

Mikro Havza Ölçeğinde Erozyona Duyarlılık Parametreleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Fikret SAYGIN^{1,*} 

Orhan DENGİZ²

Serkan İÇ¹

¹Zir. Yük. Müh. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): fikretsaygin@gmail.com

Geliş tarihi (Received): 11.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 11.07.2019

DOI: 10.21657/topraksu.654768

Öz

Hızlandırılmış toprak erozyonunun oluşumu, iklim ve toprak özelliklerine doğrudan bağımlı iken diğer faktörler erozyon olayının boyutunu ve yönünü belirlemektedir. Tahmin modellerine girdi olacak şekilde toprağın aşınabilirlik karakterinin belirlenmesi, erozyon çalışmalarında ilk adımı oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Bayburt ili sınırları içerisinde yer alan mikro havzaya ait işlemeli tarım yapılan toprakların aşınabilirliğini Evrensel Toprak Kayıp Eşitliği'nin alt bileşeni olan toprak aşınım faktörü (USLE-K), dispersiyon oranı (DO) ve kil oranı (KO) göstergeleri ile ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda mikro havza içerisinde tarım arazilerinin yer aldığı 28 farklı noktadan toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvar çalışmasından sonra elde edilen veriler dijital ortama aktarılmış ve istatistiksel olarak test edilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre mikro havza içerisinde yer alan işlemeli tarım arazileri toprakların erozyona karşı hassasiyetleri değişkenlik göstermektedir. Toprakların USLE-K değerleri 0.070-0.580 t ha⁻¹ ha MJ⁻¹ h mm⁻¹ arasında değişirken KO değerleri ise 1.05-6.71 arasında değişim göstermiştir. Ayrıca DO değeri ise 5.81 ve 48.55 arasında değiştiği belirlenmiştir. USLE-K'ya göre tarım toprakların yaklaşık %78.6'sı fazla ve çok fazla aşınabilir sınıfa girerken, DO'a göre bu oran toprakların % 50'si ve KO'nun büyük çoğunluğu erozyona karşı dayanaksız olup, bu topraklar nadas ve buğday tarımı yapılan alanlarda yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dispersiyon oranı, kil oranı, mikro havza, usle-k

Relationships Between Erodibility And Some Soil Properties Of Soils In Micro Chatchment Scale

Abstract

Generation of accelerated soil erosion depends on climate and soil properties directly, and also other factors determine its dimension and direction. Determination of soil erodibility characteristic as an input to predicting models is first step for soil erosion studies. The objective of this study was to reveal the erodibility of tillage soils by using soil erodibility factor (USLE-K), which has been the subfactor of Universal Soil Loss Equation (USLE), dispersion ratio (DR) and clay ratio (CR) indices on micro basin of Bayburt province located on Eastern Black Sea Region of Turkey. For this purpose, 28 soil samples were taken from different location points of cultivated land in micro basin. After laboratory studies, the data obtained were transferred to digital platform and tested statistically. According to evaluation results, the erosion sensitivity of micro basin soils was found to be different from each other. CR values varied between 1.05 and 6.71 while USLE-K values were calculated between 0.070 and 0.580 t ha⁻¹ ha MJ⁻¹ h mm⁻¹. In addition, DR was also found between 5.81 and 48.55. According to USLE-K, 78.6% of cultivated land soils was classified as high and very high erodible soil while more than half of soils

samples was classified low resist against to soil erosion. Moreover these soil samples were located on cultivated lands which have been used as fallow and wheat growth.

Key words: Dispersion ratio (dr), clay ratio (cr), micro basin, usle-k

GİRİŞ

Dünya üzerinde pek çok insan tarafından sadece bir üretim materyali olarak düşünülen toprak, bilim adamları tarafından yaşayan ve yaşatan, canlı, dinamik bir varlık olarak tanımlanmaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde mevcut toprak yapımızı arttırmayacağımız için sürdürülebilirliği sağlamak adına topraktan kayıpları en aza indirmek durumundayız. Bir başka deyişle toprak oluşumunu hızlandırmak mümkün olmadığı gibi, toprak varlığını suni olarak da artırmak mümkün değildir. Bu nedenle toprak konusunda diğer doğal kaynaklara oranla daha hassas olmak gerekir. İnsan, bitki ve hayvan hayatında önemli bir etkisi olan toprak, ekolojik, biyolojik, ekonomik ve kültürel fonksiyonları ile en önemli doğal kaynaklarımızdan birisidir. Ancak gerekli önlemlerin alınmaması, aşırı ve yanlış kullanım ve doğal etmenlere karşı etkili korunmaması nedeniyle giderek kaybolmaktadır (Kanar ve Dengiz., 2015).

Erozyon bir toprağın yüzeyinin su veya rüzgâr etkisiyle aşınma uğraması ve bulunduğu yerden geri dönüşümü mümkün olmayacak şekilde uzaklaşmasıdır. Toprak aşınımı, erozyonun doğal bir parçası olsa da, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini tehdit etmesi açısından önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır (İmamoğlu vd., 2016).

Ülkemizdeki erozyon tehlikesinin boyutunun fazla olduğu ve uygulamaya yönelik her türlü bilimsel ve uzmansal, önleme veya koruma önlemleri alınmazsa, tehlike boyutlarının giderek artacağı ve özellikle toprak, topografya, su ve bitki örtüsü açısından geri-dönüşümsüz safhalara gelinebileceği açık bir şekilde bilinmektedir (Erpul ve Deviren-Saygın., 2012). Hızlandırılmış toprak erozyonunun oluşumu, iklim ve toprak özelliklerine doğrudan bağlı iken, diğer faktörler erozyon olayının boyutunu ve yönünü belirlemektedir (Yakupoğlu ve Demirci, 2013). Kaldı ki, hızlandırılmış toprak erozyonu ile zaten kısıtlı olan kaynaklarımız, gelecekte büyük bir tehdit altında kalabilir (Erpul ve Deviren Saygın., 2012).

Toprağın aşınabilirliği, toprak özellikleri ile arazi kullanım durumuna bağlı olarak değiştiği gibi, yağışın erosivitesine göre de değişebilir (Kanar ve Dengiz, 2015). Bu sebeple toprağın aşınmaya karşı direnci ya da erozyona karşı duyarlılığını ortaya koymak için, erozyona neden olabilecek parametreler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı Bayburt il sınırları içerisinde yer alan mikro havzası içerisinde yayılım gösteren toprakların aşınabilirliğini Evrensel Toprak Kayıp Eşitliliği'nin alt bileşeni olan toprak aşınım faktörü (USLE-K), dispersiyon oranı (DO) ve kil oranı (KO) gibi erozyon duyarlılık parametreleri ile topraklarının erozyona duyarlılık durumlarının belirlenmesi ve enterpolasyon modeller kullanılarak havza topraklarının erozyona hassasiyeti değerlendirilip haritalarının elde edilmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma alanının genel tanımı

Coğrafi konum

Bayburt ili 40° 37' Kuzey Enlemi ile 40°45' Doğu boyları, 39°52' Güney enlemi ile 39°37' batı boyları arasında yer alır (Şekil 1). Doğusunda Erzurum, batısında Gümüşhane, kuzeyinde Trabzon ve Rize, güneyinde Erzincan illeri ile çevrili Anadolu'nun kuzey doğusunda Çoruh Nehri kenarında 3739 km² yüzölçümüne sahiptir. Yaklaşık 28499 ha alana sahip olan çalışma alanı mikro havza, deniz seviyesinden 1450 m ile 2450 m arasında yüksekliğe sahiptir.



Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası.
Figure 1. Location map of the study area.

İklim

Bayburt ili Doğu Karadeniz iklimi ile Doğu Anadolu iklimi arasında, karasal özellikleri ağır basan bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Kuzeyde uzanan Karadeniz Sıra Dağları, Karadeniz iklim etkilerinin bölgeye sarkmasını engellemektedir. Bu nedenle bölgede Doğu Anadolu'nun karasal ikliminin etkileri egemendir. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve kar yağışlı geçmektedir. Bayburt ili yıllık ortalama sıcaklığı 6.9 °C'dir. Yıllık ortalama yağış ise 442.1 mm'dir.

Arazi kullanımı arazi örtüsü

Bitki örtüsü açısından çeşitlilik göstermesine rağmen, zengin değildir. Çalışma alanına ait Corine 2012 sınıflamasına göre arazi örtüsü ve arazi kullanım türlerine ait dağılımı alanları ve oranları Çizelge 1' de ve Şekil 2' de verilmiştir. Havzanın yaklaşık yarısından fazlasını meralık alanlar ile seyrek bitki alanları (% 50.8) oluştururken, % 47.2'lik alanları ise tarım arazileri oluşturmaktadır.

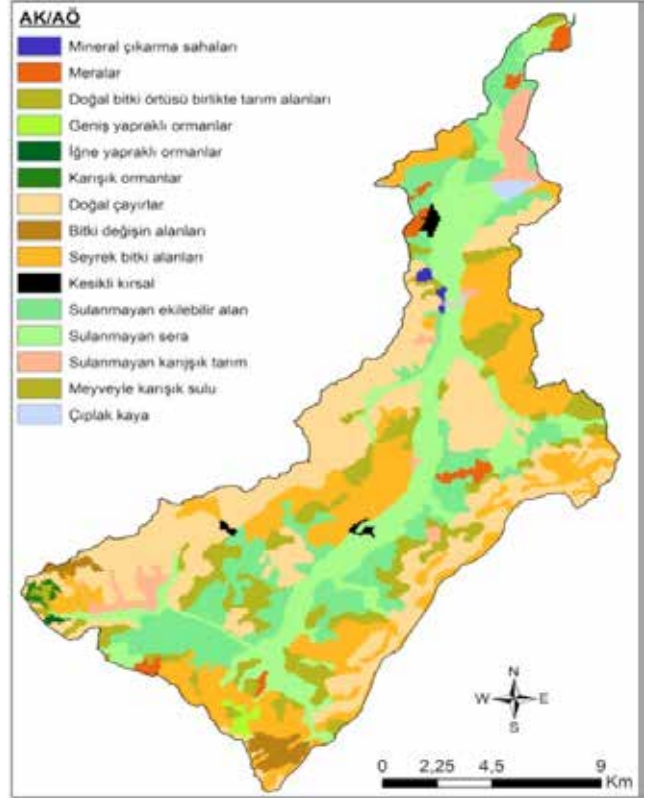
Yöntem

Dispersiyon oranı: Süspansiyonda dispers edilmeden ölçülen silt+kil % değerinin, mekanik analizde ölçülen silt+kil % değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Lal, 1988).

Çizelge 1. Havzanın arazi kullanımı ve arazi örtüsü dağılım alanları ve oranları.

Table 1. Land use and land cover distribution areas and rates of the Basin.

Arazi Kullanım-Arazi Örtüsü	Alan	
	ha	%
Endüstriyel veya ticari birimler	32.4	0.1
Mineral çıkarma sahaları	64.0	0.2
Meralar	430.1	1.5
Doğal bitki örtüsü birlikte tarım alanları	2887.7	10.2
Geniş yapraklı ormanlar	118.3	0.4
İğne yapraklı ormanlar	28.4	0.1
Karışık ormanlar	80.2	0.3
Doğal çayırlar	7729.0	27.2
Bitki değişim alanları	403.4	1.4
Seyrek bitki alanları	5902.5	20.8
Kesikli kırsal	130.4	0.5
Sulanmayan ekilebilir alan	4414.5	15.6
Sulanmayan sera	4960.4	17.5
Sulanmayan karışık tarım	860.2	3.0
Meyveyle karışık sulu	332.1	1.2
Çıplak kaya	125.6	0.4
Toplam	28499.0	100.4



Şekil 2. Çalışma alanı arazi kullanımı /arazi örtüsü haritası.
Figure 2. Study area land use / land cover map.

Erodibilite (USLE-K) faktörü: K faktörü, her bir noktasal toprak örneği için yapılacak laboratuvar analizine dayalı olarak aşağıdaki empirik eşitlikten yararlanılarak belirlenir (Wischmeier and Smith, 1978).

$$USLE-K = ((2.17 \times 10^{-4}) \times (M1.14) \times (12-a) + 3.25 \times (b - 2) + 2.5 \times (c - 3)) \times d \quad (1)$$

Bu eşitlikten çıkan sonuçlara göre aşağıdaki Çizelge 2'de USLE-K sınıf değeri belirlenir.

Çizelge 2. USLE- K sınıf değerleri.

Table 2. USLE-K class values.

Tanım	Sınıf	Değer
Çok az aşınabilir topraklar	1	0.00-0.05
Az aşınabilir topraklar	2	0.05-0.10
Orta derecede aşınabilir topraklar	3	0.10-0.20
Fazla aşınabilir topraklar	4	0.20-0.40
Çok fazla aşınabilir topraklar	5	0.40-0.60

Kil Oranı: Mekanik analizde ölçülen kum+silt % değerinin, kil % değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Özdemir, 2002). Tekstür: Toprakların tekstür sınıfları hidrometre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951). Hidrolik iletkenlik: Toprakların hidrolik iletkenlik değerleri, su seviyesinin sabit olduğu hidrolik geçirgen setler yardımıyla hesaplanmıştır (Klute ve Dirksen, 1986). Toprakların hacim ağırlığı değerleri 100 cm³ hacimdeki çelik silindire yardımıyla ve içerisinde alınan yapısı bozulmamış toprak örnekleri 105°C sıcaklıkta etüvde kurularak hesap yöntemiyle belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986). Toprak organik maddesi, Walkley-Black yöntemiyle organik maddenin 1N K₂Cr₂O₇ ve H₂SO₄ ile oksitlenmesi ve 0.5N FeSO₄.7H₂O ile titrimetrik olarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1994). Toplam Azot: Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Bremner, 1965). Toprakların pH değerleri, 1:1 oranında hazırlanan toprak-su süspansiyonunda ve saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Soil Survey Laboratory, 1992). Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri, 1:1 oranında hazırlanan toprak-su süspansiyonunda ve saturasyon çamurunda elektriksel kondaktivite aleti ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Toprakların kireç miktarı, serbest karbonatların Scheibler Kalsimetresi ile tayin edilip % olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994). Değişebilir katyonların belirlenmesi için, 3 g toprak örneği pH'sı 7 olan 25 ml 1N amonyum asetat (CH₃COONH₄) ile ekstrakte edilmiş ve filtre

kâğıdından süzümüştür. Süzükteki Na ve K atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile Ca ve Mg 0.01M EDTA ile titre edilerek belirlenmiştir (Sağlam, 1997). Toprak örneklerinde fosfor, mavi renk metoduna göre belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1982).

Toprak parametrelerinin değerinin alansal dağılımının belirlenmesinde en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW, yöntemi kullanılmıştır. IDW enterpolasyon tekniği, deterministik bir yöntemdir (Özyazıcı vd, 2016). Deterministik teknikler enterpolasyon işleminde matematiksel fonksiyonları kullanırken, Stochastic (jeostatistiksel) yöntemler tahmin işlemindeki belirsizlik ve hataları da ortaya koyabilecek şekilde hem matematiksel hem de istatistiksel fonksiyonları dikkate alarak işlem yapmaktadır. IDW enterpolasyon tekniği, enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalardan daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayanır. Bu teknik, enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örnek noktaların ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapar. En fazla yakındaki veri etkilenir. Yüzey ise yakınlık derecesine bağlı olarak daha fazla ayrıntıya sahip olur (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005). Çalışma alanına ait elde edilen toprak analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler SPSS 12.0 paket programında yapılmış, uygunluk sınıfların konumsal dağılım alanlarının belirlenmesinde ise ArcGIS 10.2v programları kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

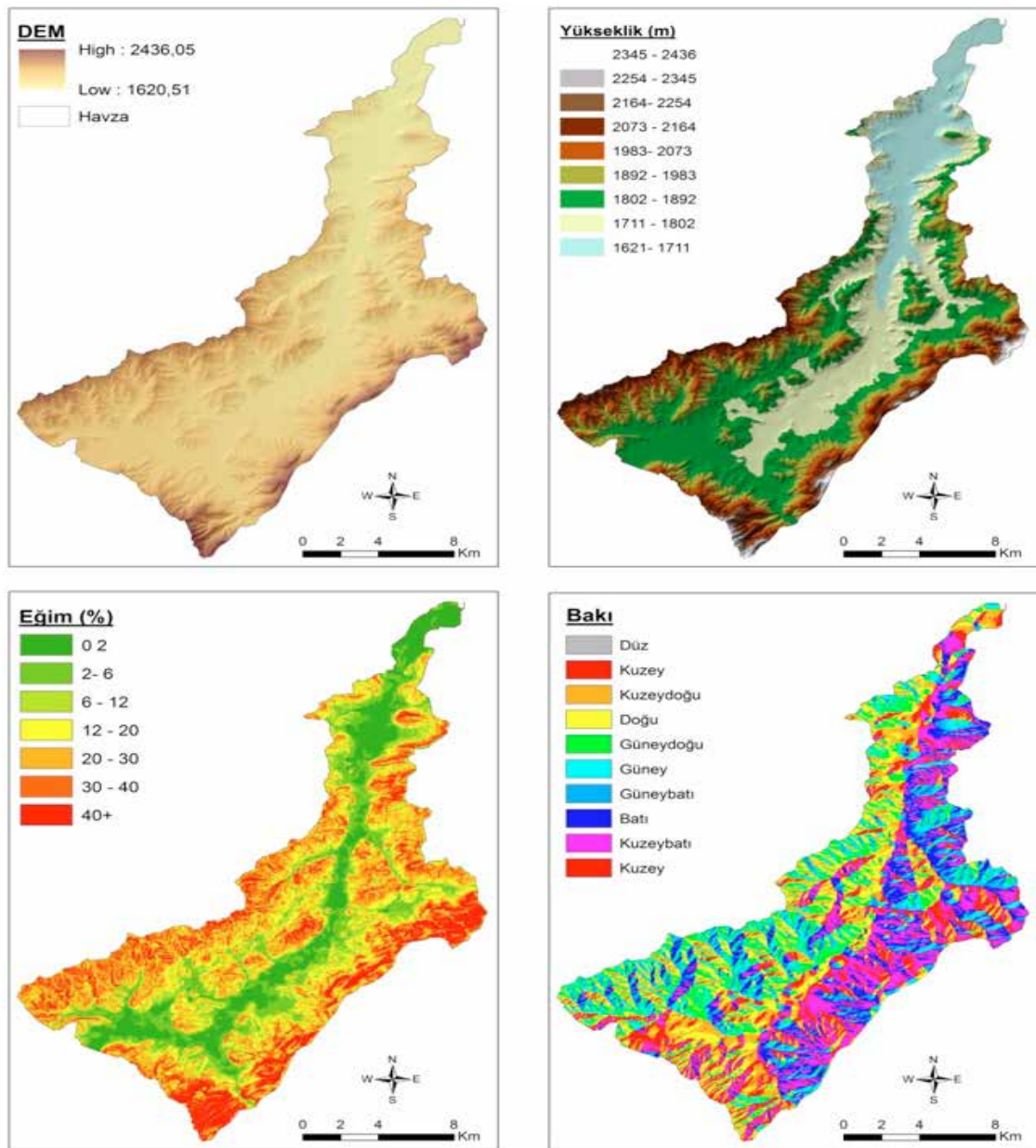
Havzaya ait temel coğrafi özellikler

Havzanın temel coğrafi özelliklere yönelik olarak sayısal yükselti modeli, yükseklik, eğim ve baki haritaları Şekil 3'te ve eğim ve baki sınıflarına ait alansal ve oransal dağılım ise Çizelge 3' te verilmiştir. Çalışma alanı deniz seviyesinden 1621 m ile 2436 m yükseklik arasında olup, havzanın büyük bir çoğunluğu tepelik ve dağlık arazilerden oluşmaktadır. Arazilerin özellikle vadi tabanlarında dağılım gösteren alanlarda eğim % 0-6 arasında düzü düze yakın ve hafif eğimler % 27'lik kısmı kaplarken, dik, çok dik ve sarp araziler ise toplam alanın yaklaşık % 44.3'lük kısmında yayılım göstermektedir. Havzanın yaklaşık %40'lık kısmı kuzey baki ve kuzey bakının ara baki sınıflarına ait iken, yine yaklaşık üçte birlik (% 31.6) kısım ise güney baki ve güney bakının ara baki sınıflarının dağılım gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 3. Araştırma alanı eğim ve baki sınıflarına ait alansal ve oransal dağılım.

Table 3. Spatial and proportional distribution of the study area slope and view classes.

Eğim (%)	Alan		Baki	Alan	
	ha	%		ha	%
0-2	3609.6	12.7	Düz	1747.1	6.1
2-6	4066.4	14.3	Kuzey	5602.0	19.7
6-12	3494.8	12.3	Kuzeydoğu	3835.9	13.5
12-20	4724.8	16.6	Kuzeybatı	1868.1	6.6
20-30	5574.8	19.6	Güneydoğu	2891.1	10.1
30-40	4040.7	14.2	Güney	2675.8	9.4
40+	2987.9	10.5	Güneybatı	3461.3	12.1
			Batı	4526.2	15.9
			Doğu	3759.8	13.2
Toplam	28499.0	100.0		28499.1	100.0



Şekil 3. Çalışma alanı dem (sayısal yükselti modeli), yükseklik, eğim ve baki haritaları.

Figure 3. The study area dem (digital elevation model), elevation, slope and views maps.

Toprak özellikleri ve istatistik analizleri

Araştırma sahasından alınan 28 toprak örneğinin 22 adet farklı parametresi (DO, KO, USLE-K, kum, kil, silt, O.M, H.A, H.C, pH, EC, kireç, P, K, Ca, Mg, Na, N) incelenmiş ve bu özelliklerin tanımlayıcı istatistiksel hesaplamaları yapılmıştır (Çizelge 4). Toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olarak kabul edilen değişkenlik katsayısını, aldığı değerlere göre düşük (<15), orta (% 15-35) ve yüksek (>35) olarak sınıflandırmaktadır (Wilding, 1985; Sağlam, 2013 ve Mulla ve Mc Bratney, 2000). Bu çalışmada OM, HA, pH, EC, K, Mg, Na, KO, USLE-K değişkenlik katsayıları düşük iken, kum, kil, Ca, DO ise yüksek değişkenlik özellikleri göstermektedir. Yapılan analizler sonucu elde edilen veriler ışığında hazırlanan Çizelge 3.1'de görüldüğü üzere kum, kil, silt, EC, Ca, N, USLE-K normal dağılımlar sergilemektedir. HA ve pH sola çarpık dağılım özelliği gösterirken OM, HC, kireç, P, Mg, Na, DO ve USLE-K ise sağa çarpık özellik göstermektedir. Çarpıklık katsayılarının normal dağılımdan en uzak değer gösteren toprak

özelliğinin Na olduğu, en yakın değer gösteren toprak özelliğinin ise kum özelliği olduğu görülmüştür.

Toprakların erozyon duyarlılık parametrelerinin değişim durumları incelendiğinde en yüksek değişkenlik dispersiyon oranında belirlenmiş olup 5.81 ile 48.55 arasında değişmektedir. Toprakların kil oranı ortalama 2.53 iken USLE-K değerleri 0.07 ile 0.58 arasında değişmektedir.

Çalışma alanı topraklarının fiziksel özelliklerinden bünye dağılımı içerisinde kum %12.8 ile %75.8, kil %12.9 ile %48.8, silt ise %10.5 ile %39.9 arasında değişmektedir. Hacim ağırlığı ile hidrolik iletkenlik ise sırasıyla 1.17-1.59 gr/cm³ ve 1.37-25.59 cm/h arasında değişmektedir. Toprakların reaksiyonu hafif asit ile hafif alkali arasında değişmekte olup ortalama 7.51 dir. Tüm topraklar tuzsuz olup, kireç % 0.55 ile % 17.52 arasında değişmektedir. Diğer bir toprağın önemli bir kimyasal özelliği olan organik madde ise çok fazla değişkenlik göstermekte ve % 0.73 ile %5.22 arasındadır. Toprakların verimlilik

Çizelge 4. Yüze (0-20 cm) topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikleri.

Table 4. Descriptive statistics of the physical and chemical properties of the surface (0-20 cm) soil.

Parametreler	Tanımsal İstatistik özellikler							
	Ort.	S.S	DK*	Varyans	EDD	EYD	Çarpıklık**	Basıklık
Kum %	40.70	16.30	62.91	265.99	12.8	75.80	0.379	-0.564
Kil %	32.66	10.55	35.86	111.44	12.9	48.83	-0.415	-0.715
Silt %	26.62	8.19	29.39	67.22	10.5	39.90	-0.327	-0.647
O.M %	2.05	0.98	4.49	0.97	0.72	5.22	1.449	2.877
HA gr/cm ³	1.41	0.11	0.42	0.01	1.17	1.59	-0.591	-0.414
H.I cm/h	7.78	6.94	24.22	48.28	1.37	25.59	1.336	0.830
pH	7.51	0.28	1.05	0.08	6.82	7.87	-0.792	-0.149
EC dS m ⁻¹	0.45	0.11	0.47	0.02	0.23	0.69	-0.171	-0.150
Kireç %	5.42	5.59	16.97	31.29	0.55	17.52	0.942	-0.602
P mg/kg	5.79	4.82	21.29	23.31	1.81	23.10	2.511	6.409
K me/100 gr	0.62	0.30	1.336	0.09	0.13	1.47	0.892	0.809
Ca me/100 gr	26.67	9.03	36.68	81.51	8.87	45.56	0.371	-0.251
Mg me/100 gr	4.30	2.58	10.23	6.66	0.94	11.18	1.247	1.511
Na me/100 gr	0.07	0.06	0.28	0.01	0.01	0.28	1.917	3.730
N %	0.12	0.40	0.18	0.002	0.05	0.23	0.465	0.520
DO	18.20	11.20	42.74	125.49	5.81	48.55	1.322	0.879
KO	2.530	1.610	5.66	2.592	1.05	6.71	1.567	1.591
USLE-K	0.301	0.125	0.51	0.016	0.07	0.58	0.135	-0.449

*DK: Değişkenlik Katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik. 15-35 = Orta Değişkenlik. n: 28-Örnek Sayısı, Ort.: Ortalama, S.S: Standart Sapma, EDD: En düşük değer, EYD: En yüksek değer, OM: organik Madde, EC: Elektriksel İletkenlik, DO: Dispersiyon Oranı, KO: Kil Oranı, USLE-K: Erodibilite faktörü, HA: Hacim Ağırlığı, HI: Hidroik İletkenlik., >35 = Yüksek Değişkenlik. **Çarpıklık:< 0.5 = Normal Dağılım. 0.5- 1.0 = Veri setine karakter dönüşümü uygulanır. ÇK > 1.0 → Logaritma dönüşümü uygulanır.

özellikleri arasında fosfor, potasyum ve azot sırasıyla 1.82 ppm ile 23.11 ppm, potasyum 0.14 ile 1.47 me/100 gr ve azot ise % 0.05 ile % 0.23 arasında değişmektedir.

Toprakların ayrıca erozyon duyarlılık parametrelerinden olan DO, USLE-K ve KO analiz sonuçları ile diğer bazı temel toprak analiz sonuçları arasındaki ayrı ayrı ilişkilerine bakılmıştır. Bu ilişkilere ait korelasyon katsayıları ve önem düzeyleri Çizelge 5'te sunulmuştur. Analiz sonuçlarının normal dağılıp dağılmadığına Kolmogorov-Spirnov testi SPSS (Karaatlı, 2010) ile kontrol edilmiştir. Toprak özellikleri arasındaki ilişki Spearman korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş ve önemli korelasyonlar belirlenmiştir. Büyüköztürk (2009) korelasyon katsayısını 1.00 ile 0.70 arasında yüksek, 0.96 ile 0.30 arasında olması orta ve 0.29'un altında olmasını ise düşük düzeyde ilişki olduğunu şeklinde sınıflandırmıştır. Korelasyon analizi sonuçlarına göre DO, USLE-K, KO sonuçlarının diğer fiziksel toprak analiz sonuçlarıyla 45 korelasyon çiftinden 32 tanesi istatistiksel olarak anlamlı (p: <0.05, p: <0.01) bulunmuştur. Erozyon duyarlılık parametreleri ile diğer toprak analizleri sonuçlarına bakıldığında ise 45 korelasyon çiftinden 24 tanesi istatistiksel olarak anlamlı (p: <0.05, p: <0.01) bulunmuştur. Ayrıca DO, USLE-K, KO ile diğer toprak analizleri ilişkisinde en yüksek pozitif korelasyon KO ile kum (0,90*) arasında görülürken en yüksek negatif

korelasyon ise KO ile kil arasındadır (-1,00**). Bu çalışma göstermiştir ki USLE-K ve KO'nun kil içeriği ile olan ilişkilerinin negatif yönde önemli bulunması ve korelasyon katsayısının 1'e yakın çıkması toprak aşınabilirliğinin kil içeriğinden kuvvetli derecede etkilendiğini ve kil fraksiyonu miktarı diğerlerinden fazla olan toprakların aşınımına karşı daha dirençli olduklarını göstermektedir.

Toprakların erozyon duyarlılık özellikleri

Havzanın erozyon duyarlılık özelliğinin belirlenmesi amacıyla alınan 28 toprak örneğinde kil oranı, dispersiyon oranı ve USLE-K değerleri belirlenmiştir. Havza topraklarına ait erozyon duyarlılık parametrelerine ait değerler Çizelge 6 ve haritaları ise Şekil 4' te verilmiştir.

USLE-K faktörünün tanımlanmasına yönelik olarak, birim erozyon parselinden elde edilen ortalama toprak kaybı olarak ifade edilmiştir. Başkan ve Dengiz (2008), Ankara'nın Soğulca Havzası'nda geleneksel ve jeostatistik yöntemlerle toprağın aşınabilirlik (K faktörü) haritasını hazırlamışlardır. Bu kapsamda çalışma alanı içerisinde farklı kullanımlardan alanına toprak örneklerine ait aşınabilirlik değerlerinde çok az ve orta aşınabilir sınıflar yer almaz iken az aşınabilir seviyede sadece B2 ve B19 nolu topraklar belirlenmiştir. Çalışma alanı toprakların çoğu fazla ve çok fazla aşınabilir sınıflarda yer almaktadır.

Dispersiyon oranı topraktaki doğal agregatların su ile temas ettiğinde çözülme (dispersleşme) derecesini gösteren bir göstergedir. Eğer topraktaki en küçük boyuta sahip agregatlar dahi suya dayanıklı ise, toprak erozyona dirençli olmaktadır. Bu sebeple toprağın erozyona eğilimini belirlemek amacı ile toprağın dispersiyon analizi yapılmıştır. Dispersiyon oranı % 15'ten küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklıdır. Dispersiyon oranı % 15'ten büyük olan topraklar ise erozyona karşı dayanıksız oldukları belirtilmektedir (Bryan, 1968). Çalışma alanına ait toprakların dispersiyon oranı değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Havzadan alınan örneklerde yapılan analizler sonucu bulunan dispersiyon oranı değerleri % 5.81 ile % 48.55 arasında olduğu belirlenmiştir. Havzanın ortalama olarak dispersiyon oranı değeri ise % 18.2 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Toprak erozyon duyarlılık özellikleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkisi.

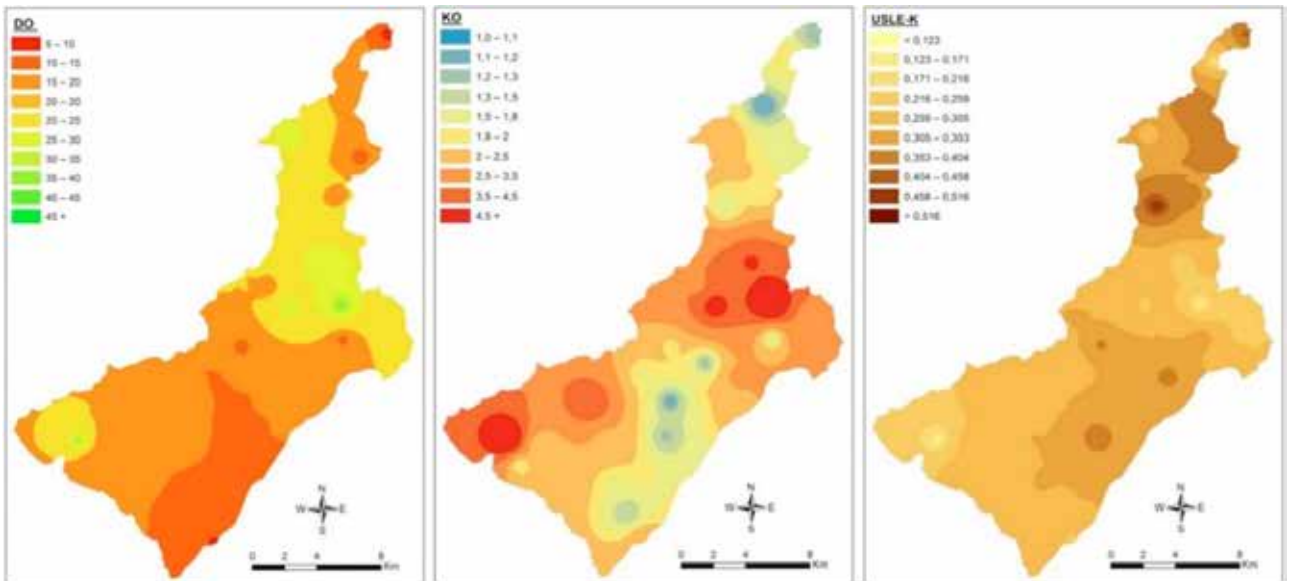
Table 5. Correlation relation between soil erosion sensitivity properties and some soil properties

Toprak Özellikleri	Erozyon Duyarlılık Parametreleri		
	DO	USLE-K	KO
Kum %	0.58	-0.87**	0.90*
Kil %	-0.54	0.68*	-1.00**
Silt %	-0.42	0.83**	-0.48*
O.M %	-0.43	0.23**	-0.33
H.A gr/cm ³	0.53	-0.57**	0.60*
H.I cm/h	0.34	-0.53*	0.79
pH	0.10	0.21**	-0.07*
EC dS.m ⁻¹	-0.61	0.46**	-0.46
Kireç %	-0.17	0.32**	-0.35*
P mg/kg	-0.20	-0.00*	-0.14
K me/100 gr	-0.34	0.33**	-0.44*
Ca me/100 gr	-0.59	0.71**	-0.64
Mg me/100 gr	-0.39	0.49**	-0.72*
Na me/100 gr	-0.40	0.68*	-0.71
N %	-0.57	0.45**	-0.39*

*: p<0,05 **:p<0,01

Çizelge 6. Çalışma alanına ait toprak örneklerinin, arazi kullanım, koordinatları ve erozyon duyarlılık değerleri.
Table 6. Land use, coordinates and erosion susceptibility values of the soil samples of the study area.

Örnek No	Koordinat (37 Zone, UTM m)		Arazi Kullanım	Dispersiyon Oranı	Kil Oranı	USLE-K
	Doğu	Kuzey				
B0	563282	4427649	Buğday	10.41	1.71	0.27
B1	565854	4427769	Buğday	17.84	2.31	0.33
B2	562450	4429300	Yonca	38.79	6.71	0.09
B3	564548	4428888	Buğday	11.11	1.76	0.29
B4	568937	4426548	Yonca	13.48	1.76	0.33
B5	568556	4429289	Yonca	18.51	2.37	0.31
B6	567551	4431607	Yonca	26.90	4.97	0.21
B7	569840	4424658	Yonca	7.52	1.22	0.30
B8	570840	4422864	Buğday	8.66	2.38	0.22
B9	572285	4429490	Nadas	12.30	1.24	0.46
B10	572555	4431736	Çayır	11.60	1.11	0.32
B11	570905	4433418	Korunga	13.52	1.77	0.17
B12	574729	4434217	Mısır	18.70	1.20	0.38
B13	578872	4435741	Yonca	8.24	1.55	0.38
B14	576746	4433330	Nadas	12.01	2.58	0.45
B15	581302	4437086	Nadas	15.87	2.96	0.17
B16	575307	4437800	Nadas	36.44	5.10	0.21
B17	574235	4439123	Buğday	12.34	3.36	0.23
B18	572621	4435300	Buğday	8.88	1.93	0.41
B19	578765	4437964	Yonca	48.55	6.66	0.07
B20	577569	4440645	Buğday	37.31	4.62	0.18
B21	576082	4444223	Buğday	21.32	1.52	0.58
B22	578251	4444858	Nadas	14.89	1.86	0.39
B23	579905	4447412	Nadas	8.65	1.56	0.39
B24	575631	4448758	Buğday	35.19	2.41	0.24
B25	578347	4450631	Buğday	19.82	1.05	0.49
B26	579659	4453441	Buğday	15.06	1.97	0.15
B27	581600	4455207	Buğday	5.81	1.22	0.43



Şekil 4. Çalışma alanı erozyon duyarlılık haritaları.
Figure 4. Study area erosion susceptibility maps.

SONUÇLAR

Havzadan arazi kullanım ve arazi örtüsü dikkate alınarak 28 adet toprak örneklerinde kil oranı, dispersiyon oranı, erodibilite, belirlenerek havza topraklarının erozyona hassaslıkları belirlenmiştir. Tüm duyarlılık sınıflarından da görülmektedir ki havza toprakları erozyona karşı büyük duyarlılıkları vardır. Bu durum özellikle eğimi yüksek olan, sığ toprakların yer aldığı alanlar ile tarım yapılan alanlarda daha da fazla duyarlı olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında toprakların erozyon duyarlılıklarını azaltmak, agregatlaşmayı artırmak ve K faktörü değerini düşürmek için toprak koruma yöntemi olarak bitkisel yöntemlere ağırlık verilmelidir. Bitki ekim nöbeti uygulanmalı, toprağa organik madde ilave edilmelidir. Olanaklar ölçüsünde toprağı çabuk örten ve uzun süre toprak üzerinde kalan bitki türleri seçilmelidir.

KAYNAKLAR

- Arslandoğlu M, Özçelik M (2005). Sayısal arazi yükseklik verilerinin iyileştirilmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.
- Başkan O, Dengiz O (2008). Comparison of traditional and geostatistical methods to estimate soil erodibility factor, *Arid Land Research and Management*, 22: 29-45.
- Blake GR, Hartge KH (1986). Bulk density and particle density. in: *methods of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods*. Pp: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph, No:9, (2nd ed), Madison.
- Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Bremner JM (1965). *Inorganic Forms of Nitrogen*. *Methods of Soil Analysis*. Black, C.A. American Soc. Of Agron. Inc. Publ. Madison Wis., USA, 1197-1287.
- Bryan RB (1968). The development, use and efficiency of indices of soil erodibility, *Geoderma*, 2: 5-26.
- Büyüköztürk Ş (2009). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Ankara, Pegem Akademi.
- Erpul G, Deviren-Saygın S (2012). Ülkemizdeki Toprak Erozyonu Sorunu Üzerine: Ne Yapmalı? *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1): 26-32.
- İmamoğlu A, Bahadır M, Dengiz O (2016). Çorum Alaca Havzasında toprak erozyon duyarlılık faktörünün farklı enterpolasyon modeller kullanılarak konumsal dağılımlarının belirlenmesi, *Toprak Su Dergisi*, 5(1): (8-15).
- Kacar B (1994). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III. (Toprak Analizleri). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Fonu Yayınları, No. 3, Ankara.
- Kanar E, Dengiz O (2015). Madendere Havzası topraklarında arazi kullanım/arazi örtüsü ile bazı erozyon duyarlılık indeksleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2: 15-27. ISSN: 2148-2306.
- Karaatlı M (2010). Verilerin düzenlenmesi ve gösterimi, Editör: Kalaycı, Ş. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti Ankara, pp. 2-47.
- Klute A, Dirksen C (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity. In: Klute, A. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9: 687-732*. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Lal R (1988). *Soil erosion research methods. soil and water conservation society*, Lucie Press, Florida.
- Mulla DJ, McBratney AB (2000). Soil spatial variability. *Handbook of soil science* CRS Pres., pp. 321-352.
- Olsen SR, Sommers LE (1982). Phosphorus methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties. (Page et al.) p.403-430. ASA, SSSA, Madison, WI.
- Özdemir N (2002). Toprak ve su koruma. OMÜ Zir. Fak. Yayınları No: 22, Samsun.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Emel Kesim E, Urla Ö, Hakan Yıldız H, Ünal E (2016). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.* 31(1): 136-148.
- Richards LA (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60, 109. Riverside.
- Sağlam M (2013). Çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile toprak özelliklerinin gruplandırılması. *Toprak Su Dergisi*, 2(1): 7-14.
- Sağlam, MT (1997). Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üni. Ziraat Fak. Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, 2. Baskı, Tekirdağ.
- Soil Survey Staff. (1992). *Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey*. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Wilding LP (1985). Spatial variability: It's documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: DR Nielsen and J Bouma (Eds.), *Soil Spatial Variability*, Pudoc, Wageningen, pp. 166-194.
- Wischmeier WH, Smith DD (1978). *Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning*, *Agriculture Handbook 537*, United States Department of Agriculture, Washington DC, pp. 58.
- Yakupoğlu T, Demirci D (2013). Kahramanmaraş-Narlı Ovası topraklarının erozyona duyarlılıkları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1): 33-38.