



Araştırma Makalesi

**Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması**

Mehmet Selçuk ÇOŞAR<sup>1</sup>, Necat AĞCA<sup>2\*</sup>

**ÖZ**

Bu çalışmada, Erzin ovasındaki bazı toprakların temel özelliklerinin belirlenmesi, bu özelliklerin çalışma alanındaki mekânsal değişim desenlerinin ortaya konulması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile haritalanması amaçlanmıştır. Çalışma alanından 0-30 cm derinlikten toplam 47 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), hava kuru nem içeriği ve kireç analizleri yapılmıştır. Çalışma alanı topraklarında ortalama pH, EC, kireç, organik madde ve nem değerleri sırasıyla 7.56, 357.45  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , % 6.27, %1.67 ve %5.85 olarak belirlenmiştir. Toprak özelliklerinin varyasyon katsayıları (VK) 5.89 (pH) ile 72.14 (EC) arasında değişmiştir. Parametrelerden sadece pH ve OM değerleri normal dağılım göstermiştir. Diğer parametrelere ise logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Parametrelerden pH, EC için Küresel; OM için Üstel; kireç ve nem içerikleri için ise Guassian en uygun yarıvaryogram modeli olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Erzin ovası, Toprak özellikleri, Kriging, Jeostatistik, Coğrafi bilgi sistemleri (CBS)

**Mapping of Spatial Distribution of Some Characteristics of the Soils of the Erzin Plain Using Geographic Information Systems (GIS)**

**ABSTRACT**

In this study, it is aimed to determine the basic properties of some soils in the Erzin plain, to reveal the spatial change patterns of these properties in the study area and to map them with Geographic Information Systems (GIS). A total of 47 soil samples were taken from 0-30 cm depth from the study area. In soil samples; pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), air dry moisture content and lime analyzes were made. The average pH, EC, lime, organic matter and moisture values in the soils of the study area were determined as 7.56, 357.45  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , 6.27%, 1.67% and 5.85% respectively. The coefficients of variation (VK) of soil properties ranged from 5.89 (pH) to 72.14 (EC). Only pH and OM values of the parameters showed normal distribution. Logarithmic transformation was applied to other parameters. Spherical model for pH and EC; Exponential model for OM; Guassian model for lime and moisture content were determined as the most suitable semivariogram model.

**Keywords:** Erzin plain, Soil properties, Kriging, Geostatistics, Geographical information systems (GIS)

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-3726-0346, 0000-0003-4864-844X

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.05.2023

Kabul Tarihi: 28.08.2023

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antakya/HATAY

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antakya/HATAY

\*E-mail: necagca@gmail.com

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

### Giriş

Topraklar tarımsal üretimin en önemli unsurlarından biri olup, aynı zamanda çoğaltılamayan doğal kaynaklardır. Nüfusun sürekli artmasına karşın, bu nüfusu besleyecek olan kültür bitkilerinin hemen hemen tek beslenme ve gelişme ortamı olan toprakları artırma olanağı kalmamıştır. Bu nedenle, artan nüfusu besleyebilmenin tek yolu ise birim alandan alınacak verim miktarını artırmaktır. Topraklardan en yüksek verimi alabilmek için, toprak özelliklerinin iyi düzeyde olması gerekir. Toprak özelliklerinin mekânsal değişiminin belirlenmesi, söz konusu kaynakların sürdürülebilir kullanım ve yönetiminde büyük önem taşımaktadır.

Topraklar heterojen bir yapıya sahiptirler. Bu nedenle, fiziksel ve kimyasal özellikleri hem toprak derinliğine hem de yatay uzaklıklara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Klasik istatistiksel yöntemler, toprakların mekânsal olarak gösterdiği bu değişkenliği belirlemede yetersiz kalmaktadır Turgut ve Öztaş (2012). Diğer yandan, toprak özellikleri ile ilgili bilgi edinmek amacıyla yapılan örnekleme yöntemleri ve analizler hem zaman alıcı, hem de oldukça pahalıdır. Bu nedenle, toprak özelliklerinin yersel olarak önemli ölçüde değişkenliklerin var olup olmadığını belirlemek ve daha detaylı araştırmalar yapmak için, bu konuda yatırım yapmadan önce düşük maliyetli yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Toprak özelliklerinin değişkenliklerin analizinde kullanılan ve sık sık başvurulan önemli yöntemlerin başında mekânsal analiz yöntemleri yer almaktadır (Turgut ve Öztaş, 2012; Karaman ve ark., 2012). Klasik istatistikte, örnek almak için belirlenen noktaların birbirleri ile bağımlı olmadıkları ve örnek ortalamasının popülasyon ortalamasını en iyi şekilde temsil ettiği varsayılır. Oysa mekânsal verilerin analizinde komşu verilerin birbirleri ile ilişkili oldukları düşünüldüğünde, klasik istatistiğin temel varsayımları sağlanamaz (Mardia ve Marshall, 1984). Diğer bir deyişle, birbirlerine yakın olarak örneklenen noktaların kendi aralarında ilişkili ve benzer olmaları olağandır. Arazide süreklilik ve heterojen bir yapı gösteren toprağa ait özelliklerin her noktada ölçülme olanağı olmadığından, mekânsal analizlerin yapılması daha fazla önem

kazanmıştır. Mekânsal analizler ile örnekleme yapılmayan noktalardaki toprak özellikleri enterpolasyon yoluyla belirlenebilmektedir.

Jeostatistik, ölçülen herhangi bir özelliğin mekânsal yapısını ve mekânsal bağımlılığını inceleyen ve sayısallaştıran ve buradan elde edilen ilişkiyi kullanarak anılan özelliğin örneklenmemiş noktalardaki değerlerini tahmin eden uygulamalı istatistiğin bir kolu olarak tanımlanmaktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989). Jeostatistiksel yöntemler iki aşamada uygulanmaktadır. Birinci aşamada, incelenecek olan toprak özelliğinin ölçülen noktaları arasındaki otokorelasyon, yani doğal olarak bulunan mekânsal bağımlılığın derecesi belirlenmektedir. Diğer aşamada ise ileri bir enterpolasyon tekniği kullanılarak, incelenen özelliğin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım deseni belirlenmeye çalışılmaktadır. Yarıvariogramlar yersel bağımlılık derecesinin belirlenmesinde, kriging analizi ise enterpolasyon aşamasında yaygın olarak kullanılan araçlardır (Öztaş, 1995).

Toprak özelliklerinin yersel değişkenliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin haritalanması; toprak ve ürün yönetimi için bir ön koşul olarak görülmektedir. Ayrıca, bu durum arazideki bozulma noktalarının belirlenmesinde de yararlıdır. Topraklardaki besin elementlerinin haritalanması, hassas tarımdaki ilk adımlardan biridir. Çünkü yapılacak olan bu haritalar yersel değişkenliği ölçmekte ve bu değişkenlikleri kontrol etmek için bir temel sağlamaktadır (Denton ve ark., 2017). Uygun olmayan arazi yönetimi uygulamaları nedeniyle toprağın bozulması, arazi verimliliğindeki azalmaların başlıca nedenlerinden birisidir. Tarımsal üretkenlik, gıda güvenliği ve çevresel modelleme için toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliğinin bilinmesi gereklidir (Bhunia ve ark., 2018).

Yönetim ve ıslah gerekliliklerine uygun olarak çalışma alanı toprak örnekleme stratejilerinin ve sahaya özgü yönetim uygulamalarının iyileştirilmesi için, toprak özelliklerinin mekânsal dağılımı olumlu bir şekilde kullanılabilir. Ölçülen toprak fiziko-kimyasal parametrelerinin değişkenliği, gelecekteki planlanmış deneylerin

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

sonuçlarındaki olası anormallikleri açıklamaya yardımcı olacaktır. Ayrıca, havzalardaki toprak değişkenliğine dayalı olarak yeterli gübreleme ve iyi ürün ve/veya toprak yönetiminin uygulanması da önerilmektedir (Javed ve ark., 2021).

Toprak özelliklerinin belirlenmesi ve jeostatistiksel yöntemler ve Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile haritalanması konusunda dünyanın birçok ülkesinde araştırmalar yapılmıştır (Taşova ve Akın 2013; Uysal ve ark. 2016; Bhunia ve ark. 2018; Delbari ve ark. 2019; Javed ve ark., 2021; Demircioğlu ve Ağca 2022; Dinesh ve ark., 2022; Karakaya ve Ağca 2022; Tagore ve ark., 2023).

Bu çalışmada, Erzin ovası topraklarının bazı temel özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin çalışma alanındaki mekânsal değişimi belirlenerek dağılım haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

#### Materyal

#### Çalışma alanı

Yaklaşık 2200 hektarlık bir alan kaplayan çalışma alanı, Hatay'ın Erzin ilçesi sınırları içinde yer almaktadır (36°57'53" ve 36°59'56" K ve 36°07'34" ve 36°12'45" D). Çalışma alanının içinde yer alan Erzin ilçesi, Adana, Osmaniye, Dörtüyük ve İskenderun Körfezi ile çevrilidir (Anonim, 2016). Erzin ovasını doğuda sınırlayan dağlar genellikle çam ormanı ve meşe ağaçları ile kaplıdır. Ovanın doğu kesimlerinde narenciye tarımı ileri düzeydedir. Çalışma alanının hemen hemen tamamı narenciye örtüsü altındadır. Yeraltı suyu kaynaklarından yararlanılması ile birlikte sebzeçilik, pamuk, yerfıstığı ve susam üretimi giderek yaygınlaşmıştır. Özellikle yerfıstığı ve susam ikinci ürün olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2004).

Çalışma alanı yazları sıcak ve kurak, bahar ve kış ayları ise ılık ve yağışlı geçen tipik Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Çalışma alanının yer aldığı Hatay'da yıllık ortalama yağış toplamı

1161.5 mm, ortalama sıcaklık ise 18.3 °C olup, ortalama en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (32.0 °C) en düşük sıcaklık ise Ocak ayında (4.7 °C) kaydedilmiştir. Aylık en yüksek ortalama toplam yağış Ocak ayında (198.9 mm), en düşük ise Temmuz ayında (16 mm) belirlenmiştir (Anonim, 2023).

Erzin ovası doğuda Üst Kretase yaşlı ofiyolitli seri ve kuzeyde genellikle kumtaşı, konglomera ve yer yer marnlardan oluşan Miyosen yaşlı Kuzgun formasyonu ile sınırlanmıştır. Ovaların temelini marn bantları ve mercerleri içeren Pliyosen konglomeraları oluşturmaktadır. Erzin ovasının kuzey ve kuzeybatısında, olivin bazaltlardan oluşan Kuvaterner yaşlı Delihalil formasyonunun yaygın yüzlekleri görülür. (Doyuran, 1982).

#### Yöntem

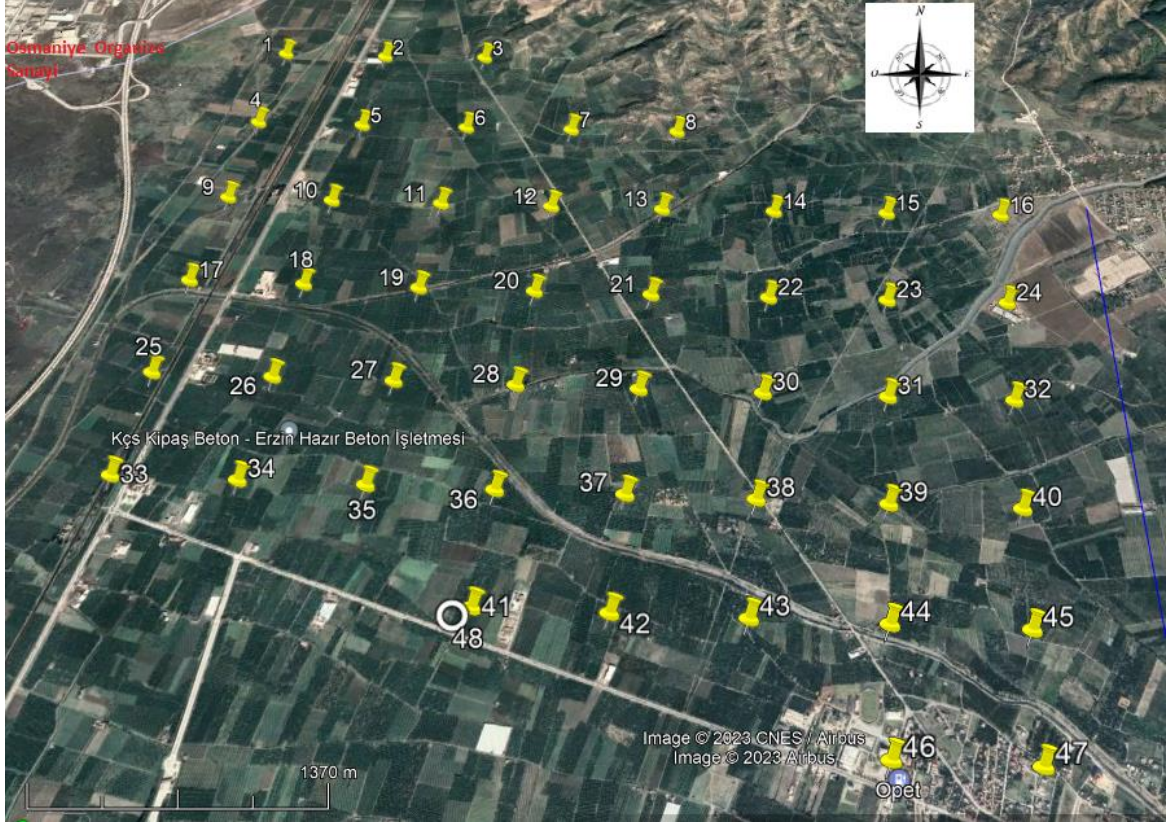
#### Toprak örnekleme ve analizler

Bu çalışmada, çalışma alanı yaklaşık 500 x 500 m boyutlarında gridlere bölünerek, gridlerin kesim noktalarından ve 0-30 derinlikten toplam 47 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır (Şekil 1). Ayrıca, toprak örneklerinin alındığı her noktanın UTM sistemine göre coğrafi koordinatları, küresel konumlama cihazı (GPS) ile belirlenmiştir.

Alınan toprak örnekleri laboratuvarında plastik tavalara serilmiş ve kurutulduktan sonra 2 mm çaplı elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), hava kuru koşullarda içerdikleri nem içeriği ve kireç analizleri yapılmıştır.

Toprakların pH'ları 1/2.5 toprak/su karışımında pH-metre ile EC'leri ise 1/2.5 toprak/su karışımında EC-metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954). OM Walkey-Black yaş yakma yöntemi ile (Allison, 1965), kireç miktarı Allison ve Moode (1965)'e göre, toprakların hava kuru koşullardaki nem içerikleri ise Richard (1954)'e göre belirlenmiştir.

# Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması



Şekil 1. Çalışma alanının konumu ve toprak örneklerinin alındığı noktalar

## İstatistiksel Analizler

Araştırma konusu topraklara ait bütün parametrelerin tanımlayıcı istatistik analizleri (ortalama, en düşük ve en yüksek değerler, standart sapma, varyasyon katsayısı, yatıklık, basıklık vb.) yapılmış ve toprak örneklerine ait

parametrelerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla her bir parametreye ait verilere normalite testi uygulanmıştır (Çizelge 1) (Liu ve ark. 2006). Tüm istatistik analizler için Windows uyumlu SPSS 22 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Toprak özelliklerine ait normalite test sonuçları

Parametre	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk	
	İstatistik	p	İstatistik	*p
pH	0.106	0.200	0.963	<b>0.138*</b>
EC	0.202	0.000	0.749	0.000
Organik madde	0.097	0.200	0.981	<b>0.637*</b>
Kireç	0.170	0.002	0.904	0.001
Nem	0.162	0.003	0.920	0.003

\* P > 0.05 normal dağılım gösteren veriler, \*p < 0.05 normal dağılım göstermeyen veriler

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

### Verilerin modellenmesi ve haritalanması

Topraklar ile ilgili parametrelerin mekânsal dağılımının modellenmesinde, Jeostatistiksel yöntemler kullanılmıştır (Mulla ve McBratney, 2000). Jeostatistik analizler Windows uyumlu GS<sup>+</sup> (sürüm 10) Jeostatistik paket programı ile yapılmıştır (Gamma design, 2008). Toprak özelliklerinin mekânsal dağılım haritalarının oluşturulmasında ise coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Bu kapsamda her bir toprak özelliğinin dağılım haritaları ArcGIS (sürüm 10.6.1) programı ile oluşturulmuştur. Bu programda herhangi bir toprak özelliğinin örneklenen noktadaki değerleri kullanılarak araştırma alanında örneklenmeyen noktalarda tahminler yapmak için ordinary kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır.

Toprak özellikleri ile ilgili parametrelerinin uzaysal bağımlılıklarının değerlendirilmesinde nugget yarıvaryansın (C0) toplam varyansa (C0 + C) oranının yüzdesi kullanılmaktadır. Bu oran %25 veya daha düşük ise uzaysal bağımlılık kuvvetli, %25-75 arasında ise orta, %75'den büyük ise uzaysal bağımlılık zayıf olarak değerlendirilmektedir (Cambardella ve ark., 1994). Ayrıca parametrelerin varyasyon katsayılarının değerlendirilmesinde Zhou ve ark. (2011) kıstasları kullanılmıştır. Bu kıstaslara göre varyasyon katsayısı %10'dan düşük ise değişkenlik düzeyi düşük, %10-100 arasında ise değişkenlik düzeyi orta ve %100'den büyük ise değişkenlik düzeyi yüksektir.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

#### Araştırma konusu toprakların temel özellikleri

Çalışma alanı topraklarının temel özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Toprak örneklerine ait pH analiz değerleri 6.71 (32 nolu örnek) ile 8.46 (11 nolu örnek) arasında ve ortalama değeri ise 7.56 olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının pH değerleri Ülgen ve Yurtseven (1995)'e göre sınıflandırıldığında; %46.8'i nötr (6.5-7.5), %53.2'sinin ise bazik özellikte (7.5-8.5) olduğu belirlenmiştir.

Topraklarda elektriksel iletkenlik (EC) değerleri ise 117  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (11 nolu örnek) ile 1529  $\mu\text{S cm}^{-1}$

<sup>1</sup> (12 nolu örnek) arasında ve ortalama EC değeri 357.45  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olduğu belirlenmiş olup; Richards (1954)'e göre tüm toprakların tuzsuz ( $\text{EC} < 4000 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Benice ve Ağca (2022) tarafından Arsuz ovasında yapılan bir çalışmada, toprakların tuz içerikleri bu çalışmadaki toprakların tuz içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durum büyük olasılıkla, çalışma alanlarının fizyografik yapılarının ve toprak bünyelerinin farklı olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca, Everest ve Özcan (2018)'nin Çanakkale'nin Ezine İlçesinde yaptıkları araştırmada, bütün arazilerde EC değerleri 4000  $\mu\text{S cm}^{-1}$  değerinden daha düşük bulunmuştur. Yine, Erdal ve Doğan (2018)'nin Burdur'da yaptığı çalışmada EC değerlerinin tamamını 2000  $\mu\text{S cm}^{-1}$  altında olduğu ve tuzluluk sorunu bulunmadığını saptamışlardır. Parlak ve ark. (2008) Eceabat (Çanakkale)'ta yaptıkları bir çalışmada; toprakların EC değerlerini 270 ile 980  $\mu\text{S cm}^{-1}$  arasında ve ortalama 490  $\mu\text{S cm}^{-1}$  olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, bu değerlerin topraklarda tuzluluk yönünden herhangi bir sorun oluşturmadığını belirtmişlerdir. Bayar ve ark. (2019), Kırşehir topraklarında tuz içeriğinin %0.007-0.047 arasında değiştiğini ve alanın tamamının tuzsuz olduğunu saptamışlardır. Buna karşın, Çetin ve Eraslan (2015) tarafından Afyonkarahisar'ın Dinar ilçesinin patates ekim alanlarında yapılan bir çalışmada, toprakların %30'unun tuzsuz, %67.15'inin az tuzlu ve %2.85'inin orta tuzlu olduğu belirlenmiştir.

Araştırma konusu toprakların kireç içerikleri %2.20 (33 nolu örnek) ile %15.10 (28 nolu örnek) arasında değişmiş olup, ortalama değer %6.28 olarak saptanmıştır. Çalışma alanı topraklarının kireç içerikleri, sınır değerlerine göre (Ülgen ve Yurtseven, 1995) değerlendirildiğinde; %38.29'unun kireçli, %59.57'sinin orta kireçli ve %2.1'inin fazla kireçli olduğu saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise Bingöl ili Merkez topraklarının kireç içeriklerinin %0.7-9.2 arasında değiştiği saptanmıştır (Ateş ve Turan, 2015).

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı özellikleri

İstatistik	pH	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Kireç (%)	Org madde (%)	Nem (%)
<b>EK</b>	6.71	117.0	2.20	0.39	2.15
<b>EY</b>	8.46	1529.0	15.10	3.15	13.12
<b>Ort.</b>	7.56	357.45	6.27	1.67	5.85
<b>SS</b>	0.446	257.88	2.60	0.67	2.24
<b>VK</b>	5.89	72.14	41.40	40.11	38.29
<b>Yat.</b>	0.05	2.52	1.28	0.18	1.14
<b>Bas.</b>	-1.06	8.50	1.88	-0.67	1.38

EK: en küçük değer, EY: en yüksek değer, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı, Yat.: Yatıklık katsayısı, Bas.: Basıklık katsayısı

Çalışma alanındaki toprakların organik madde içerikleri %0.39 (15 nolu örnek) ile %3.15 (16 nolu örnek) arasında değişmiş olup, ortalama değeri %1.67 olarak saptanmıştır. Sınır değerlerine göre (Ülgen ve Yurtseven, 1995) organik madde içerikleri incelendiğinde; toprakların %14.89'u çok az, %53.19'u az, %29.79'u orta ve %2.1'i iyi miktarda organik madde içerdiği görülmüştür. Everest ve Özcan (2018)'nin Ezine'de yaptıkları çalışmada ise organik madde içerikleri toprakların %5.41'inde çok az, % 43.24'ünde az, % 45.95'inde orta ve %5.41'inde ise iyi düzeyde saptanmıştır. İki çalışma arasındaki bu farklılıklar, büyük olasılıkla, çalışılan toprakların ovanın farklı bölgelerinde olmasından kaynaklanmıştır.

Aritmetik ortalama verilerin dağılımının değerlendirilmesinde tek başına bir ölçüt olarak yeterli değildir. Ortalama ile birlikte standart sapma, varyans, basıklık, yatıklık ve varyasyon katsayısının da hesaplanarak değerlendirmeye alınması gerekmektedir. Özden ve ark. (2020)'a göre yatıklık normal dağılım simetrikliğinin bozulma derecesi olarak bilinmektedir. Bunun yanı sıra araştırmalarda standart sapma ile varyasyon katsayısı değerleri aynı birim olduğundan genellikle standart sapma değerleri kullanılmaktadır. Standart sapma değeri ne kadar yüksek ise verilerin arasındaki değerlerinde yüksek

değişkenlikte olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, farklı özelliklere ilişkin değişkenliğin kıyaslanmasında standart sapmanın aritmetik ortalamaya oranlanması ile hesaplanan varyasyon katsayısının (VK) kullanılması daha mantıklı sonuçlar vermektedir (Gürel, 2020). Bu çalışmada toprakların temel özellikleri içerisinde varyasyon katsayısı (VK) değeri en düşük olanın pH (%5.89) en yüksek olanın ise EC miktarı (%72.14) olduğu belirlenmiştir. pH değerlerini %38.29 VK değeri ile nem değerlerinin izlediği görülmektedir. Parametrelerin VK değerleri ne kadar küçükse, o özelliğin araştırma alanındaki dağılımı da o kadar homojen; ne kadar büyükse, araştırılan özelliğin heterojen yapı göstererek üniform dağılım göstermediği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada en düşük VK değerinin pH değerlerinde olması, çalışma alanının pH değerleri açısından homojen bir dağılım gösterdiğini belirtmektedir. Budak ve ark. (2018) ve Tagore ve ark. (2023) da bu konuda benzer sonuçlar bulmuşlardır.

### Toprak özelliklerinin yersel dağılımının modellenmesi ve haritalanması

Toprakların özellikleri ve besin elementleri ile ilgili parametrelerin yersel dağılımının modellenmesinde Windows uyumlu GS<sup>+</sup> (sürüm 10) Jeostatistik paket programı kullanılmıştır. Bu program ile her bir parametrenin yarıvaryogram grafiği oluşturulmuş ve bu

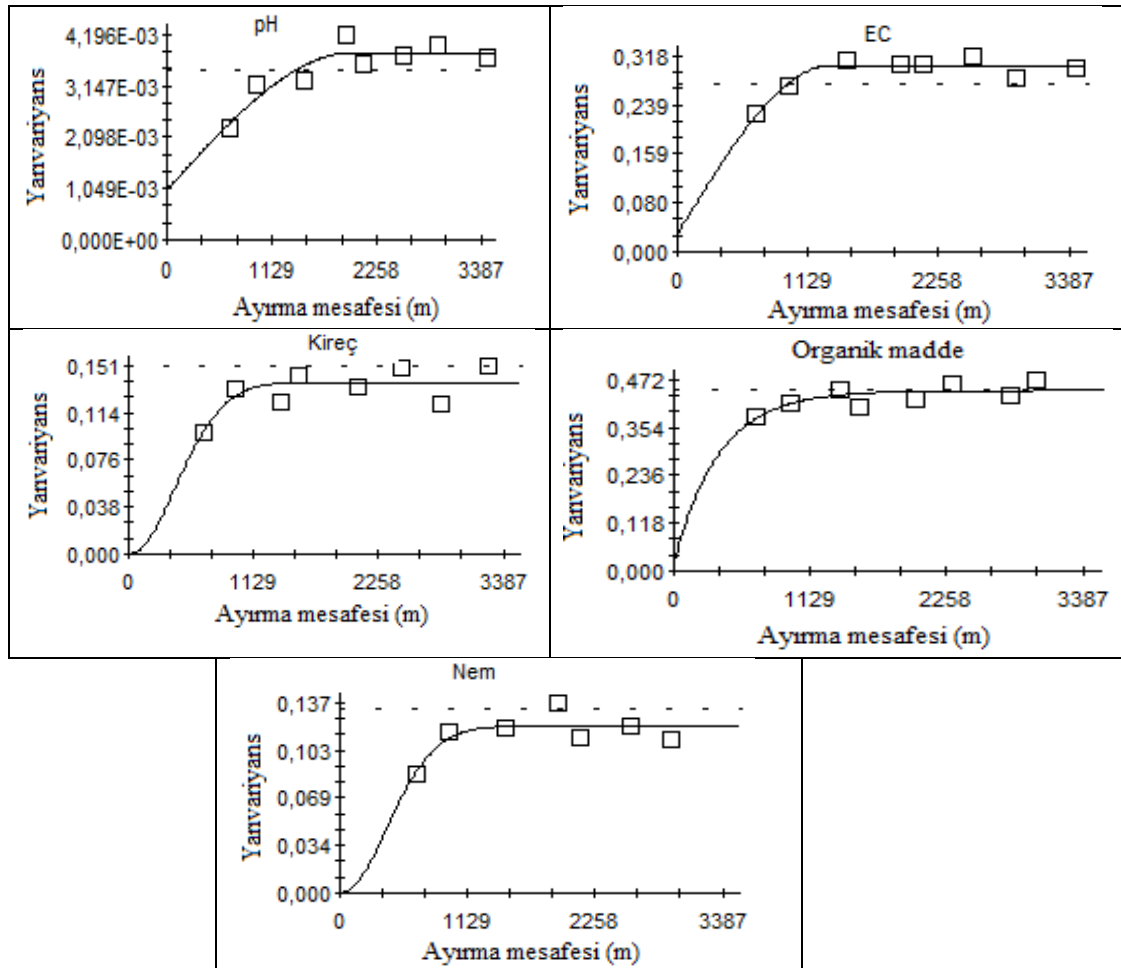
## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

grafığın parametreleri belirlenmiştir. Sonra oluşturulan bu yarıvariogramın parametreleri kullanılarak bir CBS programı olan ArcGIS (sürüm 10.6.1) programı ile her bir toprak özelliğinin çalışma alanındaki dağılım haritaları oluşturulmuştur. Bu programda haritalar oluşturulurken ordinary kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. En uygun yarıvariogram modelini belirlemek amacıyla tüm parametreler için aktif ayırma uzaklıkları 3387 m olarak alınmıştır. Ayrıca, en uygun yarıvariogram modelini oluşturmak için, EC hariç, diğer parametrelerin tüm verileri değerlendirmeye dâhil edilmiştir. EC’de ise 12 nolu örneğin değerleri değerlendirmeye alınmamıştır.

Toprakların pH ve organik madde içeriklerinin, yatıklık değerlerinin düşük (Çizelge 2) olması ve

normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) de normal dağılım göstermesi (Çizelge 1) nedenleriyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere herhangi bir dönüşüm uygulanmazken; kireç, EC ve hava kuru nem içeriklerine ait veri setlerine ise yatıklık değerlerinin yüksek olması (Çizelge 2) ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal olmayan dağılım göstermemesi (Çizelge 1) nedenleriyle, veri setlerine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Srinivasan ve ark. (2022) da yaptıkları çalışmada, EC değerleri için yatıklık değerlerini oldukça yüksek (4.47) olarak belirlemişlerdir.

En uygun yarıvariogram modeli, pH ve EC için küresel, OM için üstel, kireç ve nem içerikleri için ise Guassian olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3)



Şekil 2. Toprak özelliklerine ait yarıvariogram grafikleri

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

Çizelge 3. Toprak özelliklerine ait yarıvaryogram parametreleri

Özellik	Model	A <sub>0</sub> (m)	Nugget (C <sub>0</sub> )	Sill (C <sub>0</sub> +C)	Nugget/Sill *100	R <sup>2</sup>
pH	Küresel	2007	1.021x10 <sup>-3</sup>	3.832 x10 <sup>-3</sup>	26.64	0.838
EC	Küresel	1329	0.0291	0.3032	9.60	0.879
Kireç	Gaussian	606	0.0001	0.1382	0.07	0.585
OM	Üstel	375	0.023	0.446	5.16	0.579
Nem	Gaussian	595	0.0002	0.1204	0.17	0.668

### pH

Toprakların pH değerleri için en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 398 m olarak alınmıştır. Toprak pH'sı için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel (Spherical) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Tagore ve ark. (2023) ise pH değeri için en uygun yarıvaryogram modelini Exponential olarak belirlemişlerdir. Toprakların pH değerleri için yersel otokorelasyon aralığı (A<sub>0</sub> değeri) 2007 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının pH değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Denton ve ark. (2017) ise pH değerleri için yersel bağımlılık düzeyini yüzey toprağı için orta, yüzey altı toprağı için ise kuvvetli düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

Toprakların pH değerlerinin dağılımı incelendiğinde reaksiyonlarının batı, güney ve kuzeydoğu bölgelerinde bazik, batı bölgesinin iç kısımlarından itibaren doğuya doğru nötr olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3).

### Elektriksel iletkenlik (EC)

Toprakların EC değerleri için, en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 398 m olarak alınmıştır. EC değerleri için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel (Spherical) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Khan ve ark. (2021) tarafından da bu konuda benzer sonuçlar bulunmuştur. Toprakların EC değerleri için yersel otokorelasyon aralığı (A<sub>0</sub> değeri)

1329 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Toprakların EC değerlerinin dağılımına bakıldığında, alanın tamamında EC değerlerinin tuzluluk sınırının (4000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) altında olduğu görülmektedir. Alanda en fazla rastlanan EC değerlerinin ise 0-600  $\mu\text{S cm}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek EC değerleri ise çalışma alanının orta kesimlerindeki yerel bir alanda olduğu görülmüştür (Şekil 3).

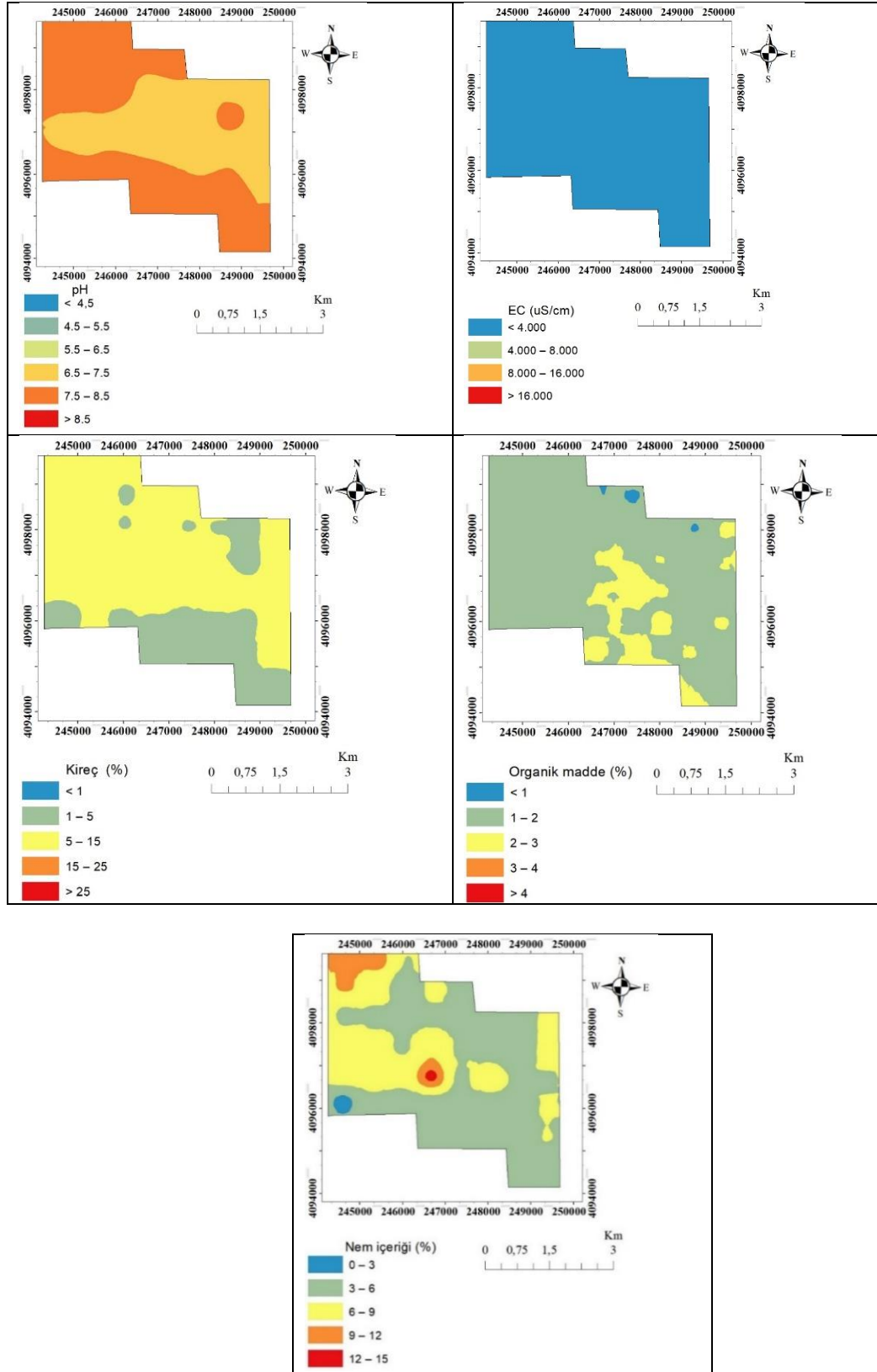
### Kireç

Toprakların kireç içerikleri için, en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla; ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 382 m olarak alınmıştır. Kireç içerikleri için en uygun yarıvaryogram modeli ise Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Toprakların kireç içerikleri için yersel otokorelasyon aralığı (A<sub>0</sub> değeri) 606 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının kireç değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlığın orta kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanının kuzey bölgesinde, batı bölgesinde, iç kesimlerde ve doğu kısmının büyük bir bölümünde kireç miktarı orta düzeydedir. Bölgede kireç miktarı güney kısımlarda daha yoğun olmak üzere, orta kısımlarda ve kuzey kısımlarının küçük bir bölümünde kireçli olarak görülmektedir (Şekil 3). Çalışma alanı topraklarında en fazla görülen kireç içeriği %5-15 arasında değişmiştir.



## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması



Şekil 3. Toprak özelliklerinin çalışma alanındaki dağılım haritaları

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

### Organik madde (OM)

Organik madde içerikleri için en uygun yarivariyogram modelini belirlemek amacıyla; ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 359 m olarak alınmış ve en uygun yarivariyogram modeli Üstel (Exponential) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Organik madde içerikleri için yersel otokorelasyon aralığı ( $A_0$  değeri) 375 m olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının organik madde değerlerinde, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlılığın orta kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bölgede organik madde miktarı çoğunlukla düşük düzeydedir. Bölgenin kuzey kısmındaki birkaç yerel bölgede ise organik madde miktarı çok az düzeyde olduğu görülmektedir. Alanın güney ve iç kısımlarda ise organik madde miktarı orta düzeydedir (Şekil 3).

### Hava kuru nem içeriği

Toprakların nem içerikleri için en uygun yarivariyogram modelini belirlemek için; ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 403 m olarak alınmış ve en uygun yarivariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). Toprakların nem içerikleri için yersel otokorelasyon aralığı ( $A_0$  değeri) 595 m olarak belirlenmiştir. Nem içeriklerinin, nugget/sill oranına göre, yersel bağımlılığın kuvvetli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Toprakların nem içeriği haritası incelendiğinde (Şekil 3), nem içeriğinin alanın kuzey batı ve orta kesimlerdeki belirli alanlarda yüksek, güney kesimindeki küçük bir alanda ise en düşük olduğu görülmektedir. Çalışma alanında en yaygın olarak görülen nem içeriği % 3-6 arasında olup, bunu % 6-9 arasındaki nem içerikleri izlemektedir.

### Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Erzin ovasının yoğun olarak turuncuğil yetiştiriciliği yapılan bir bölümünde toprakların temel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, toprakların belirlenen özelliklerinin çalışma alanındaki dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma alanındaki toprakların yarısı nötr, yarısı ise bazik karakterli olup, tamamında EC değerleri tuzlu topraklar için sınır değer olan  $4000 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'in altındadır. Bu sonuçlar

topraklarda tuzluluk ve alkalilik ile ilgili herhangi bir sorunun olmadığını göstermektedir.

Toprakların sadece %2'sinde organik madde içeriği yeterli düzeyde iken, çoğunda kireç içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar toprakların önemli bir kısmında organik madde yetersizliği sorunu olduğunu göstermektedir. Organik madde içeriği düşük olan alanlara organik gübreler uygulanmalıdır. Ancak bunların hangi oranlarda verileceği daha sonra yapılacak detaylı çalışmalarla belirlenmelidir. Ayrıca kireç içeriklerinin yüksek olması nedeniyle bu topraklara asit içerikli gübreler uygulanmalıdır.

Bu çalışmada toprakların temel özellikleri içerisinde varyasyon katsayısı (VK) değeri en düşük olanın pH (%5.89), en yüksek olanın ise EC değerlerinde (%72.14) olduğu belirlenmiştir. pH değerlerini %38.29 VK değeri ile nem değerlerinin izlediği görülmektedir. Parametrelerin VK değerleri ne kadar küçükse, o özelliğin araştırma alanındaki dağılımı da o kadar homojen; ne kadar büyükse, araştırılan özelliğin çalışma alanındaki dağılımı heterojen yapı göstererek, üniform dağılım göstermemektedir. Bu çalışmada en düşük VK değerinin pH değerlerinde olması, çalışma alanında pH değerlerinin çok homojen bir dağılım gösterdiğini belirtmektedir.

Parametreler için belirlenen etki aralığı ( $A_0$ ) değerleri 375 ile 2007 m gibi çok geniş sınırlar içinde değişmiştir. Etki aralığı örnekleme noktaları arasındaki otokorelasyonun etkili olabileceği maksimum uzaklığı belirtmektedir. Etki aralığı değerleri aynı zamanda o özellik için alınması gereken maksimum örnekleme aralığını da göstermektedir. Örneğin organik madde içeriği için bu değer 375 m olarak hesaplanmıştır. Bu değer, organik madde analizi için yapılacak bir örneklemede maksimum örnekleme aralıklarının 375 m olabileceğini belirtmektedir. Kireç, OM ve nem içeriği için oldukça düşük (375-606 m) iken, diğer parametreler için daha yüksektir (1329 ve 2007 m). Burada maksimum örnekleme aralığını belirleyecek olan en düşük  $A_0$  (375 m) değeridir. Bundan sonra bölgede yapılacak çalışmalarda, ya en düşük  $A_0$  değerine göre, ya da iki farklı örnekleme aralığı belirlenerek örnek alınmalıdır.

# Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

## Teşekkür

Bu makale, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 21.YL.048 nolu proje ile desteklenen Mehmet Selçuk COŞAR'ın Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır. BAP koordinatörlüğüne maddi destekleri nedeniyle teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Allison, L.E. (1965). Organic carbon. (C.A. Black, Editör). Methods of Soil Analysis. Part 2. Amer. Soc. Agric. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Allison, L.E., Moode, C.D. (1965). Carbonate. (C.A. Black, Editör). Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy Series. No. 9, ASA. 1379-1396, Wisconsin.
- Anonim, (2004). Hatay ili tarımsal master planı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı Hatay Tarım İl Müdürlüğü. 232 s. Hatay.
- Anonim, (2016). Rakamlarla Hatay tarım kimliği. Hatay Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü.
- Anonim, (2023). Hatay ili iklim verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=HATAY> (Erişim tarihi: 14.01.2023).
- Ateş, K., Turan, V. (2015). Bingöl ili merkez ilçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve verimlilik düzeyleri. Turk J Agric Res, 2: 108-113.
- Benice A., Ağca N., (2022). Arsuz Ovası Topraklarının Tuzluluk ile İlgili Özelliklerinin İncelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5(3): 1419-1437.
- Bayar, A.A. A., Çınarlı, M., Güven, B.G. (2019). Kırşehir ilindeki bazı tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6(4):636-647.
- Bhunja, G., S., Shit, P., K., Chattopadhyay, R., (2018). Assessment of spatial variability of soil properties using geostatistical approach of Lateritic soil (West Bengal, India). Annals of Agrarian Science, 16: 436-443.
- Budak, M., Günal, H., Çelik, İ., Acir, N., Sırrı, M. (2018). Dicle Havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeostatistik ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve haritalanması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(2): 103-115. DOI: 10.19159/tutad.361237.
- Cambardella CA, Moorman TB, Parkin TB, Karlen DL, Novak JM, Turco RF, Konopka AE (1994). Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci Soc Am Jb. 58:1501-1511
- Çetin, E., Eraslan, F. (2015). Afyonkarahisar ili Dinar ilçesi patates ekim alanlarında toprakların verimliliği ve bitkilerin beslenme durumlarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (2):135-145.
- Delbari, M., Afrasian, P., Gharabaghi, B., Amiri, M., Salehian, A. (2019). Spatial variability analysis and mapping of soil physical and chemical attributes in a salt-affected soil. Arabian Journal of Geosciences, 12: 68. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4207-x>
- Demircioğlu, M., Ağca, N. (2022). Arsuz ovası topraklarının temel özelliklerinin yersel dağılımının jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(3): 1494-1513
- Denton, O.A., Aduramigba-Modupe, V.O., Ojo, A.O., Adeyolanu, O.D., Are, K.S., Adelana, A.O., Oyedele, A.O., Adetayo, A.O., Oke, A.O. (2017). Assessment of spatial variability and mapping of soil properties for sustainable agricultural production using geographic information system techniques (GIS). Cogent Food & Agriculture, 3:1, 1279366, DOI:10.1080/23311932.2017.1279366
- Dinesh, Kumar, P., Bhardwaj, K. K., Gill, A. Anurag. (2022). Spatial distribution of nutrients in research farm, department of soil science, CCS HAU Hisar, Haryana.

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

- International Journal of Plant & Soil Science, 34 (22): 1546-1554.
- Doyuran, V.(1982). Erzin ve Dörttyol ovalarının jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 25: 151 – 160.
- Erdal, İ., Doğan, A. (2018). Burdur ili tahıl yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının belirlenmesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6 (1): 39-45.
- Everest, T., Özcan, H. (2018). Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5 (4): 589-603.
- Gamma Design, (2008). Geostatistics for the Environmental Sciences. Plainwell,, Michigan, USA.
- Gürel, F. (2020). Uludağ göknarı ve uludağ göknarı-sarıçam meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Çankırı.
- Isaaks, H.E., Srivastava, R.M. (1989). Applied geostatistics. Oxford University press, Inc. 561 p.
- Javed, A., Bhat, S.N., Yadav, R. and Wani, M.A. 2021. Spatial variability of physical and chemical properties in Northern Himalayas of Kashmir Province. International Journal of Plant & Soil Science, 33 (17): 193-202.
- Karakaya, Y., Ağca, N. (2022). Sarıseki-Dörttyol arasında yer alan tarım arazilerinde temel toprak özelliklerinin yersel dağılımının modellenmesi ve haritalanması. Proceedings of 5<sup>th</sup> International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (November 23-25, 2022). S.1464-172. Ankara.
- Karaman, M.R., Susam, T., Turan, M., Tutar, A., Sahin, S. (2012). Çilek tarımı yapılan arazide uzaysal doğal organik madde değişimlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 1:197-205.
- Khan, Md. Z., Islam, Md. R., Salam, A.B.A., Ray, T. (2021). Spatial variability and geostatistical analysis of soil properties in the diversified cropping regions of bangladesh using geographic information system techniques. Applied and Environmental Soil Science. Article ID 6639180, 19 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/6639180>
- Liu, D., Wang, Z., Zhang, B., Song, K., Li, X., Li, J., Li, F., Duan H. (2006). Spatial distribution of soil organic carbon and analysis of related factors in croplands of the black soil region. Northeast China. Agric.Ecosyst. Environ., 113: 73-81.
- Mardia, K.V., Marshall, R.J. (1984). Maximum likelihood estimation of models for residual covariance in spatial regression. Biometrika, 71(1):135-146.
- Mulla, D. J., McBratney, A.B. (2000). Soil spatial variability. In: handbook of soil science. (Malcom E. Summer, Editör) CRS Pres. A321-A351.
- Özden, N., Uslu, İ., Sökmen, Ö., Metinoğlu, F., (2020). İzmir ili tarım topraklarının verimlilik durumları ile mikroelement kapsamalarının belirlenerek haritalanması. Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: 31- 40.
- Öztaş, T. (1995). Jeostatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulanışı. İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Bildiriler kitabı. I:271-280, Ankara.
- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ., Koparan, H. (2008). Eceabat ilçesi (Çanakkale) tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (4): 394-400.
- Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agriculture Handbook. No: 60.
- Srinivasan, R., Shashi Kumar, B. N., Singh, S. K. (2022). Mapping of soil nutrient variability and delineating site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in Eastern Coastal Region, India. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 50 (3):533–547. <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01473-9>
- Tagore, G. S., Sethy, S. K., Kulhare, P., S. Sharma, G.D. (2023). Characterization of Spatial Variability of Micro Nutrients in

## Erzin Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Yersel Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Haritalanması

- Soils: Classical Vs. Geo-Statistical Approach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54 (4): 472–487. <https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2118292>.
- Taşova, H., Akın, A. (2013). Marmara bölgesi topraklarının bitki besin maddesi kapsamının belirlenmesi, veri tabanının oluşturulması ve haritalanması. *Topraksu Dergisi*, 2 (2): 83-95.
- Turgut, B., Öztaş, T. (2012). Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7 (2):10-22.
- Uysal, E., Albayrak, B., Kayalı, F., Karakoç, A., Bıyıklı, M., Daş, Ö.B. (2016) Armutlu yöresinde yetiştirilen zeytinliklerde verim ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, TARGİD Özel Sayı: 19-31.
- Ülgen, N., Yurtsever, N. (1995). Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (4. Baskı). TC Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s. 209-230. Ankara.
- Zhou Z., Zhang, G., Yan, M., Wang, J. (2011) Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China. *Environ Monit Assess.* doi:10.1007/s10661-011-2217-1