



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



Tahıl yetiştirilen toprakların bazı özelliklerinin farklı enterpolasyon yöntemleri ile dağılım durumlarının değerlendirilmesi

 Gafur Gözükara*

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

Özet

Enterpolasyon yöntemi toprak biliminde toprak özelliklerinin konumsal dağılımlarının belirlenmesinde yoğun iş gücü ve maliyet gerektiren geleneksel metotlara kıyasla daha az iş gücü ve maliyet gerektiren bir yöntemdir. Bu çalışmanın amacı, i-) Eskişehir’de ağırlıklı olarak tahıl yapılan arazilerde dağılım gösteren toprakların (10 ha) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve ii-) bu özelliklere ait konumsal dağılımlarının haritaları için farklı semivaryogram modelleriyle (Spherical, Exponential ve Gaussian) Kriging (ordinary, simple ve Universal) ve ters mesafe komşuluk benzerliği (IDW) (1, 2 ve 3 farklı güç seviyeleri) enterpolasyon modellerinin karşılaştırılmasıdır. Enterpolasyon modellerinin başarı performansları hata kareler ortalaması karekökü (RMSE) parametresi kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında 0-30 cm derinlikten grid örnekleme modeli (35 m*35 m) ile toplam 80 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde EC, pH, organik madde (OM) ve kireç (CaCO₃) ve tekstür (kum, silt ve kil) analizleri yapılmıştır. Çalışma alanı içerisindeki topraklarda pH genellikle 7.95-8.40, EC 0.33-1.24 dS m⁻¹, OM %0.86-3.62, kireç (CaCO₃) içeriği %2.02-12.99, kum %31-56-52.34, silt %24.82-41.68 ve kil %13.98-42.16 içerikleri arasında değiştikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, her bir toprak özelliğinin dağılım haritalarının oluşturulması için Ordinary ve Universal kriging enterpolasyon tekniği ve Exponential semivaryogram modelinin en başarılı tahmin performansına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tahıl ekiminde önemli bir potansiyele sahip olan Eskişehir yöresinde araştırma sahasında arazi kullanım planlaması, tür-çeşit seçimi ve gübreleme aşamalarında toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Böylece bitkisel üretimde verimli ve kaliteli ürünlerin yetiştirilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, alüviyal arazi, grid örnekleme, jeostatistik, toprak özellikleri.

Evaluation of some soil characteristics of grain cultivated soils with different interpolation methods

Abstract

Interpolation approach is a method that requires less labor and cost compared to traditional methods that require intensive labor and cost in determining the spatial distributions of soil properties in soil science. In this study, it was aimed to i-) determine some of the physical and chemical properties of the soils where mainly grain cultivated in Eskişehir and ii-) compare different interpolation methods such as kriging with semivariogram models (Spherical, Exponential, and Gaussian) and inverse Distance Weighting (IDW) with different power levels (1, 2, and 3) for maps of spatial distribution. The prediction performance of interpolation methods were tested using root mean square error (RMSE) parameter. Within the scope of the research, a total of 80 soil samples were taken from 0-30 cm depth using grid sampling model (35 m*35 m). The EC, pH, organic matter (OM) and lime (CaCO₃) and texture (sand, silt and clay) analyzes were made in soil samples. Soils in the study area were determined generally pH 7.95-8.40, EC 0.33-1.24 dS m⁻¹, OM 0.86-3.62%, CaCO₃ 2.02-12.99%, sand 31.56-52.34%, silt 24.82-41.68%, and clay 13.98-42.16% were changed. As a result of the research, it was determined that the Ordinary and Universal kriging interpolation technique and the Exponential semivariogram model had the most successful prediction performance for distribution maps of each soil properties. Moreover, the physical and chemical properties of the soils should definitely be taken into account in land use planning, species-variety selection and fertilization stages within the research area in Eskişehir region, which has an important potential in grain cultivation. Thus, it is predicted that it will contribute to the cultivation of efficient and quality products in plant production.

Keywords: Eskişehir, alluvial land, grid sampling, geostatistics, soil properties.

© 2021 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Tel. : 0554 603 6069

E-posta : ggozukurara@ogu.edu.tr

Makale Türü: **ARAŞTIRMA MAKALESİ**

Geliş Tarihi : 05 Ekim 2021

Kabul Tarihi : 24 Kasım 2021

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.1004763

Giriş

Doğal kaynakların sürdürülebilir ve verimli kullanımı ülkelerin gıda güvenliğini koruyabilmesinin ön koşuludur. Toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir ve verimli kullanımı ise tarımsal faaliyetlerin garanti altına alınmasıdır. Özellikle gıda güvenliği yönünden kıt ve kıymetli doğal kaynaklar sınıfında yer almakta olan “topraklar” aynı zamanda içme ve kullanma sularının oluşumundan ve devamlılığında da sorumludurlar. Ülkemiz, iklim, topoğrafya, ana materyal, bio çeşitlilik ve ekolojik bölgeleri ile tarımsal potansiyeli yüksek toprak çeşitliliğine sahipti. Bununla birlikte eğim ve erozyon (Eraslan ve ark., 2017; Celilov ve Dengiz, 2019), hatalı arazi kullanımı (Gözükara ve ark., 2019) ve tuzluluk (Bilgili ve ark., 2011; Gözükara ve ark., 2020) gibi bir çok kısıtlayıcı faktörlerin etkisinde oluşan ve gelişen topraklarımız da bulunmaktadır. Bu nedenle, verimli toprakların sürdürülebilir olması ve kısıtlayıcı faktörleri bulunan toprakların da doğru ve sürdürülebilir kullanılması çok daha büyük önem arz etmektedir. Doğru ve sürdürülebilir arazi kullanımı ise sadece ilgili alana ait verilerin varlığı ve doğruluğu ile mümkün olabilir.

Araştırmalar sonucunda Türkiye'nin topoğrafik, jeolojik, jeomorfolojik, iklim ve bitki örtüsü özellikleri nedeniyle farklı bölgelerinde farklı karakterde ve yeteneklerde topraklar bulunduğu belirlenmiştir (Sarı ve ark., 2009; Tunçay ve Bayramın, 2010; Bilgili ve ark., 2011; Dengiz ve Gülser, 2014; Özyazıcı ve ark., 2014; Altunbaş ve ark., 2020). Oluşumları için binlerce yılın geçmesi gereken doğal kaynakların en önemlilerinden birisi olan topraklar, başta ekosistem dengelerinin korunması olmak üzere özellikle içme suyu ve tarımsal üretim açısından halen kritik ve vazgeçilmez bir yere ve öneme sahiptir. Arazi kullanımında yapılacak olan hatalar ise kıt ve kıymetli doğal kaynaklardan birisi olan toprakların özellikleri ve üretkenlikleri oldukça kısa sürelerde dahi kaybetmesine neden olabilecektir. Bu nedenle, hala kritik ve kilit yaşamsal öneme sahip olan toprakların özelliklerinin alansal ve konumsal dağılımlarına göre amenajman tekniklerine maruz kalmaları toprakların akılcı ve sürdürülebilir kullanımına olanak sağlayacaktır. Modern teknik ve teknolojinin giderek arttığı günümüzde dahi toprak özelliklerinin belirlenmesi genel olarak uzman tecrübesi, zaman, maliyet ve çoğu yurtdışından ithal edilen kimyasal malzemelere dayalı ve çevreye daha az duyarlı geleneksel fiziksel ve kimyasal analiz metotları ve yöntemleri doğrultusunda yapılmaktadır (Gözükara, 2021). Toprak oluşumu ile ilgili prosesler çok kısa mesafelerde bile değişkenlik gösterebildiği için toprak yüzeyindeki toprak özelliklerinde de mekânsal farklılıklar meydana gelmektedir (Aşkın ve ark., 2016; Şimşek ve ark., 2020a; Zhang ve Hartemink, 2021; Chatterjee ve ark., 2021). Bu farklılıkların neler olduğunun bilimsel ve teknik esaslar kapsamında ve sistematik olarak tespit edilmesi, toprakların ideal kullanım şekillerine karar verilmesi ve/veya seçilen kullanım şekillerinin doğaya ve doğal kaynaklara zarar verip vermeyeceğinin belirlenebilmesi yönlerinden büyük önem arz etmektedir. Arazilerin heterojen bir yapıya sahip olması ve toprakların özellikler arasında değişim aralığını yüksek seviyelerde olmasından dolayı kısa mesafelerdeki bu değişkenlik tarımsal üretim potansiyeli için oldukça önemlidir.

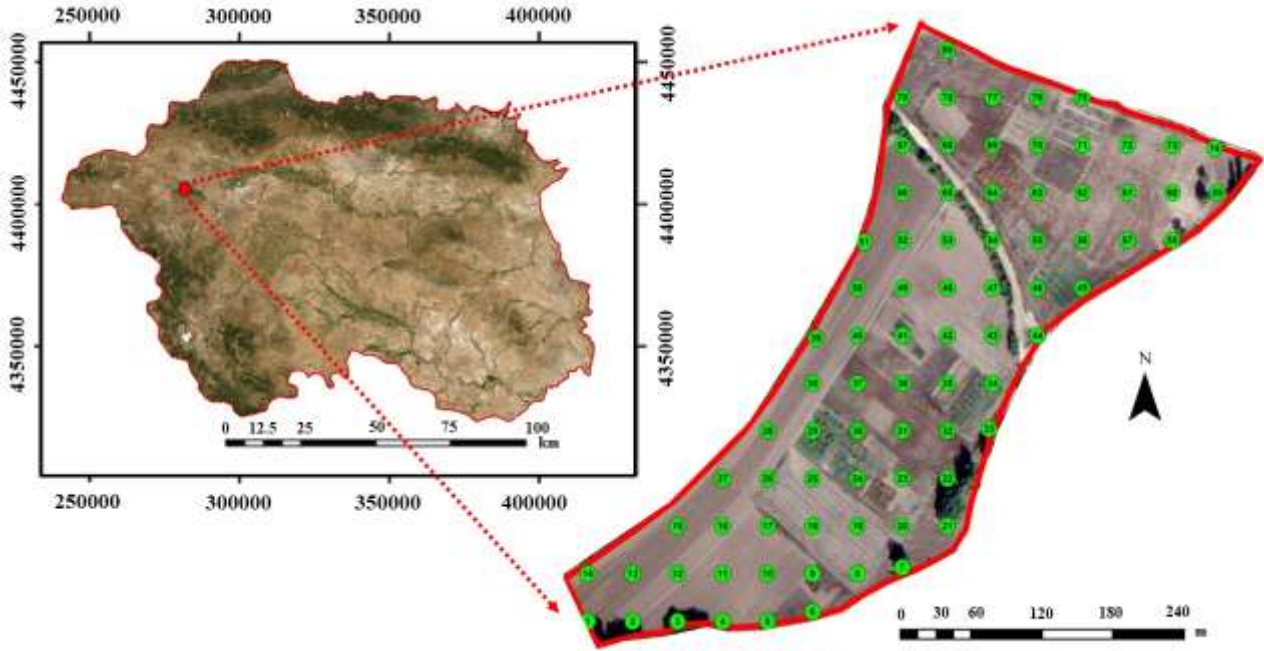
Diğer arazilerde olduğu gibi Alüviyal araziler de heterojen bir yapıya sahip olmasına bağlı olarak toprak özellikleri arasında değişimin (varyasyonun) yüksek olmasından dolayı kısa mesafelerde dahi tarımsal potansiyeli ciddi oranda etkileyecek potansiyele sahiptir. Bu faktörlerin etkisi altında heterojen toprakların özelliklerinin belirlenmesinde daha fazla toprak örneklemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesini amaçlayan bir alanda oldukça fazla toprak örneklemesinin yapılması ne uygulanabilir nede ekonomik bir yaklaşım değildir. Bu nedenle belirli aralıklar ile alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini farklı enterpolasyon metotları kullanılarak toprak örneği alınmayan alanların özelliklerini yüksek doğrulukla tahmin edilmesi daha ekonomik ve akılcı bir yaklaşımdır. Dolayısıyla enterpolasyon metotları kullanılarak yüksek doğruluk oranı ile toprak özelliklerinin tahmin edilerek haritalandırılması geçmişten günümüze kadar artış göstermektedir (Özyazıcı ve ark., 2016; Tunçay ve ark., 2018; Dengiz ve ark., 2019; Aydın ve Dengiz, 2019; Arslan 2012; Arslan 2014; Bayat ve ark., 2013; Celilov ve Dengiz, 2019; Alaboz ve ark., 2020; Şimşek ve ark., 2020b).

Bu çalışmanın amacı, i-) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği sınırları içerisinde ağırlıklı olarak tahıl yetiştirilen toprakların (10 ha) bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve ii-) konumsal dağılımlarının haritaları için farklı semivaryogram modelleri ile (Küresel, Üssel ve Gaussian) Kriging (ordinary, simple ve Universal) ve ters mesafe komşuluk benzerliği (IDW) (1, 2 ve 3 farklı güç seviyeleri) enterpolasyon modellerini karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı

Araştırma alanı olarak Eskişehir ili Odunpazarı ilçesi sınırlarında 4403590.85 – 4403896.85 K enlemleri ve 283554.74 – 284125.68 D boylamları (WGS-84, UTM-m, 36 Zon) arasında yer almaktadır (Şekil 1). Aynı zamanda araştırma alanı olarak Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çiftlik arazileri sınırları içerisinde bulunan ağırlıklı olarak tahıl yetiştirilen araziler seçilmiştir. Araştırma alanında ağırlıklı olarak buğday yetiştirilmekte olup araştırma alanı yaklaşık olarak 10 ha arazi büyüklüğündedir. Araştırma alanı iklim özellikleri kışları sert ve kar yağışlı yazları ise sıcak ve kuraktır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2018 yılı verilerine göre toplam yağış 522.2 mm, ortalama sıcaklık 13.6 °C ve ortalama nispi nem %78.3 olduğu belirlenmiştir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) verilerine göre, araştırmaya konu olan topraklar Kuvaterner dönemi oluşmuş ve alüvyal ana materyaller üzerinde gelişimini sürdürmektedir. Araştırma alanı düz düze yakın eğimde ve deniz seviyesinden 795-797 m arasında değişen yükseklikte bulunmaktadır. Araştırma alanı xeric nem rejiminde ve mesic sıcaklık rejiminde bulunmaktadır (Soil Survey Staff, 2014).



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu ve grid örnekleme (35 m*35 m) noktalarının araştırma alanındaki dağılımı (Yeşil noktalar grid örnekleme modeline göre toprak örneği alınan noktaları sembolize etmektedir)

Toprak örnekleme, fiziksel ve kimyasal analizler

Toprak örnekleri 35m*35m mesafeli grid örnekleme modeline bağlı olarak yüzeyden ilk 30 cm'yi kapsayacak şekilde (0-30 cm) toplamda 80 adet toprak örneği alınmıştır (Şekil 1). Toprak örnekleme 7 cm çaplı toprak burgusu ile gerçekleştirilmiştir. Alınan örnekler laboratuvar koşullarında hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenerek fiziksel ve kimyasal analize hazır hale getirilmiştir. Toprak bünyesi Bouyoucos (1955) tarafından belirlenen esaslara göre hidrometre yöntemiyle, organik madde Modifiye Walkley-Black metoduna göre (Black 1965), toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik Jackson (1967)'a göre 1:1 toprak-su karışımında, kireç (CaCO₃) içeriği ise içerikleri Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir (Çağlar, 1949). Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının yorumlanmasında, OM miktarı Ülgen ve Yurtsever (1995), pH içeriği Richards (1954) ve Grewelling ve Pech (1960), EC içeriği Richards (1954) ve kireç (CaCO₃) miktarı Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından belirtilen sınır değerleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

Toprak özelliklerinin entorpolasyon yöntemi haritalandırılması

Araştırma alanında 80 farklı noktadan alınan toprak örneklerin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında analiz edilebilmesi ve entorpolasyon yöntemi ile haritalandırılmasından önce EC, pH, kireç, OM, kum, silt ve kil içerikleri ArcGIS 10.2 yazılımında öznitelik verisi olarak eklenmiştir.

Ordinary, Simple ve Universal Kriging ve IDW entorpolasyon teknikleri EC, pH, kireç, OM, kum, silt ve kil içeriklerinin en az hata ile dağılım haritalarının üretilmesinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca kriging entorpolasyon tekniklerinin her birinde Spherical, Gaussian ve Exponential yarıvარიogram (semivariogram) modelleri ve IDW de ise farklı güç seviyeleri (1, 2 ve 3) test edilmiştir. Toprak özelliklerinin normal dağılım durumları Kolmogorov-Simirnov testi ile test edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen özelliklere logaritmik dönüşüm uygulanarak normal dağılıma yaklaştırılmıştır. İnterpolasyon teknikleri ve yarıvარიogram modellerinde en başarılı modeli belirlemek için en düşük hata kareler ortalaması karekökü (RMSE) değerine sahip model tercih edilerek haritası üretilmiştir. RMSE için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Eş. 1).

$$RMSE = \sqrt{(\sum[(Z_i - Z)]^2)/n} \quad (1)$$

Zi: tahmin değeri, Z: gerçek değer, n: gözlem sayısı

İstatistik analizler

Pearson korelasyon analizleri ve korelogram grafikleri R 3.4.3. (R core Team, 2008) istatistik paket programında corrplot paketi kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Eskişehir Osmangazi üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği arazilerinde ağırlıklı olarak tahıl üretiminin gerçekleştirildiği toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 1’de gösterilmiştir. Aynı zamanda toprak özellikleri arasındaki korelasyonu görsel olarak gösteren korelogram Şekil 2’de gösterilmiştir.

Toprak özellikleri arasında; pH ile OM arasında negatif korelasyon tespit edilirken, EC değeri ile OM arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Kum ile silt ve kil arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Toprak özellikleri arasındaki korelasyon ana materyal, arazi kullanımı, ayrışma oranları, horizon farklılığı, derinlik ve diğer toprak oluşum faktörlerinin etkisi ile farklılaşmaktadır. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Turan ve ark., 2010; Gulmezoğlu ve ark., 2017; Horuz ve Dengiz, 2018; Yön ve Sönmez, 2021; Gözüara ve ark., 2021).

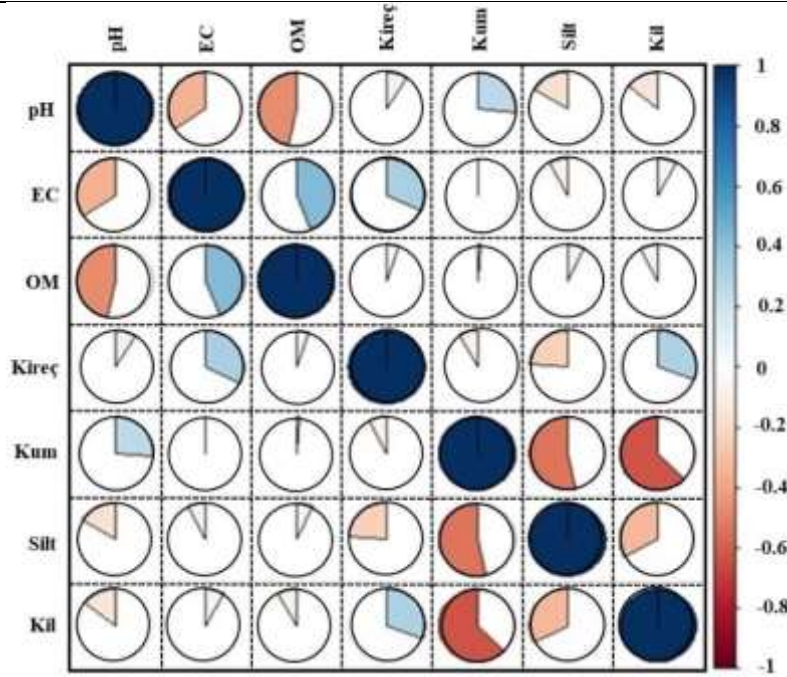
Fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin belirli aralıklara göre dağılımlarını gösteren histogram grafikleri Şekil 3’te gösterilmiştir. Histogram grafiklerine göre özellikle EC, kireç, OM ve kil miktarının diğer toprak özelliklerine göre daha heterojen bir dağılıma sahip oldukları ve geniş dağılım alanına sahip olmasına rağmen belirli bir aralıkta yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar alüvyal arazilerde çalışan diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Horuz ve Dengiz, 2018; Gözüara ve ark., 2021).

Araştırma alanı içerisindeki toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının ortalama değerleri incelendiğinde; pH =8.20, EC 0.55 (dS m⁻¹), OM = 1.53 (%), kireç = 5.88 (%), kum = 41.83 (%), silt = 32.26 (%) ve kil = 25.92 (%) olarak belirlenmiştir. Toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre çalışma alanı içerisinde en fazla değişim aralığı CV = 33.03 ile OM miktarında tespit edilirken en az değişim aralığı CV = 1.13 ile pH da tespit edilmiştir. Genellikle diğer toprak özelliklerine göre pH’daki değişim aralığının daha az olduğu diğer araştırmalar ile de tespit edilmiştir (Özyazıcı ve ark., 2016; Gözüara ve ark., 2021).

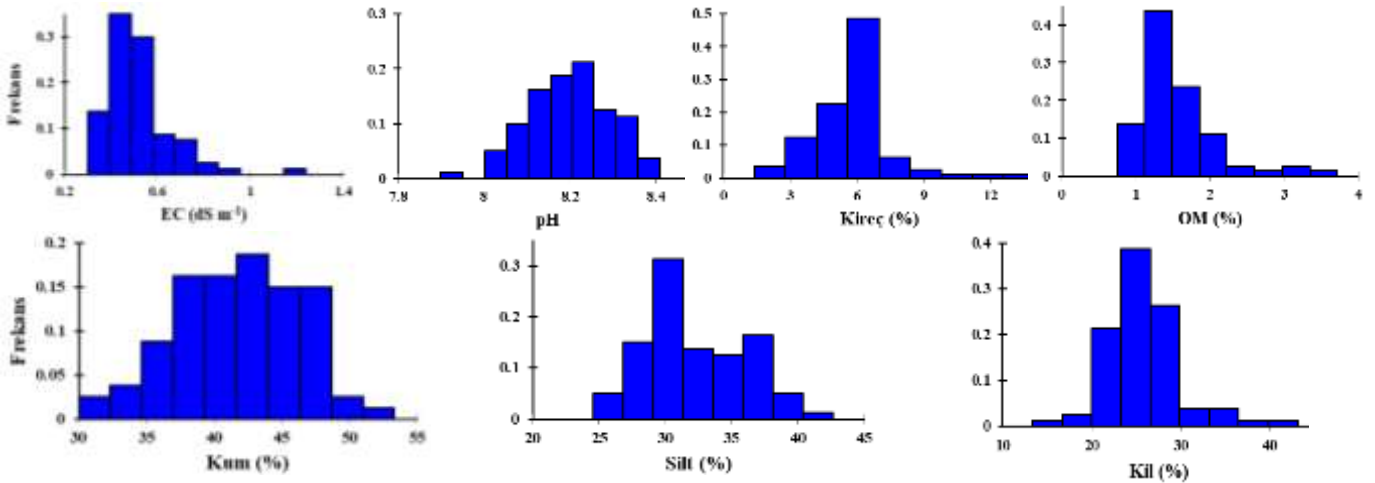
Çizelge 1. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri

Toprak Özellikleri	En az	1 st Qu	Med.	Ortalama	3 rd Qu.	En fazla	Basıklık	Çarpıklık	CV
pH	7.95	8.13	8.20	8.20	8.26	8.40	-0.14	-0.05	1.13
EC (dS m ⁻¹)	0.33	0.43	0.49	0.52	0.55	1.24	7.86	2.24	27.46
OM (%)	0.86	1.21	1.44	1.53	1.68	3.62	4.24	1.80	33.03
Kireç (%)	2.02	4.87	5.97	5.88	6.49	12.99	3.42	0.96	31.41
Kum (%)	31.56	38.54	42.05	41.83	45.46	52.34	-0.45	-0.19	11.14
Silt (%)	24.82	29.22	31.28	32.26	35.78	41.68	-0.69	0.41	11.95
Kil (%)	13.98	23.27	25.66	25.92	27.95	42.16	3.11	0.89	16.09

CV: Varyasyon katsayısı



Şekil 2. Fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri arasındaki korelasyon (Dairelerin tamamı +1 veya -1'i sembolize etmektedir. Ayrıca açık kırmızı renk tonundan koyu kırmızı renk tonuna yaklaşan değerler artan negatif korelasyonun arttığını ifade ederken, açık mavi renk tonundan koyu mavi renk tonuna yaklaşan değerler pozitif korelasyonun arttığını ifade etmektedir).



Şekil 3. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin histogram dağılımları

Toprak özelliklerinin dağılımı ve entropolasyon yöntemi haritalandırılması

Normal dağılım test sonuçlarına göre, çarpıklık değeri 0.5'den büyük olmasına bağlı olarak Toprak özelliklerinden EC, OM, CaCO₃ ve kil miktarının normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Böylelikle, EC, OM, CaCO₃ ve kil özelliklerine logaritmik dönüşüm uygulanarak normal dağılıma yaklaştırılmıştır. İncelenen toprak özelliklerinin farklı entropolasyon yöntemleri ve yarıvariogram modellerine göre RMSE değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Modeller arasındaki tahmin performanslarına göre; Ordinary ve Universal kriging entropolasyon modellerinin Simple Kriging ve IDW entropolasyon modellerine göre saha düşük RMSE değerine bağlı olarak daha başarılı entropolasyon modelleri olduğu belirlenmiştir. Exponential yarıvariogram modelin, Spherical ve Gaussian yarıvariogram modellerine göre daha düşük RMSE değerine sahip olmasından dolayı en başarılı yarıvariogram modeli olarak belirlenmiştir. IDW entropolasyon modelinde güç seviyesi arttıkça kum ve kil gibi toprak özellikleri hariç diğer toprak özelliklerinde RMSE değerleri azalarak tahmin performansı artmaktadır.

Çizelge 2. Farklı enterpolasyon yöntemlerine göre RMSE değerleri

Toprak Özellikleri	Ordinary			Kriging Simple			Universal			IDW Power levels		
	S	E	G	S	E	G	S	E	G	1	2	3
	pH	0.073	0.071	0.074	0.072	0.070	0.072	0.073	0.071	0.074	0.078	0.075
EC (dS m ⁻¹)	0.120	0.122	0.119	0.120	0.123	0.119	0.120	0.122	0.119	0.125	0.123	0.124
OM (%)	0.431	0.404	0.408	0.392	0.404	0.391	0.431	0.404	0.408	0.458	0.417	0.392
Kireç (%)	1.310	1.320	1.316	1.316	1.365	1.305	1.310	1.320	1.316	1.357	1.398	1.357
Kum (%)	3.673	3.615	3.811	3.660	3.664	3.660	3.673	3.615	3.811	3.753	3.719	3.771
Silt (%)	2.939	2.912	3.040	2.914	2.909	2.919	2.939	2.912	3.040	2.963	2.917	2.907
Kil (%)	3.196	3.206	3.208	3.245	3.250	3.248	3.196	3.206	3.208	3.326	3.308	3.330

IDW: ters mesafe komşuluk benzerliği, S: Spherical, E: Exponential, G: Gaussian

Araştırma alanı içerisinde ağırlıklı olarak tahıl üretimin yapıldığı alanlardan alınan toprakların sınır değerlerine göre sınıflandırılması ve oransal dağılımları Çizelge 3' de gösterilmiştir. Ağırlıklı olarak tahıl üretimin yapıldığı alınan toprakların pH değeri 7.95-8.40 arasında değiştiği belirlenmiştir. Topraklar, Richards (1954) ve Grewelling ve Peech (1960) tarafından belirtilen değişim aralığına göre değerlendirildiğinde, toprakların tamamı (%100) hafif alkalin reaksiyonlu sınıfta değerlendirilmiştir. Araştırma alanının kuzey kısımlarında en yüksek pH değerleri 8.25-8.40 arasında değişen değerler ile tespit edilirken, araştırma alanının doğusunda pH değeri 7.95-8.25 arasında değişen değerler tespit edilmiştir (Şekil 4). Yüksek pH koşullarında özellikle fosfor (P) ve mikro elementler (Mn, Zn, Cu ve Fe) yarıyışlığının azalmasına bağlı olarak noksanlık görülebilmektedir (Havlin, 2005; Kacar ve Katkat, 2007; Yıldız, 2008). Araştırma alanının kuzey ve doğu bölümlerindeki toprakların pH değerleri oldukça farklılık göstermektedir. Toprak örneklerinin EC değerleri 0.33-1.24 dS m⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Topraklar, Richards (1954) tarafından belirtilen değişim aralığına göre değerlendirildiğinde, toprakların tamamı (%100) tuzsuz sınıfta değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre araştırma topraklarındaki tuzluluk seviyelerinin risk oluşturabilecek düzeyde olmadıkları belirlenmiştir. Araştırma alanının kuzeyi özellikle de kuzey doğusu artan oranda en fazla toprak tuzluluğu gözlemlenmiştir (Şekil 4). Araştırma alanının bazı bölümlerinde ani EC değişimleri gözlemlenmiştir. Bu ani artışların araştırma alanı içerisindeki deneme parsellerindeki farklı uygulamalardan etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir. Araştırma alanının kuzey ve güney bölümlerindeki toprakların EC değerleri oldukça farklılık göstermektedir. Toprak örneklerinin OM değerleri %0.86-3.62 arasında değişim göstermektedir. Topraklar, Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından belirtilen değişim aralığına göre değerlendirildiğinde, 6 adet (%7.50) toprak çok az, 61 adet (%81.25) az, 6 adet (%7.50) toprak orta ve 3 adet (%3.75) toprak ise iyi sınıfta değerlendirilmiştir. Araştırma alanının orta kısmında en yüksek OM miktarına sahip topraklar tespit edilirken, kuzey ve güney bölümlerinde OM miktarında azalışlar gözlemlenmiştir. OM miktarı çalışma alanında homojen bir dağılım göstermekle birlikte genel olarak bazı alanlarda artış ve azalış göstermektedir (Şekil 4). OM toprak özelliklerinin agregat oluşumunda ve toprakların havalandırılması sonucunda toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir olmasında kritik role sahiptir (Yılmaz ve Alagöz, 2005, 2009). Toprak örneklerinin kireç (CaCO₃) değerleri %2.02-12.99 arasında değişim göstermektedir. Topraklar, Ülgen ve Yurtsever (1995) tarafından belirtilen değişim aralığına göre değerlendirildiğinde, 21 adet (%26.25) kireçli ve 59 adet (73.75) orta kireçli sınıfta değerlendirilmiştir. Araştırma alanının kuzey doğu, doğu ve güney doğu bölümlerinde kireç miktarında artan oranda artış gözlemlenmiştir. Özellikle de araştırma alanının güney doğusu en fazla kireç içeriğine sahiptir (Şekil 4). Araştırma alanının doğu bölümleri ve batı bölümleri arasında toprakların kireç değerleri oldukça farklılık göstermektedir. Toprak örneklerinin kum içeriği %31.56-52.34 arasında, silt içeriği %24.82-41.68 arasında ve kil içeriği ise %13.98-42.16 arasında değişim göstermektedir. Toprakların tanecik dağılımlarına göre tekstür sınıfları değerlendirildiğinde; 1 adet (%1.25) toprak killi, 21 adet (%26.25) toprak killi tın, 6 adet (%7.50) toprak kumlu killi tın ve 52 adet (%80.22) toprak tın olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı içerisinde toprak taneciklerinin farklı dağılımlara sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle kuzey ve kuzey doğu bölümlerinde kum miktarı artış eğiliminde, güney batı bölümlerinde silt miktarı artış eğiliminde ve kuzey batı ile güney doğu bölümlerinde ise kil miktarı artış eğilimindedir. Araştırma alanının alüvyal bir arazi olmasına bağlı olarak tekstürde kısa mesafede dahi farklılıkların olması doğal bir sonuç olarak yorumlanmaktadır. Alüvyal alanlardaki toprak özelliklerinin araştırılması üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda toprak tekstürünün alüvyal alanların mekânsal farklılıklara göre kısa mesafelerde dahi tekstürde önemli değişimleri olduğu rapor edilmiştir (Sarı ve ark., 2009; Sarı ve ark., 2010; Dengiz ve

ark., 2017; Gözüara ve ark., 2019; Alaboz ve ark., 2019; Şimşek ve ark., 2020a; Altunbaş ve ark., 2020). Araştırmaların toprak tekstürü üzerindeki bulguları araştırma sonuçlarımız ile paralellik göstermektedir.

Araştırma alanında toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki geniş değişim aralıkları toprak özelliklerine bağlı tarımsal üretimin homojen bir şekilde yönetilmesini kısıtlayabilmektedir. Gözüara ve Kaplan, (2018) toprak özelliklerindeki bu geniş değişim aralığının (varyasyonun) azaltılmasında toprak analiz sonuçlarına dayalı gübrelemeler ile toprağı ve tarımsal üretimi yönetmenin çözüm olabileceğı ifade edilmiştir.

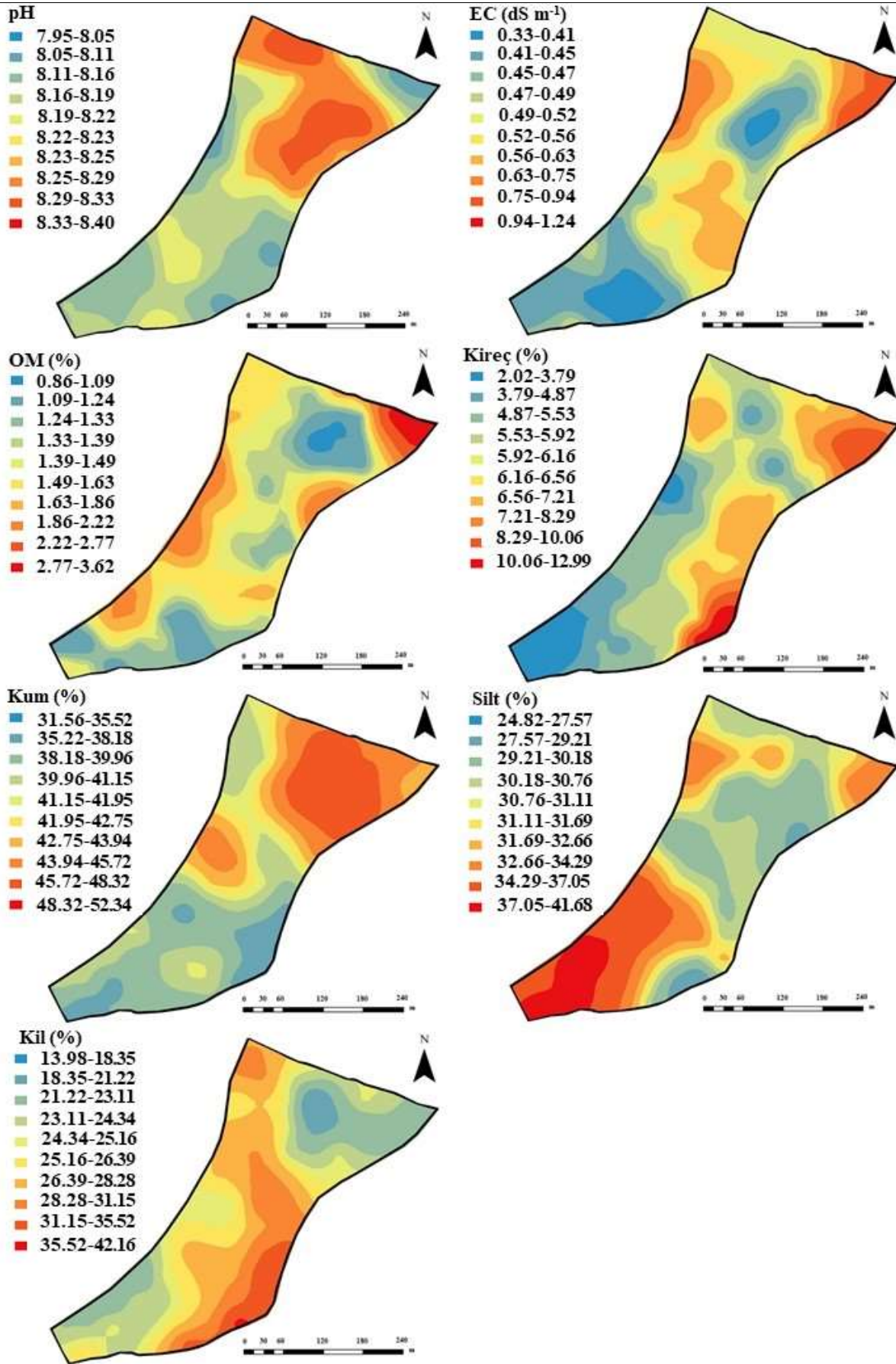
Çizelge 3. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınır değerlerine göre dağılımı

Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)
EC (dS m ⁻¹)	Tuzsuz	0-4	80	100
	Hafif Tuzlu	4-8	-	-
	Orta Tuzlu	8-15	-	-
	Çok tuzlu	>15	-	-
pH	Kuvvetli Asit	<4.5	-	-
	Orta Asit	4.5-5.5	-	-
	Hafif Asit	5.5-6.5	-	-
	Nötr	6.5-7.5	-	-
	Hafif Alkalin	7.5-8.5	80	100
	Kuvvetli Alkalin	>8.5	-	-
CaCO ₃ (%)	Az Kireçli	0-1	-	-
	Kireçli	1.0-5.0	21	26.25
	Orta Kireçli	5.0-15.0	59	73.75
	Fazla Kireçli	15.0-25.0	-	-
	Çok Fazla Kireçli	>25.0	-	-
OM (%)	Çok Az	<1	6	7.50
	Az	1.0-2.0	65	81.25
	Orta	2.0-3.0	6	7.50
	İyi	3.0-4.0	3	3.75
	Yüksek	>4	-	-
Tekstür	Killi	-	1	1.25
	Killi Tın	-	21	26.25
	Kumlu Killi Tın	-	6	7.50
	Kumlu Tın	-	-	-
	Tın	-	52	65.00

Sonuç

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği sınırları içerisinde alüvyal anamateryal üzerinde ağırlıklı olarak tahıl üretimi yapılan arazide toprak özellikleri; genellikle hafif alkalin pH, tuzluluk riski oluşturmayacak seviyelerde tuzsuz, OM içerikleri az, kireç (CaCO₃) içeriğı seviyesi orta, bünye olarak da tın tekstürlü oldukları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, pH seviyelerin araştırma alanındaki bazı bölümlerinde oldukça yüksek olduğu buna karşılık bu bölgelerde fizyolojik asit karakterli gübrelerin kullanılması ve aynı zamanda gübreleme ile birlikte asit uygulamalarına (nitrik ve/veya fosforik asit) da yer verilmesi pH kaynaklı riskleri azaltacaktır. Düşük olan organik maddenin ekonomik olarak artırılması için ivedilikle ahır gübresi, tavuk gübresi veya hayvansal kökenli organik maddenin araştırma alanına ilave edilmelidir. Kireç içeriğinin belirli bölümlerde yüksek olması mikro elementlerin etkinliğin azalacağını dikkate alarak ilave mikro element içerikli gübrelemeler ile olası noksanlıkların önüne geçilmelidir. Araştırma alanı içerisindeki arazi kullanımı planlaması, tür-çeşit seçimi ve gübreleme aşamalarında toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Böylelikle bitkisel üretimde verimli ve kaliteli ürünlerin yetiştirilmesi katkı sağlanacaktır.

Ayrıca, her bir toprak özelliğinin dağılım haritalarının oluşturulması için Ordinary ve Universal kriging interpolasyon enterpolasyon tekniğı ve Exponential semivaryogram modelinin en başarılı tahmin performansına sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. Fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin araştırma alanında dağılımı

Teşekkür

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 202023D21 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alaboz P, Demir S, Başayığit L, Işıldar AA, 2019. Isparta İli Büyük Toprak Gruplarına Göre Tahıl Yetiştirilen Toprakların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Dergisi*, 28(2), 67-79.
- Alaboz P, Demir S, Dengiz O, 2020. Farklı Enterpolasyon Yöntemleri Kullanılarak Toprakların Nem Sabitelerine Ait Konumsal Dağılımların Belirlenmesi, Isparta Atabey Ovası Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 432-444.
- Altunbaş S, Gözüara G, Demirel BÇ, 2020. Aksu ovasında farklı flüviyal depozitler üzerinde gelişen toprakların özelliklerinin ve dağılımlarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(3), 381-391.
- Arslan H, 2012. Spatial and temporal mapping of groundwater salinity using ordinary kriging and indicator kriging: The case of Bafra Plain, Turkey. *Agricultural Water Management*, 113, 57-63.
- Arslan H, 2014. Estimation of spatial distribution of groundwater level and risky areas of seawater intrusion on the coastal region in Çarşamba Plain, Turkey, using different interpolation methods. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(8), 5123-5134.
- Aşkın T, Türkmen F, Tarakçıoğlu C, 2016. Ordu ili merkez ilçe topraklarında erozyon riskinin jeostatistiksel tekniklerle değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2), 69-75.
- Aydın A, Dengiz O, 2019. Yarı-Humid ekolojik koşullar altında oluşmuş toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, haritalanması ve sınıflandırması. *Toprak Su Dergisi*, 8(2), 68-80.
- Bayat BB, Zahraie B, Taghavi F, Nasser M, 2013. Evaluation of spatial and spatiotemporal estimation methods in simulation of precipitation variability patterns. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(3-4), 429-444.
- Bilgili V, Cullu MA, Harold Van Es, Aydemir A, Aydemir S, 2011. The use of hyperspectral visible and near infrared reflectance spectroscopy for the characterization of salt-affected soils in the Harran Plain, Turkey. *Arid Land Research and Management*, 25(1), 19-37.
- Black CA, 1965. *Methods of soil analysis Part 2*, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A., 1372-1376.
- Bouyoucos GJ, 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils, *Agronomy Journal*, 4(9), 434.
- Celilov C, Dengiz O, 2019. Erozyon duyarlılık parametrelerinin farklı enterpolasyon yöntemleriyle konumsal dağılımlarının belirlenmesi: Türkiye, İlgaç milli park toprakları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 242-256.
- Chatterjee S, Hartemink AE, Triantafilis J, Desai AR, Soldat D, Zhu J, Townsend PA, Zhang Y, Huang J, 2021. Characterization of field-scale soil variation using a stepwise multi-sensor fusion approach and a cost-benefit analysis. *Catena*, 201, 105190.
- Çağlar KÖ. 1949. *Toprak bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları Sayı:10.
- Dengiz O, Gülser C, 2014. Farklı flüviyal depozitler üzerinde oluşmuş toprakların dağılım alanlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1, 9-17.
- Dengiz O., Saygın. F., İmamoğlu, A, 2019. Spatial variability of soil organic carbon density under different land covers and soil types in a sub-humid terrestrial ecosystem. *Eurasian Journal of Soil Science*, 8(1), 35-43.
- Dengiz O, Gürsoy FE, Sağlam M, 2017. Alüviyal araziler üzerinde oluşmuş farklı toprakların uygun toprak işleme durumlarının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 96-104.
- Gözüara G, Kaplan M, 2018. Domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4), 484-495.
- Gözüara G, Altunbaş S, Sarı M, 2019. Mekansal değişimin alüviyal fanlar üzerinde oluşan toprakların özelliklerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 425-435.
- Gözüara G, Altunbaş S, Sarı M, 2020. Zamansal ve mekansal değişimlerin eski göl tabanlarındaki toprak oluşumu, gelişimi ve morfolojisi üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1), 96-110.
- Gözüara G, Demirel BÇ, Altunbaş S, 2021. Sayısal renk parametreleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiye toprak horizonlarının etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 425-435.
- Gözüara G, 2021. Vis-NIR ve pXRF spektrometrelerinin toprak biliminde kullanımı. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 125-132.
- Grewelling T, Peech M, 1960. *Chemical Soil Test*. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bull. No 960.
- Gulmezoglu N, Aytac Z, Kutlu I, Kulan EG, Gözüara G, (2017). Mapping boron and beneficial heavy metal ions for wheat-cultivating soils in turkey's boron-mining zone. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(3), 1119-1130.
- Havlin JL, 2005. Soil fertility and fertilizers. *An Introduction to Nutrient Management*, pp. 340.
- Horuz A, Dengiz O, 2018. Terme Yöresi alüviyal arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 58-67.
- Jackson MC, 1967. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

- Isaaks E. Srivastava R, 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press. New York.
- Kacar B, Katkat AV, 2007. Bitki besleme. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara.
- Özgül M, Aksakal EL, Güneş A, Angn İ, Turan M, Öztas T, 2011. Influence of global warming on aggregate stability and hydraulic conductivity under highland soil order in Turkey. *Soil Science*, 176(10), 559-566.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, İmamoğlu A, 2014. Siirt ili bazı arazi ve toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistem analizleriyle değerlendirilmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1, 128-137.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M, Bayraklı B, Kesim E, Urla Ö, Ünal E, 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 136-148.
- R Core Team, 2008. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, R Core Team <https://www.R-project.org/>.
- Richards LA. Ed, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Salinity Lab., United States Department of Agriculture Handbook 60:94. California, USA.
- Sarı M, Altunbaş S, Sönmez NK, 2009. Aksu araştırma ve uygulama istasyonu topraklarının morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 157-168.
- Sarı M, Altunbaş S, Sönmez NK, 2010. Aksu araştırma ve uygulama alanının ideal arazi kullanım planlaması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 61-69.
- Soil Survey Staff, 2014 Keys to Soil Taxonomy. Twelfth Edition Edition, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service ISBN 0-16-048848-6. Washington DC.
- Şimşek O, Altunbaş S, Gözüara G, Demirel BÇ, 2020a. Farklı alüviyal depozitle üzerinde gelişen toprakların pedolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3), 347-358.
- Şimşek O, Altunbaş S, Demirel BÇ, Gözüara G, 2020b. Alüviyal fizyografyalar üzerinde gelişen topraklarda arazi değerlendirme çalışmaları. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(1), 129-135.
- Tunçay T, Başkan O, Bayramın İ, Dengiz O, Kılıç Ş. 2018. Geostatistical approach as a tool for estimation of field capacity and permanent wilting point in semiarid terrestrial ecosystem. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64 (9), 1240-1253.
- Tunçay T, Bayramın İ, 2010. Çiçekdağ-Kırşehir Tarım İşletmesi Topraklarının Detaylı Toprak Etüt ve Haritalanması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 53-60.
- Turan MA, Katkat AV, Özsoy G, Taban S, 2010. Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 115-130.
- Ülgen N, Yurtsever N, 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Yıldız N, 2008. Bitki beslemenin esasları ve bitkilerde beslenme bozukluğu belirtileri. *Erzurum*, s. 304.
- Yılmaz E, Alagöz Z, 2005. Organik materyal uygulamasının toprağın agregat oluşum ve stabilitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 18(1), 131-138.
- Yılmaz E, Alagöz Z, 2009. Organik materyal (elma posası) uygulamasının toprağın bazı verimlilik özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22(2), 233-250.
- Yön Ş, Sönmez İ, 2021. Burdur yöresi ceviz (*Juglans regia* L.) bahçelerinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 117-123.
- Zhang Y, Hartemink AE, 2021. Quantifying short-range variation of soil texture and total carbon of a 330-ha farm. *Catena*, 201, 105200.