



## TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



# Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

**Damla Karagöktaş, Tuğrul Yakupoğlu \***

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kahramanmaraş

### Özet

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi içerisinde seçilen ve gelecekte erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi düşünülen bir alanda yayılım gösteren toprakların, erozyona karşı duyarlılıklarının belirlenmesi ve ölçülen aşınabilirlik göstergeleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Erodibilitenin belirlenmesinde, dispersiyon oranı (DO), erozyon oranı (EO), strüktür stabilite indeksi (SSI), Boekel oranları (BOE-I ve BOE-II), kil oranı (KO) ve toprak aşınım parametresi (USLE-K) göstergeleri kullanılmıştır. Genel olarak toprakların aşınabilirlik özellikleri bakımından birbirlerinden farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Toprakların DO değerleri % 1.1-18.1 arasında değişirken USLE-K değerleri 0.17-0.50 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> arasında, EO değerleri ise % 1.70-47.4 değerleri arasında değişmiştir. BOE-I ve BOE-II indekslerinin en düşük değerleri sırasıyla 1.03 ve 0.61 olarak bulunmuş, en yüksek değerler ise yine sırasıyla 1.60 ve 1.10 olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinde minimum KO değeri 3.0 ve maksimum KO değeri 20.0 şeklinde ölçülmüştür. Toprakların SSI değerleri 41.0-77.1 arasında değişim göstermiştir. Diğer taraftan topraklar, BOE-II hariç bütün aşınım parametreleri bakımından istatistiksel olarak  $P < 0.001$  düzeyinde farklılık gösterirken, BOE-II bakımından  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık göstermiştir. Elde edilen bulgular, peyzaj özellikleri bakımından arazinin, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından ise toprakların birbirinden farklılık göstermesine atfedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aşınabilirlik indeksleri, erozyon, toprak, yapısal stabilite

## The relationships between erodibility and soil properties in a field planned to convert erosion research area

### Abstract

In this research, we are aimed to be determined susceptibility of soil to erosion and examined some soil properties with erosion susceptibility indices that were measured which were determined as plot area in Kahramanmaraş Sutcu Imam University. In determination of erodibility, indicators were used such as dispersion ratio (DR), erosion ratio (ER), structural stability index (SSI) Boekel ratios (BOE-I and BOE-II), clay ratio (CR) and soil erodibility factor (USLE-K). It was reached results what soils were generally different from each other in terms of soil erodibility. In thirty soils samples values changed for USLE-K 0.17-0.50 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>, DR % 1.1-18.1 and ER % 1.70-47.4. BOE-I and BOE-II indices were found which the lowest are between 1.03 and 0.61, the highest are 1.60 and 1.10, respectively. Minimum CR was measured as 3.0 and maximum CR was measured as 20.0 in the soil samples. Structure stability indices of soils changed between 41.0-77.1 and MWD values were found between 4.59-7.18 mm. Soils were statistically different from each other ( $P < 0.001$ ) in terms of erodibility indices except for BOE-II. Also soils were statistically different ( $P < 0.01$ ) in terms of BOE-II. These obtaining findings were attributed to variations of the landscape features and differences in soil physicochemical properties.

**Keywords:** Erodibility indices, erosion, soil, structural stability

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Tarım alanlarında kalitenin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için toprak erozyonu üzerine çalışmalar yapılması gerekmektedir. Erozyona birçok faktör etki ederken, bu faktörlerin etkileri başta toprak ve iklim özellikleri olmak üzere bitki örtüsü, topografya ve insan faktörüne bağlı olarak değişmektedir. Çok fazla yağışın olduğu alanlarda bitki örtüsünün bulunmaması durumunda toprak erozyonu meydana

\* Sorumlu yazar:

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 46100 Kahramanmaraş

Tel.: 0(344)2802141

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: [yakupoglu@ksu.edu.tr](mailto:yakupoglu@ksu.edu.tr)

gelmekte ve tarım alanlarındaki verimli yüzey toprakları taşınmaktadır (Dvorak, 1994). Çayır ve meraların tarım arazilerine dönüştürülmesi ile ilk yıllarda yüksek verimle birlikte tarımsal kazancın yüksek olmasına rağmen ilerleyen yıllarda organik maddenin hızla ayrışması ve arazinin eğimine bağlı olarak toprakların taşınmasından dolayı elde edilen verim giderek azalmakta, tarımsal sürdürülebilirlik sınırlanmaktadır (Özdemir, 2002). Ayrıca toprak taşınması sadece uzaklaşma alanında kayıplara neden olmakla kalmamakta, ulaşım alanında da sediment kirliliği ve sularda başta fosfor olmak üzere birçok elementin kirliliğine neden olmaktadır (Lal, 1988).

Tarım arazilerinde meydana gelen toprak kayıplarının sebeplerinin başında, çeşitli nedenlerle toprakta strüktürel stabilitenin azalması, buna bağımlı olarak toprak aşınabilirliğinin artması gelmektedir. Toprak aşınabilirliğinin ölçülmesinde birden fazla yöntem kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemlerin hemen hemen her birinde bir aşınım göstergesi geliştirilmiştir (Lal, 1988). Genel olarak bu göstergelere toprak aşınabilirlik indeksleri denilmektedir. Yapılan birçok çalışmada, toprak aşınabilirlik indeksleri ile erozyon arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun erozyona uğrama eğilimi olarak tanımlanabilmektedir. Topraklar çeşitli faktörlerin etkileri altında oluşmakta ve oluşumlarında etkin olan faktörlerin etkinlik derecelerine göre, özellikleri bakımından birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermektedirler. Bu özelliklerden dolayı aynı iklim koşulları, farklı topraklarda farklı miktarlarda aşınma ve taşınmalara neden olabilmektedir (Yakupoğlu ve Demirci, 2013). Toprağın aşınmaya karşı duyarlılığının saptanması, en uygun toprak, arazi, bitki yönetimi ile toprak koruma önlemlerinin seçilmesi açısından oldukça önemlidir. Toprağın aşınmaya karşı gösterdikleri direnç, onların aşınmasına etki eden etkenlerin farklılık göstermesinden kaynaklanır. Toprağın tekstürü, strüktürü, OM içeriği ve hidrolik özellikleri toprakların aşınabilirliklerine etki eden temel toprak özellikleridir (Antal, 1994).

Yukarıda belirtildiği gibi toprakların amenajman şekli, profil karakteri, sulanması ve birçok tarımsal faaliyetler toprakların erozyona karşı dirençlerine etki etmektedir. Tarım arazilerindeki bitki artıklarının az olması ya da işlenmeden dolayı hızlı bir şekilde ayrışması bu topraklarda OM birikimini sınırlandırmaktadır. Böylece tarım arazileri erozyonun birçok çeşidine karşı daha duyarlı duruma gelmektedir. Ancak mera arazileri ve orman toprakları amenajman faktörlerinin etkisinde olmadığından dolayı OM'nin fazla olması durumunda erozyona karşı dayanıklılıkları daha fazla olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) Avşar Kampüsü sınırları içerisinde bulunan, gelecekte erozyon araştırma sahasına (KSÜ-EAS) dönüştürülmesi planlanan ve birçok yönden heterojen özellik gösteren pilot alanda, toprakların erozyona karşı duyarlılığını belirlemek ve toprak aşınım göstergeleri ile bazı temel toprak özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Çalışma Sahasının Konumu ve Genel Özellikleri**

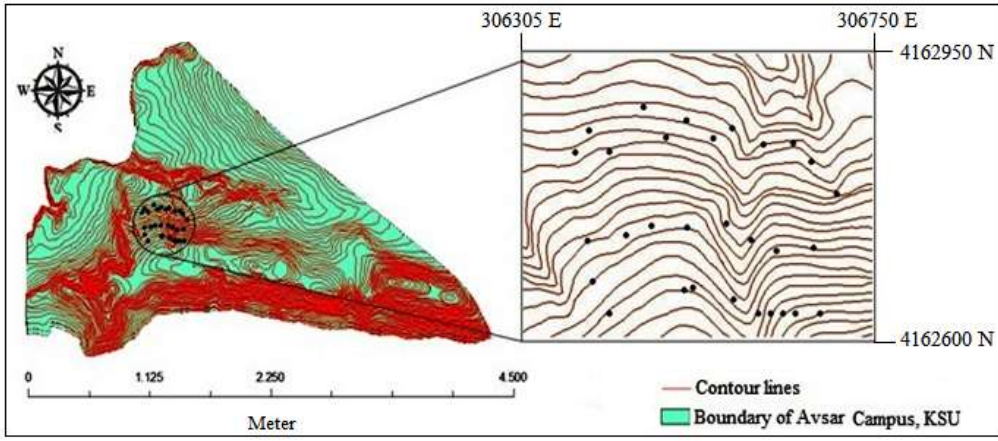
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Erozyon Araştırma Sahası olarak planlanan alan (KSÜ-EAS) International 1909 Spheroid ve European 1950 Datum sisteme göre coğrafik olarak 306305 m- 306750 m E boylamları ve 4162600 m- 4162950 m N enlemleri, UTM (Universal Transverse Mercator) arasında yer almaktadır.

Akdeniz ikliminin etkisi altında bulunan çalışma alanının yıllık toplam yağış miktarı 710.0 mm olup yağışların çoğu kış ve ilk baharda düşmektedir. Yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 16.5°C olup en yüksek aylık ortalama sıcaklık Temmuz, en düşük aylık ortalama sıcaklık ise Ocak ayında izlenmektedir (Karabulut ve Cosun, 2009).

Toprak rutubet rejimi Xeric, sıcaklık rejimi Mesic'dir. Araştırma alanında Orta miyosen, Pliyosen, yamaç molozları, etek döküntüleri ve genç alüvyonlardan oluşan kuvaterner birimler yer almaktadır. KSÜ-EAS toprakları bölgeye ait etüt çalışmasında Entisol ordosunda sınıflandırılmışlardır (Gündoğan ve ark., 2013). Çalışmada taban harita olarak 1/5000 ölçekli topografik harita kullanılmıştır (Şekil 1).

### **(a) Örneklem İşlemi ve Toprak Analizleri**

Bu çalışmada KSÜ-EAS'dan 2011 Şubat ayında kış örnekleme yapılmıştır. Örneklem noktalarının seçiminde eğim, yöney, bitki örtüsü, depozit birikimi ve aşırı toprak sıkışması gibi çıplak gözle izlenebilen ölçütlerdeki farklılıklar dikkate alınmıştır. Örneklem noktalarının topoğrafik harita üzerinde gösterimi Şekil 1'de sunulmuştur. Her bir örnekleme noktasından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının topografik haritası (1/5000) ve örnekleme noktaları

Partikül büyüklük dağılımı Bouyoucos yöntemine göre (Demiralay, 1993), organik madde içeriği modifiye Walkley-Black yöntemiyle, pH ve tuz değerleri 1:1 toprak-su süspansiyonunda sırasıyla cam elektrotlu pH-metre ve EC-metre yardımıyla, kireç miktarı Scheibler Kalsimetresi ile hacimsel olarak ve kation değişim kapasitesi Bower yöntemine göre (Kacar, 1994) belirlenmiştir.

Toprağın likit limit (LL) kıvamındaki nem içeriğinin pF 2'deki nem içeriğine oranlanmasıyla BOE-I, toprağın plastik limit (PL) kıvamındaki nem içeriğinin pF 2'deki nem içeriğine oranlanmasıyla da BOE-II hesaplanmıştır (Özdemir, 2002).

Toprak aşınım faktörü (USLE-K), "toprak aşınım nomografi"ndan bulunmuştur (Wischmeier ve Smith, 1978). Nomografin gerektirdiği toprakların satüre hidrolik iletkenlik ( $K_{sat}$ ) değerleri Darcy yasası uyarınca laboratuvar koşullarında Mariotte düzeneği kurularak belirlenmiştir (Özdemir, 1998). Dispersiyon oranı (DO), Eşitlik 1, strüktür stabilite indeksi (SSI) Eşitlik 2, erozyon oranı (EO) Eşitlik 3 yardımıyla, kil oranı (KO) ise Eşitlik 4 kullanılarak (Lal, 1988) hesaplanmıştır.

$$DO = a/b \times 100 \quad (1)$$

Burada:

DO: Dispersiyon Oranı (%)

a: Süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı (%)

b: Mekanik analizde ölçülen silt+kil miktarı (%)

$$SSI = \sum b - \sum a \quad (2)$$

Burada:

SSI: Strüktür Stabilite İndeksi

$\sum a$ : Süspansiyonda ölçülen toplam silt+kil miktarı (%)

$\sum b$ : Mekanik analizde ölçülen toplam silt+kil miktarı (%)

$$EO = DO \times (c/d) \quad (3)$$

Burada:

EO: Erozyon oranı (%)

c: toprağın nem eşdeğeri (pF 2'deki nem içeriği) (%)

d: mekanik analizde ölçülen C değeri (%)

$$KO = \frac{100 - d}{d} \quad (4)$$

KO: Kil Oranı

d: Mekanik analizde ölçülen silt + kil (%)

Çalışma sahası (KSÜ-EAS) topraklarının aşınabilirlik indeksleri bakımından farklılıklarının test edilmesinde varyans analizinden yararlanılmıştır. Varyans analizi sonucunda F değeri önemli bulunan aşınabilirlik indeksleri ile toprakların kalite göstergeleri arasındaki ilişkileri incelemek için korelasyon testinden faydalanılmıştır. İstatistiksel analizler TARİST (1994) bilgisayar programında yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Araştırma Sahası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırma sahası topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler ile varyans analizleri sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Adı geçen çizelgeden de görüleceği üzere, belirlenen toprak özellikleri geniş aralıklar içerisinde dağılım göstermiştir. Tuzluluk haricindeki bütün değerler % 1 önem seviyesinde farklılık göstermiştir ( $P<0.001$ ). Çalışma sahası çok geniş olmamasına rağmen ölçülen farklılıkların alanın eğim, baki ve vejetasyon bakımından heterojen bir özellik göstermesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Deneme konusu topraklara ait bazı değişken değerlerinin varyans analizi sonuçları

Değişken	Birim	Maksimum	Minimum	Ortalama	Std. sapma	Hesaplanan F
pH	pH birimi	8.65	6.19	7.28	0.4471	14.372***
TUZ	%	0.750	0.009	0.102	0.0931	1.149ns
OM	%	4.72	0.98	2.48	0.9667	36.892***
CaCO <sub>3</sub>	%	24.4	0.66	3.88	5.2468	86.9001***
Kil	g kg <sup>-1</sup>	264	38	116	50.1518	107.713***
Silt	g kg <sup>-1</sup>	607	258	448	78.070	11.305***
Kum	g kg <sup>-1</sup>	654	197	434	104.5689	19.323***

\*\*\*: 0.001 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemli değil

### Aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler

Otuz adet çalışma konusu toprağın ölçülen aşınabilirlik göstergesi değerleri paralel ölçümlerin ortalaması olarak Çizelge 2’de, aşınabilirlik indekslerinin bazı toprak özellikleri ile aralarındaki korelasyonları ise Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 2’den de anlaşıldığı üzere çalışma alanında yaygınlık gösteren toprakların ortalama DO değerleri % 1.1-18.1 arasında değişmektedir. DO değeri yağışın etkisi ile toprak strüktüründe meydana gelen değişimin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri % 15’den küçük olan toprakların erozyona karşı dayanıklı olduğu kabul edilir (Ngatunga ve ark., 1984; Lal, 1988). Bu değerlendirme esas alındığında araştırma konusu toprak örneklerinden 1, 11, 17, 28 ve 30 numaralı toprak örneklerinin alındığı bölgeler erozyona karşı dayanıksız, diğer bölgeler ise erozyona karşı dayanıklı olarak nitelendirilmektedir. Çizelge 3 incelendiğinde Toprakların CaCO<sub>3</sub> içerikleri (-0.313\*) ve kil içerikleri (-0.326\*) ile DO arasında % 5 önem seviyesinde negatif bir ilişki, kum içerikleri (0.258\*\*) ile DO arasında ise % 5 önem seviyesinde pozitif ilişki (0.258\*) bulunmuştur. Toprakların DO değerleri ile tuz içerikleri (-0.382\*\*) ve KDK (-0.322\*\*), arasında % 1 önem seviyesinde negatif bir ilişki bulunmuştur.

Öztürk (2007), benzer sonuçları Bafra Ovası topraklarının erozyona duyarlılıklarını belirlemek için yaptığı çalışmada elde etmiştir. Fo ve Logan (1991), toprağa ilave edilen CaCO<sub>3</sub>’ün uzun dönemde toprak aşınımını azalttığı ve suda dispers kil miktarını önemli ölçüde düşürdüğü sonucuna varmışlardır. Kumar ve Singh (2007), farklı arazi kullanımı altındaki topraklarda DO değerinin tarla toprakları için % 19.37-22.54, meyve bahçesi toprakları için % 14.36-14.99 ve orman toprakları için % 12.59-13.70 arasında değiştiğini, DO ve OC arasında negatif yönlü önemli bir istatistiksel ilişki tespit ettiklerini açıklamışlardır. Çizelge 2’ye göre KSÜ-EAS topraklarının SSI değerleri 41-82 arasında değişim göstermiştir. Toprakların SSI değerleri büyüdükçe erozyona karşı dirençleri artmaktadır. Bu indeks dikkate alındığında, 2, 13 ve 15 numaralı topraklar aşınmaya karşı en dirençli, 23, 25 ve 26 numaralı topraklar ise aşınmaya karşı en dirençsiz olanlardır. Çizelge 3’e SSI değerleri ile, pH (0.455\*\*), tuz (0.725\*\*), OM (0.584\*\*), CaCO<sub>3</sub> (0.715\*\*), KDK (0.744\*\*) ve kil (0.819\*\*) arasında % 1 önem seviyesinde pozitif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca SSI ile kum arasında (-0.769\*\*) % 1 önem seviyesinde negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların SSI değerinin erozyon indeksi olarak kullanılabilmesi için standart bir değer belirlenmiş ve SSI değeri % 40 altında olan topraklarda erozyona duyarlılığının yüksek olduğu kabul edilmiştir (Leo, 1963; Aşkın, 1997). Topraklara ait KO değerleri 3-20 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Yapılan toprak analizleri ile erozyona duyarlılık indeksleri arasındaki istatistiksel ilişkilere göre araştırma alanı topraklarının KO değerleri ile pH (-0.383\*\*), tuz (-0.543\*\*), OM (-0.724\*\*), CaCO<sub>3</sub> (-0.572\*\*), KDK (-0.740\*\*), ve kil (-0.835\*\*) arasında % 1 önem seviyesinde, silt (-0.303\*) arasında ise % 5 önem düzeyinde negatif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca KO ile kum arasında % 1 önem seviyesinde pozitif ilişki (0.627\*\*) bulunmuştur (Çizelge 3). Özdemir (2002), kil içeriği yüksek olan toprakların erozyona karşı dayanıklı, siltli toprakların ise erozyona karşı dayanıksız oldukları belirtmiştir. Bryan (1968), yapmış olduğu bir çalışmada, KO değerini esas almış ve erozyona dayanıklı topraklarda bu oranın 2’nin altında olduğunu, dayanıksız topraklarda ise daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 2. Toprakların bazı aşınım gösterge değerleri

Toprak No	DO %	SSI %	KO	USLE-K t ha h ha <sup>-1</sup> MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup>	EO %	BOE-I	BOE-II
1	17.0	58.2	5.8	0.41	36.8	1.14	0.71
2	5.0	82.0	3.0	0.17	12.6	1.24	0.73
3	3.8	55.4	7.1	0.37	8.4	1.11	0.75
4	3.8	47.7	20.0	0.49	15.3	1.54	1.10
5	2.4	56.1	7.5	0.33	5.4	1.20	0.78
6	4.5	45.2	11.5	0.41	11.7	1.53	0.98
7	4.7	45.4	10.4	0.40	11.3	1.28	0.81
8	8.9	43.9	5.6	0.28	15.9	1.23	0.68
9	7.6	45.2	10.1	0.44	17.7	1.42	0.86
10	2.5	48.1	11.5	0.39	6.9	1.24	0.87
11	17.5	47.1	8.4	0.43	41.8	1.07	0.75
12	6.0	44.0	9.1	0.33	14.5	1.21	0.84
13	1.5	78.8	4.1	0.36	1.9	1.23	0.79
14	1.7	52.9	10.0	0.40	4.5	1.28	0.79
15	1.1	77.1	3.0	0.22	1.7	1.05	0.61
16	13.6	49.1	9.4	0.44	35.1	1.19	0.83
17	18.1	46.2	9.9	0.42	47.4	1.36	0.76
18	9.5	53.4	9.9	0.38	26.8	1.35	0.82
19	1.2	73.5	4.7	0.32	2.4	1.11	0.62
20	2.5	76.6	4.2	0.30	4.8	1.03	0.63
21	2.2	58.0	9.8	0.50	5.7	1.04	0.78
22	5.1	58.9	6.5	0.46	11.2	1.25	0.77
23	8.4	41.0	11.6	0.41	22.1	1.60	0.90
24	11.1	43.3	11.7	0.40	30.9	1.56	0.91
25	12.7	41.0	11.6	0.36	34.5	1.47	0.87
26	8.8	41.4	9.6	0.24	22.3	1.44	0.83
27	13.2	44.4	8.7	0.34	31.8	1.25	0.71
28	15.2	41.9	12.7	0.42	43.0	1.54	0.86
29	9.4	55.7	9.3	0.48	25.3	1.20	0.81
30	16.4	46.4	8.6	0.31	42.8	1.24	0.72

DO: Dispersiyon oranı, SSI: Sütürktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı EO: Erozyon oranı, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II, USLE-K: Evrensel toprak eşitliğinin toprak aşınım parametresi

Araştırma alanı topraklarının USLE-K değeri 0.17-0.50 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 2). USLE-K göstergesine göre araştırma alanı topraklarının % 3.33 orta derecede aşınabilir toprak grubuna girerken, % 65.6'sı kuvvetli derecede aşınabilir grubuna (17 adet toprak), % 40'ı ise çok kuvvetli aşınabilir toprak grubuna girmiştir (12 adet toprak). USLE-K ile pH (-0.294\*\*), tuz (-0.394\*\*), OM (-0.810\*\*), CaCO<sub>3</sub> (-0.577\*\*), KDK (-0.529\*\*) ve kil (-0.642\*\*) arasında % 1 önem seviyesinde negatif ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 3).

Evrensel toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan USLE-K faktörü, toprakların OM içeriğine, bünye, strüktür ve geçirgenlik değerlerinin bir fonksiyonu olup bu değer toprakların erozyona karşı hassasiyetleri belirten bir indekstir. Bu değerün büyümesi ile toprakların erozyona uğrama dereceleri artmaktadır (Wischmeier ve Smith, 1978). Yakupoğlu ve Demirci (2013), Kahramanmaraş Narlı Ovası topraklarında yaptıkları bir çalışmada, toprakların USLE-K değerleri ile OC, CaCO<sub>3</sub>, kil, tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) arasında % 1 önem düzeyinde negatif korelasyonlar elde etmişlerdir. Akalan ve ark. (1991), Orta Anadolu Bölgesi toprakları üzerinde yürütmüş oldukları bir araştırmada, toprakların OM içeriği ile fraksiyonel dağılımı ve USLE-K arasındaki ilişkileri incelemiş ve bazı önemli istatistiksel ilişkiler elde etmişlerdir. Araştırma konusu topraklarda, EO değerlerinin % 1.70-47.4 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). EO değeri ile tuz (-0.403\*\*), CaCO<sub>3</sub> (-0.338\*\*), KDK (-0.378\*\*) ve kil (-0.402\*\*) değerleri arasında % 1 önem seviyesinde negatif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca EO ile kum (0.319\*) arasında % 5 önem seviyesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur.

EO indeksi, toprağın su iletim özelliği ve aşınabilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri % 10'dan büyük olan topraklar "aşınabilir", % 10'dan küçük olanlar ise "daha az aşınabilir"

olarak nitelendirilmektedir (Lal, 1988). Bu değerlendirmeye göre çalışmaya konu olan toprakların % 53.5'i (16 tanesi) aşınmaya karşı dayanıksız, geri kalan kısmı ise daha dayanıklıdır. Organik maddenin agregasyonda önemli rol oynayan bir toprak özelliği olduğu (Zhang ve ark. 2005), organik maddenin artması ile toprakların EO değerinin azaldığı (Özdemir ve ark., 2010) gerçeği burada elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

Toprakların BOE-I değerleri 1.03-1.60 arasında, BOE-II değerleri ise 0.61-1.10 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). BOE-I değeri ile pH (-0.442\*\*), tuz (-0.314\*\*), OM (-0.395\*\*), CaCO<sub>3</sub> (-0.379\*\*), KDK (-0.367\*\*), kil (-0.559\*\*) ve silt (-0.479\*\*), arasında % 1 önem düzeyinde negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca BOE-I ve kum arasında % 1 seviyesinde pozitif yönlü bir ilişki (0.626\*\*) tespit edilmiştir (Çizelge 3). BOE-II değeri ile pH (-0.352\*\*), tuz (-0.379\*\*), OM (-0.564\*\*), CaCO<sub>3</sub> (-0.394\*\*), KDK (-0.431\*\*), ve kil (-0.603\*\*), arasında % 1, BOE-II ile silt (-0.306\*) arasında ise % 5 önem düzeyinde negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca BOE-II ile kum arasındaki pozitif ilişki istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemlidir. BOE-I < 1 ise toprakta suya maruz kaldığında önemli bir dağılma BOE-II < 1 ise (0.6 ve 0.7) toprakta mekaniksel kuvvetlere karşı düşük bir direnç beklenebilir (Özdemir, 1998).

Çizelge 3. Toprak aşınabilirlik indeksleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyonlara ait katsayılar

	DO	SSI	KO	USLE-K	EO	BOE-I	BOE-II
C	-0.326*	0.819**	-0.835**	-0.642**	-0.402**	-0.559**	-0.603**
Si	-0.136ns	0.504**	-0.303*	0.185ns	-0.169ns	-0.479**	-0.306*
S	0.258*	-0.769**	0.627**	0.170ns	0.319*	0.626**	0.518**
pH	-0.141ns	0.455**	-0.383**	-0.294**	-0.162ns	-0.442**	-0.352**
Tuz	-0.382**	0.725**	-0.543**	-0.394**	-0.403**	-0.314**	-0.379**
OM	-0.172ns	0.584**	-0.724**	-0.810**	-0.224ns	-0.395**	-0.564**
CaCO <sub>3</sub>	-0.313*	0.715**	-0.572**	-0.577**	-0.338**	-0.379**	-0.394**
KDK	-0.322**	0.744**	-0.740**	-0.529**	-0.378**	-0.367**	-0.431**

C: % Kil, Si: % Silt, S: % Kum, OM: % organik madde, CaCO<sub>3</sub>: % kireç, KDK: Katyon değişim kapasitesi, DO: Dispersiyon oranı, SSI: Strüktür stabilite indeksi, KO: Kil oranı, USLE-K: Evrensel toprak eşitliğinin toprak aşınım parametresi, EO: Erozyon oranı, BOE-I: Boekel oranı-I, BOE-II: Boekel oranı-II

\*: 0.05 seviyesinde önemli, \*\*: 0.01 seviyesinde önemli; ns: İstatistiksel olarak önemli değil

## Sonuçlar

Yukarıda verilen bilgilere göre araştırma sahası topraklarının BOE-I değerleri 1'den büyük olduğu için suda dağılmaya karşı, dolayısıyla su erozyonuna karşı dirençli olduğu, BOE-II değerlerinde ise 4 no'lu toprak dışında tamamı 1'in altında olduğu için mekaniksel kuvvetlere karşı, dolayısıyla rüzgar erozyonuna karşı dirençlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Özdemir (1993), Erzurum yöresinde yaygın olarak bulunan üç büyük toprak grubuna farklı organik materyal uygulanmasının strüktürel dayanıklılık ve dolayısıyla erozyona duyarlılık üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, söz konusu uygulamaların BOE değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı sonucuna ulaşan araştırmacı, toprakların su ile dağılmaya ve mekaniksel kuvvetlere karşı direncinin organik materyal uygulaması ile arttığını bildirmiştir. BOE oranlarının kaba bünyeli topraklarda kullanımlarının her zaman doğru sonuçlar vermediği (Boekel, P., 1956; Hanay, 1992) bilinmektedir. Bu çalışmada BOE-I ve BOE-II ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin karmaşık çıkması, çalışmaya konu olan toprakların silt ve kum içeriklerinin yüksek olmasına atfedilebilir (Çizelge 1).

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesi'nde bulunan ve gelecekte erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan alanda (KSÜ-EAS) yayılım gösteren toprakların erozyona karşı hassasiyetlerinin belirlenmesinde farklı erozyona duyarlılık ölçütleri kullanılmıştır. Ölçülen aşınım parametrelerinin neredeyse hepsinin, başta topraktaki agregasyonda görev üstlenen organik madde ve CaCO<sub>3</sub> olmak üzere birçok fizikokimyasal toprak özelliğinden etkilendiği bulgusu elde edilmiştir. Kullanılan aşınım göstergelerine göre, çalışma alanının bazı noktalarında toprakların erozyona karşı çok hassas iken bazı noktalarda daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Toprakların CaCO<sub>3</sub>, OM, kil, toplam tuz ve KDK değerlerinin artması ile erozyona karşı hassasiyetleri azalmış ve bu durum sıralanan değişkenlerdeki artışın stabil agregatların oluşumunu teşvik etmesine atfedilmiştir.

Ayrıca araştırma sahasındaki eğim, yöney ve vejetasyona göre değişen organik madde içeriğine bağlı olarak birçok toprak özelliğinin değişmesi, toprakların aşınım duyarlılıkları bakımından birbirinden farklılık

göstermesine neden olmuştur. Çalışma sahası yer yer farklı bitki örtüleri ile kaplı olduğundan yüzeyin bitki ile kaplı olduğunu alanlarda erozyona karşı hassasiyet az olurken, yüzeyin çıplak olduğu ve eğimin çok yüksek olduğu alanlarda erozyona karşı dayanıklılığın az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmaya konu olana alanın KSÜ-EAS olarak düzenlenmesine başlandığında ve alanda yürütülecek farklı projelerin hazırlık aşamasında, toprak aşınabilirliğinin noktasal olarak değişim gösterdiğinin göz önünde bulundurulması büyük faydalar sağlayacaktır.

## Teşekkür

Bu yayın, Damla KARAGÖKTAŞ'ın KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda kabul edilen Yüksek Lisans Tezi'nin belirli bölümlerinden üretilmiştir. Çalışmayı finansal olarak destekleyen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü'ne teşekkür ederiz (Proje No: BAP2012/2-13M).

## Kaynaklar

- Akalan İ, Doğan O, Küçükçakar N, 1991. Orta Anadolu Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Aşınımaya Duyarlılığı Arasındaki İlişkiler (Cilt 2). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Antal J, 1994. Erosion Factors. In: Soil Conservation and Silviculture (eds. Dvorak J, Novak L), Elsevier, Amsterdam, pp: 39-77.
- Aşkın T, 1997. Ordu İli Toprakların Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınımaya Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Boekel P, 1956. Evaluation of the Structure of Clay Soil by Means of Soil Consistency. Mededelingen Lanbeuwhogesholl Chent, 24, 353-356.
- Bryan RB, 1968. The Development, Use and Efficiency of Indices of Soil Erodibility. *Geoderma*, 2:5-25.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayınları. No: 143, Erzurum.
- Dvorak J, 1994. Erosion of the soil. In: Soil Conservation and Silviculture (eds. Dvorak J, Novak L), Elsevier, Amsterdam, pp: 25-37.
- Fo CC, Logan TJ, 1991. Liming effect on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. *Soil Ssci. Soc. Am. J.*, 55 : 1407-1413.
- Hanay A, 1992. Çöp kompostu uygulamasının toprakların kıvam limitleri ile bazı strüktür stabilite indekslerine etkisi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.* 23 (1):29-38.
- Gündoğan R, Yılmaz K, Demirkıran AR, Yakupoğlu T, 2013. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü topraklarının özellikleri, oluşumu, sınıflandırılması ve kullanımı. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı: 238-245, 22-24 Ekim, Tokat.
- Kacar B, 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Geliştirme Vakfı Yay. No:3. Ankara.
- Karabulut M, Cosun F, 2009. Precipitation trend analyses in Kahramanmaraş. *J. of Geogr. Sci.*, 7(1):61-83.
- Kumar S, Singh R, 2007. Erodibility studies under different land uses in North-West Himalayas. *J. Agric. Phys.*, 7:31-37.
- Lal R, 1988. Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society, 141-148.
- Leo WM, 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils. *Soil Sci.* 96:342-346.
- Ngatunga EN, Lal R, Singer MJ, 1984. Effect of surface management on runoff and soil erosion from some plot milangano. *Geoderma*, 33:1-12.
- Özdemir N, 1993. Toprağa karıştırılan organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 24(1):75-90.
- Özdemir N, 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, No:30, Samsun.
- Özdemir N, 2002. Toprak ve Su Koruma. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Notu.
- Öztürk E, 2007. Bafra Ovası yüzey topraklarının önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyon duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdemir N, Yakupoğlu T, Öztürk E, Dengiz O, 2010. The effect of bio solid and tea waste applications on erosion ratio index of eroded soils. In: Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation, Chapter 28: 367-373 (eds. Zdruli P, Pagliai M, Kapur S, Faz Cano A). Springer, NY, ISBN: 978-90-481 8656-3.
- TARİST 1994. İstatistik Programı. Ege Üniversitesi Tarım Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, İzmir.
- Wischmeier WH, Smith DD, 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. USDA, Agricultural Handbook No 557.
- Yakupoğlu T, Demirci D, 2013. Kahramanmaraş-Narlı Ovası topraklarının erozyona duyarlılıkları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bil. Derg.*, 28(1), 33-38.
- Zhang B, Horn R, Hallett PD, 2005. Mechanical resilience of degraded soil amended with organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69(3), 864-871.