

Çorum Alaca Havzasında Toprak Erozyon Duyarlılık Faktörünün Farklı Enterpolasyon Modeller Kullanılarak Konumsal Dağılımlarının Belirlenmesi

Ali İMAMOĞLU¹Muhammed BAHADIR¹Orhan DENGİZ^{2*}¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : odengiz@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 13.01.2016

Kabul tarihi (Accepted) : 10.05.2016

Öz

Ülkemizin birçok bölgesinde iklim, topografik koşullar, yanlış arazi kullanımları gibi birçok olumsuz faktörlerin etkisiyle verimli toprak katmanlarının taşınması sonucu, toprağın üretkenliğinin azalmasına neden olan en önemli arazi problemlerinden biri toprak erozyonudur. Çalışmanın amacı, havza topraklarının erozyon duyarlılık faktörü belirlenerek, farklı enterpolasyon modeller kullanarak konumsal dağılımının belirlenmesi ve haritalanmasıdır. Çalışma İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nün kuzey kısımlarında yer alan Çorum Alaca Havzasında gerçekleştirilmiştir. Toplam çalışma alanı 1656,4 km² dir. Araştırma sahası 825 m ile 1726 m arasında değişen düz, engebeli ve dağlık alanlardan oluşan farklı topoğrafik yapılardan oluşmaktadır. Çalışma alanında grid yöntemine göre her 2,5 x 2,5 km aralıklarla toplam 312 yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Toprakların bazı fiziko kimyasal özellikleri belirlenmiş ve K faktör eşitliği kullanılarak her bir noktaya ait toprak erodibilite değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen her bir örnekleme noktasına ait erodibilite değeri, alana en uygun jeoistatistik model ile erodibilite dağılım haritası üretilmiştir. Çalışma alanının % 57,8' inde toprakların az aşınabilir, % 42,1'inde ise orta derece aşınabilir olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çorum-Alaca Havzası, K-faktörü, jeoistatistik, toprak aşınabilirliği

Determination of Spatial Distribution Pattern of Soil Erodibility Factor Using Different Interpolation Models in Çorum-Alaca Watershed

Abstract

Soil erosion is one of the most important soil degradation problems almost in all parts of Turkey. Undesirable climate and topographic conditions as well as in appropriate land uses cause severe erosion that reduces soil productivity by removing fertile topsoil layers. The objective of this research was to determine and map spatial distribution of soil erodibility using different interpolation models. This research was carried out in Çorum Alaca watershed located at north part of the Central Kızılırmak Region in the Central Anatolia. Total study area covers about 1656.4 km² with different topographic features and the altitude changes from 825 m to 1726 m. In total 312 surface soil samples from 0-20

cm depth were collected at the intersections of a 2.5 x 2.5 km grid system. Some physicochemical properties were determined and soil erodibility factor was calculated. Soil erodibility distribution map was produced using the best fit geoistatistik model for erodibility values of each selected sampling point. The results indicated that 57.8% of the study area has low erodibility and 42.1% moderate erodibility.

Key Words: Çorum-Alaca watershed, K-factor, jeostatistik, soil erodibility

GİRİŞ

En geniş anlamıyla erozyon yeryüzünün akarsu, rüzgar, buzul, dalga ve biyolojik sebepler gibi dış etmenlerle aşındırılması ve taşınması olayıdır. Coğrafya bilimi için erozyon topoğrafyanın oluşumunda doğrudan etkili bir etmen ve süreç olmasının yanı sıra, ülkemiz gibi topoğrafik değişkenliği çok fazla olan alanlarda topoğrafya, erozyon oluşumu ve süreçleri üzerine önemli etki yapmaktadır. Toprak aşınımı, erozyonun doğal bir parçası olsa da, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini tehdit etmesi açısından önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizdeki erozyon tehlikesinin boyutunun fazla olduğu ve uygulamaya yönelik her türlü bilimsel ve teknik koruma önlemleri alınmazsa, tehlike boyutlarının giderek artacağı ve özellikle toprak, topoğrafya, su ve bitki örtüsü açısından geri-dönüşümsüz evrelere gelinebileceği açık bir şekilde bilinmektedir (Erpul ve Deviren Saygın, 2012).

Toprak erozyonu konusunda pek çok araştırmalar yapılmış ve yöntemler geliştirilmiştir. Erozyonun nedenleri bilinmekle beraber nedensel etmenlerin ölçülmesi, etkileme koşulları, etmenler arasındaki etkileşimin sonuca yansıma ağırlığı, derecesi ve sayısal değerini saptamak hayli karmaşıktır. Bu durumları dikkate alan araştırmacılar son 50-60 yıl içerisinde birikmiş olan bulgu ve bilgileri de değerlendirerek, belli koşullar ve etmenler bilindiği takdirde toprak erozyonunun miktarını tahmin etme ve hesaplama yolunda önemli bir noktaya ulaşmışlardır (Parlak vd., 2014). Bu yöntemlerden Wischemeier ve Smith (1978) tarafından geliştirilip, A.B.D. Toprak Koruma teşkilatı tarafından adapte edilen "Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği" (USLE) isimli matematik model son yıllarda erozyonun tahmininde kullanılan en başta gelen bir yöntem haline gelmiştir. 1957 yılında ortaya atılmış bulunan bu yöntem ilk önceleri

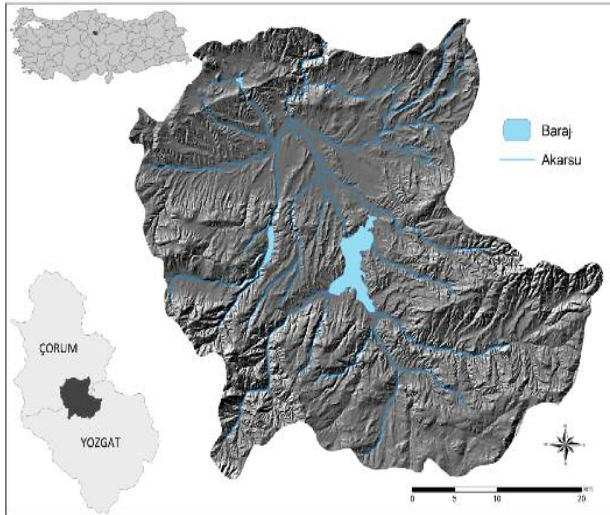
sadece tarım alanlarında kullanılmış, 1971' de inşaat yapılan alanlara uygulanmış ve 1972' den beri de orman ve mera alanları için de kullanılabilir hale gelmiştir (Balcı,1996). Auerswald (1986), Almanya'nın Bavyera eyaletinin güneyindeki devlete ait arazilerin erozyona duyarlılık sınırlarının belirlenmesi amacıyla 343 toprak örneğinin toprak aşınım (K) faktörünü hesaplamıştır. Yaptığı hesaplama sonuçlarına göre, haritalama birimindeki hatalara ve daha geniş alanlardaki tahminler için sınırlı olmasına rağmen toprakların K faktörlerinin tahmini için uygun olacağını belirtmiştir. Aynı araştırmada lös ana materyalli toprakların K faktörü yaklaşık 0.09 bulunmuş olup; bünye karşılaştırmasında alüvyal topraklardan daha yüksek çıkarken kumlu topraklar için 0,003 bulunmuştur. Başkan ve Dengiz (2008), Ankara'nın Soğulca Havzasında geleneksel ve jeostatistik yöntemlerle hazırladıkları toprağın aşınabilirlik (K faktörü) haritasının daha doğru tahminler verdiğini saptamışlardır.

Bu çalışmanın amacı; Çorum Alaca Havzasında dağılışı gösteren farklı toprakların aşınabilirlik faktörlerinin belirlenmesi ve farklı enterpolasyon modelleri kullanmak suretiyle, havzanın erozyon duyarlılık sınıflarının konumsal dağılım haritasının oluşturulmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nün kuzey kısımlarında bulunmaktadır. Araştırma sahası Alaca havzasının tamamından oluşmaktadır. Havzanın idari sınırlarına bakıldığında, güney ve güneydoğudan Yozgat'ın Sorgun ilçesi, güneybatıdan ise Sungurlu sınırlarına girmektedir (Şekil 1).

Çalışma alanının toplam alanı 1656,4 km²'dir. Araştırma sahasının güney kesimleri Bozok platosunun kuzeyidir. Yeşilirmak'ın su toplama havzasında bulunan havza Kızılırmak havzası ile sınırlı



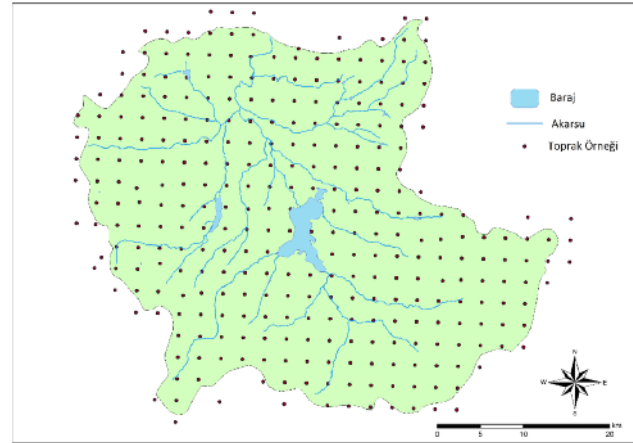
Şekil 1. Araştırma alanı lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of the study area

oluşturmaktadır. Sahanın suyunu Alaca Çayı toplamakta ve bu akarsu araştırma sahasından çıkınca Çorum Çayı'na katılmakta Çorum Çayı da Çekerek Irmağı ile birleşmektedir. Alaca meteorolojik istasyonun verilerine göre yıllık yağış miktarı 364,8 mm, en çok yağışın ise Nisan (46,5 mm) ve Mayıs (54,1 mm) aylarında düştüğü görülmektedir. Alanın yıllık sıcaklık ortalaması ise 9,5 °C'dir. En soğuk ay Ocak (-1,8°C), en sıcak ay Temmuz ve Ağustos aylarıdır (20,1°C) (Çizelge 1).

Havza topraklarının erozyona olan duyarlılıklarının belirlenmesinde kullanılan indeks hesaplanması ve alan içerisinde bu indekslerin dağılımlarının belirlenmesi amacıyla ArcGIS 10.2v jeoistatistiksel modellerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla alandan grid yöntemine göre her 2500 m aralıklarla toplam 312 yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır (Şekil 2).

Toprak örnekleri havada kurutulularak 2 mm'lik elekten elenmiştir. Toprak örneklerinde; bünye (Bouyoucous, 1951), hacim ağırlığı (Blake ve Hartge, 1986), hidrolik iletkenlik (Klute ve Dirksen, 1986), kireç (Soil Survey Staff, 1993), toprak reaksiyonu (pH) (Soil Survey Staff, 1992), elektriksel iletkenlik (Soil Survey Staff, 1992), organik madde (Walkley-Black



Şekil 2. Araştırma alanı toprak örnekleme noktaları

Figure 2. Soil samples points of the study area

yönteminin Jackson (1958) tarafından modifiye edilmiş şekli) analizleri yapılmıştır.

Analizler sonucunda elde edilen değerler, Wischmeier ve Smith (1978) tarafından belirtilen aşağıda verilen formülde (eşitlik 1) ile yerine yerleştirilerek, toprak örneği alınan her bir noktanın K değeri elde edilmiştir.

$$K = \frac{1}{100} \{ 2.1 \times 10^{-4} \times (12 - OM) \times [SI \times (SA + SI)]^{1.14} + 2.5 \times (PE - 3) + 3.25 \times (ST - 2) \} \quad (1)$$

K= Toprağın erozyona duyarlılık faktörü

OM= % Organik madde

SI= Silt içeriği,

SA= Kum içeriği,

PE= Hidrolik iletkenlik,

ST= Strüktür sınıfı.

Bu eşitlikte toprak organik madde miktarı % 4'ten büyükse % 4 olarak kabul edilmektedir (Renard vd., 1997). K sınıf değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırma sahasından alınan 312 toprak örneğinde 10 farklı fiziksel ve kimyasal özellikler incelenmiş ve bu özelliklerin tanımlayıcı istatistiksel hesaplamaları yapılmıştır. Toprakların bünye, hacim ağırlığı, hidrolik iletkenlik, kireç, pH, elektriksel iletkenlik ve organik madde gibi bazı fiziko-kimyasal

Çizelge 1. Alaca meteoroloji istasyonu aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri (mm, °C).

Table 1. Average monthly rainfall and temperature values of Alaca weather station (mm, °C).

Çorum Alaca	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Yağış, mm	32,4	26,3	33,6	46,5	54,1	37,6	11,6	12,1	15,1	25,4	34	36,1	364,8
Sıcaklık, °C	-1,8	-0,7	4,1	9,4	13,6	17,4	20,1	20,1	16	10,8	4,7	0,4	9,5

Çizelge 2. K Sınıf Değeri (Wishmeier ve Smith, 1978)

Table 2. K values classes of soil

Sınıf	Tanımlama	Değer
1	Çok Az Aşınabilir	0,00-0,05
2	Az Aşınabilir	0,05-0,10
3	Orta Derece Aşınabilir	0,10-0,20
4	Yüksek Aşınabilir	0,20-0,40
5	Çok Yüksek Aşınabilir	0,40-0,60

özellikleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş bu analizlerin yapılmasında SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır.

Toprakların K faktörü sınıflarının alansal dağılımının belirlenmesinde, en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW, RBF (Spline) deterministik yöntemler ile stokastik yöntemlerden de (temelde Kriging olarak da bilinmektedir) doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi sorgulayabilmek, ölçülen değerlere en yakın sonucu veren başka bir ifade ile yöntemler arasından en uygun olanının seçebilmek için literatürde farklı karşılaştırma yöntemlerinin dikkate alındığı görülmektedir. Genel anlamda en yaygın kullanılan yöntemler; karesel ortalama hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), yöntemlerdir. Bu çalışma için RMSE seçilmiş ve jeostatistiksel çözümde kullanılan 5 yöntem karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında aşağıdaki formül (eşitlik 2) kullanılmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(z_i^* - z_i)^2}{n}} \quad (2)$$

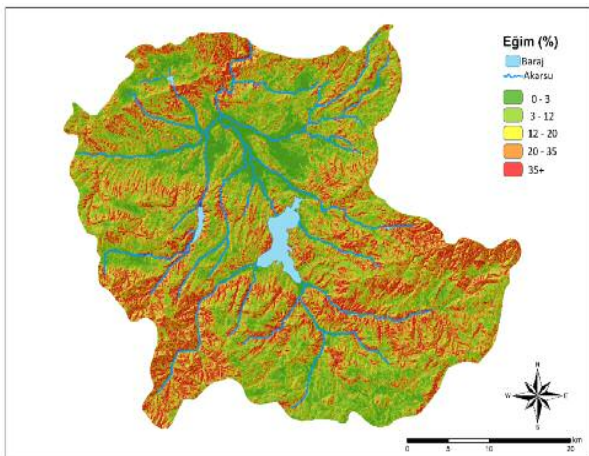
Z_i : tahmin edilen değer, Z_i^* : ölçülen değer ve örnek sayısını ifade etmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma Alanının Genel Topografik Özellikleri, Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü

Çalışma alanına ait farklı topoğrafik özelliklerin çıkartılmasına yönelik 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita CBS ortamında sayısallaştırılarak alana ait sayısal eş yükselti, yükselti, eğim haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3). Araştırma sahası 825 m ile 1726 m arasında değişen düz, engebeli ve dağlık alanlardan oluşan farklı topoğrafik yapılardan oluşmaktadır.

Araştırma sahası eğim haritasına bakıldığında, sahanın özellikle güney ve doğu kesimlerinin daha eğimli olduğu görülmektedir. Havzada genellikle yükseltisi arttıkça topoğrafyanın eğimide artmaktadır. Güneybatıda Akçadağ ve çevresi, doğuda Toprakdede Tepesi ve çevresi, kuzeyde ise Çorum depresyonu ile Alaca depresyonunu birbirinden ayıran Büyükcemili ve İbrahim köyü yerleşmelerinin bulunduğu sahalar çalışma alanında en fazla eğimin olduğu yerlerdir. İbrahim köyünden güneybatı yönlü devam eden Ezinepazar fayı boyunca eğimli sahalar görülmektedir. Bu sahaların yanında özellikle Seyitnizam, Büyüköz, Eymir, Kırımözü dereleri vadilerinde eğim değerleri oldukça yüksektir. Araştırma sahasında yüzeylenen bazı formasyonların dirençsiz ve gevşek yapıda olması vadilerin derine yarılmasına ve kısa mesafede yükselti farkına bağlı eğim değerlerinin yüksek olmasına sebep olmaktadır. Araştırma sahasının genel eğimine baktığımızda sahanın yaklaşık % 70'inin % 3'ün üzeri eğimli, yaklaşık % 30'unun ise düz ve düze yakın alanlardan oluştuğu görülmektedir (Çizelge 3).



Şekil 3. Araştırma alanına ait eğim ve yükseklik dağılım haritaları

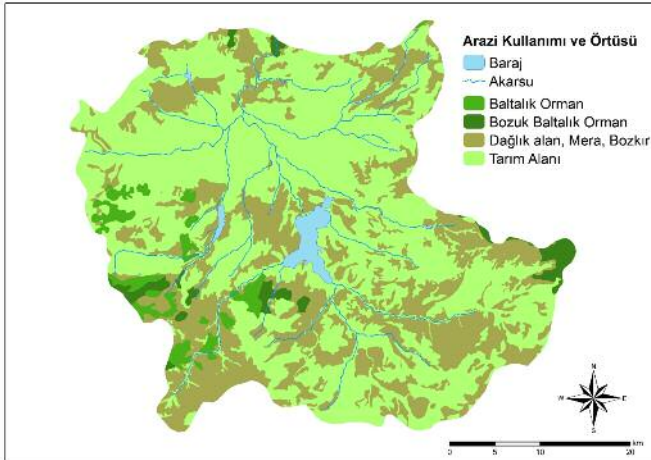
Figure 3. Slope and elevation distribution maps of the study area

Çizelge 3. Araştırma alanı eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımı

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

Eğim Sınıfı (%)	Alan (km ²)	Oran (%)
0-3	466,85	28,2
3-12	874,01	52,8
12-20	240,88	14,5
20-35	73,67	4,4
35+	0,99	0,1
Toplam	1656,4	100,0

Araştırma sahasında arazi kullanımı ve arazi örtü dağılımı bakımından incelendiğinde meşelik alanlar, mera sahaları, dağlık alanlar, bağ bahçe, çıplak kayalık, sulu ve kuru tarım alanları bulunmaktadır (Şekil 4). Hakim arazi kullanımı ise kuru tarımdır.



Şekil 4. Araştırma alanı arazi kullanımı ve arazi örtü haritası

Figure 4. Land use and land cover map of the study area

Toprak Özelliklerine Ait Tanımsal İstatistikler

Araştırma sahasından toplam 312 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Bu noktalardan alınan toprak örneklerinde yöntemde belirtilen analizler yapılmıştır. Duyarlılık indeksine ait haritalarının oluşturulmasının nedeni, özellikle farklı arazi kullanımı ve arazi örtüsü altında, havzadaki farklı topoğrafyalarda meydana gelen toprak özellikleri ve kayıplarının değişkenlik göstermesidir. Bu amaçla, önce toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanarak normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov testi SPSS (Karaatlı, 2010) ile kontrol edilmiştir. Araştırma sahasından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4' de verilmiştir. Havza topraklarında, kum miktarı %

16,04-93,06, kil miktarı % 2,74-62,82 ve silt miktarı ise % 3,55-37,33 arasında değişmekte olup, hâkim bünye sınıfı kil, killi tın ve kumlu killi tındır. Toprakların tane büyüklüğü dağılımları incelendiğinde kil ve silt içeriğinin normal dağılımlar sergilediği, kum içeriğinin ise sağa çarpık bir dağılım sergilediği görülmektedir. En düşük (6,80) ve en yüksek (8,62) değerlere göre, nötr ve kuvvetli alkalın reaksiyon arasında değişen toprak pH'sının sola çarpık dağılım gösterdiği görülmektedir. Havza topraklarının % 89,1 hafif alkalın özellik göstermektedir.

Araştırma topraklarının EC değerleri 0,03-0,99 dS m⁻¹ arasında değişmektedir. Ayrıca değişkenlik katsayısı çok yüksek olan EC değerleri sağa çarpık bir dağılım göstermektedir. Değişkenlik katsayısı yüksek olan çok düşük ve çok yüksek kireçli özellikler gösteren kireç miktarının sağa çarpık bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Havza topraklarında kireç miktarı 0 ile 48,53 arasında değişkenlik gösterirken, toprakların % 45,5'i orta kireçli sınıfına girmektedir. Yüksek değişebilirlik gösteren organik madde miktarının 0,21 ile 6,62 arasında değerler gösterdiği görülmüştür. Havza topraklarının % 34,6'sının az, % 31,4'ünün orta derecede organik madde içerdiği görülmüştür. Değişkenlik katsayısı yüksek olan hidrolik iletkenliğin sağa çarpık dağılım sergilediği ve 0,02-15,59 (cm h⁻¹) arasında değişmektedir. Havza topraklarının hidrolik iletkenliğinin yüzde oranına baktığımızda ise % 47,4'ünün çok yavaş, % 16,7'sinin yavaş, % 24,7'sinin yavaş ile orta, % 8,3'ünün orta, % 2,2'sinin orta hızlı ve % 0,6'sinin hızlı iletkenlik özelliği gösterdiği görülmektedir. İnceleme alanı topraklarının hacim ağırlığı normal dağılım sergilemektedir. 1,27 ile 1,60 g cm³ değerleri arasında değişen hacim ağırlıklarının % 833'ünün 1,32 ile 1,52 g cm³ arasında değiştiği görülmektedir.

Araştırma sahası topraklarının K faktörünün sola çarpık bir dağılım gösterdiği görülmüştür. En düşük (0,01) ve en yüksek (0,14) değerlere göre çok az aşınabilir ve orta derece aşınabilir değerler gösteren K faktörünün % 50'sinin az aşınabilir sınıfına girerken, % 38,8'inin ise orta derece aşınabilir sınıfına girdiği görülmektedir. Toprak fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin çarpıklık katsayıları incelendiğinde, normal dağılımdan en uzak değer gösteren toprak özelliğinin hidrolik iletkenlik olduğu, en yakın değer gösteren toprak özelliğinin ise K faktörü özelliği olduğu görülmüştür.

Ayrıca toprakların fiziko-kimyasal özellikleri

Çizelge 4. Araştırma alanı toprak analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri

Table 4. Descriptive statistics of soil analysis results of the study area

Tanımlayıcı İstatistik Parametreleri	Bünye %			pH	EC dS m ⁻¹	CaCO ₃ %	OM %	Hİ cm/h	HA g/cm ³	K
	Kil	Silt	Kum							
Ortalama	36,50	19,99	43,51	8,11	0,22	10,29	2,42	0,98	1,42	0,09
Standart Sapma	13,28	5,53	14,71	0,32	0,11	8,36	1,17	1,93	0,07	0,02
*Değişkenlik Katsayısı	36,38	27,66	33,82	4,04	51,52	81,24	48,37	196,53	5,20	29,16
Varyans (Örnek)	176,36	30,60	216,65	0,10	0,01	69,97	1,37	3,72	0,01	0,01
En Düşük Değer	2,74	3,55	16,04	6,80	0,03	0,00	0,21	0,02	1,27	0,01
En Yüksek Değer	62,82	37,33	93,06	8,62	0,99	48,53	6,62	15,59	1,60	0,14
**Çarpıklık	-0,43	0,05	1,02	-1,62	1,98	1,34	0,88	4,05	0,25	-0,68
Basıklık	-0,51	0,83	0,85	3,87	7,62	2,74	0,69	20,65	-0,68	0,02
n (Örnek sayısı)	312	312	312	312	312	312	312	312	312	306

*Değişkenlik Katsayısı: < 15= Düşük Değişkenlik 15-35= Orta Değişkenlik >35 = Yüksek Değişkenlik **Çarpıklık: < |± 0.5 | = Normal Dağılım 0,5-1,0 = Veri setine karakter dönüşümü uygulanır
ÇK > 1,0 → Logaritma dönüşümü uygulanır

arasındaki ilişkiler Spearman korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş ve önemli korelasyonlar elde edilmiştir (Çizelge 5). Korelasyon analizi sonuçlarına göre 55 korelasyon çiftinden 37 adedi istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05; p<0,01) bulunmuştur. K faktörünün ise pH ile aralarında herhangi bir ilişki bulunamamış, kil, silt, EC, kireç, organik madde ile arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki olduğu; kum, hidrolik iletkenlik ve hacim ağırlığı ile de arasında negatif bir korelasyon ilişkisi olduğu görülmüştür. Büyüköztürk (2009), korelasyon katsayısının 1,00 ile 0,70 arasında olmasını yüksek, 0,69 ile 0,30 arasında olmasını orta ve 0,29'un altında olmasını ise düşük düzeyde ilişki olduğu şeklinde sınıflandırmaktadır. Buna göre en yüksek pozitif korelasyon ilişkisi kum ile hidrolik iletkenlik arasında (0,84**) görülürken, en yüksek negatif korelasyon ilişkisi ise kil ile hidrolik iletkenlik arasında (-0,96**) bulunmuştur.

Enterpolasyon Modeller ve K Dağılımı

Çorum Alaca havzası toprak aşınabilirlik indeksinin (K faktörü) alansal analizi kapsamında 14 farklı enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Hangi dağılımın en doğru olduğunun belirlenmesi amacıyla her bir yöntemin RMSE değeri belirlenmiştir. Yöntemlere ait RMSE değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

En küçük RMSE değerini (0,0284) veren yöntemin simple kriging'ge ait spherical model olduğu belirlenmiştir. Simple kriging'ge ait spherical model kullanılarak araziden alınan toprak örnekleri için, her bir noktaya yönelik olarak belirlenen K değerlerinin alansal dağılımı Çizelge 7' de verilmiş ve dağılımı gösteren harita Şekil 5'de gösterilmiştir. Çizelge 7'den anlaşılacağı üzere alanın yarısından fazlası az aşınabilir özellik gösterirken, % 42,1' i ise orta derecede aşınabilir sınıfta belirlenmiştir.

Çizelge 5. Araştırma alanı toprak analiz sonuçlarının faktör analizi (Spearman Korelasyonu)

Table 5. Factor analysis of soil analysis results of the study area (Spearman Correlation)

	Nem	Kil	Silt	Kum	pH	EC	CaCO ₃	OM	Hİ	HA
Kil	0,66 **									
Silt	0,08	-0,08								
Kum	-0,66 **	-0,92 **	-0,24 **							
pH	0,01	-0,05	-0,05	0,03						
EC	0,41 **	0,45 **	0,09	-0,43 **	-0,36 **					
CaCO ₃	0,21 **	0,32 **	0,20 **	-0,36 **	0,09	0,25 **				
OM	0,06	0,12 *	0,05	-0,08	-0,08	0,27 **	0,07			
Hİ	-0,62 **	-0,96 **	0,13 *	0,84 **	0,05	-0,40 **	-0,30 **	0,02		
HA	-0,48 **	-0,75 **	-0,08	0,77 **	0,05	-0,42 **	-0,26 **	-0,53 **	0,62 **	
K	0,45 **	0,69 **	0,17 **	-0,69 **	-0,10	0,38 **	0,34 **	0,35 **	-0,66 **	-0,55 **

*: p<0,05; **: p<0,01 EC: Elektriksel iletkenlik; OM: Organik Madde; Hİ: Hidrolik iletkenlik;

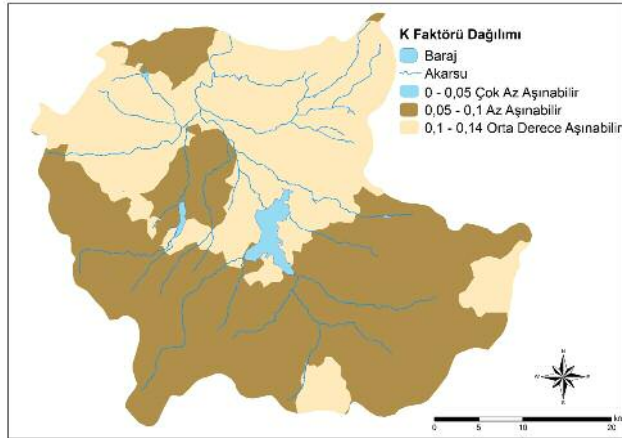
HA: Hacim Ağırlığı; K: Aşınabilirlik Faktörü

Çizelge 6. Jeoistatistiksel yöntemlere ait RMSE değeri**Table 6.** RMSE value of the geostatistical methods

Jeoistatistiksel Modeller		RMSE
Inverse Distance Weighting	1	0,0285
	2	0,0289
	3	0,0294
Radial Basis Functions	Completely Regularized Spline	0,0293
	Thin Plate Spline	0,0364
	Spherical	0,0285
Ordinary Kriging	Exponential	0,0285
	Gaussian	0,0285
	Spherical	0,0284
Kriging Simple Kriging	Exponential	0,0285
	Gaussian	0,0286
	Spherical	0,0285
Universal Kriging	Exponential	0,0285
	Gaussian	0,0285

Çizelge 7. Araştırma alanı aşınım sınıflarının alansal ve oransal dağılımı**Table 7.** Spatial and proportional distribution of the study area erodibility classes

Aşınım Sınıfı	Aşınım Sınıf Değeri	Alan (km ²)	Oran (%)
Çok Az Aşınabilir	0-0,05	0,09	0.1
Az Aşınabilir	0,05-0,1	959,41	57.8
Orta Derece Aşınabilir	0,1-0,20	696,9	42.1
Toplam		1656,4	100,0

**Şekil 5.** Araştırma sahası K faktörü dağılım haritası**Figure 5.** Distribution map of K factor for the study area**SONUÇLAR**

Bu çalışmada Çorum Alaca Havzasında dağılışı gösteren toprakların aşınabilirlik faktörünün diğer bazı toprak özellikleriyle olan ilişkisi belirlenmiş, ayrıca duyarlılık faktörünün mesafeye bağlı değişkenlik özelliğinin jeostatistik enterpolasyon yöntemi ile dağılım haritası üretilmiştir.

Havza arazilerinin toprak aşınabilirlik dağılımına baktığımızda; en düşük (0,01) ve en yüksek (0,14) değerlere göre çok az aşınabilir ve orta derece aşınabilir değerler gösteren K faktörünün % 57,8'inin az aşınabilir sınıfına girerken, % 42,1'inin ise orta derece aşınabilir sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda toprak örneklerine ait K değerinin kil, silt, EC, kireç, organik madde ile arasında istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki, buna karşın kum, hidrolik iletkenlik ve hacim ağırlığı ile negatif bir korelasyon ilişkisi olduğu bulunmuştur. Araştırma sahası K faktörü dağılım haritası da incelendiğinde kil ve silt miktarının daha fazla olduğu ova seviyesinde eğimin az olduğu sahalarda K değerinin düşük olduğu görülmektedir. Araştırma sahasının güneybatısında bulunan Akçadağ yamaçlarında ise çok az aşınabilir sınıfına giren alan yer almaktadır.

KAYNAKLAR

Auerswald K (1986). Capability of the mapping units of the German government land appraisal for estimating soil erodibility (K factor) in Southern Bavaria. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung. 27: 6, 344-351.

- 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 G R, Hartge K H (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.
- Büyükoztürk Ş (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara, Pegem Akademi.
- Bouyoucos G J (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 435-438.
- Balcı N (1996). *Toprak Koruması*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3947, Orman Fakültesi Yayın No: 439. s. 490. İstanbul.
- Parlak M, Yiğini Y, Ekinci H (2014). Çanakkale Umurbey Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılığının Mevsimsel Değişimi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2014: 2 (1): 123-131.
- Erpul G, Deviren S S (2012). Ülkemizdeki toprak erozyonu sorunu üzerine: ne yapmalı?. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), Sayfa: 26- 32.
- Jackson M L (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Karaatlı M (2010). Verilerin düzenlenmesi ve gösterimi, Editör: Kalaycı, Ş. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti Ankara, s. 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.
- Renard K G, Foster G R, Weesies G A, McCool D K, Yoder D C (1997). *Predicting soil erosion by water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, 703, Government Printing Office, SSOP, Washington, D.C.
- 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.
- Soil Survey Staff. (1993). *Soil survey manual*, USDA. Handbook No: 18 Washington D.C.
- Wischmeieri W H, Simith D D (1978). *Predicting rainfall erosion losses*. USDA Agricultural Handbook, 537, Washington D.C.