

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.17695436>

Samandağ Bölgesi Topraklarının Bazı Besin Element İçerikleri ve Bunların Haritalanması

Some Plant Nutrient Contents of Samandağ Region Soils and Their Mapping

Necat AĞCA

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
necagca@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4864-844X>

Seyfullah ERTUĞRAL

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
<https://orcid.org/0000-0003-2351-6942>

Özet

Bu çalışmada, Samandağ bölgesinde yer alan bazı toprakların makro ve mikro besin element içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca bunların çalışma alanındaki dağılımları; coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve Jeostatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Yaklaşık 1250 hektarlık bir alan kaplayan çalışma alanından, rastgele örnekleme yöntemine göre 0-20 cm derinlikten 49 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinde; bitkilerce alınabilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), Fosfor (P), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamındaki topraklara ait tüm parametrelerin tanımlayıcı istatistiksel analizi yapılmıştır. Yine, Windows uyumlu GS+ (sürüm 10) Jeostatistik paket programı ile toprak özelliklerinin yersel dağılımının modellenmesi yapılmış ve ArGis (sürüm 10.8) CBS programı ile özelliklerin dağılım haritaları üretilmiştir. Toprakların ortalama K, Ca, Mg ve P içeriklerinin sırasıyla 582.9, 7335.3, 3869.9 ve 7.56 mg kg⁻¹; ortalama Fe, Cu, Mn ve Zn içeriklerinin ise sırasıyla 2.14, 3.22, 3.62 ve 3.33 mg kg⁻¹ olduğu görülmüştür. Parametrelerin değişkenlik katsayısı (DK) değerlerine göre, araştırma alanında Ca değerlerinin en homojen, Mn içeriklerinin ise en heterojen olarak dağıldığı belirlenmiştir. Araştırma alanındaki toprakların besin element içeriklerinin A0 (range) değerleri 145 m (Cu) ile 6114 m (Zn) arasında değişmiştir. Bu durum toprak özelliklerindeki yersel bağımlılığın çok geniş sınırlar içinde değiştiğini göstermektedir. Çalışma alanı topraklarının için en uygun yarıvaryogram modeli K, Mg ve P için Küresel; Ca, Fe, Mn ve Zn için Üssel; Cu için ise Gaussian olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Samandağ, Toprak, Bitki Besin Elementi, Kriging, Jeostatistik

Abstract

In this study, the macro and micro plant nutrients contents of some soils in the Samandağ region were determined. Their distribution in the study area was also investigated using geographic information systems (GIS) and geostatistical methods. Forty-nine soil samples were taken from a 0-20 cm depth randomly from the study area, covering an area of approximately 1250 hectares. Plant-available calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus (P), iron (Fe), copper (Cu), manganese (Mn), and zinc (Zn) contents were determined in the soil samples. Descriptive statistical analysis was also performed for all parameters of the soils within the scope of the study. The spatial distribution of soil properties was modeled using the GS+ (version 10) geostatistical package program for Windows, and distribution maps of these properties were generated using the ArGis (version 10.8) GIS program. It was found that the average K, Ca, Mg and P contents of the soils were 582.9, 7335.3, 3869.9 and 7.56 mg kg⁻¹, respectively; the average Fe, Cu, Mn and Zn contents were 2.14, 3.22, 3.62 and 3.33 mg kg⁻¹, respectively. According to the coefficient of variation (CV) values of the parameters, it was determined that Ca values were the most homogeneously distributed, while Mn contents were the most heterogeneously distributed in the study area. The A0 (range) values of the nutrient element contents of the soils in the study area varied between 145 m (Cu) and 6114 m (Zn). This shows that the spatial dependence of soil properties varies within very wide limits. The most suitable semivariogram model for the study area soils was determined as Spherical for K, Mg and P; Exponential for Ca, Fe, Mn and Zn; and Guassian for Cu.

Keywords: Samandağ, Soil, Plant Nutrients, Kriging, Geostatistics.

1.Giriş

Kendini yenileyemeyen doğal kaynaklardan biri olan topraklar bitkisel üretimin en önemli bileşenlerinden biridir. Bugün dünyada ve Türkiye’de nüfus sürekli olarak artmaktadır. Buna karşın, artan bu nüfusun yeterli ve dengeli beslenebilmesi için gerekli olan toprak kaynaklarının miktarını artırma olanağı fazla kalmamıştır. Bu durumda yapılabilecek tek şey toprakların verimliliğini artırmaktır. Bunun için de diğer uygulamaların yanında, toprak özelliklerinin ve besin element içeriklerinin belirlenmesi ve bu parametrelerin derinliğe ve uzaklığa bağlı değişimlerinin saptanması gerekir. Topraklar; bitkilerin kullandığı makro ve mikro besin elementlerinin birincil ve en önemli kaynağıdır.

Topraklardaki makro ve mikro besin elementleri, bitkilerin verim ve kalitesinin yükseltilmesinde önemli fonksiyonlara sahiptirler. Mikro besin elementleri, bitkiler tarafından makro besin elementlerine göre daha az alınırlar. Ancak, bitkiler mikro besin elementlerini yeterli miktarda alamadıkları zaman en uygun gelişmelerini sağlayamazlar.

Jeoistatistik, ölçülen herhangi bir özelliğin uzaysal yapısını ve uzaysal bağımlılığını inceleyen ve sayısallaştıran ve buradan elde edilen ilişkiyi kullanarak anılan özelliğin örneklenmemiş noktadaki değerlerini tahmin eden uygulamalı istatistiğin bir koludur (Isaaks ve Srivastava, 1989). Jeostatistiksel yöntemler iki aşamada uygulanmaktadır. İlk aşamada,

incelemeye konu olan toprak özelliğinin ölçülen noktaları arasındaki oto korelasyon, yani doğal olarak bulunan uzaysal bağımlılığın derecesi belirlenmektedir. İkinci aşamada ise ileri bir enterpolasyon tekniği yardımıyla incelenen özelliğin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım deseni belirlenmektedir. Jeostatistikte yarıvariogramlar uzaysal bağımlılık derecesinin belirlenmesi ve kriging analizi ise enterpolasyon aşamasında yaygın olarak kullanılan araçlardır (Öztaş, 1995).

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS); herhangi bir alan hakkında toplanan verileri depolamaya, analiz etmeye, işlemeye, yaygınlaştırmaya ve sunmaya yarayan yazılım ve donanım sistemleridir. Değişken parametrelerin CBS’de değerlendirilmesinde ve yüzeysel dağılımlarının belirlenmesinde enterpolasyon yöntemleri kullanılmakta ve elde edilen coğrafi veriler bu teknikler ile tüm alana yayılmakta ve alana ait dağılım haritaları elde edilmektedir (Heuvelink, 2006).

Toprakların makro ve mikro besin element içeriklerinin belirlenmesi ve bunların coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanarak jeostatistik ile yersel dağılımlarının belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Tümsavaş, 2003; Yağmur ve Okur, 2011; Ağca ve Karanlık, 2012; Sarker ve ark., 2018; Ağca ve Aşkıner, 2024).

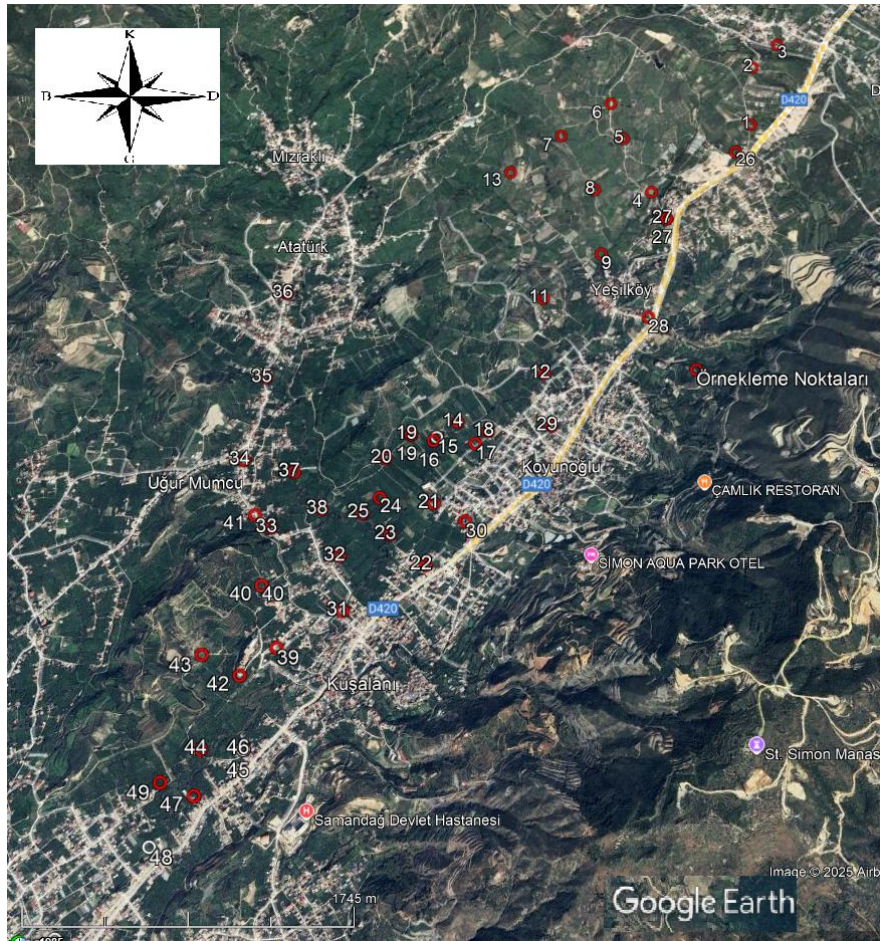
Bu çalışmada, Samandağ bölgesinde (Samandağ-Büyük Karaçay arası) yer alan bazı toprakların makro ve mikro element içerikleri belirlenmiş ve bunların çalışma alanındaki dağılımları; coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve Jeostatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmiştir

2. Materyal ve Yöntem

Yaklaşık 1250 hektarlık bir alan kaplayan çalışma alanı; Hatay ilinin Samandağ ilçesi ile Büyük Karaçay nehri arasında yer almaktadır (36°08'12.52" K ile 36°0' 57.69" D ve 36°05'28.44" K ile 36°02'10.04" D). Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü çalışma alanında zeytin ve narenciye yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim, 2015).

Çalışma alanından, alanı temsil edecek şekilde ve rastgele örnekleme yöntemine göre 0-20 cm derinlikten 49 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır (Şekil 1). Ayrıca, örnek alınan her noktanın UTM sistemine göre coğrafi koordinatları da belirlenmiştir. Alınan toprak örnekleri laboratuvarda plastik tavalara serilerek kurutulduktan sonra 2 mm çaplı elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde; Alınabilir potasyum (K), kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), fosfor (P) demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) analizleri yapılmıştır.

Alınabilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) tayinleri 1 N amonyum asetat (Richards, 1954), P ise askorbik asit yönteminde (Olsen ve ark., 1954) göre yapılmıştır. Bitkilerce alınabilir demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerikleri ise DTPA ekstraksiyon yöntemi ile (Lindsay ve Norwell, 1978) belirlenmiştir.



Şekil 1. Toprak örnekleme noktaları

Figure 1. Soil sampling points

Araştırma konusu topraklara ait bütün parametrelerin tanımlayıcı istatistik analizleri (ortalama, en düşük ve en yüksek değerler, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık, basıklık vb.) Windows uyumlu SPSS 23 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca, Makro ve mikro elementlerin analiz sonuçları sınır değerlerle kıyaslanarak yeterlilik durumları değerlendirilmiştir.

Toprakların besin element içeriklerinin yersel dağılımının modellenmesi ve haritalanması, Jeostatistiksel yöntemlerle yapılmıştır (Mulla ve McBratney, 2000). Besin element içeriklerinin yersel dağılımının modellenmesinde Windows uyumlu GS+ (sürüm 10) Jeostatistik paket programı (Gamma design, 2008), özelliklerin dağılım haritalarının üretilmesinde ise ArGis (sürüm 10.8.) programı kullanılmıştır.

Veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediği çarpıklık değerleri incelenerek belirlenmiştir. Normal dağılım göstermeyen (çarpıklık değeri yüksek olan) veri setlerine logaritmik dönüşümler uygulandıktan sonra jeoistatistiksel analizlerde kullanılmıştır. Jeostatistiksel analizlerde önce, GS+ (sürüm 10) programı ile her bir besin elementinin ölçüm noktaları arasındaki oto korelasyon, diğer bir deyişle aralarındaki uzaysal bağımlılığın derecesi belirlenmiş ve en uygun yarıvaryogram modeli saptanmıştır. En uygun yarıvaryogram modelinin belirlenmesinde en yüksek r^2 ve en düşük RSS değerlerine sahip olanlar seçilmiştir. Sonra, bu yarıvaryogram parametreleri kullanılarak ArcGis (sürüm 10.8) programı ile her bir besin elementinin için yersel dağılımı belirlenmiştir. Besin elementlerinin yersel dağılımının belirlenmesinde, kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu enterpolasyon yöntemi ile örneklenmeyen noktalardaki değerler tahmin edilmiş ve dağılım paterni belirlenmiştir. Daha sonra da her bir parametrenin iki boyutlu dağılım haritası oluşturulmuştur (Mulla ve McBratney, 2000).

Besin element içeriklerinin yersel bağımlılıklarının belirlenmesinde nugget yarıvaryansın (C_0) toplam varyansa ($C_0 + C$) oranı kullanılmıştır. 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).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Araştırma konusu toprakların makro ve mikro element içerikleri

Araştırma konusu toprakların makro ve mikro element içeriklerine ait tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Toprakların K içerikleri 225.4-968.9 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Toprakların K sınır değerlerine (FAO, 1990) göre; % 8.16'sı K yönünden yeterli (140-370 mg kg⁻¹), %91.4'ü ise fazla (370 – 100 mg kg⁻¹) düzeydedir. Ağca ve Coşar (2023) tarafından Erzin (Hatay) ovasında yapılan bir çalışmada, toprakların alınabilir K içerikleri 24.90 mg kg⁻¹ ile 1054.60 mg kg⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir.

Toprakların Ca içerikleri 4718.5 – 9124.7 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Çalışma alanının tamamında Ca içerikleri FAO (1990)'a göre yüksek (3500-10000 mg kg⁻¹) düzeydedir. Alandaki toprakların Mg içerikleri 804.7 - 7158.9 mg kg⁻¹ arasında değişmiş olup, FAO (1990) kıstaslarına göre % 8.16'ında Mg fazla (480-1500 mg kg⁻¹), % 91.84'ünde ise çok fazla (>1500 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Arsuz (Hatay) ovası topraklarında yapılan bir çalışmada; toprakların Ca içeriklerinin 2763.6 ile 11981.3 mg kg⁻¹ arasında olduğu belirlenmiştir (Ağca ve Ertuğral, 2025).

Toprakların P miktarları 4.35 ile 15.28 mgkg⁻¹ arasında değişmiştir. Fosfor içerikleri toprakların % 67.34'ünde yeterli (2.5 – 8.0 mg kg⁻¹), % 32.66'sında ise yüksek (8-25 mg kg⁻¹) düzeydedir. İydir ve Özdemir (2025) tarafından Manisa'nın Sarıgöl ilçesinde yapılan bir çalışmada; yüzey topraklarının fosfor içeriği 0.76-31.6 kg da⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Yüzey altı derinliğinde ise benzer aralıkta bulunan fosforun üst toprakta genel olarak daha fazla bulunduğu, derinliğe göre azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 1. Toprakların besin element içeriklerinin tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları

Table 1. Descriptive statistical analysis results of Plant nutrition contents of soils

Özellik	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Mn	Zn
	mg kg⁻¹							
En düşük	225.4	4718.5	804.7	4.35	1.25	0.69	0.44	0.89
En yüksek	968,9	9124.7	7158.9	15.28	4.07	11.10	13.80	6.04
Ortalama	582.9	7335.3	3869.9	7.56	2.14	3.22	3.62	3.33
Standart sapma	164.0	908.3	1508.6	2.15	0.51	2.10	3.38	1.59
Değişim katsayısı %	28.1	12.4	39.0	28.4	23.8	65.2	93.4	47.7
Çarpıklık	0.153	-0.827	-0.045	1.423	1.18	1.62	1.66	0.27
Basıklık	-0.323	0.957	-0.424	2.957	2.92	3.08	2.40	-1.24

Topraklardaki Fe içerikleri 1.25 mg kg⁻¹ ile 4.07 mg kg⁻¹ (Çizelge 1) arasında değişmiş olup, bunların Lindsay ve Norvell (1978)'in kriterlerine göre, toprakların tamamında Fe yetersiz (<4.5 mg kg⁻¹) düzeyde olduğu belirlenmiştir Batı Hindistan'ın yarı kurak tropik bölgelerinde Dongare ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, topraklardaki Fe içeriklerini 2.03 ile 8.53 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yine Kahramanmaraş'ın Andırın ilçesine bağlı Çiğşar köyü ve çevresinde yapılan bir çalışmada, toprakların Fe içerikleri 10.10-18.70 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Saltalı ve ark., 2024).

Topraklardaki Cu içeriklerinin 0.69 ile 11.10 mg kg⁻¹ arasında olduğu (Çizelge 1) ve Lindsay ve Norvell (1978)'in kriterlerine göre, Cu toprakların % 2.0'sinde yeterli (0.4-0.8 mg kg⁻¹), %14.3'ünde yüksek (0.8-1.6 mg kg⁻¹), % 83.7'sinde ise çok yüksek (>1.6 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Ağca ve Aşkın (2024) tarafından Dört Yol ovası topraklarında yapılan bir çalışmada; toprakların alınabilir, Cu içerikleri ise 0.8 ile 9.4 mg kg⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir. Yine, Bulgaristan'ın güneyinde yapılan bir çalışmada, toprakların bitkilerce alınabilir Cu içeriklerinin 7-212, 0.35-12.23 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Zaprjanova ve Hristozova, 2019).

Topraklardaki Mn içerikleri 0.44 mg kg^{-1} ile 13.80 mg kg^{-1} arasında değişmiştir. Sınır değerlerine göre toprakların % 49.0'unda Mn içeriklerinin yetersiz ($<2.5 \text{ mg kg}^{-1}$), % 10.2'sinde orta ($2.5\text{-}3.5 \text{ mg kg}^{-1}$), % 28.6'sında yeterli ($3.5 - 7.0 \text{ mg kg}^{-1}$), % 12.2'sinde ise yüksek düzeyde ($>7.0 \text{ mg kg}^{-1}$) (Lindsay ve Norvell, 1978) bulunduğu tespit edilmiştir. Ağca ve Karakaya (2023) tarafından Sarıseki-Dörtüol bölgesinde yapılan bir çalışmada, topraklardaki Mn içerikleri 9.89 mg kg^{-1} ile 93.35 mg kg^{-1} arasında değişmiştir.

Toprakların Zn içeriklerinin ise 0.89 mg kg^{-1} ile 6.04 mg kg^{-1} arasında değiştiği ve Lindsay ve Norvell (1978)'in kriterlerine göre toprak örneklerinin % 8.2'sinde Zn içeriklerinin orta ($0.6\text{-}1.2 \text{ mg kg}^{-1}$), % 28.6'sında yeterli ($1.2\text{-}2.4 \text{ mg kg}^{-1}$), % 63.2'sinde ise yüksek ($>2.4 \text{ mg kg}^{-1}$) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Toprakların besin elementleri içerisinde DK değeri en düşük olanının Ca (%12.4)), en yüksek olanının ise Mn içeriği (%93.37) olduğu belirlenmiştir. Bu durum araştırma alanında Ca değerlerinin çok homojen, Mn içeriklerinin ise çok heterojen olarak dağıldığını göstermektedir. Bu durumu çarpıklık değerleri de teyit etmektedir. DK değeri en yüksek olan Mn içeriğinin aynı zamanda çarpıklık değeri de en yüksektir (Çizelge 1). Zhou ve ark. (2010)'a göre varyasyon katsayısı %10'dan düşük ise ortalamaya göre değişkenlik düzeyi de düşük, %10-100 arasında ise değişkenlik düzeyi orta ve %100'den büyük ise değişkenlik düzeyi yüksektir. Bu kıstaslara göre, tüm besin element içerikleri orta düzeyde değişkenlik göstermiştir.

3.2. Makro ve mikro element içeriklerinin yersel değişim modellemesi

272

Çalışma alanı topraklarının besin element içeriklerinin mesafeye bağlı değişkenliğini gösteren yarıvaryogram modellerinin parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir. Tüm toprak özellikleri için en uygun yarıvaryogram modelini belirlemek amacıyla aktif ayırma mesafesi 3028 m olarak alınmış ve yarıvaryogram modellerinin tamamı izotropik olarak belirlenmiştir.

Toprakların element içeriklerinin yersel dağılımının modellenmesinde, çarpıklık değerlerinin düşük olması nedeniyle K, Mg ve Zn içeriklerine ait veri setlerine jeoistatistiksel modellemelerden önce herhangi bir dönüşüm yapılmamıştır. Toprakların Ca, P, Fe, Cu ve Mn içeriklerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması nedeniyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce veri setlerine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

Çalışma alanı topraklarının K, Mg ve P için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel; Ca, Fe, Mn ve Zn için Üssel; Cu için ise Guassian olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Brezilya'nın Espírito Santo eyaletine bağlı São Mateus'ta Oxisol topraklarda yürütülen bir çalışmada, Zn ve Mn orta, Fe ve Cu tüm parametreler için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel (Spherical) olarak belirlenmiştir (Paris ve ark., 2020).

Tablo. 2. Toprakların makro ve mikro element içeriklerine ait varyogram parametreleri

Table 2. Variogram parameters of macro and micro element contents of soils

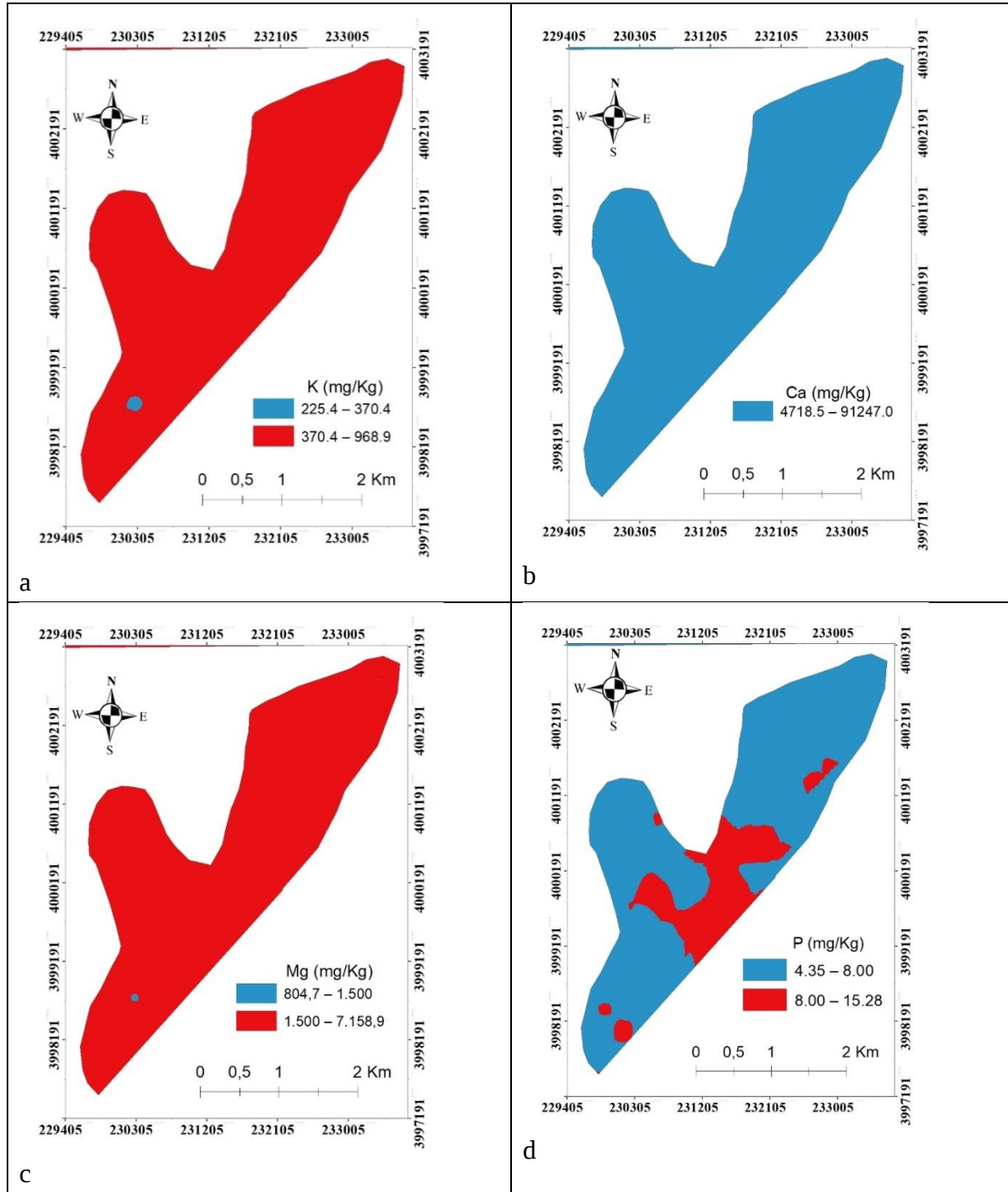
Özellik	Model	Range (m)	Nugget (C ₀)	Sill (C ₀ +C)	(C ₀)/ (C ₀ +C)*100	r ²
	Küresel	250	0.0001	0.086	0.12	0.24
Ca	Üssel	649	224000	996000	22.49	0.72
Mg	Küresel	360	6000	2201000	0.27	0.59
P	Küresel	402	0.0030	0.059	5.08	0.32
Fe	Üssel	2454	0.136	0.274	49.63	0.74
Cu	Guassian	145	0.071	0.379	18.73	0.18
Mn	Üssel	147	0.121	0.864	14.00	0.43
Zn	Üssel	6114	1.670	5.350	31.21	0.65

Araştırma alanındaki toprak özelliklerinin range değerleri 145 m (Cu) ile 6114 m (Zn) arasında değişmiştir. Bu durum toprak özelliklerindeki yersel bağımlılığın çok geniş sınırlar içinde değiştiğini göstermektedir. Aşkın ve ark. (2017) tarafından Samsun'un Altınordu ilçesinde yapılan bir çalışmada en yüksek etki aralığı 17424 m ile Cu için ve en düşük etki aralığı ise 692 m ile Zn için oluşmuştur.

Besin elementlerinin Nugget/Sill oranlarına göre (Cambardella ve ark., 1994); Fe ve Zn içeriklerinin orta; diğer parametreler ise kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir. Karadeniz bölgesinde yer alan Ordu ilinin Altınordu ilçesinde yapılan bir çalışmada, topraklardaki mikroelement içerikleri belirlenerek, bunların alandaki dağılımı incelenmiştir. Araştırma sonuçlarında, en güçlü yersel bağımlılık Mn'da, en düşük yersel bağımlılık ise Cu'da belirlenmiştir (Aşkın ve ark., 2017). Yine Brezilya'nın Espírito Santo eyaletine bağlı São Mateus'ta Oxisol topraklarda yürütülen bir çalışmada, topraklarda C₀/C₀+C değerlerine göre Zn ve Mn orta, Fe ve Cu ise göre güçlü düzeyde mekânsal bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir. Yine tüm parametreler için en uygun yarıvaryogram modeli Küresel olarak belirlenmiştir (Paris ve ark., 2020).

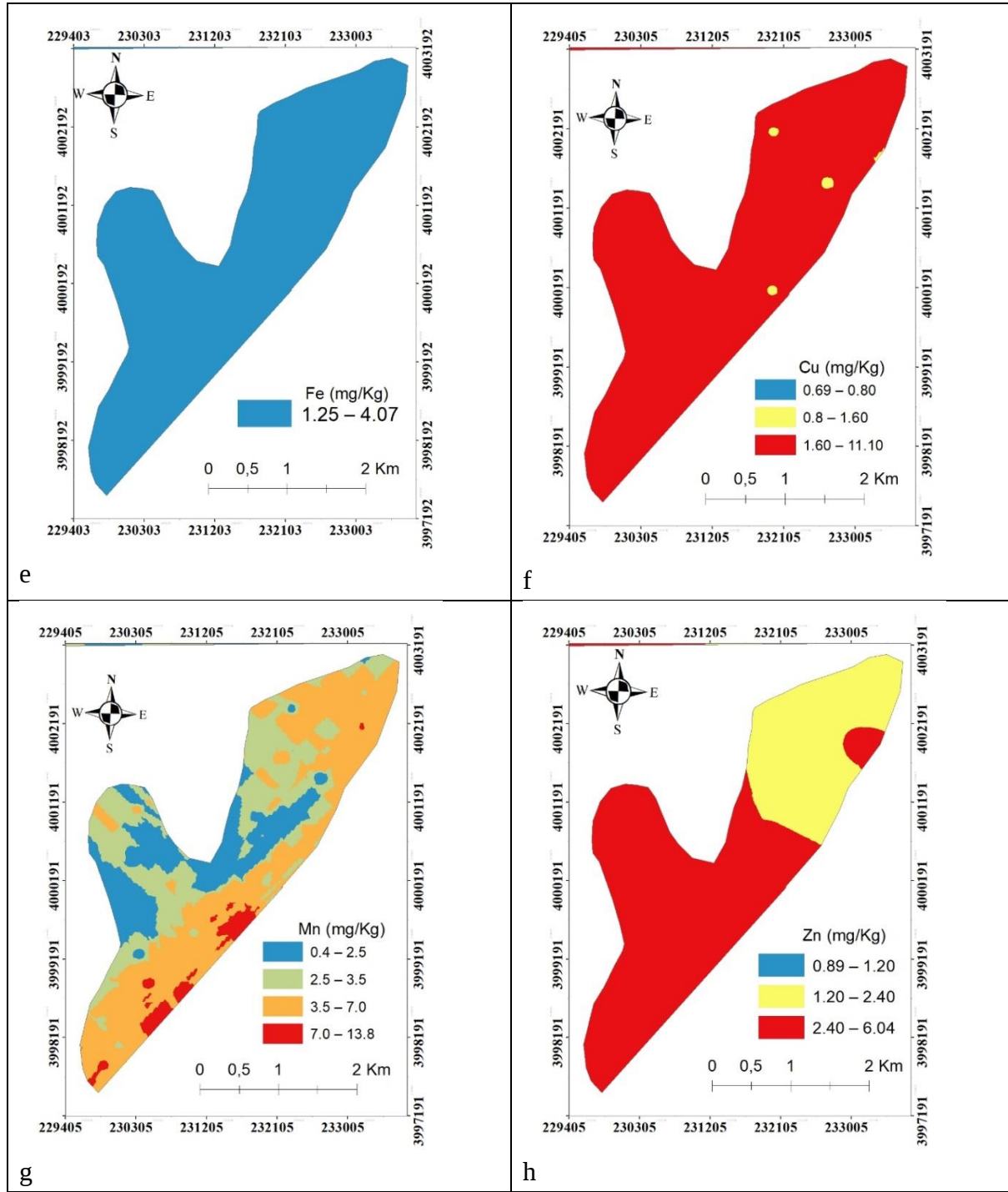
3.3. Makro ve mikro element içeriklerinin yersel dağılımı

Toprakların makro ve mikro element içeriklerinin yersel dağılımının belirlenmesinde ordinary Kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kullanılarak oluşturulan yersel dağılım haritaları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Toprakların makro ve mikro element içeriklerinin çalışma alanındaki dağılımları

Figure 2. Distributions of macro and micro element contents of soils in the study area



Şekil 2.(Devamı) Toprakların makro ve mikro element içeriklerinin çalışma alanındaki dağılımları

Figure 2. (Continued) Distribution of macro and micro element contents of soils in the study area

Potasyum ve magnezyumun çalışma alanının güney kısmındaki küçük bir alanda yeterli, diğer bölümlerde ise fazla miktarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 2a ve 2c). Yine, K içeriklerinin ağırlıklı olarak 370.4 – 968.9 mg kg⁻¹, Mg içeriklerinin ise 1500-7138.9 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Kalsiyum içerikleri çalışma alanının tüm bölümlerinde fazla düzeydedir (Şekil 2b). Ca içeriklerinin ağırlıklı olarak 1500,0 – 7158.9 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir.

Fosfor ise çalışma alanının orta kısımları ile kuzeydoğu ve güney kesimindeki küçük alanlarda yeterli, diğer kısımlarda ise yetersiz düzeydedir (Şekil 2d).

Çalışma alanı topraklarının Fe değerlerinin dağılım haritasına incelendiğinde (Şekil 2e), Fe içeriklerinin çalışma alanının tamamında yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. En yaygın olarak karşılaşılan Fe içeriklerinin 1.25-4.07 mg kg⁻¹ arasında olduğu görülmüştür.

Çalışma alanı topraklarının Cu değerlerinin dağılım haritası incelendiğinde; alanın orta ve kuzey kesimlerindeki 3 farklı çok küçük alanda fazla, diğer yerlerde ise çok fazla olduğu görülmüştür. Alandaki Cu içerikleri ağırlıklı olarak 1.60-11.10 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Şekil 2f).

Topraklarda Mn değerlerinin dağılımı incelendiğinde; Mn içeriklerinin alanın batı ve orta kesimlerinde az ve orta düzeylerde, güney ve kuzey kesimlerinde yeterli, güneydoğu kesimlerinde ise çok yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yine Mn içeriklerinin ağırlıklı olarak 3.5 – 7.0 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 2g).

Çalışma alanı topraklarında Zn değerleri, alanın kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde yeterli, güney ve orta kesimlerde ve kuzeydoğu bölümünün az bir kısmında yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yine, alandaki Zn içeriğinin ağırlıklı olarak 2.40 – 6.04 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 2h).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada; Samandağ bölgesindeki bazı topraklarının makro ve mikro besin element içerikleri belirlenmiş ve bunların yersel dağılımı incelenerek, her bir özelliğin alandaki dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Toprakların tamamında K, Ca, Mg, Cu ve Zn içerikleri yeterli, P ve Fe içerikleri yetersiz, Mn içeriklerinin ise çalışma alanının yarısında yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre çalışma alanının tamamına Fe'li, alanın batı ve orta kesimlerine Mn'lı gübre uygulaması yapılmalıdır. Ayrıca çalışma alanının orta kesimleri dışındaki bölümlerinde fosforlu gübre uygulaması yapılmalıdır. Topraklardaki alınabilir makroelement içeriklerinin ortalama değerlerine göre çoktan aza doğru sıralanışı Ca> Mg>K>P, makroelement içeriklerinin sıralanışının ise Mn> Zn>Cu Fe> şeklinde olduğu belirlenmiştir. Mn içeriklerinin DK değerlerinin yüksek olması, toprakların Mn içeriklerinin çok farklı sınırlar içinde değişmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Jeoistatistikte A_0 (range) değeri; herhangi bir değişken için iki nokta arasındaki yersel bağımlılığın devam ettiği maksimum mesafeyi belirtmektedir (Isaaks ve Sriastava, 1989). Range değeri aynı zamanda en fazla örnekleme mesafesini de belirtmektedir. Diğer bir deyişle, herhangi bir element için örnekleme aralığı range değerinden fazla olmamalıdır. Çünkü bu mesafeden sonra noktalar arasında herhangi bir yersel bağımlılık bulunmamaktadır. Araştırma alanındaki toprak özelliklerinin (range) değerleri 145 m (Cu) ile 6114 m (Zn) arasında değişmiştir. Bu durum en az örnekleme aralığının Cu, en fazla ise Zn için olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışma ile yöre topraklarının makro ve mikro besin elementleri düzeyleri de belirlendiğinden, verilecek gübre miktarları ile ilgili önemli katkılar sağlayacaktır. Ancak, gübre dozlarının tam olarak belirlenebilmesi için, bu çalışma temel alınarak daha detaylı çalışmaların yapılması önerilir.

Teşekkür

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (**Proje No: 25.GAP.011**). Maddi destekleri nedeniyle BAP koordinatörlüğüne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Ağca, N., Coşar, M.S., 2023. Jeostatistik ve coğrafi bilgi sistem (CBS) teknikleri kullanılarak Erzin ovası (Hatay) topraklarının bazı besin element içeriklerinin yersel değişimlerinin haritalanması, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 11(4): 1439-1451.
- Ağca, N., Ertuğral, S., 2025. Arsuz ovası topraklarının besin element içeriklerinin belirlenmesi ve bunların mekânsal dağılımlarının coğrafi bilgi sistemleri ile incelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 13(1): 37- 48.
- Ağca, N., Karakaya, Y., 2023. Sarıseki-Dörtüol Bölgesinde yer alan toprakların bazı besin element içeriklerinin yersel dağılımının jeostatistiksel yöntemlerle modellenmesi ve haritalanması. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 11(1): 26 – 37.
- Ağca, N., Karanlık, S., 2012. Distribution of micronutrients in Amik Plain (Hatay, Turkey). Proceeding Book of 8'th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable soil Management (May 15-17, 2012 Çeşme-İzmir, Turkey).
- Ağca, N., Aşkıner, E.D., 2024. Dörtüol ovası topraklarında bazı besin element içeriklerinin yersel dağılımının belirlenmesi. MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi, 9(2): 331–346.
- Anonoim, 2015. Rakamlarla Hatay Tarım Kimliği, 2015. 15<https://hatay.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Sol%20Men%C3%BC/HATAY%20TARIM%20K%C4%B0ML%C4%B0%C4%9E%C4%B0-2015.pdf> (Erişim tarihi. 24.08.2025

- Aşkın, T., Türkmen, F., Tarakçıoğlu, C., Kulaç, S., Aygün, S., 2017. DTPA-extractable micronutrients: A geostatistical study from Ordu, Turkey. *Eurasian J Soil Sci*, 6 (2): 154 - 160.
- Cambardella, C.A, Moorman, T.B, Parkin, T.B, Karlen, D.L, Novak, J.M, Turco, R.F, Konopka, A.E. 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58: 1501-1511..
- Dongare, V.T., Reddy, G.P. O., Kharche, V.K., Ramteke, I.K. 2022. Spatial variability of soil nutrients under sugarcane cropping system in semi-arid tropics of western India using geostatistics and GIS. *Journal of Soil and Water Conservation* 21(1): 67-75. DOI: 10.5958/2455-7145.2022.00008.X
- Gamma Design, 2008. *Geostatistics for the environmental sciences*. Plainwell, Michigan, USA.
- FAO, 1990. *Micronutrient, assesment at the country level. An international study* (M. Sillanpaa, Editör). *FAO Soils Bulletin* 63. Published by FAO. 128 P. Roma, Italy.
- Heuvelink, G.B.M., 2006. *Incorporating process knowledge in spatial interpolation of enviromental variables*. Lisbon, portugal: 7th Inernational Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Enviromental Sciences.
- Isaaks, H.E., Srivastava, R.M., 1989. *Applied geostatistics*. Oxford University press, Inc. 561 p.
- İydir, G., Özdemir, M. A., 2025. Manisa İlinin Sarıgöl İlçesi topraklarının fiziko-kimyasal özellikleri, bazı verimlilik özelliklerinin tespiti ve jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak haritalanması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(3): 658-676.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society America Journal*, 42: 421-428.
- Mulla, D.J., Mc Bratney, A.B., 2000. Soil spatial variability. In: *handbook of soil science*. Malcom E. Summer (ed. in chief) CRS Pres. A321-A351.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate, USDA.
- Öztaş, T., 1995. Jeostatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulanışı. *İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Bildiriler kitabı*. I:271-280, Ankara.
- Paris, J.O., Gontijo, I., Partelli, F.L., Facco, A.G., 2020. Variability and spatial correlation of soil micronutrients and organic matter with macadamia nut production. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 24 (1): p.31-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n1p31-36>.

- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agriculture Handbook. No: 60.
- Saltalı, K., Kuru, M., Tosun, Y.K., Kara, Z., Yakupoğlu, T., 2024. Andırın-çiğşar bölgesi kiraz bahçesi topraklarının bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 8(4): 884-893.
- Sarker, M.M.H., Moslehuddin A.Z.M., Jahiruddin, M., Islam, M.R, 2018. Changing trend of micronutrients in floodplain soils of Bangladesh. SAARC J. Agri., 16(1): 35-48.
- Tümsavaş, Z., 2003. Bursa ili vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2): 9-21.
- Yağmur, B., Okur, B., 2011. Kemalpaşa ilçesi kiraz bahçelerinin verimlilik durumları ve ağır metal içerikleri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28 (2):1-13.
- Zaprjanova, P., Hristozova, G., 2019. DTPA-extractable micronutrients in soils of Southern Bulgaria. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25 (6):1233–1238.