.4 | 54.50 |
| A2 | 2.5- 5 | | 28.32 | 41.28 | 30.40 | CL | 50.00 | 27.2 | 42.4 | 56.32 |
| A2 | 5-10 | 1.51 | 58.32 | 19.28 | 22.40 | C | 33.71 | 33.2 | 44.4 | 63.40 |
| A2 | 10-20 | 1.19 | 58.32 | 21.28 | 20.40 | C | 13.79 | 35.2 | 44.4 | 59.30 |
| A2 | 20-40 | 1.40 | 24.32 | 45.28 | 30.40 | CL | 31.61 | 29.2 | 40.4 | 67.82 |
| A3 | 0-2.5 | 1.12 | 35.32 | 36.28 | 28.40 | CL | 36.70 | 29.2 | 42.4 | 57.54 |
| A3 | 2.5- 5 | | 56.32 | 21.28 | 22.40 | C | 18.43 | 33.2 | 44.4 | 58.25 |
| A3 | 5-10 | 1.36 | 24.32 | 41.28 | 34.40 | L | 84.76 | 28.2 | 37.4 | 75.00 |
| A3 | 10-20 | 1.37 | 58.32 | 19.28 | 22.40 | C | 8.88 | 33.2 | 44.4 | 60.82 |
| A3 | 20-40 | 1.05 | 62.32 | 21.28 | 16.40 | C | 59.39 | 37.2 | 46.4 | 56.46 |
| B1 | 0-2.5 | 1.08 | 48.32 | 27.28 | 24.40 | C | 12.75 | 33.2 | 42.4 | 59.79 |
| B1 | 2.5- 5 | | 52.32 | 25.28 | 22.40 | C | 10.19 | 32.2 | 45.4 | 58.25 |
| B1 | 5-10 | 1.34 | 54.32 | 25.28 | 20.40 | C | 21.19 | 34.2 | 45.4 | 49.25 |
| B1 | 10-20 | 1.01 | 56.32 | 27.28 | 16.40 | C | 63.26 | 37.2 | 46.4 | 56.46 |
| B1 | 20-40 | 1.12 | 56.32 | 27.28 | 16.40 | C | 20.70 | 35.2 | 48.4 | 58.85 |
| B2 | 0-2.5 | 1.06 | 54.32 | 29.28 | 16.40 | C | 46.23 | 37.2 | 46.4 | 58.85 |
| B2 | 2.5- 5 | | 54.32 | 23.28 | 22.40 | C | 40.83 | 35.2 | 42.4 | 65.98 |
| B2 | 5-10 | 1.23 | 54.32 | 21.28 | 24.40 | C | 11.32 | 32.2 | 43.4 | 59.79 |
| B2 | 10-20 | 1.17 | 54.32 | 23.28 | 22.40 | C | 71.22 | 34.2 | 43.4 | 50.52 |
| B2 | 20-40 | 1.09 | 54.32 | 17.28 | 28.40 | C | 70.39 | 29.2 | 42.4 | 46.37 |
| B3 | 0-2.5 | 1.05 | 52.32 | 23.28 | 24.40 | C | 66.23 | 32.2 | 43.4 | 49.21 |
| B3 | 2.5- 5 | | 56.32 | 21.28 | 22.40 | C | 48.28 | 34.2 | 43.4 | 42.78 |
| B3 | 5-10 | 1.06 | 54.32 | 23.28 | 22.40 | C | 63.90 | 33.2 | 44.4 | 50.52 |
| B3 | 10-20 | 1.08 | 28.32 | 41.28 | 30.40 | CL | 81.79 | 26.2 | 43.4 | 62.07 |
| B3 | 20-40 | 1.04 | 52.32 | 21.28 | 26.40 | C | 55.40 | 31.2 | 42.4 | 55.98 |

Çalışma yeri topraklarının rüzgar erozyonuna karşı dayanıklılığını tanımlayan mekanik stabilite ve stabilite indeksi değerlerini belirlemek amacıyla kuru agregat analizi yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Mekanik stabilite değeri, toprakta mevcut agregatların toprak işlemeye karşı dayanıklılığını gösteren bir indeks olup, toprakların rüzgar erozyonuna karşı dayanıklılığını ifade eder. Mekanik Stabilite Yüzdesi, kuru eleme suretiyle ikinci eleme sonunda bulunan 0.84

mm'den büyük kuru agregat yüzdesinin birinci elemde bulunan 0.84 mm' den büyük kuru agregat yüzdesine oranlanmasıyla bulunmaktadır (Chepil, 1950). Çalışmanın yürütüldüğü TİGEM Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü işletme arazisi buğday ve nadas parsellerine ait toprakların mekanik stabilite değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Araştırma yeri topraklarının profillerinin tamamında mekanik stabilite değerleri % 50'nin üzerinde çıkarak yöre topraklarının rüzgar erozyonuna dirençli bir yapıda olduğunu göstermiştir. Buğday ekili parsellerin mekanik stabilite değerleri % 69,89-92,80 aralığında değişmiştir. Aynı değer nadas parselde %72,66-93,19 arasında değişmiştir.

Çizelge 3. Buğday ekili ve nadas parsellerin yüzde kuru agregat dağılımı

Table 3. Distribution of dry aggregate per cent of wheat cultivated and fallow parcels

| Fraksiyon | Derinlik, cm | Buğday | | | Nadas | | |
|--------------|-----------------|--------|------|------|-------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| > 0.42 mm | 0-2.5 | 30.9 | 42.3 | 45.8 | 35.8 | 31.3 | 29.4 |
| | 2.5- 5 | 17.1 | 28.5 | 44.3 | 25.2 | 23.3 | 23.0 |
| | 5-10 | 21.3 | 17.6 | 17.4 | 19.6 | 12.5 | 28.8 |
| | 10-20 | 14.5 | 10.8 | 17.9 | 12.4 | 12.8 | 16.6 |
| | 20-40 | 8.7 | 9.8 | 14.6 | 7.4 | 9.4 | 15.8 |
| 0.42-0.84 mm | 0-2.5 | 4.4 | 4.6 | 4.0 | 5.0 | 4.6 | 4.7 |
| | 2.5- 5 | 2.8 | 4.1 | 5.2 | 4.0 | 3.4 | 3.7 |
| | 5-10 | 3.2 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 2.2 | 4.2 |
| | 10-20 | 2.4 | 1.8 | 2.8 | 1.9 | 2.0 | 2.4 |
| | 20-40 | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 1.7 | 1.7 | 2.5 |
| 0.84-2.0 mm | 0-2.5 | 6.6 | 5.9 | 4.9 | 7.1 | 7.0 | 6.6 |
| | 2.5- 5 | 6.5 | 6.5 | 7.4 | 8.0 | 6.8 | 7.1 |
| | 5-10 | 6.7 | 6.2 | 5.8 | 6.8 | 5.5 | 8.2 |
| | 10-20 | 5.7 | 4.6 | 5.9 | 5.0 | 5.0 | 6.0 |
| | 20-40 | 4.9 | 5.5 | 5.7 | 5.3 | 4.9 | 6.0 |
| 2.0-6.4 mm | 0-2.5 | 5.1 | 4.6 | 3.3 | 4.5 | 5.2 | 5.8 |
| | 2.5- 5 | 6.7 | 4.9 | 3.8 | 6.7 | 6.4 | 7.1 |
| | 5-10 | 5.8 | 6.4 | 5.6 | 7.0 | 7.8 | 7.5 |
| | 10-20 | 7.5 | 5.1 | 5.6 | 6.2 | 5.9 | 7.5 |
| | 20-40 | 6.3 | 7.0 | 6.2 | 7.3 | 6.7 | 6.7 |
| 6.4-12.7 mm | 0-2.5 | 36.6 | 28.9 | 28.9 | 34.8 | 37.2 | 34.8 |
| | 2.5- 5 | 51.5 | 40.9 | 25.1 | 40.1 | 41.6 | 42.0 |
| | 5-10 | 46.1 | 50.2 | 48.1 | 46.0 | 52.4 | 37.8 |
| | 10-20 | 51.0 | 45.7 | 43.0 | 49.4 | 53.4 | 46.5 |
| | 20-40 | 47.7 | 53.0 | 51.7 | 60.2 | 60.0 | 50.7 |
| >12.7 mm | 0-2.5 | 16.3 | 13.8 | 13.2 | 12.8 | 14.7 | 18.8 |
| | 2.5- 5 | 15.4 | 15.2 | 14.2 | 15.9 | 18.6 | 17.1 |
| | 5-10 | 16.8 | 16.8 | 20.4 | 18.0 | 19.5 | 13.5 |
| | 10-20 | 18.8 | 32.0 | 24.8 | 25.1 | 20.9 | 20.9 |
| | 20-40 | 30.6 | 22.5 | 19.3 | 18.1 | 17.3 | 18.2 |

TİGEM Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü arazisinde ilk çalışmayı gerçekleştiren Çelebi (1972) tarafından rapor edilen tarihsel bulgulara göre, işletme arazisinin mekanik stabilite indeksi % 88,28-98,59 arasında değişmiştir. Aynı araştırmacı, TİGEM Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü işletme arazisi topraklarının genellikle, mekaniksel stabilitelerinin % 90' ın üzerinde olduğunu ve bu nedenle toprakların kırılmaya karşı çok fazla dayanıklı olduğunu bildirmiştir. Güncel verilerle tarihsel veriler karşılaştırıldığında aradan geçen sürede uygun olmayan insan faaliyetlerine bağlı olarak araştırma yeri topraklarının mekanik stabilite

değerlerinin azalmış olmakla birlikte rüzgar erozyonuna dirençli yapısını sürdürdüğü görülmektedir.

Demiryürek ve ark., 2007 tarafından Karapınar rüzgar erozyon sahasında yürütmüş oldukları çalışma bulgularına göre, bitkisiz çölleşmiş alanda mekanik stabilite değeri % 16.67- 28.57 arasında, işlenen alanda % 43.24-88.51 ve yeni ağaçlandırılmış 2 m' den küçük ağaçların bulunduğu sahada ise % 59.09-84.72 arasında değişmiştir. Yine Karaman rüzgar erozyon sahasında Başer (1970) tarafından yapılan çalışmada mekanik stabilite değerinin % 70.56-87.41 arasında değiştiği bildirilmiştir. Tüm bu sonuçlar mekanik stabilite değerinin, lokasyona ve uygulanan amenajmana göre değişen dinamik bir toprak özelliği olduğunu ve olumlu insan faaliyetleriyle geliştirilerek riskli bölge topraklarının rüzgar erozyonuna dirençli hale getirilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. Mekanik stabilite değerleri

Table 4. Mechanical stability values

| Örnek No | Toprak derinliği, cm | Mekanik Stabilite, % | Örnek No | Toprak derinliği, cm | Mekanik Stabilite, % |
|----------|----------------------|----------------------|----------|----------------------|----------------------|
| A1 | 0-2.5 | 77.70 | B1 | 0-2.5 | 75.19 |
| | 2.5- 5 | 78.36 | | 2.5-5.0 | 84.43 |
| | 5-10 | 78.17 | | 5-10.0 | 85.79 |
| | 10-20 | 89.71 | | 10-25 | 89.89 |
| | 20-40 | 91.72 | | 25-40 | 93.19 |
| A2 | 0-2.5 | 71.32 | B2 | 0-2.5 | 79.00 |
| | 2.5- 5 | 78.49 | | 2.5-5.0 | 80.04 |
| | 5-10 | 84.26 | | 5-10.0 | 90.85 |
| | 10-20 | 91.47 | | 10-25 | 89.57 |
| | 20-40 | 92.80 | | 25-40 | 92.61 |
| A3 | 0-2.5 | 69.89 | B3 | 0-2.5 | 72.66 |
| | 2.5- 5 | 73.20 | | 2.5-5.0 | 83.52 |
| | 5-10 | 84.77 | | 5-10.0 | 82.76 |
| | 10-20 | 85.40 | | 10.-25 | 87.53 |
| | 20-40 | 87.55 | | 25-40 | 89.44 |

Buğday ve nadas parsellerin, farklı derinlikteki mekanik stabilite değerlerinin değişip değişmediği iki yönlü varyans analizi ile test yapılmış, P değeri=0.504>0.05 olduğundan etkileşimin olmadığı anlaşılmış ve bu durumda her bir değişken özel olarak incelenmiştir (Çizelge 5). Farklı derinliklerin arazi kullanım türüne bakılmaksızın ele alınmasıyla mekanik stabilite miktarının değişip değişmediği iki yönlü varyans analizi ile test yapılmıştır. Buna göre P değeri=0.000<0.050 olduğundan derinliklerin fark oluşturduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre 10 cm' den büyük toprak derinliklerinde mekanik stabilite değerleri en yüksek, 5-10 cm derinliklerde ikinci en yüksek, 2.5-5 cm derinliklerde üçüncü en yüksek ve 0-2.5 olduğunda en düşük Mekanik stabilite değeri gösterdiği anlaşılmıştır. Farklı arazi kullanım türleri, derinlik değişkenliğe bakılmaksızın kullanılmasıyla mekanik stabilite değerlerinin değişip değişmediğinin iki yönlü varyans analizi ile test yapılmıştır. Buna göre P değeri=0.023<0.050 olduğundan arazi kullanım türleri fark oluşturmuştur. Bu sonuca göre nadas parseller, buğday ekili parsellere göre daha yüksek Mekanik stabilite değerine sahiptir. Bu sonuç buğday tarımının toprakların mekanik stabilite değerlerinde azalmaya yol açarak rüzgar erozyonuna dayanıklılığını azaltmıştır. Ayrıca, rüzgar enerjisine doğrudan maruz olan yüzey topraklarının en düşük mekanik stabilite değeri göstermesi erozyon riskini artırmıştır.

Çizelge 5. Buğday ve nadas parsellerde mekanik stabilite değerlerine ait varyans analizi
 Table 5. Analysis of variance for mechanical stability values in wheat and fallow parcels

| | Derinlik | Ortalama | S Sapma | F (Toprak) P değeri | F (Derinlik) P değeri | F (Etkileşim) P değeri |
|----------|----------|----------|---------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| A | 0-2.5 | 72.970 | 4.158 | | | |
| | 2.5-5 | 76.683 | 3.017 | | | |
| | 5-10 | 82.400 | 3.672 | | | |
| | 10-20 | 88.860 | 3.123 | | | |
| | 20-40 | 90.690 | 2.772 | 6.071 | 29.766 | 0.861 |
| B | 0-2.5 | 75.615 | 3.191 | (0.023) | (0.000) | (0.504) |
| | 2.5-5 | 82.663 | 2.316 | | | |
| | 5-10 | 86.467 | 4.087 | | | |
| | 10-20 | 88.997 | 1.280 | | | |
| | 20-40 | 91.747 | 2.018 | | | |

3.3. Stabilite İndeksi

Stabilite indeksi rüzgar erozyonuna dayanıklılık durumunun hassasiyet durumuna oranlandığı bir indeks olup, Rotary elek ile elenmek suretiyle ayrıştırılmış 0.84 mm' den büyük aşınmaya dirençli toprak fraksiyonlarının, 0.84 mm' den küçük kolay aşınabilen zerreler yüzde oranı olarak belirlenmektedir (Chepil.1957). Toprakların stabilite indeks değeri 1.5' tan küçük ise dayanıksız, 1.5' tan büyük ise dayanıklı olarak değerlendirilmektedir (Çelebi. 1981). Araştırma yeri buğday ve nadas parsellerinde yer alan toprakların stabilite indeks değerleri Çizelge 6' da verilmiştir. A2 Konusu 0-2.5 cm, A3 Konusu 0-2.5 ve 2.5-5 cm ile B1 Konusu 0-2.5 cm toprak derinlikleri için stabilite indeks değerleri sınır değer olarak öngörülen 1.5 değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Buğday ekili parselde gerçekleştirilmiş bulunan toprak işleme uygulamaları yüzey toprağı agregatlarının daha fazla parçalanmasına yol açarak stabilite indeks değerlerinde azalmaya ve rüzgar erozyonuna hassaslaşmaya yol açmıştır. Her iki araştırma konusunun (A ve B) stabilite indeks değerleri dikkate alınacak olursa toprak agregatlarının parçalanmasını azaltacak toprak yönetimi uygulamalarının planlanması rüzgar erozyonunu kontrol altına alabilmek için faydalı olacaktır. Stabilite indeks değerlerinin 1.5 altında olduğu yerler A2 Konusu 0-2.5 cm, A3 Konusu 0-5 cm ve B 1 Konusu 0-2.5 cm olmuştur.

Çizelge 6. Stabilite indeksi değerleri

Table 6. Stability index values

| Örnek No | Toprak derinliği, cm | Stabilite İndeksi | Örnek No | Toprak derinliği, cm | Stabilite İndeksi |
|-----------|----------------------|-------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| A1 | 0-2.5 | 1.83 | B1 | 0-2.5 | 1.45 |
| | 2.5- 5 | 4.03 | | 2.5- 5 | 2.41 |
| | 5-10 | 3.08 | | 5-10 | 3.48 |
| | 10-20 | 4.91 | | 10-20 | 6.01 |
| | 20-40 | 8.56 | | 20-40 | 9.94 |
| A2 | 0-2.5 | 1.13 | B2 | 0-2.5 | 1.79 |
| | 2.5- 5 | 2.07 | | 2.5- 5 | 2.75 |
| | 5-10 | 3.90 | | 5-10 | 5.80 |
| | 10-20 | 6.96 | | 10-20 | 5.75 |
| | 20-40 | 7.40 | | 20-40 | 7.97 |
| A3 | 0-2.5 | 1.01 | B3 | 0-2.5 | 1.93 |
| | 2.5- 5 | 1.02 | | 2.5- 5 | 2.75 |
| | 5-10 | 3.96 | | 5-10 | 2.03 |
| | 10-20 | 3.83 | | 10-20 | 4.24 |
| | 20-40 | 4.89 | | 20-40 | 4.45 |

3.4. Toprak Nem İçeriği

BEST tuzakların kurulu olduğu noktalardan 28.05.2013, 05.09.2013 ve 04.11.2013 tarihlerinde gravimetrik olarak toprak toprak nem değerleri belirlenmiştir. Anlık nem değerleri hacim ağırlık değerleri ve örnekleme temsil derinlik değerleriyle çarpılmak suretiyle mm su yüksekliği olarak ifade edilmiştir. Toplam nem değerleri buğday ve nadas parsellerde birbirlerine oldukça yakın olmuştur. Buğday bitkisi ekili bulunduğu dönem de dahil olmak üzere ölçüm yapılan dönemler için nadasın nem birikimi üzerinde bariz bir etkisi görülmemiştir. Bölgede kuru rüzgarların bitkisiz açık olan nadas parselinde toprak nemini kapillarityyle uzaklaştırmış olduğu düşünülmektedir. Buğday ekili parsel ile nadas parsel arasında rutubet miktarının değişip değişmediği istatistiksel olarak Bağımsız iki örneklem t testi ile incelenmiştir. Değerlendirme sonucuna göre, buğday ve nadas parseli topraklarda nem bakımından anlamlı fark bulunmamıştır

3.5. Rüzgarla Taşınan Sediment Kayıpları

Araştırma parsellerinde rüzgar etkisiyle taşınan sediment miktarları, üç tekerrürlü ve beş farklı yükseklik için buğday ve nadas parseller için yıllık olarak belirlenmiştir. BEST tuzaklarda sediment kontrolleri yıl boyunca aylık olarak düzenli biçimde gerçekleştirilmiştir. Araştırma parsellerinde 2013 yılında üç dönem toz taşınımı tespit edilmiştir. 02.04.2013 Tarihinde yapılan kontrolde A Konusunda toz taşınımı belirlenmiş ancak nadas parsellerde sediment hareketi olmamıştır. 05.09.2013 ve 22.11.2013 tarihlerinde yapılan kontrollerde ise buğday ve nadas parsellerde toz taşınımı belirlenmiştir. Farklı yüksekliklerde meydana gelen sediment taşınımları Çizelge 7' de verilmiştir.

Çizelge 7. Buğday ve nadas parselinde meydana gelen dönemsel toz taşınımları
Table 7. Periodic dust transport in wheat and fallow parcels

| Tarih | Buğday | Sediment, kg ha ⁻¹ | Nadas | Sediment, kg ha ⁻¹ |
|------------|--------|----------------------------------|-------|----------------------------------|
| 02.04.2013 | A1 | 21,33 | B1 | 0,00 |
| | A2 | 267,11 | B2 | 0,00 |
| | A3 | 27,47 | B3 | 0,00 |
| 05.09.2013 | A1 | 67,11 | B1 | 22,76 |
| | A2 | 56,71 | B2 | 4,71 |
| | A3 | 41,87 | B3 | 18,76 |
| 22.11.2013 | A1 | 475,47 | B1 | 164,98 |
| | A2 | 437,24 | B2 | 83,11 |
| | A3 | 605,16 | B3 | 7,82 |

Farklı topraklarda dönemsel toz taşınımları miktarının istatistiksel olarak önem düzeyini belirlemek amacıyla iki örneklem t testi yapılmıştır (Çizelge 8). Analiz sonucuna göre P değeri=0,029<0,050 olduğundan buğday ve nadas parseller arasında toz taşınımları anlamlı fark oluşturmuştur. Buna göre buğday parselde dönemsel toz taşınımları nadas parselde göre daha fazla olmuştur. Bu durum buğday tarımında gerekli toprak yönetim işlemlerinin (sürüm, gübreleme ve hasat) rüzgar erozyonunu arttıran bir etkisi olmuştur.

Çizelge 8. Buğday ve nadas parselinde meydana gelen dönemsel toz taşınımlarına ait varyans analizi
Table 8. Analysis of variance for periodic dust transport in wheat and fallow parcels

| | | Ortalama | S Sapma | T değeri | P değeri |
|--------|--------|----------|---------|----------|----------|
| Toprak | Buğday | 222,163 | 76,493 | 2,396 | 0,029 |
| | Nadas | 33,571 | 18,610 | | |

Buğday ve nadas alanlar için 2013 yılında çalışma alanında meydana gelen ortalama toz taşınımları Çizelge 9’ da verilmiştir. Buğday ekilen parselde yıllık ortalama sediment miktarı 666.49 kg ha⁻¹ olurken nadas parselde bu değer 100.71 kg ha⁻¹ olmuştur. Buğday tarımının sediment hareketini yaklaşık 6.6 kat artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 9. Buğday ve nadas parselinde meydana gelen ortalama toz taşınımları
Table 9. Average dust transport in wheat and fallow parcels

| Buğday | Sediment, kg ha ⁻¹ | Nadas | Sediment, kg ha ⁻¹ |
|-----------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| A1 | 563.91 | B1 | 187.73 |
| A2 | 761.07 | B2 | 87.82 |
| A3 | 674.49 | B3 | 26.58 |
| Ortalama | 666.49 | Ortalama | 100.71 |

Buğday ve nadas parsellerde ortalama toz taşınımları miktarının değişip değişmediği Bağımsız iki örneklem t testi ile sınanmıştır (Çizelge 10). Buna göre P değeri=0.002<0.050 olduğundan buğday ve nadas parsellerde istatistiksel fark bulunmuştur. Buna göre buğday parselin ortalama toz taşınımları nadas parselden fazla bulunmuştur.

Çizelge 10. Buğday ve nadas parselinde meydana gelen ortalama toz taşınımlarına ait varyans analizi
Table 10. Variance analysis for average dust transport in wheat and fallow parcels

| | | Ortalama | S Sapma | T değeri | P değeri |
|---------------|---------------|----------|---------|----------|----------|
| Toprak | Buğday | 666.490 | 57.055 | 7.656 | 0.002 |
| | Nadas | 100.710 | 46.964 | | |

4. Sonuç

Sivas Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü rüzgar erozyonuna maruz bir tarımsal işletme olup Sivas iline 38 km mesafede yer almaktadır. Yörede rüzgar erozyonunun durumu ve alınabilecek önlemleri belirlemek amacıyla ilk çalışma 1971 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada, yöredeki güncel rüzgar erozyonu sorunlarını belirlemek ve aradan geçen sürede erozyonun şiddetindeki değişimler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla işletme arazisinde bitişik konumda bulunan buğday ekili ve nadasa bırakılmış benzer toprak özelliklerine sahip iki arazi seçilmiş ve rüzgârla hareket eden askıda sediment yükünü belirleyebilmek amacıyla 6 adet BEST marka siklon tipi sediment tutucu sistem araziye yerleştirilmiştir (Başaran ve ark., 2010). BEST üzerine monteli sediment kapıcılar 20, 40, 60, 80, 100 cm aralıklarla sahip 5 farklı yüksekliğe yerleştirilmiştir.

Çalışmanın yürütülmüş olduğu 2013 yılı yıllık toplam yağış miktarı 356.9 mm ile uzun yıllar yıllık yağış değerinin altında olmuş ve bu durum rüzgar erozyon riskinin daha yüksek olmasına yol açmıştır.

Buğday ekili parsel toprakları hafif ve orta alkalın reaksiyonlu, tuzsuz, çok kireçli, fosfor içeriği çok az, az, orta ve organik madde kapsamı azdır. Hacim ağırlığı 1.05-1.51 g cm⁻³, kil % 24.32-62.32, silt % 19.28-45.28, kum % 14.40-34.40, agregat stabilitesi % 8.88-84.76, süspansiyon yüzdesi % 24.2-37.2 ve dispersiyon oranları % 45.79-78.05 arasında değişmiştir.

Nadas tarla orta alkalın reaksiyonlu, tuzsuz, çok kireçli, çok az ve az düzeyde fosfor içermekte olup, organik madde içeriği çok az ve az düzeydedir. Hacim ağırlığı 1.05-1.34 g cm⁻³, kil % 28.32-56.32, silt % 17.28-41.28, kum % 16.40-30.40, agregat stabilitesi %

10.19-81.79, süspansiyon yüzdesi % 29.2-37.2 ve dispersiyon oranı % 47.78-65.98 arasında değişmiştir.

Gerek buğday ekili ve gerekse nadas parsellerin toprak özellikleri birbirlerine oldukça benzer olup, rüzgar erozyonuyla taşınan sediment üzerinde vejetasyon temel etken olmuştur.

Buğday ekili parsellerin mekanik stabilite değeri % 69.89-92.80, nadas tarlanın ise %72.66-93.19 arasında değişmiştir. Güncel ve tarihsel mekanik stabilite değerleri karşılaştırıldığında, zamanla insan faaliyetlerine bağlı olarak araştırma yeri topraklarının mekanik stabilite değerlerinin zamanla azalmış olduğu ancak tüm değerlerin % 50 eşik değerinin üstünde oluşu nedeniyle rüzgar erozyonuna dirençli yapısını sürdürdüğü anlaşılmıştır.

Stabilite indeks değerleri A2 Konusu 0-2.5 cm, A3 Konusu 0-2.5 ve 2.5-5 cm ile B1 Konusu 0-2.5 cm toprak derinlikleri için sınır değer olan 1.5 değerinin altında olduğu ve risk içerdiği görülmüştür.

Buğday ekili parsel ile nadas parsel arasında nem birikimi bakımından anlamlı fark oluşmamıştır. Nadas parselde beklenenin aksine yeterince bir nem artışı meydana gelmemiş ve nadas uygulaması nem birikimi bakımından önemli bir farklılığa yol açmamıştır.

Rüzgar etkisiyle taşınan sediment miktarları, üç tekerrürlü ve beş farklı yükseklik için olacak şekilde toplam 6 noktada siklon tip tuzaklarla belirlenmiştir. Çalışma yılı olan 2013 yılında. 02.04.2013, 05.09.2013 ve 22.11.2013 Tarihlerinde olmak üzere üç dönem toz taşınımı tespit edilmiştir. Buğday ekili parselde ortalama sediment taşınması 2013 yılı için $666.49 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olurken, nadas parselde $100.71 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olmuştur. Buğday tarımı sediment hareketini yaklaşık 6.6 kat artırmıştır. Buğday ve nadas parselde 2013 yılında meydana gelen rüzgar erozyonuyla taşınan toprak miktarları arasında istatistiki fark bulunmuştur.

Sivas Ulaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü arazisinde rüzgar erozyonun hafif-orta düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Topraklar sahip oldukları fiziksel ve kimyasal özellikler nedeniyle rüzgar erozyonuna belli bir oranda dayanım göstermektedir. Bununla birlikte yüksek hızda ve etkili rüzgarların oldukça fazla rüzgar erozyonuna yol açabileceği görülmektedir. Sulama kanallarının ve sedimentle tarla yüzeylerinin kaplanmasının oluşturacağı verim kayıplarının önüne geçmek ve sürdürülebilir bir üretim için işletme arazisinde önlem alınması zaruridir. Özellikle toprağı parçalayarak işlemek yerine koruyucu toprak işleme yöntemlerinin uygulanması ve hatta sıfır toprak işleme pratiklerinin önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Toprakların organik maddesinin düşüklüğü, nem tutulumu ve diğer fiziksel özelliklere olumsuz yansımalar gösterir. Bu sorun mevcut rüzgar erozyonuyla sediment hareketlerini de artırmaktadır. Toprakların organik madde miktarının artırılması için kurağa dayanıklı korunga türü yem bitkilerinin tarımının alansal olarak artırılması işletme arazisindeki mevcut hayvancılık tesislerinin de desteklenmesini sağlayacaktır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Proje Numarası: 2018/38 olarak Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

- Basaran, M., Erpul, G., Gabriels, D., Uzun, O., 2010. BEST: Newly designed cyclone type sediment trap for wind erosion measurements. Workshop on "Action of rain and wind in soil degradation processes". Ghent University, Faculty of Bioscience Engineering, Gent, Belgium. June 16.
- Chepil, W.S., 1950. Properties of soil which influence wind erosion. II. Dry aggregate structure as an index of erodibility, *Soil Science*, 69, 403-414.
- Bagnold, R.A., 1941. *The physics of blown sand and desert dunes*, Methuen, London, 265 pp.
- Başaran, M., Uzun, O., Kaplan, S., Görmez, F., Erpul, G., 2017. Tillage-induced wind erosion in semi-arid fallow lands of Central Anatolia, Turkey. *Soil and Water Res.*, 12, 2017 (3): 144–151.
- Başer, S., 1970. Karapınar rüzgar erozyonu saha topraklarının özellikleri ve bunların rüzgar ile ilişkileri üzerine bir araştırma. Ankara (Doktora). Campbell G.S., Norman, J.M. *An Introduction to Environmental Biophysics*. 2nd Edition, Springer-Verlag, New York, 1998. doi:10.1007/978-1-4612-1626-1.
- Cao, S., Chen, L., Shankman, D., Wang, C., Wang, X., Zhang, H., 2011. Excessive reliance on afforestation in China's arid and semi-arid regions: lessons in ecological restoration. *Earth Sci. Rev.* 104, 240–245.
- Chepil, W. S., 1957. Sedimentary characteristics of dust storms: I. Sorting of wind-eroded soil material. *Am. J. Sci.*, v. 255, p. 12–22.
- Cowie, S.M., Knippertz, P., Marsham, J.H., 2013. Are vegetation-related roughness changes the cause of the recent decrease in dust emission from the Sahel? *Geophys. Res. Lett.* 40, 1868–1872.
- Çelebi, H., 1972. Sivas-Ulaş Devlet Üretim Çiftliğinde rüzgar erozyonu sonucu meydana gelen toprak kayıpları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 3, Sayı 3, Erzurum.
- Çelebi, H., 1973. Ulaş Devlet Üretim Çiftliği arazisinin rüzgar erozyon yönünden planlanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 4, Sayı 2, Erzurum.
- Çelebi, H., 1981. Iğdır Devlet Üretim Çiftliği arazisinde rüzgar erozyonuna ilişkin araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları no: 578, Ziraat Fakültesi yayınları no: 262, Araştırma serisi no: 173, Erzurum.
- Demiryürek M, Okur M ve Taysun A (2007). Karapınar rüzgar erozyon sahasında rüzgarla hareket eden sediment miktarı ile yüksekliğin yıl içerisinde dağılımı ve toprak özellikleriyle kuru agregatlar arasındaki ilişki üzerine mevsim etkisi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Proje No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2007/30, Konya.
- Elges, H.F.W.K., 1985. Problem soils in South Africa—State of the Art. *The Civil Engineer in South Africa*, 27, 347-353.
- Ellis, R., Gulick, D., 1991. *Calculus, one and several variables*. Saunders College Publishing, Harcourt Brace Javonovich College Publishers.
- Funk R, Frielinghaus M., 1998. Influence of sugar beet and corn on wind erosion, *Proceedings of the International Workshop on Technical aspects and use of wind tunnels for wind-erosion control; combined effect of wind and water on erosion processes*. I.C.E. Special Report No. 1998/1, 53–64, Ghent.
- Goudie, A.S., 2014. Desert dust and human health disorders. *Environ. Int.*, Elsevier 63, 101–113.
- Guo, Q., Cheng, C., Jiang, H., Liu, B., Wang, Y., 2019. Comparative rates of wind and water erosion on typical farmland at the northern end of the Loess Plateau, China. *Geoderma*, 352, 104–115.
- Hagen, L.J., 2010. Erosion by wind: modeling. In: Lal, R. (Ed.), *Encyclopedia of Soil Science*. 2nd ed. Taylor and Francis publishers, London.
- Kim, H., Choi, M., 2015. Impact of soil moisture on dust outbreaks in East Asia: using satellite and assimilation data. *Geophys. Res. Lett.* 42, 2789–2796.
- Lopez, M.V., Gracia, R. and Arrue, J.L. 2000. Effect of reduced tillage on soil surface properties affecting wind erosion in semiarid fallow lands of Central Aragon. *European Journal of Agronomy* 12. (3–4): 191–199.
- Marakoğlu, T., Çarman, K., Gür, K., 2019. Alternatif toprak işleme uygulamalarının rüzgar erozyonuna etkisi, *JAFAG*, 33:3, 69-79.
- McLean, E. O., 1982. Soil pH and lime requirement. In *Methods of soil analysis*, part 2, 2nd ed., ed. A. L. Page, 199–224. Madison, Wisc.: ASA and SSSA.
- Middleton, H.E., 1930. Properties of soils which influence soil erosion. *USDA Technic Bulletin*, 178, 16 pp.

- MGM, 2020. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile yazılı görüşme.
- Nelson, R. E., 1982. Carbonate and gypsum. In *Methods of soil analysis, part 2, 2nd ed.*, ed. A. L. Page, 181–197. Madison, Wisc.: ASA and SSSA.
- Nelson, D. W., L. E. Sommers., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In *Methods of soil analysis, part 2, 2nd ed.*, ed. A. L. Page, 539–579. Madison, Wisc.: ASA and SSSA.
- Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Peylin, P., Reichstein, M., Luysaert, S., Margolis, H., Fang, J., Barr, A., Chen, A., Grelle, A., 2008. Net carbon dioxide losses of northern ecosystems in response to autumn warming. *Nature* 451, 49–53.
- Richards, L. A., 1954. *Diagnosis and improvement saline and alkali soils* (USDA Agricultural Handbook No. 60). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Rezayi, S., 2009. Comparing of the effect of poly-latis polymer and oil mulch on seed germination and plant establishment for biological stabilization of sand hills. *Iran. J. Range Desert Res.* 16 (1), 124–136.
- Segovia, C., Gómez, J.D., Gallardo, P., Lozano, F.J., Asensio, C., 2017. Soil nutrients losses by wind erosion in a citrus crop at Southeast Spain. *Eurasian Soil Science*, 2017, Vol. 50, No. 6, pp. 756–763.
- Skidmore EL, Layton J.B., 1992. Dry-soil aggregate stability as influenced by selected soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:557–561.
- Song, Z., Wang, J., Wang, S., 2007. Quantitative classification of northeast Asian dust events. *J. Geophys. Res.* 112, D04211.
- Sprigg, W., Nickovic, S., Galgiani, J.N., Pejanovic, G., Petkovic, S., Vujadinovic, M., Vukovic, A., Dacic, M., DiBiase, S., Prasad, A., El-Askary, H., 2014. Regional dust storm modeling for health services: the case for valley fever. *J. Aeolian Res.* 14, 53–73.
- Sterk, G., López, M.V., Arrúe, J.L., 1999. Saltation transport on a silt loam soil in northeast Spain. *Land Degradation & Development* 10, 545–554.
- Taysun, A., 1987. Rüzgar erozyonuna etki eden faktörler (toprak bünyesi ve kuru agregatlar). Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- Taysun, K.Ş., Taysun, A., Özden, N., 2019. Manisa-Akselendi Ovasında rüzgar erozyonu etkisi altındaki arazilerin potansiyel toprak kaybı değerleri ve rüzgarla aşınabilme grupları (WEG) Dağılımı. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (1):58-67.
- TOPRAKSU, 1975. Toprak istatistik bülteni. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su analiz laboratuvarları el kitabı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, KHGM, Ankara, 375 pp.
- U.S. Salinity.Lab.Staff., 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Government print. office, Washington.
- Yoder, R.E., 1936. A direct method of aggregate analysis and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal of American Society of Agronomy* 28, 32751