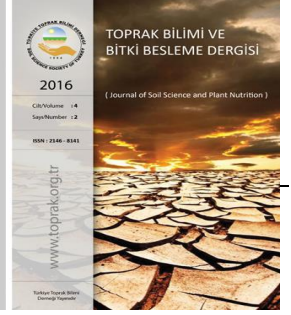




TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Ordu ili merkez ilçe topraklarında erozyon riskinin jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi

Tayfun Aşkın *, Ferhat Türkmen, Ceyhan Tarakçıoğlu

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

Özet

Bu çalışma; Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Ordu ili Altınordu ilçesinin (eski isimlendirmede Merkez ilçe) işlenmeyen topraklarındaki erozyon riskinin, erozyon oranı ve toprak aşınım faktörü (USLE'de yer alan K faktörü) yardımıyla jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi amacıyla ele alınmıştır. Yaklaşık 41000 ha'lık araştırma alanı 2500 x 2500 m düzenli aralıklarla ızgaralara bölünmüş ve ızgaraların köşe noktalarından 67 adet yüzey toprağı (0-20 cm) alınmıştır. Çalışma alanında en az değişkenlik gösteren toprak özelliğı tarla kapasitesi değerleri iken en fazla değişkenlik gösteren ise doygun su geçirgenliğı değerleridir. Erozyon oranı ve K aşınım parametreleri için nugget etkisi ve etki aralığı değerleri yaklaşık olarak benzer bulunmuştur. En büyük etki mesafesi değeri 2684,7 m ile K faktörü için saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak aşınabilirliğı, erozyon oranı, K faktörü, jeostatistik.

Assessment of erosion risk in soils of Ordu central district by geostatistical techniques

Abstract

In present study, geostatistical techniques were applied to assess the spatial variability of erosion risk of non-tillaged soil layer determined by erosion ratio (EO) and soil erodibility factor (K factor in USLE) in Altınordu district of Ordu province located on Eastern Black Sea Region of Turkey. The study area about 41000 ha was divided into grids with 2500 x 2500 m spacing, and 67 surface soil samples (0-0.2 m depth) were taken from the corner points of grids. While the saturated hydraulic conductivity had the highest variation, the field capacity showed the lowest variation among the soil properties used in this study. Nugget effects and range values for the parameters of EO and K factor were found as similar nearly. The highest range value for spatial influence was determined as 2684,7 m for K factor.

Keywords: Soil erodibility, erosion ratio, K factor, geostatistics.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneğı. Her Hakkı Saklıdır

Giriş

Erozyon, temelde iklimin erozyon oluşturma gücünün ve toprağın erozyona uğrama eğiliminin ortak bir sonucudur. Yağış erozyon oluşturmakta, toprak erozyona uğramakta ve topoğrafya, toprak örtüsü ve insanlar da bunun yönünü ve derecesini etkilemektedir. Toprakların erozyona duyarlılığı, onların oluşumları sırasında kazandığı statik ve dinamik toprak özelliklerine bağlıdır (Sönmez, 1994). Toprağın erozyona karşı duyarlılığı, onun erozyona uğrama eğilimi ya da uygunluğu olarak tanımlanabilir. Su erozyonunda taşınan toprak miktarı yüzey akışın taşıma gücünün yanında, toprağın aşınabilirliğine de bağlıdır. Toprağın aşınabilirliği ise; parçacıkların büyüklüğüne, şekline, yoğunluğuna, bitki örtüsü ve diğer engelleyicilerin geciktirme etkisine bağlıdır. Aynı yağış, farklı topraklarda farklı miktarlarda aşınma ve taşınmalara neden olmaktadır. Yapılan arazi gözlemleri, benzer çevre koşullarında oluşan toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin, birbirinden önemli ölçüde farklı olduğunu ortaya koymaktadır (Akalan, 1983; Özdemir, 1997; Aşkın, 2002). Topraklar jeoloji, fizyografya ve diğer etmenlerden dolayı karmaşık bir yapıya sahip olup, farklılıklar göstermektedir. Toprakların bu farklı davranışları, bir alan içerisinde uzaklığa bağlı olarak bir

* Sorumlu yazar:

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

Tel.: 0(452) 226 52 00

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: tayfuna@odu.edu.tr

devamlılık göstermekte olup, bu farklılıkların hepsinin aynı anda ölçülmesi mümkün değildir. Bu bağlamda, anılan farklılıkların uygun toprak örneklemesiyle ve tahminler yoluyla belirlenmesi bir zorunluluktur (Ortaş ve Berkman, 1997). Jeostatistiksel metotlar kullanılarak herhangi bir toprak özelliğinin uzaysal değişim deseninin belirlenmesi, incelenen toprak özelliğinin çalışma sahasının herhangi bir noktasındaki değerini, en az hata ile tahmin etmeye imkân sağlar. Ayrıca, toprak özelliklerinin Kriging analizi sonucu elde edilen değişim haritaları, inceleme alanı için bitki-toprak yönetimi ile ilgili en uygun kararların alınması ve uygulanmasına olanak verir (Öztaş, 1996; Aşkın, 2002; Gülser ve ark., 2016). Toprakların strüktürel dayanıklılığını ve erozyona karşı duyarlılığını ortaya koyabilmek amacıyla geliştirilen indeksler; toprakların tekstür, strüktür ve organik madde gibi temel özelliklerine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Leo, 1963; Bryan, 1968; Özdemir, 1997; Aşkın 2002; Aşkın ve ark., 2012; Gülser ve ark., 2015; Mazloom ve ark., 2016). Bu çalışmada; sonuca kısa sürede ulaşılması nedeniyle, toprakların strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri olarak, erozyon oranı (EO) ve “Üniversal Toprak Kayıp Denklemindeki” toprak aşınım faktörü (K) seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı; Ordu ili Altınordu ilçesi (önceki idari yapıda Merkez ilçe) topraklarında, erozyon oranı (EO) ve toprak aşınım faktörünün (K) uzaysal değişimini bazı jeostatistiksel teknikleri kullanarak belirlemek, çalışma alanı için gerekli örnekleme mesafesini saptamak ve erozyona duyarlılığı ortaya koyan bu parametreleri haritalamaktır.

Materyal ve Yöntem

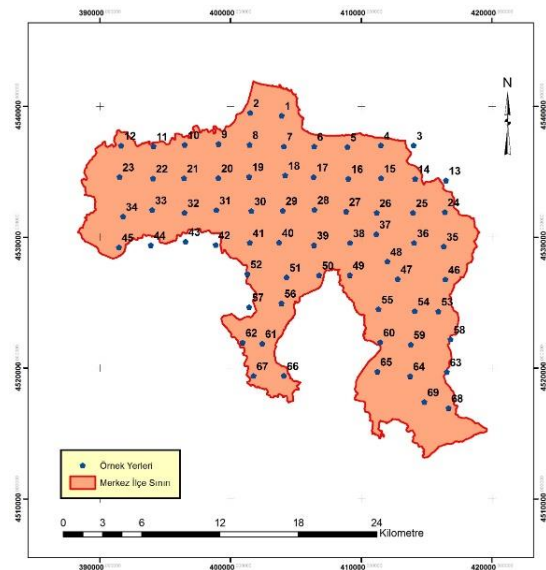
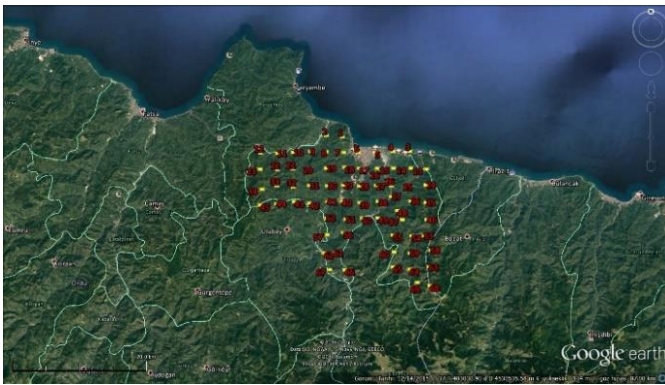
Araştırma alanının yeri, iklimi ve toprakları

Araştırma alanı, Ordu ili Altınordu ilçesinin yaklaşık 41000 ha'lık (il yüzölçümünün neredeyse %15'i) yüzölçümüyle tamamını kapsamaktadır ve daha ziyade fındık yetiştiriciliği yapılan alanlardan ibarettir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Ordu ili, konumundan dolayı Karadeniz'in etkisinde olup, iklim tipi bakımından Akdeniz ile Okyanus iklimleri arasında bulunmaktadır. Sıcaklık mevsimler arasında büyük farklılıklar göstermemektedir. Yıl içerisinde görülen yağışların büyük bir bölümü yağmur şeklinde olup, yıllık ortalama yağış miktarı 1042,1 mm ve ortalama sıcaklık 14,3 °C'dir (Anonim, 2014).

Araştırma alanı toprakları, Toprak Taksonomisine göre, Entisol, Inceptisol, Mollisol, Alfisol ve Vertisol olmak üzere 5 farklı Ordo içeresindedir. Daha önceki bir çalışmada; mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analiz sonuçları, ana kayaların toprakların bileşimi ve karakter kazanmasında etkili olduğu, ayrışma indekslerine göre toprakların büyük çoğunluğunu temsil ettiğini göstermiştir. Ordu ilinde, topoğrafyanın toprak içi drenajı yönlendirmesiyle, en etkili toprak oluşturan faktörlerden birisi olduğu bildirilmiştir (Türkmen, 2011).

Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Çalışma alanının büyüklüğü, yaklaşık 40137,75 hektardır. Arazi 2500 m aralıklarla düzenli bir şekilde (2500 x 2500 m) gridlere (ızgaralara) bölünmüş ve ızgaraların köşe noktalarından 67 adet yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanının, örnekleme noktalarını da kapsayan haritası Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının, örnekleme noktalarını da kapsayan haritası

Laboratuvar analiz yöntemleri

Toprakların tane büyüklük dağılımı, "Bouyoucos Hidrometre Yöntemi" ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Toprakların organik madde kapsamı saptanırken, "Walkley-Black" yaş yakma yöntemi izlenmiş, toprağın organik karbon içeriği titrimetrik olarak belirlenmiş ve organik karbon değerlerinin 1,724 değeri ile çarpılması suretiyle organik madde miktarı % olarak ifade edilmiştir (Kacar, 1994). Doygun hidrolik iletkenlik değerleri sabit seviyeli permeametre yöntemine göre, tarla kapasitesi nem değerleri de basınçlı tabla yöntemine göre elde edilmiştir (Demiralay, 1993)

Erozyon oranı (EO) değerleri, hidrometre okumalarıyla birlikte tarla kapasitesi nem değerlerinden yararlanılarak ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Akalan, 1967):

$$EO = \frac{\text{Süspansiyonda ölçülen toplam (silt + kil),\%}}{\text{Mekanik analizde ölçülen toplam (silt + kil),\%}} \times \frac{33 \text{ kPa nemi, \%}}{\text{Kil, \%}} \times 100 \quad (1)$$

Toprak Aşınım Faktörü (Üniversal Toprak Kayıp Denklemi'ndeki K parametresi), örneklerin mekanik analiz ve organik madde verilerinin yanı sıra strüktür sınıfı ve tipi ile su geçirgenliği değerlerine ait kodlar kullanılarak ve aşağıdaki denklemden istifade edilerek hesapla elde edilmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978):

$$K = 27,66 \times 10^{-8} \cdot (M)^{1,14} \cdot (12 - a) + 0,0043 \cdot (b - 2) + 0,0033 \cdot (c - 3) \quad (2)$$

Bu denklemde, K: toprak aşınım faktörü; M: zerre irilik parametresi; a: organik madde içeriği (%); b: strüktür tipi ve sınıfı kodu; c: su geçirgenliği sınıfı kodudur. Bu eşitlikte yer alan zerre irilik parametresi ise, aşağıdaki eşitlik yardımıyla saptanmıştır;

$$M = (\text{Çok ince kum} + \text{silt}) \times (100 - \text{kil}) \quad (3)$$

Burada çok ince kum, silt ve kil fraksiyonları için birim olarak % alınmaktadır.

İstatistiksel yöntemler

Tanımlayıcı istatistikler SPSS 15.0 paket programı yardımıyla hesaplanmıştır. Aşınım parametrelerine ait semivaryansların hesaplanmasında ve Kriging analizinde, GS+10.0 bilgisayar programı kullanılmıştır (GS+, 2014). Aşınım parametrelerinin krige edilmiş değerlerinin haritalanmasında ise, ArcGIS bilgisayar programından istifade edilmiştir. Her bir uzaklık sınıfları için semivaryans değerleri $\gamma(h)$ eşitlik 4'e göre hesaplanmıştır:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (4)$$

Burada, N(h): her bir uzaklık sınıfı için kullanılan örnek çifti sayısı, Z (X_i) ve Z (X_i + h) : birbirlerinden h mesafesi ile ayrılan örnek noktalarından elde edilen değerler.

Semivaryogram, her bir uzaklık için hesaplanan semivaryans değerlerinin uzaklığın bir fonksiyonu olarak grafik ile gösterilmesinden elde edilir. Deneysel varyogram (C₀), sill (C₀ + C) ve etki mesafesi (range) (A) parametreleri ile tanımlanır (Cambardella ve ark., 1994).

GS+ paket programı bir kaç modeli bünyesinde barındırmakla birlikte bu çalışmada isotropic spherical (küresel) (5) ve Gaussian (üssel) model (6) en uygun modeller olarak seçilmiştir:

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1,5 \left(\frac{h}{A} \right) - 0,5 \left(\frac{h}{A} \right)^3 \right] \quad (5)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp \left(- \frac{h^2}{A^2} \right) \right] \quad (6)$$

Burada; C₀: nugget varyans; C: yapısal varyans; (C₀+C): sill (tepe) varyansı; A: uzaysal bağımlılık için etki mesafesidir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma konusu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle çalışma kapsamında seçilen aşınım ölçütlerine ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler, Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle aşınım duyarlılığına ilişkin parametrelere ait tanımlayıcı istatistikler (n=67)

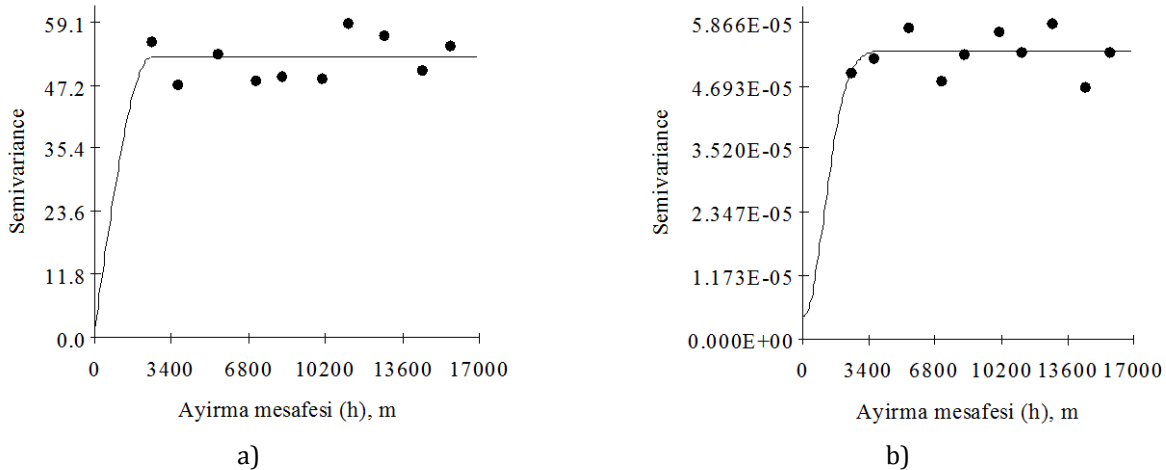
Toprak özellikleri	Tanımlayıcı istatistikler						
	En küçük	En büyük	Ort.	Sd	VK	Skw.	Kur.
C, %	11,90	69,30	34,86	12,86	36,9	0,72	0,32
Si, %	15,70	43,80	25,99	5,76	22,2	0,79	0,46
S, %	10,70	68,30	39,15	13,24	33,8	-0,06	-0,43
VfS, %	6,20	22,20	13,05	2,87	22,0	0,44	1,44
Ks, cm saat ⁻¹	1,20	59,60	13,81	12,28	88,9	1,37	1,75
OM, %	0,43	6,50	2,75	1,48	53,8	0,91	0,21
TK, %w	15,30	36,0	24,88	4,65	18,7	0,30	-0,12
K, t ha ha ⁻¹ MJ ⁻¹ h mm ⁻¹	0,002	0,043	0,021	0,007	35,4	0,56	0,94
EO, %	3,12	36,10	12,44	7,15	57,4	1,22	1,36

C: kil; Si: silt; S: kum; VfS: çok ince kum; Ks: doymun hidrolik iletkenlik; OM: organik madde; TK: tarla kapasitesi; K: toprak aşınım faktörü; EO: erozyon oranı; Ort.: ortalama; Sd.: standart sapma; VK.: varyasyon katsayısı; Skw.: çarpıklık; Kur.: basıklık.

Çizelge 1’in incelenmesinden de görüleceği üzere; toprak örneklerinin organik madde içerikleri, %0,43 ile %6,50 arasında değişmiş, topraklar organik madde bakımından “az” ile “yüksek” sınıfları arasında yer almıştır. Toprakların strüktürü “orta” ya da “kaba granüler” olarak değerlendirilmiştir (Soil Survey Manual, 1993). Toprakların EO değerleri %3,12 ile %36,10 arasında elde edilmiştir. Universal Toprak Kayıp Denklemi (USLE)’nin bir parametresi olan ve toprakların erozyona duyarlılığının önemli bir göstergesi olan K değerleri ise; 0,002 ile 0,043 t ha ha⁻¹ MJ⁻¹ h mm⁻¹ arasında belirlenmiştir (Çizelge 1).

Toprak özelliklerinin çalışma alanındaki değişimlerinin değerlendirilmesinde, her bir özelliğe ait varyasyon katsayısı değerlerinden yararlanılmıştır. Wilding ve Dress (1983), toprak özelliklerindeki değişimlere ait varyasyon katsayılarının; $VK < \%15$, $\%15 \leq VK \leq \%35$ ve $VK > \%35$ olmak üzere üç grup içerisinde değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir. Varyasyon katsayısının artmasıyla, değişkenliğin arttığı bilinmektedir. Bu değerlendirmeye göre; araştırma topraklarına ait doymun hidrolik iletkenlik değerlerinin çalışma sahası içerisinde en fazla değişkenlik gösteren ($VK = \%88,9$) ve TK değerlerinin ise en az değişim gösteren ($VK = \%18,7$) toprak özellikleri olduğu söylenebilir. Çalışma alanında EO ve K ise “yüksek” düzeyde bir değişkenlik göstermişlerdir.

EO ve K değerleri için en uygun semivaryogram modelleri, incelenen izotropik modeller arasından en küçük kareler ortalaması (RSS) ve en yüksek r^2 değeri veren model prensibine göre kullanılan GS+ bilgisayar programı tarafından saptanmıştır. EO ve K değişimi için seçilen en uygun semivaryogram modelleri Şekil 2’de gösterilmiş ve varyogram modellerine ait parametreler ise Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 2. İzotropik varyogramlar; a) Erozyon oranı (EO) ve b) Toprak aşınım faktörü (K)

Çizelge 2. Erozyon oranı (EO) ve toprak aşınım faktörü (K) değişimi için seçilen en uygun semivaryogram model ve model parametreleri.

	Nugget, Co	Sill, Co+C	A, m	C/Co+C	r ²	Model
EO	1,60	52,26	2470,0	0,97	0,13	Spherical
K	0,0000041	0,000053	2684,7	0,93	0,29	Gaussian

EO için elde edilen spherical (küresel) varyogram modelinde etki mesafesi 2470,0 m ve K için ise Gaussian (üssel) varyogram modelinde ise 2684,7 m olarak elde edilmiştir. Elde edilen varyogram modelleri ancak etki mesafeleri içerisinde kalmak koşuluyla geçerlidir (Webster ve Oliver, 1992). Bu durumda EO için örnekleme mesafesi olarak 2470,0 m ve K için 2684,7 m olarak alınabilir.

EO için spherical izotropik model ve K için Gaussian izotropik modelleri esas alınarak, çalışma alanında 3x3 m mesafelerde oluşturulan 8881 hücrede EO ve K değerlerini tahmin etmek için Blok Kriging analizi uygulanmıştır. EO ve K için ölçüm ve tahmin değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Erozyon oranı (EO) ve toprak aşınım faktörü (K) için ölçülen ve tahmin edilen değerlere ait bazı tanımlayıcı istatistikler.

Tanımlayıcı istatistik	EO, %		K, t ha ⁻¹ MJ ⁻¹ h mm ⁻¹	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen
Örnek sayısı (n)	67	8881	67	8881
En küçük	3,12	3,80	0,002	0,004
En büyük	36,10	33,40	0,043	0,039
Ortalama	12,44	12,86	0,021	0,020
Standart sapma	7,15	3,08	0,0073	0,0020
Tahmin hataları				
ME		-0,201		-0,0001
RMSs		0,982		0,972

ME, ortalama hata; RMSs, standardize edilmiş hata kareler ortalamasının karekökü

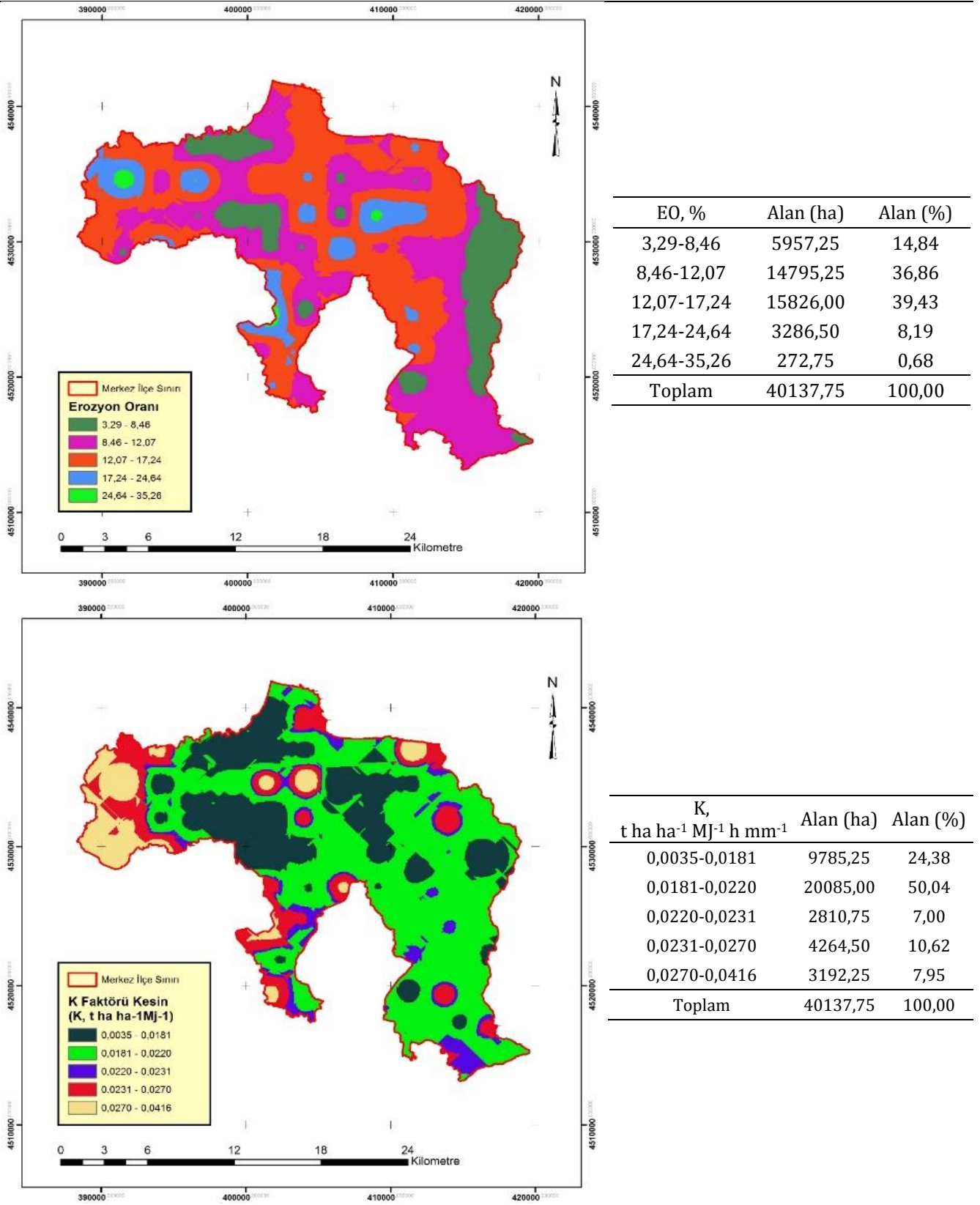
Hem EO için hem de K için analizle bulunan değerlerle, kriging analiziyle tahmin edilen değerler birbirlerine oldukça benzemektedir. Ayrıca tahmin edilen değerlere ait standart sapma değerinin de daha küçük elde edilmesi, EO ve K ölçütünün çalışma alanındaki değişimini ifade etmek üzere seçilen varyogram modellerinin uygun olduğunu göstermektedir (Trangmar ve ark., 1985; Öztaş, 1996). Yine her iki ölçüt için ME değerlerinin sıfıra ve RMSs değerlerinin de bire yakın elde edilmesi (Çizelge 3), kriging ile yapılan tahminlerin güvenilirliğini artırmıştır (Webster ve Oliver, 2001).

Blok Kriging ile elde edilen EO ve K değerleri, bu aşınabilirlik ölçütlerinin çalışma alanındaki uzaysal değişimlerini göstermek amacıyla haritaya aktarılmıştır (Şekil 3).

Şekil 3'den de görüleceği üzere; çalışma arazisindeki topraklardan en düşük EO değerlerine sahip olanları ilçe topraklarının %14,84'ü kadardır. Lal (1988), EO değerleri %10'dan büyük toprakları "aşınabilir" küçük olanları ise "daha az aşınabilir" olarak nitelendirmiştir. Bu sınıflandırma dikkate alındığında; ilçe topraklarının yaklaşık %85'inde aşınabilir nitelikteki topraklar yer almaktadır. Yine çalışma arazisindeki topraklardan en düşük K değerlerine sahip olanları ilçe topraklarının %24,38'i kadardır. Toprak aşınım faktörü (K) değerleri, 0,020 t ha⁻¹ MJ⁻¹ h mm⁻¹ ve daha düşük topraklardaki aşınabilirlik ihmal edilebilir seviyededir (Wischmeier and Smith, 1978). Bu değerlendirmeye göre; ilçe topraklarının %74,38'inde aşınabilirlik düşük seviyede olarak saptanmıştır.

Sonuç

Çalışma alanı toprakları seçilen aşınabilirlik indekslerine göre erozyona karşı nispeten dayanıklı durumdadır. Toprak aşınım faktörüne ait ortalama değer dikkate alındığında; ilçe toprakları "düşük derecede aşınabilir" olarak nitelendirilebilir. Araştırmada kullanılan ölçütlere ilişkin değişim haritaları, birbirleriyle paralellik göstermektedir. Bu durum, erozyona duyarlılığı ortaya koymak üzere geliştirilen ve çalışmada kullanılan ölçütlerin birbirlerini desteklediklerini göstermektedir. Jeostatistiksel teknikler özellikle de Kriging analizi kullanılarak toprakların strüktürel dayanıklılıkları ve erozyona karşı duyarlılıkları hassas ve açık bir şekilde ortaya konulabilir.



Şekil 3. Çalışma alanında EO ve K değişimi.

Bu çalışma; araştırma konusu alan veya benzer nitelikteki alanlarda, seçilebilecek örnekleme stratejilerinin tespit edilmesinde baz olarak alınabilir. Böylesi bir çalışmayla, toprakların değişik amaçlı kullanımlarına karar verme olanakları artırılmış olmaktadır. Ülkemizin önemli fındık yetiştiriciliği yapılan alanlarının yer aldığı Ordu ilinde, fındık örtüsü kesinlikle bozulmamalı ve toprak koruma önlemleri alınmadan toprak işlemeli tarım yapılmamalıdır. Maliyet unsurlarının giderek arttığı Ülkemizde, kısa sürelerde sonuca ulaşılabilir nitelikteki araştırmalar tercih edilir bir hale gelmiştir. Bu bağlamda jeostatistiksel metotlar

yardımla, örnekleme yapılmayan nokta veya alanlarda daha doğru bir şekilde tahmin yapabilmeye avantajı, maliyeti azaltması açısından ayrıca dikkate alınmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışmanın tamamını, AR-1221 numaralı araştırma projesi ile destekleyen Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akalan İ, 1967. Toprak fiziksel özellikleri ve erozyon. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 3-4, 490-503.
- Anonim, 2014. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ORDU>
- Aşkın T, 1997. Ordu İli Topraklarının Strüktürel Dayanıklılığının ve Aşınımına Duyarlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aşkın T, 2002. Toprak Aşınabilirliğinin Topoğrafik Pozisyonla İlişkili Olarak Jeostatistiksel Tekniklerle Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aşkın T, Kızılkaya R, Yılmaz R, Olekhov V, Mudrykh N, Samofalova I, 2012. Soil exchangeable cations: A geostatistical study from Russia. *Eurasian Journal of Soil Science* 1(1): 34 - 39.
- Bryan RB, 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2, 5-25.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:143, Erzurum.
- Gee GW, Bauder JW, 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measured parameters. *Soil Science Society of American Journal* 43, 1004-1007.
- Kacar B, 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları No.3, 89-98.
- Gülser C, Candemir F, Kanel Y, Demirkaya S, 2015. Effect of manure on organic carbon content and fractal dimensions of aggregates. *Eurasian Journal of Soil Science* 4(1): 1 - 5.
- Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z, 2016. Spatial variability of soil physical properties in a cultivated field. *Eurasian Journal of Soil Science* 5(3): 192 - 200.
- Lal R, 1988. Soil erosion research methods. *Soil and Water Conservation Society*, p.141-149.
- Leo WM, 1963. A rapid method for estimating structural stability of soils. *Soil Science*, 96, 342-346.
- Mazllom U, Emami H, Haghnia GH, 2016. Prediction the soil erodibility and sediments load using soil attributes. *Eurasian Journal of Soil Science* 5(3): 201 - 208.
- Ortaş İ, Berkman A, 1997. Bir jeostatistiksel tekniğin toprak hacim ağırlığı ve nem içeriği araştırmalarında kullanım olanaklarının irdelenmesi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry* 21, 523-529.
- Özdemir N, 1987. Iğdır ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
- Öztaş T, 1996. Eğimli bir arazide erozyonla kaybolan toprak derinliğindeki değişimin Kriging analizi ile belirlenmesi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu "Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı", s:327-335, 13-15 Mayıs, Mersin.
- Sönmez K, 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, No:169, 1-192.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manuel. USDA Handbook No:18, Washington, USA.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Adv. Agron.* 38, 45-93.
- Türkmen F, 2011. Ordu İli Topraklarının Jeokimyasal Özellikleri, Genesisi ve Sınıflandırması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ankara.
- Webster R, Oliver MA, 1992. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science*, 43:177-192.
- Webster R, Oliver M, 2001. Geostatistics for Environmental Scientists. John Wiley&Sons, Ltd., Chichester, 271 pp.
- Wilding LP, Dress LR, 1983. Spatial variability and pedology. In L.P Wilding, N.E. Smeck and G.F. Hall (eds.) Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions, p:83-116, Elsevier Science Publishing, New York.
- Wischmeier WH, Smith DD, 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. U.S.D.A. Agriculture Handbook No:557.