T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SARISEKİ-DÖRTYOL ARASI ARAZİLERDE TOPRAK VERİMLİLİK PARAMETRELERİNİN YERSEL DAĞLIMININ MODELLENMESİ ve HARİTALANMASI

YUNUS KARAKAYA

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN - 2022

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SARISEKİ-DÖRTYOL ARASI ARAZİLERDE TOPRAK VERİMLİLİK PARAMETRELERİNİN YERSEL DAĞLIMININ MODELLENMESİ ve HARİTALANMASI

YUNUS KARAKAYA
ORCID:0000-0002-0627-5342

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof. Dr. NECAT AĞCA
ORCID: 0000-0003-4864-844X

HATAY
NİSAN - 2022

11/04/2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

YUNUS KARAKAYA

ÖZET

SARISEKİ-DÖRTYOL ARASINDA YER ALAN TARIM ARAZİLERİNİN TOPRAK VERİMLİLİK PARAMETRELERİNİN YERSEL DAĞILIMIMIN MODELLENMESİ ve HARİTALANMASI

Toprak özelliklerinin bilinmesi, hem tarımın sürdürülebilirliği hem de çevre koruma açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada, Sarıseki-Dörtyol (Hatay) arasında kalan tarım arazilerde toprakların verimlilik özelliklerinin saptanması ve bu özelliklerin çalışma alanındaki dağılımlarının modellenerek haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, araştırma alanındaki toprakları temsil edecek şekilde rastgele örnekleme yöntemine göre 0-30 cm derinlikten toplam 42 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinin alındığı noktaların coğrafi koordinatları küresel konumlama cihazı (GPS) kullanılarak kayıt edilmiştir. Toprak örneklerinin pH, elektriksel iletkenlik (EC), alınabilir potasyum (K), organik madde (OM), yarayışlı demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), çinko (Zn), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca) ve kireç analizleri yapılmıştır. Toprak özelliklerinin yersel dağılımının belirlenmesi ve haritalanması için jeoistatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Çalışma alanındaki toprakların verimlilik ile ilgili özelliklerinin dağılımlarının oldukça farklı sınırlar içinde değiştiği belirlenmiştir. Toprak örneklerinin pH değerleri 6.80 ile 7.81, EC 151 ile 1337 $\mu S\ cm^{-1}$, kireç içerikleri % 0.03 ile % 39.97, organik madde içerikleri % 0.39 ile % 13.39, kireç içerikleri % 0.03 ile % 39.97, K içerikleri 43.6 mg kg^{-1} ile 587.4 mg kg^{-1}, Ca içerikleri 1403.5 içerikleri 6578.3 mg kg^{-1}, Mg içerikleri 314.1 mg kg^{-1} ile 2515.0 arasında değişmiştir. Topraklardaki P içeriklerinin 0.20 ile 170.36 mg kg^{-1} arasında olduğu belirlenmiştir. Topraklardaki Fe içerikleri 3.27 ile 50.0 arasında; Cu içeriklerinin 0.59 ile 37.62 mg kg^{-1} arasında, Mn içerikleri 9.89 ile 93.35 mg kg^{-1} arasında ve Zn içerikleri ise 1.53 ile 74.16 mg kg^{-1} arasında değişmiştir. Toprakların temel özellikleri içerisinde varyasyon katsayısı (VK) en düşük olanı pH (% 3.2) en yüksek olanı ise kireç içeriği olup (% 169.8), bunu % 65.8 ile EC değerleri izlemektedir. Toprakların besin elementleri içerisinde ise VK'sı en düşük olanı Mg içerikleri (% 35.7) iken, en yüksek VK değeri ise fosfor içeriğinde (%133.3) belirlenmiştir. En uygun variogram modeli EC, kum, silt, K, Cu ve Zn değerleri için küresel; organik madde, kil, Na, Ca, Mg, P ve Mg için Gaussian ve pH, kireç ve Fe içerikleri için ise üssel olarak belirlenmiştir. Topraklarda demir (Fe) dışında diğer mikrobesin elementlerinin tamamı yeterli düzede bulunmuştur. Yine, makrobesin elementlerinden Ca ve Mg içeriklerinin tüm çalışma alanı topraklarında yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

2022, 67 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sarıseki-Dörtyol bölgesi, Toprak verimliliği, Toprak özellikleri, Jeoistatistik

ABSTRACT

MODELING and MAPPING of the SPATIAL DISTRIBUTION of the SOIL PRODUCTIVITY PARAMETERS in the AGRICULTURAL LANDS BETWEEN SARISEKİ-DÖRTYOL

Knowing the basic and productivity-related properties of soils; is extremely important in terms of both sustainable agriculture the environment, and soil managerment is no exception. In this study, it is aimed to determine the fertility properties of the soils in Sarıseki-Dörtyol (Hatay) region and to create distribution maps of these properties in the study area. To represent the soils in the research area and, a total of 42 degraded soil samples were taken from 0-30 cm depth according to the random sampling method, and the geographical coordinates of the points where soil samples were taken were determined using a global positioning device (GPS). In the soil samples, pH, electrical conductivity (EC), available potassium (K), organic matter (OM), available iron (Fe), available copper (Cu), available manganese (Mn), available zinc (Zn), available magnesium (Mg), available calcium (Ca) and lime analyzes were made. In addition, geostatistical methods were used to determine and map the territorial distribution of soil properties. It has been determined that the distribution of the fertility-related properties of the soils in the study area varies within quite different limits. The pH and EC values of the soil samples ranged from 6.80 to 7.81 and 151 to 1337 µS cm-1, respectively. The lime, organic matter, K, Ca, and Mg contents were determined in the range of 0.03- 39.97%, 0.39- 13.39%, 43.6-587.4 mg kg^{-1}, 1403.5 - 6578.3 mg kg^{-1}, 314.1 and 2515.0 mg kg^{-1}, respectively. As for the P, Fe, Cu, Mn, Zn contents, the values were between 0.20 mg kg^{-1} and 170.36 mg kg^{-1}. 3.27 mg kg^{-1} and 50.0; 0.59 mg kg^{-1} and 37.62 mg kg^{-1}, 9.89 mg kg-1 and 93.35 mg kg^{-1}, 1.53 mg kg^{-1} and 74.16 mg kg^{-1}. The lowest coefficient of variation (VK) among the basic properties of soils is pH (3.2%) and the highest one is lime content (169.8%), followed by EC values with 65.8%. Among the nutrients of the soils, the coefficient of variation (VK) is the lowest in Mg content (35.7%), while the highest VK value is determined in the phosphorus content (133.3%). The most fitting variogram model is Spherical for EC, sand, silt, K, Cu and Zn values; Gaussian for organic matter, clay, Na, Ca, Mg, P and Mg and exponential for pH, lime and Fe contents. Except for iron (Fe), all of the other micronutrient elements were found to be at sufficient levels in the soil. Finally, it was determined that the Ca and Mg contents, which are macronutrients, were at sufficient levels in all the soils of the study area.

2022, 67 pages

Key Words: Sarıseki-Dörtyol district, Soil productivity, Soil properties, Geostatistics

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde, sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan, gerek tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve deneyimi ile çalışmalarıma ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Necat AĞCA'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ÇİZELGELER DİZİNİ V
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ VII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MATERYAL ve YÖNTEM 14
3.1. Materyal 14
3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu 14
3.1.2. Çalışma Alanının Bitki Örtüsü 14
3.1.3. Çalışma Alanının İklimi 14
3.1.4. Çalışma Alanının Jeolojisi 16
3.2. Yöntem 17
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması 17
3.2.2. Toprak Analizleri 17
3.2.3. İstatistiksel ve Jeoistatistiksel Analizler 19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 21
4.1. Araştırma Alanının Temel Toprak Özellikleri 21
4.2. Jeoistatistiksel Analiz Sonuçları 27
4.2.1. pH Değerleri 28
4.2.3. Kireç İçerikleri 31
4.2.4. Organik Madde İçerikleri 33
4.2.5. Kum İçerikleri 35
4.2.6. Silt İçerikleri 37
4.2.7. Kil İçerikleri 39
4.2.8. Na İçerikleri 41
4.2.9. K Değerleri 43
4.2.10. Ca İçerikleri 45
4.2.11. Mg İçerikleri 47
4.2.12. P Değerleri 49
4.2.13. Fe Değerleri 51
4.2.14. Cu Değerleri 53
4.2.15. Mn Değerleri 55
4.2.16. Zn Değerleri 57
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 60
KAYNAKLAR 62
ÖZGEÇMİŞ 67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Hatay iline ait uzun yıllık iklim verileri ölçüm periyodu (1991 – 2020) (Anonim, 2021) 15
Çizelge 3.2. Örnekleme noktalarının UTM (37 N) sistemine göre coğrafi Koordinatları 18
Çizelge 4.1. Araştırma konusu toprakların temel fiziksel ve kimyasal özellikleri 22
Çizelge 4.2. Araştırma konusu toprakların bazı besin elementi içerikleri 25
Çizelge 4.3. pH değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 29
Çizelge 4.4. EC değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 31
Çizelge 4.5. Kireç değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 32
Çizelge 4.6. Organik madde içeriklerine ait yarıvariyogram parametreleri 34
Çizelge 4.7. Kum içeriklerine ait yarıvariyogram parametreleri 36
Çizelge 4.8. Silt değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 38
Çizelge 4.9. Kil içeriklerine ait yarıvariyogram parametreleri 40
Çizelge 4.10. Na değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 42
Çizelge 4.11. K değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 44
Çizelge 4.12. Ca değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 46
Çizelge 4.13. Mg değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 48
Çizelge 4.14. P değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 50
Çizelge 4.15. Fe değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 52
Çizelge 4.16. Cu değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 54
Çizelge 4.17. Mn değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 56
Çizelge 4.18. Zn değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri 58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Anonim, 2018). 16
Şekil 3.2. Çalışma alanının coğrafi konumu ve örnekleme noktaları 17
Şekil 4.1. Çalışma alanı topraklarının pH değerlerine ait yarıvariyogram 28
Şekil 4.2. Çalışma alanı topraklarının pH değerlerinin dağılım haritası 30
Şekil 4.3. Toprakların EC değerlerine ait yarıvariyogramlar 30
Şekil 4.4. Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinin dağılım haritası 31
Şekil 4.5. Toprakların kireç değerlerine ait yarıvariyogram 32
Şekil 4.6. Çalışma alanı topraklarının kireç değerlerinin dağılım haritası 33
Şekil 4.7. Toprakların organik madde içeriklerine ait yarıvariyogramlar 34
Şekil 4.8. Çalışma alanı topraklarının organik madde değerlerinin dağılım haritası 35
Şekil 4.9. Toprakların kum değerlerine ait yarıvariyogramlar 36
Şekil 4.10. Çalışma alanı topraklarının kum içeriklerinin dağılım haritası 37
Şekil 4.11. Toprakların silt değerlerine ait yarıvariyogramlar 38
Şekil 4.12. Çalışma alanı topraklarının silt değerlerinin dağılım haritası 39
Şekil 4.13. Toprakların kil değerlerine ait yarıvariyogramlar 40
Şekil 4.14. Çalışma alanındaki toprakların kil içeriklerinin dağılım haritası 41
Şekil 4.15. Toprakların Na değerlerine ait yarıvariyogram 42
Şekil 4.16. Çalışma alanı topraklarının Na içeriklerinin dağılım haritası 43
Şekil 4.17. Toprakların K değerlerine ait yarıvariyogram 44
Şekil 4.18. Çalışma alanı topraklarının K değerlerinin dağılım haritası 45
Şekil 4.19. Toprakların Ca değerlerine ait yarıvariyogram 46
Şekil 4.20. Çalışma alanı topraklarının Ca değerlerinin dağılım haritası 47
Şekil 4.21. Toprakların Mg değerlerine ait yarıvariyogram 48
Şekil 4.22. Çalışma alanı topraklarının Mg değerlerinin dağılım haritası 49
Şekil 4.23. Toprakların P değerlerine ait yarıvariyogramlar 50
Şekil 4.24. Çalışma alanı topraklarının P değerlerinin dağılım haritası 51
Şekil 4.25. Toprakların Fe değerlerine ait yarıvariyogram 52
Şekil 4.26. Çalışma alanı topraklarının Fe değerlerinin dağılım haritası 53
Şekil 4.27. Toprakların Cu değerlerine ait yarıvariyogram 54
Şekil 4.28. Çalışma alanı topraklarının Cu değerlerinin dağılım haritası 55
Şekil 4.29. Toprakların Mn değerlerine ait yarıvariyogram 56
Şekil 4.30. Çalışma alanı topraklarının Mn değerlerinin dağılım haritası 57
Şekil 4.31. Toprakların Zn değerlerine ait yarıvariyogram 58
Şekil 4.32. Çalışma alanı topraklarının Zn değerlerinin dağılım haritası 59

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
ha	: Hektar
µg	: mikrogram
mg	: miligram
g	: gram
kg	: kilogram
mL	: mililitre
µm	: mikrometre
µg	: mikrogram

KISALTMALAR

FAO	: Food and Agriculture Organization
WHO	: World Health Organization
min	: Dakika

1. GİRİŞ

Topraklar; sağladığı faydalar nedeniyle her geçen gün önemi daha iyi anlaşılan değerli doğal kaynaklarımızdandır. İnsan yaşamının devamlılığı için gerekli olan toprak, artan nüfusun gereksinimlerini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden toprak verimliliği ön plana çıkmaktadır.

Bunun yanında toprağın sürdürülebilir olması tarım faaliyetlerinin ve insan yaşamının devamlılığı için koruma altına alınması gerekmektedir. Tarımsal üretimde verimliliğin ve üretimin sürdürülebilir olması toprak yapısı ve özellikleri ile önemli derecede ilişkilidir. Bu nedenle toprak yapısı ve özelliklerinin belirlenmesi, belirlenen özelliklerin yersel dağılımının nasıl değiştiği verimlilik, sürdürülebilirlik, yaşamın devamlılığı ve sonraki yapılacak olan çalışmalara kolaylık sağlayacağından dolayı son derece önemlidir.

Toprak özellikleri toprak derinliği ile değişmekle beraber çok kısa yatay mesafelerde de anlamlı değişimler gösterebilmektedir. Toprak verimliliği açısından bu değişimlerin bilinmesi ve jeoistatistiksel olarak değerlendirilmesi tarımsal üretimde daha ekonomik gübreleme ve toprağın sürdürülebilir kullanımı açısından önemlidir. Günümüzde, parsel bazlı jeoistatistiksel veriler birçok gelişmiş ülkede üretilmekte, gereksiz tarım kimyasallarının kullanımını önlemekte, toprak ve çevre korumaya katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla toprak sürdürülebilir kullanılarak daha verimli ve ekonomik tarımsal üretim gerçekleştirilmektedir (Hatipoğlu, 2019).

Aynı arazi içerisinde toprakların birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliği heterojen bir yapıya sahiptirler. Klasik istatistiksel yöntemler, toprakların yersel olarak gösterdiği değişkenliği belirlemede yetersizdir. Ayrıca, toprağa ait bilgileri toplamak için yapılan arazi çalışmaları ve alınan örneklerin analizleri kolay ve ekonomik değildir. Bu nedenle, toprağa ait değişkenliklerin önemli ölçüde var olup olmadığını değerlendirmek ve daha detaylı araştırmalar için yatırım yapmadan önce düşük maliyetli yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Toprak özelliklerinin yersel değişkenliklerinin modellenerek alansal tahmin haritalarının üretilmesi, daha düşük maliyet ile geniş alanların toprak özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yaygın yöntemlerin başında gelmektedir (Turgut ve Öztaş, 2012). Bu işlem de jeoistatistikle kolay bir şekilde yapılabilmektedir.

Jeoistatistik, Güney Afrikalı bir jeolog olan Krige'nin plaserlerdeki altın rezervlerini tahmin etmek için uyguladığı ampirik ilişkiler temelinde Matheron tarafından geliştirilen bölgeselleştirilmiş değişkenler teorisine dayanmaktadır. Bu teoriye göre, bölgeselleştirilmiş bir değişken (yani, uzaysal olarak dağılmış bir değişken), rastgele, yerel, örgütlenmemiş varyasyon bileşeni ile birlikte, mekânsal bir yapıya sahip olan düzenli bir varyasyon bileşenini içerir. Bölgeselleştirilmiş değişkenler teorisinin, matematiğin temel bir dalı olan rastgele fonksiyonlar teorisinin bir sonucu olduğuna dikkat edilmelidir. Bölgeselleştirilmiş değişkenler teorisi, doğal malzemelerdeki uzamsal varyasyonun yapısal açıklaması ve veri enterpolasyonu ve sonuçların yorumlanması için en uygun bir aracın geliştirilmesi gibi belirli matematiksel problemlerin çözülmesine yöneliktir. Jeoistatistiğin klasik el kitaplarında, temel kavramlar rasgele fonksiyonlar teorisi açısından açıklanmaktadır. Ancak, toprak bilimcileri matematiksel istatistik kavramlarına daha alışkındır; yani, incelenen nesneleri, aralarında tüm zemin parametrelerinin dikkate alınabileceği rasgele değişkenlerin olasılık dağılım fonksiyonu yerine istatistiksel parametrelerle tanımlarlar (Kuzyakova ve ark., 2001).

Bu çalışmada, Sarıseki-Dörtyol bölgesinde yer alan tarım arazilerinin verimlilikle ilgili toprak özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin çalışma alanındaki dağılım haritaları oluşturulmuştur. Bu çalışmanın temel amacı bölge topraklarının verimlilik potansiyelini belirlemek ve verimlilik ile ilgili özelliklerinin yersel dağılımını modelleyerek, her özelliğin alandaki yersel dağılım haritalarını oluşturmaktır. Sarıseki-Dörtyol bölgesindeki toprakların özellikleri ile ilgili yeterli araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile çalışma alanında yer alan tarım arazilerinin bitkisel üretim için verim potansiyeli de belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Topraklar tarımsal üretimin temel ögelerinden biridir. Topraklar ayrıca kendini kolayca yenileyemeyen doğal kaynaklardandır. Nüfusun sürekli olarak artmasına karşın, bu nüfusu doyurabilecek bitkisel üretimi elde edebilecek hemen hemen tek kaynak olan toprakları artırma olanağı kalmamıştır. Bu nedenle, yapılması gereken tek şey birim alandan üretim miktarını artırmaktır. Topraklardan en yüksek verimi alabilmek için ise toprakların verimlilik ile ilgili özelliklerinin bilinmesi ve düzeyinin artırması gerekir. Jeoistatistik, ölçülen herhangi bir özelliğin yersel yapısını ve yersel bağımlılığını inceleyerek sayısallaştıran ve buradan elde edilen ilişkiyi kullanarak anılan özelliğin örneklenmemiş noktalardaki miktarını tahmin eden uygulamalı istatistiğin bir koludur (Isaaks ve Srivastava, 1989). Jeoistatistiksel yöntemler iki aşamada yürütülmektedir. Birinci aşamada, incelenen toprak özelliğinin ölçüm noktaları arasındaki otokorelasyon, yani doğal olarak bulunan uzaysal bağımlılığın derecesi belirlenmektedir. İkinci aşamada ise bir interpolasyon tekniği kullanılarak, incelenen toprak özelliğinin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım deseni belirlenmeye çalışılmaktadır. Yarıvariyogramlar uzaysal bağımlılık derecesinin belirlenmesi ve kriging analizi ise interpolasyon aşamasında yaygın olarak kullanılan araçlardır (Öztaş, 1995).

Aydın ve ark. (1997) tarafından Atatürk Üniversitesi Çiftliği topraklarında yapılan bir çalışmada, toprakların kimyasal özellikleri, verimliliği ve üretim potansiyelleri belirlenmiştir. Bu amaçla, çiftlik arazisinde 600 x 300 m'lik gridlerin kesişim noktalarından ve 0-20 ile 20-40 cm derinliklerden toplam 52'şer adet toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde gerekli kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, 0-20 cm'den alınan toprak örneklerinin pH'ları 6.2-8.2, organik madde içerikleri %1.3-5.2, kireç içerikleri %0.2-26, katyon değişim kapasiteleri 15.1-48.1 cmol/kg, değişebilir kalsiyum+magnezyum 13.8-44.9 cmol/kg, değişebilir potasyum 1.0 - 4.3 cmol/kg, değişebilir sodyum 0.1-3.8 cmol/kg, yarayışlı fosfor 1.4-29.7 kg P_2O_5 / da ve toplam azot içerikleri 45.-515.3 kg N/da arasında değişmiştir. Toprakların 20-40 cm derinliğinden alınan örnekler için de benzer sonuçlar saptanmıştır.

Başar (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, Bursa'da değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların verimlilik ile ilgili bazı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Bursa'nın farklı bölgelerinden toplam 1018 adet toprak örneği

alınmıştır. Çalışma sonucunda; toprakların genellikle orta bünyeli, düşük tuz içerikli ve hafif ve kuvvetli bazik reaksiyonda olduğu ve kireç içeriklerinin ise geniş sınırlar içinde değiştiği belirlenmiştir. Toprakların; %56.49'unda organik madde, %21.81'inde alınabilir fosfor ve %21.82'sinde ise alınabilir potasyum konsantrasyonlarının düşük ve çok düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır.

Tümsavaş (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, Bursa'daki Vertisol Büyük Toprak Grubu topraklarının verimlilik ile ilgili özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla, çalışma alanını temsil edebilecek şekilde toplam 25 adet toprak örneği alınmış ve bu örneklerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, toprakların bünye sınıflarının genellikle kil olduğu, nötr ve hafif bazik reaksiyona sahip olduğu, değişik miktarlarda kireç içerdiği ve tuzluluk sorununun olmadığı belirlenmiştir. Toprakların, toplam azot, değişebilir potasyum, yarayışlı fosfor, DTPA yöntemi ile ekstrakte edilen demir ve çinko içeriklerinin yeterli, değişebilir kalsiyum ve magnezyum ile alınabilir mangan ve bakır içeriklerinin oldukça yüksek olduğu, ancak toprakların %80'ninde organik madde içeriğinin yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Özkan ve ark. (2009) tarafından Antalya bölgesinde yapılan bir araştırmada, elma yetiştirilen alanlardaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve bitki besleme ile ilgili sorunları ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre; toprak örneklerinin organik madde içeriği düşük olup, tuzluluk sorunu yoktur. Genel olarak bünyeleri tın, killi tın, siltli tın ve kildir. Kireç içerikleri yüksek bahçe toprakları, hafif bazik ve bazik reaksiyona sahiptirler. Toprak örneklerinin genel olarak alınabilir fosfor ve potasyum içeriklerinin orta ve yüksek, magnezyum konsantrasyonlarının yüksek, alınabilir kalsiyum içeriklerinin ise orta ve iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çukurova bölgesindeki alüviyal bir tarım arazisinde yapılan bir çalışmada, toprakların bazı verimlilik parametrelerinin jeoistatistiksel modellemesi yapılmıştır. Çalışmada alınabilir fosfor içerikleri izotropik bir yapı gösterirken, diğer toprak özelliklerinde anizotropik bir yapı belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri ise tam kontrolsüz etki variyansı (pure nugget) göstermiştir. En yüksek yersel bağımlılık kil ve katyon değişim kapasitesinde, en düşük bağımlılık ise alınabilir fosfor ve pH değerlerinde görülmüştür. Anizotropi giderildikten sonra en yüksek yapısal uzaklık 500 m ile organik madde içeriklerinde, en düşük yapısal uzaklık ise 220 m ile silt içeriğinde belirlenmiştir (Karabulut ve Ünver, 2012).

Doğu Karadeniz Bölgesindeki Kırmızı-Sarı Podzolik toprakların temel bazı özelliklerinin ve verimlilik durumunun belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, alandaki toprakları temsil edebilecek şekilde 370 adet toprak örneği alınmış ve bu örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre topraklar genellikle killi tın, kumlu killi tın, kumlu tın ve tın bünyeye sahip olup, pH değerleri de düşük düzeydedir. Öneklerin bazıları az veya çok az düzeyde kalsiyum karbonat içermekte ve ayrıca tuzluluk sorunu da bulunmamaktadır. Araştırma sonucunda, alınabilir fosfor, ekstrakte edilebilir potasyum ve kalsiyum içeriklerinin çoğu toprak örneğinde yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yine, toprakların toplam azot, ekstrakte edilebilir magnezyum, sodyum, demir, bakır ve mangan içiriklerinin yeterli/yüksek düzeyde, organik madde içeriklerinin %70'inde yüksek düzeyde, ekstrakte edilebilir çinko içeriğinin ise eksiklik görülebilecek düzeyde olduğu saptanmıştır (Özyazıcı ve ark., 2013 a).

Özyazıcı ve ark. (2013 b) tarafından Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada, yonca tarımı yapılan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve bitki besleme ile ilgili sorunları araştırılmıştır. Çalışma alanını temsil edecek şekilde 78 adet toprak örneği alınmıştır. Araştırma bulgularına göre; toprakların bünyelerinin genel olarak killi tın, tın, kumlu killi tın ve kumlu tın, %55.13'ünün nötr reaksiyonlu, %58.97'sinin az kireçli olduğu ve tamamında tuzluluk sorunun bulunmadığı belirlenmiştir. Büyük çoğunluğu yeterli düzeyde organik madde ve toplam N içeriğine sahip olan toprakların, %58.97'sinde alınabilir fosfor, %39.75'sinde ise ekstrakte edilebilir potasyum düzeyi yetersiz bulunmuştur.

Özyazıcı ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesindeki tarım topraklarının temel verimlilik özelliklerini belirlenmesi ve dağılım haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, tarım alanlarını temsil edecek şekilde 2.5 x 2.5 km grid aralıklarla ve 0-20 cm derinlikten toplam 3400 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde; bünye, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, organik madde, alınabilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Toprakları büyük çoğunluğu (%75.30'u) tın bünyeli olup, pH değerleri< 4.5-8.5 arasında değişmiştir. Toprakların büyük bir çoğunluğunun organik madde içerikleri orta-iyi-yüksek düzeyde ve tuzsuzdur. Ayrıca, toprakların %61.15'inin az kireçli olduğu ve %58.83'ünde fosfor eksikliği belirlenmiş, %42.68'inde ise ekstrakte

edilebilir potasyum içeriğinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Antalya'nın Kepez ilçesinde yapılan bir araştırmada, karanfil yetiştiriciliği yapılan sera topraklarının verimlilik durumlarının belirlemesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Kepez'de karanfil yetiştiriciliği yapılan 50 farklı seradan 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, toprakların bünyeleri kumlu tın ile killi tın arasında değişmiştir. Topraklar genellikle bazik ve hafif bazik reaksiyonlu olup, tuz içerikleri tuzsuzdan, çok yüksek tuzluya kadar değişkenlik göstermiştir. Büyük çoğunluğunda kireç içeriğinin çok yüksek olduğu toprakların organik madde miktarlarının ise yetersiz olduğu saptanmıştır. Toplam azot içeriklerinin çok az düzeyden çok iyi düzeye kadar değiştiği, alınabilir fosfor konsantrasyonlarının yeterli, değişebilir potasyum içeriklerinin düşük düzeyden çok yüksek düzeye kadar değiştiği, değişebilir magnezyum ve kalsiyum düzeylerinin ise iyi olduğu belirlenmiştir (Öktüren ve ark., 2016).

Poorpak (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Derinkale havzası (Urumia-Iran) topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yersel değişim desenlerinin belirlenerek, toprak verimliliği ve yönetimi açısından kullanılabilir georeferanslı haritalar üretilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonunda; çalışma alanı topraklarının genellikle orta bünyeli, organik maddece zengin, orta-bazik, çok kireçli, tuzsuz ve alkalilik sorunu olmayan orta düzey verimli topraklar olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında en yüksek mekânsal bağımlılık pH ve alınabilir potasyum (Kava), en düşük mekânsal bağımlılık ise alınabilir fosfor (Pava) için tanımlanmıştır. Çalışma alanı topraklarının incelenen özelliklerine ait yersel değişim desenlerinin birbirleriyle uyum içerisinde olduğu, özellikle OM ile KDK ve toplam azot, kireç içeriği ile pH, EC ile ESP ve SAR değişim haritalarının yüksek düzeyde uyumlu oldukları saptanmıştır. Bu çalıma sonunda Derin kale havzası topraklarının bitkisel üretim açısından önemli bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait georeferanslı yersel değişim haritaları hazırlanarak, çalışma havzası topraklarının sürdürülebilir kullanım ve planlanmasına yönelik yürütülecek çalışmalar ve geliştirilecek stratejiler için önemli bir kaynak hazırlandığı belirtilmiştir.

Uysal ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, Gemlik çeşidi sofralık zeytin yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Yalova'nın Armutlu ilçesindeki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla, 97 adet zeytin bahçesinden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde bünye, pH, EC, kireç, organik madde, alınabilir fosfor ve değişebilir potasyum analizleri yapılmıştır. Çalışma

sonucunda, toprak örneklerinin tın ve killi tın bünyeyi, düşük kireç içerikli, nötr ve asit reaksiyonlu oldukları belirlenmiştir. Toprakların organik madde ve alınabilir fosfor içerikleri düşükten yüksek seviyeye kadar değişmiştir. Topraklarının değişebilir potasyum içerikleri ise çoğunlukla düşük ve çok düşük seviyelerde bulunmuştur.

Güzel (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, Harran ovası topraklarının bazı özelliklerinin jeoistatistiksel yöntemle belirlenerek haritalanması amaçlanmıştır. Örnekler üzerinde yarayışlı fosfor (YP), toplam fosfor (TP), organik madde (OM), toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC) analizleri yapılmış ve jeoistatistiksel modelleme ile kriging haritaları oluşturulmuştur. Haritaları oluşturabilmek için analizi yapılmayan bir toprağın içeriğini tahmin etmede 16 komşu noktanın sonuçları referans alınmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde toprak içeriklerinin ortalama değerleri YP 4.4 mg kg^{-1}, TP 775.84 mg kg^{-1}, OM 1.17, pH 8.3 ve EC 0.32 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde toprakların TP içeriklerinin orta miktarda; YP, pH ve OM içeriklerinin düşük ve EC'nin tuza etkisi olmayacak miktarlarda olduğu belirlenmiştir.

Hindistan'ının Katihar bölgesinde yapılan bir çalışmada; toprak pH'sının, organik karbonun (OC), (mineralize edilebilir) azotun (N), fosforun (P), potasyumun (K) ve çinkonun (Zn) yersel değişkenliğini değerlendirilmiştir. Çalışma alanından pulluk tabakasını temsil eden (yüzeyden 0-25 cm derinlik) toplam 85 toprak örneği rastgele toplanmıştır. Çalışma sonunda, toprakların pH, OC, N, P, K ve Zn değerlerinin sırasıyla; 4.4 ile 8.4, %0.20 ile %1.20, 141 ile 474, 2.2 ile 68.2, 107 ila 903 kg ha^{-1} ve 0.22 ile 1.10 mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Yine variyasyon katsayısı değeri mevcut P (%94.3) için en yüksek ve toprak pH'sı (%11.3) için en düşük olarak belirlenmiştir. Ayrıca N, P ve Zn içerikleri için küresel modelin en uygun olduğu, OC için en uygun modelin üstel model olduğu ve pH ve K için en uygun modelin Gaussian modeli olduğu belirlenmiştir. Külçe/eşik oranına göre pH ve K hariç tüm diğer toprak özellikleri orta derecede uzaysal olarak bağımlıydı (%25-57). Ayrıca, Jeoistatistiksel yöntemlerin alüviyal topraklarda besin elementlerinin mekânsal değişkenlik haritalarının doğru bir şekilde oluşturabileceği gözlenmiştir (Rezaa ve ark., 2017).

Van-Erciş ilçesi Bayramlı köyü bağ alanlarının bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması amacıyla yapılan bir çalışmada 40.668 hektarlık bir alandan alınan toprak örneklerinde toprak analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, çalışma alanının pH değerleri 7.44 ile 8.18, EC değerleri 0.12-

0.34 dS m^{-1}, kireç içerikleri %5.83 - 46.80, organik madde içerikleri ise %1.31 ile %2.97 arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kum, kil ve silt içeriklerinin ortalamaları sırasıyla; %76.54, %7.28 ve %16.18 olarak bulunmuştur. Araştırma alanının tekstür sınıfları ve alansal dağılımı sırasıyla; %47.5'i tınlı kum, %45'i kumlu tın ve %7.5'i kumlu olarak belirlenmiştir. pH sınıfları IDW interpolasyon modülünde nötr ve bazik, organik madde içerikleri asma için değerlendirildiğinde orta ve yeterli düzeylerde belirlenmiştir. EC değerlerine göre topraklar tuzsuz sınıfında sınıflandırılmış olup, kireç içerikleri ve dağılımı orta ve yüksek olarak belirlenmiştir. Tekstür sınıflarının ve alansal dağılımları değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak toprak özellikleri asma için uygun bulunmuştur (Sancan ve Karaca, 2017).

Pakistan'ın kuzeyindeki Hindukush silsilesinin tepelik bölgelerindeki seçilmiş toprakların fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiş ve özelliklerin mekânsal değişkenlik modeli ve haritalanması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; toprakların bünyesi siltli tından kumlu tına kadar değişmiştir. Toprak reaksiyonu hafif asidik ile bazik, kireç içerikleri ise orta ile yüksek arasında değişmekte olup, tuzluluk göstergesi bulunamamıştır. Toprak organik maddesi örneklerin yaklaşık %75'inde %2'den daha yüksekti. Semivariogram analiz sonuçlarına göre, toprak pH'sı, kireç ve organik madde içeriklerinin güçlü; (nugget-eşik oranı, <%25), silt, kum, EC'nin ise orta derecede (nugget-eşik oranı, %25-75) kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir (Ahmad ve ark., 2018).

Ordu ili-Altınordu ilçesi topraklarında yapılan bir çalışmada, DTPA ile ekstrakte edilebilen mikrobesin elementlerinin uzaysal değişkenliği jeoistatistiksel teknikler uygulanarak incelenmiştir. Yaklaşık 40000 ha'lık bir alanda yapılan çalışmada 0-20 cm derinlikten alınan 66 örnek analiz sonuçlarına göre; toprak reaksiyonu (pH) en az değişken özellik iken, elektriksel iletkenlik (EC) en fazla değişken özellik olarak belirlenmiştir. Yine bakır orta derecede uzaysal bağımlılığa, mangan ise en güzlü sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, en büyük etki aralığı (17424 m) Cu için ve en düşük etki aralığı (692 m) Zn için belirlenmiştir (Aşkın ve ark., 2017).

Ramzan ve Wani (2018) tarafından yapılan çalışmada, Hindistan'ın Keshmir eyaletindeki bölgeye özgü besin yönetimi ve çevresel modelleme için besin haritaları üretmek için mikro elementlerin mekânsal bağımlılığını ve değişkenliği incelenmiştir. Topraklarda çinko (Zn), bakır (Cu), mangan (Mn), demir (Fe), nikel (Ni), kadmiyum (Cd)

ve kurşun içeriğinin belirlenmesi için toplam 94 örnek alınarak analiz edilmiştir. Varyasyon katsayısı (CV), tüm mikro elementlerin heterojenitesinin yüksek olduğunu göstermiştir (CV > %35). Toprak örneklerinin %66.4'ünde Zn'nin yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Cu ve Ni orta, Fe ve Mn içeriklerinin ise çok yüksek düzeydeolduğu belirlenmiştir. Pb ve Cd standart değerlerden daha düşüktü, ancak dikkatli yönetim toksisiteyi önleyecektir. Zn ile Fe (r = 0.377) arasında önemli bir korelasyon bulundu; Mn ve Fe ile Ni (sırasıyla r = 0.350 ve 0.205); ve Mn ve Ni ile Pb (sırasıyla r = 0.298 ve 0.221). Toprak mikro elementlerinin mekânsal değişkenliği, Fe, Mn, Ni, Cd ve Pb için üstel model kullanılarak ordinary kriging ile haritalanmış; Cu için Gauss modeli ve Zn için küresel model. Semivariogram, tüm mikro elementler için güçlü ila zayıf derecede yersel bağımlılık göstermiştir. Oluşturulan yersel değişkenlik haritalarının, çalışma bölgesinde kesin ve sahaya özgü mikro besin yönetimi için bir kılavuz olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Kesen (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Harran ovası Cullap sulama birliği alanından alınan 163 toprak örneğinin laboratuvar koşullarında analizleri yapılmış, doğrusal ve doğrusal olmayan skorlama yöntemleri kullanılarak kalite indeksi elde olarak sırasıyla (%37.54), (%48.48) olarak hesaplanmıştır. ArcGIS yazılımı kullanılarak toprak parametreleri ve Torak Kalite İndeksi (TKİ)'nin variyogram parametreleri belirlenmiştir. Nugget/sill (C0/C) oranlarına göre uzaysal bağımlılık dereceleri belirlenmiş ve genellikle orta derecede uzaysal bağımlılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Kriging analizi sonucu grafik ve haritaları oluşturulurken, RMSE değeri ve çapraz doğrulama yöntemine göre en iyi sonuç veren model seçilerek grafik ve haritalar oluşturulmuştur. Çalışmada genellikle ordinary kriging yönteminde, spherical ve exponential modelleri tercih edilmiştir. Hazırlanan jeoistatistik haritalarda toprak kalitesinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi içinde ve Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde yer alan çok yıllık yonca ekili bir tarlada yapılan bir çalışmada; bu arazinin jeoistatistiksel yorumu kısa mesafe ve farklı iki derinlikten alınan toprak örneklerinin değerlendirilmesi ile coğrafi bilgi sistemi içinde gerçekleştirilmiştir. Toprak karakterlerinin jeoistatistiksel verileri incelenmiş ve her bir karaktere ait güncel renkli dağılım haritaları oluşturulmuştur. Ayrıca, incelenen toprak özellikleri toprak verimliliği açısından bazı sınır değerler kullanılarak değerlendirilmiş ve her karakter topraktaki sınır değerine göre sınıflandırılmış ve haritalanmıştır. Elde edilen

sonuçlara göre incelenen toprakların azot bakımından yeterli, fosfor ve potasyum açısından yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca incelenen her bir toprak karakterinin topraktaki yeterli/yetersiz olduğu bölgelerin parsel içi coğrafi konumu haritalanmış ve alanları hesaplanmıştır. Ek olarak, toplam 103.8 da olan çalışma alanının 71.40 da'lık bölümünün mutlak tarım (yoğun ekili tarıma elverişlidir ve yalnızca tarım amaçlı kullanılmalıdır) arazisi niteliğinde olduğu ve 32.40 da'lık kısmının ise marjinal arazi (yoğun ekili tarıma elverişli değildir ve tarım dışı amaçlar için kullanılabilir) niteliği taşıdığı belirlenmiştir (Hatipoğlu, 2019).

Bijayanagar, Jumla, (Nepal) yapılan bir çalışmada Tarımsal Araştırma İstasyonunun topraklarının verimlilik durumu belirlenmiş ve bunların yersel dağılımı haritalanmıştır. Çalışma sonunda; tüm topraklarda bor içeriğinin çok düşük, bakır ve fosfor içeriğinin ise çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Khadka ve ark., 2019).

Demircioğlu (2019) tarafından yapılan bir çalışma ile Arsuz ovası topraklarının temel özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin yersel dağılımı saptanmıştır. Çalışmada, Arsuz ovasından 0-30 ve 30-60 cm derinlikten toplam 80 adet alınan toprak örnekleri bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Ayrıca, her bir toprak örneğinin alındığı noktaların koordinatları GPS aleti ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç, organik madde (OM), tane irilik dağılımı (%kum, kil ve silt), değişebilir ve sodyum analizleri yapılmıştır. Araştırma konusu topraklara ait bütün parametrelerin tanımlayıcı istatistik analizleri (ortalama, en düşük ve en yüksek değerler, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık, çarpıklık vb.) yapılmıştır. Değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği çarpıklık (skewness) katsayılarının yorumlanması ile de değerlendirilmiştir. Topraklar ile ilgili parametrelerin uzaysal dağılımının belirlenmesinde ve haritalanmasında, son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan jeoistatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Yapılan t-testi sonuçlarına göre, ortalama pH değerleri üst toprakta alt topraktan daha düşük iken; EC, Na, kireç, organik madde ve kum içerikleri üst toprakta alt topraktan daha yüksek bulunmuştur. Ancak, bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Kil içeriği bakımından katmanlar arasındaki farklılıklar ise istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Toprakların bünyesi ise çoğunlukla tındır. En uygun yarıvariyogram modeli toprakların çoğunda Gaussian ve exponential (üssel) olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin tamamı kuvvetli ve orta

düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir. Toprak özelliklerinin ilişkili olabileceği en fazla uzaklıklar 850- 776 m arasında değişmiştir.

John ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, toprak özelliklerinin dağılımının modellenmesinde ampirik Bayes kriging ve temel bileşen analizi, çevresel değişkenlerle çoklu doğrusal regresyonların yeteneklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, güneydoğu Nijerya'da 0-30 cm derinlikte 30 toprak örneği ve dijital yükseklik modelinden (30 m çözünürlükte Shutter Radar Topography Mission) türetilen dokuz toprak-çevresel değişken elde edilmiştir. Araştırma sonuçları; alanda kum içeriğinin yüksek (>%70) olduğunu ortaya çıkarmış ve bu da kıyı ovasında gelişen nemli tropik toprakların kaba dokulu olduğunu ortaya koymuştur. Pearson korelasyon matrisi, toprak özellikleri ile toprak-çevresel değişkenler arasında önemli fakat zayıf bir korelasyonun olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ampirik Bayesian kriging enterpolasyonu kullanılarak, çapraz doğrulama sonuçları magnezyum, potasyum, fosfor, pH ve toplam nitrojen (RMSE 0'a yakın olan R2>0.5) için kabul edilebilir bir tahmin ortaya koymuştur. Ana bileşen analizi, ana bileşen 1 ila ana bileşen 5'in, toprak özelliklerinin toplam değişkenliğinin %78.1'ini yorumlayabildiğini ortaya koymaktadır. Türetilmiş toprak çevresel ortak değişkenleri ile çoklu doğrusal regresyon kullanarak her bir toprak özelliğini modelleyen çalışma, değişkenliğini açıklayan toprak-çevresel ortak değişkenlerin %50.9'u ile en iyi modeli yalnızca magnezyumun verdiğini, diğer toprak özelliklerinin ise kabul edilemez modeller sunduğunu kaydetti. Bu nedenle, çoklu doğrusal regresyon yoluyla toprak özelliği tahminini geliştirmek için, çoklu doğrusal regresyonun yağ arazi sistemi üzerindeki performansını daha iyi yorumlamak için daha fazla gözlem noktası önerilir.

Sharma ve ark. (2020) tarafından Orta Hindistan'ın kara topraklarında, Jeoistatistiksel modelleme kullanılarak toprakların pH, EC, organik madde, alınabilir azot, fosfor, potasyum ve kükürt ile mikro besin elementleri (Fe, Mn, Zn ve Cu) gibi toprak verimlilik parametrelerinin yersel değişimi incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre çoğu toprak verimliliği parametreleri için yersel bağımlılık orta düzeydeyken, alınabilir fosfor için yersel bağımlılığın güçlü olduğu belirlenmiştir. Yine EC dışındaki tüm özellikler normal dağılım göstermiştir. Toprak özelliklerinden P, K ve S için en uygun yarı variyogram modelinin Spherical, diğer özellikler için ise Exponential olduğu belirlenmiştir. Range (A_0) değerleri ise 608m ile 2902 m arasında değişmiştir.

Terefe ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, Moso bambu (Phyllostachys pubescens Pradelle) ormanlarındaki topraklarda; organik maddesinin (OM), organik karbonunun (OK) ve pH'ın iki farklı katmandaki mekânsal değişkenlikleri ordinary kriging (OK) ve ters mesafe ağırlıklı (IDW) yöntemleri kullanılarak jeoistatistik yöntemler ile araştırmıştır. Araştırma bulgularına göre; iki toprak katmanındaki pH, OK ve OM değerleri sırasıyla 4.6 ile 4.7, 1.5 ile 2.7 g kg^{-1} ve 20.3 ile 22.4 g kg^{-1} arasında değişmiştir. OM ve OK için varyasyon katsayısı %29.9 ve 43.3 iken pH için daha düşük bir değer bulunmuştur. pH değerlerinin külçe/eşik değerlerinin %25'ten az olduğu ve bu nenle bu da güçlü bir uzaysal korelasyon, OK ve OM'nin külçe/eşik değerlerinin ise bu parametrelerin orta düzeyde uzaysal korelasyona sahip olduğunu göstermiştir. Ordiray kriging yöntemi, ters mesafe ağırlıklı yönteme göre daha iyi performans göstermiştir. Bu çalışmanın, jeoistatistik modellemenin ortaya çıkardığı toprak kimyasal özelliklerinin mekânsal değişkenliğinin, karar vericilerin toprak özelliklerinin yönetimini iyileştirmesine yardımcı olacağını ileri sürmektedir.

Orta Hindistan'ın bazaltik peyzajı üzerindeki toprakların makro besin element (N, P ve K) içeriklerini haritalamak ve jeoistatistiksel tekniklerin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada; sıradan Kriging enterpolasyon yöntemi kullanılmış ve (Küresel, Dairesel ve Gaussian) ile enterpole edilmiştir. Sonuçlar, dairesel, küresel ve Gaussian modellerinin sırasıyla N, P ve K değerleri için en uygun model olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırıcılar tarafından, Jeoistatistik yöntemlerin; zaman ve maliyet gerektiren doğrudan ölçme yöntemleri ile kıyaslandığında, örneklenmemiş konumlarda toprak özelliklerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi için uygun bir alternatif yöntem olduğu belirtilmiştir. Tüm değişkenler güçlü uzaysal bağımlılık göstermiştir. Kriged haritasının çapraz doğrulaması, yarı variyogram parametreleri kullanılarak toprak besinlerinin yersel tahmininin, herhangi bir örneklenmemiş konum için gözlemlenen değerin ortalamasını varsaymaktan daha iyi olduğunu göstermiştir (Banwasi ve ark., 2020).

Tamburi ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, uzaysal değişkenlik haritalarının değerlendirilmesi SpaceStat 4.0®'da jeoistatistiksel teknikle gerçekleştirilmiştir. Hindistan, Karnataka, Kalaburagi'den küçük ölçekli tarım arazilerinden toplam 68 rastgele toprak örneği toplanmıştır. Demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) için kimyasal analiz mikrodalga plazma-atomik emisyon

spektroskopisinde gerçekleştirilmiştir. Variyasyon katsayısı (CV), farklı mikrobesin elementleri için farklılık göstermiştir (CV>%35). Ayrıca, Cu ile Fe ve Mn arasında önemli korelasyonlar belirlenmiştir (sırasıyla r=0.753 ve 0.258). Tüm mikro besinler için küresel variyogram modelinin uygun olduğu belirlenmiştir. Külçe/eşik oranı, Zn'nin güçlü uzaysal bağımlılık gösterdiğini belirtmiştir. Dağılım haritaları oluşturmak için normal kriging yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen mekânsal dağılım haritaları, yönetim planlayıcıları için bu bölgede temel teşkil etmiştir.

Çin'in Pearl River Delta'sının tepelik bir bölgesinde yapılan bir çalışmada; topraktaki bitki besin elementlerinin mekânsal dağılımını incelenmiştir. Topraklarda toplam azot (TN), kullanılabilir fosfor (AP), kullanılabilir potasyum (AK) ve kullanılabilir silikon (ASi) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarını göre; parametrelerin varyasyon katsayıları %4 7.88 ile %76.91 arasında değişmektedir. TN (R^2 = 0.701) hariç tüm değişkenler zayıf uzaysal bağımlılık (R^2 < 0,5) göstermiştir. Bitki besin maddelerinin topraktaki yersel dağılımını analiz etmek için ters mesafe ağırlıklandırma yöntemini kullanılmıştır. AK, TN'nin mekânsal dağılımı genel olarak kuzeydoğudan güneybatıya doğru bir artış eğilimi gösterdi ve AP ve ASi'nin genel mekânsal dağılımı, kuzeydoğunun güneybatıdan daha yüksek olduğunu gösterdi. Bu çalışma, temel tarım arazisi koruma alanlarının sınırlandırılması, arazi kullanımı mekânsal planlamasının formülasyonu ve doğru tarım arazisi koruma politikalarının oluşturulması için destek sağlamaktadır (Wang ve ark., 2021).

Li ve ark. (2021) tarafından Çin'in Guo nehir havzasında yapılan bir çalışmada; alanda yer alan toprakların organik madde (SOM), toplam karbon (TC), toplam azot (TN), toplam fosfor (TP), toplam potasyum (TK) içeriklerinin yersel dağılımı incelenmiştir. Sonuçlara göre, TK ve pH'nin zayıf; SOM, TC, TN ve TP'nin ise orta düzeyde variyasyon göstermiştir. Toprak pH'sı, TP, TK, TC ve SOM, hem rastgele faktörlerin hem de toprak dokusu, toprak tipi, gübreleme ve yerel ekolojik restorasyon yönetimi gibi yapısal faktörlerin neden olduğu orta düzeyde uzaysal değişkenliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Sarıseki-Dörtyol bölgesindeki çalışma alanı 36º40'12" - 36º49'48" kuzey enlemleri ile 36º09'36" - 36º15'00" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Araştırma alanının doğusunda Amanos Dağları, Batısında ise Akdeniz bulunmakta olup yaklaşık 4000 hektarlık bir yer kaplamaktadır.

3.1.2. Çalışma Alanının Bitki Örtüsü

Çalışma alanının büyük bir kısmını tarım alanları, az bir kısmı ise orman ve fundalık alanlar oluşturmaktadır Alanda doğal bitki örtüsünü makiler ve ormanlar oluşturmaktadır. Maki türleri 800 metre yükselti kuşağına kadar yayılır. Mersin, defne, kekik ve lavanta yörede en çok rastlanan maki türleridir (Anonim, 2004).

Amanos Dağları'nın denize bakan yamaçlarında, makilik alanlardan sonra, 800 metreden 1200 metreye kadar ardıç gibi ibreli ağaçlarla; meşe, kayın, kızılcık, kavak, çınar ve tespih gibi yapraklı ağaçlardan oluşan ormanlar bulunur. Bölgede 1200 metrenin üzerinde, ibreli ağaçlardan kızılçam, karaçam, sedir ve yer yer ardıçlardan oluşan geniş orman alanları vardır.

Tarım kültürü altındaki arazilerde ise en fazla tarla bitkileri ve tahıllar ve turunçgiller üretilmektedir. Sebzelerden ise en fazla karnabahar, taze fasulye ve taze soğan üretimi yaygındır. Ayrıca, bölgede iklimin uygun olması nedeniyle, turfanda sebze üretimi de yapılmaktadır (Anonim, 2004).

3.1.3. Çalışma Alanının İklimi

Çalışma alanında Akdeniz iklimi hâkimdir. Çalışma alanını temsil eden bir kısım iklim verileri, çalışma alanına en yakın olan İskenderun Meteoroloji İstasyonun uzun yıllar aylık ortalama değerlerine göre düzenlenerek Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Bölgede kar yağışı ve don olayı çok ender görülür.

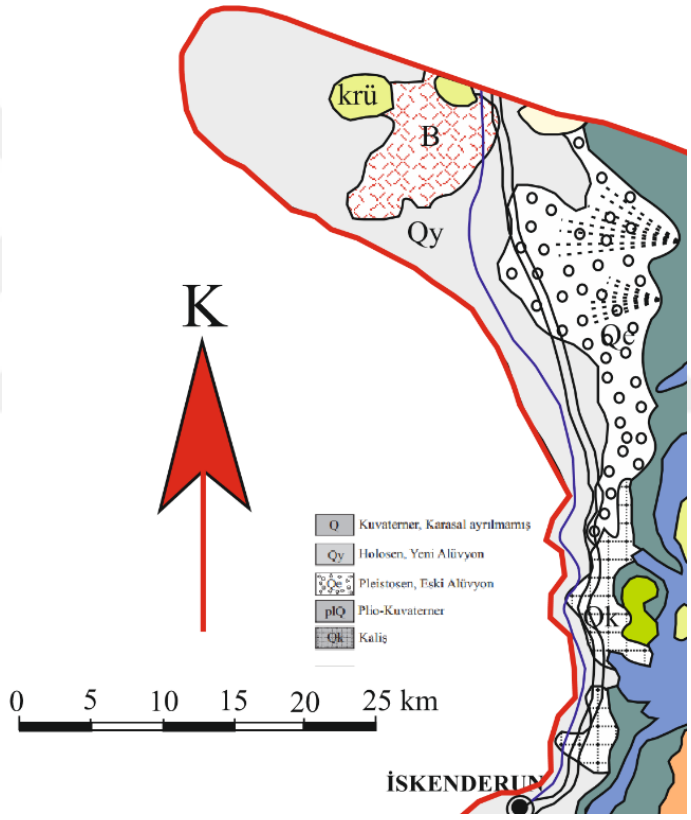
Çizelge 3.1. Hatay iline ait uzun yıllık iklim verileri ölçüm periyodu (1991 – 2020) (Anonim, 2021)

Parametre	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.1	9.8	13.1	17.2	21.3	24.8	27.2	27.9	25.8	20.8	14.3	9.5	18.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.0	14.4	18.1	22.6	26.5	29.2	31.1	32.0	31.0	27.4	20.2	13.7	23.2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4.7	5.8	8.5	12.2	16.3	20.8	23.9	24.6	21.2	15.2	9.5	6.0	14.1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.3	4.5	6.0	7.4	9.1	10.7	11.1	10.4	9.2	7.0	4.9	3.3	7.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15.4	14.0	13.6	10.3	6.3	2.5	0.7	0.7	4.1	8.6	9.3	13.9	99.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	196.9	170.0	143.3	103.5	81.0	32.0	16.0	18.2	41.1	77.2	100.2	184.1	1163.5

En fazla yağış kış, en az yağış ise yaz aylarında düşer. Alanda yıllık yağış miktarı yükseltiye göre değişir. Yıllık ortalama yağış toplamı 1163.5 mm, olup yağış rejimi düzensizdir. Yıllık ortalama sıcaklık ise 18.3 ºC, ortalama en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (31.3 ºC) olup ortalama en düşük sıcaklık ise Ocak ayında (8.7 ºC) belirlenmiştir.

3.1.4. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanının büyük bir kısmı düzlüklerden oluşmaktadır. Düz alanlarda daha çok Pleyistosen-Holosen yaşlı kuvarterner aluviyal materyaller yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Anonim, 2018).

Bu alanın doğusundaki dağlık kısımlardaki kayaçlar Ofiyolitli seri olarak tanımlanmıştır. Ofiyolitli serinin Amanos dağlarında değişik türlerde mafik ve ultramafik kayaçları içermesine karşın, İskenderun Körfezinin kuzeydoğusunda genellikle serpantin kayaçlarının yaygın olduğu belirlenmiştir. Gri-yeşil, mavi, parlak yüzeyli ve kaygan görünümlü olan serpantinler genellikle masif olup, yer yer yapraklı yapı göstermektedir. Masif serpantinler genellikle düzenli olmayan çatlaklar içermektedirler. Akarsular

tarafından dik yamaçlı ve gömülü vadiler oluşturacak şekilde oyularak engebeli bir topografya oluşturulmuştur (Doyuran, 1982).

Çalışma alanının Payas'ın güneyinde kalan kısmında kuvarteneri temsil eden oluşuklar; geniş alanda yayılım gösteren bazaltlar, moloz örtüler ve alüviyonlardır. Bu alanda ayrıca, kireç taşları ve dolomotik kireç taşları, konglomeralar, serpantinleşmiş ultrabazik kayaç parçaları ve serpantin arenitleri de yer almaktadır (Koç ve Değer, 1991).

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Bu araştırmada, çalışma alanını temsil edecek şekilde rastgele örnekleme yöntemine göre 0-30 cm derinlikten toplam 42 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır (Şekil 3.2). Ayrıca her bir örnekleme noktasının UTM sistemine göre coğrafi koordinatları GPS cihazı ile belirlenmiştir (Çizelge 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma alanının coğrafi konumu ve örnekleme noktaları

3.2.2. Toprak Analizleri

Alınan toprak örnekleri laboratuvarda kurutulduktan sonra elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC), kireç, organik madde (OM), bünye, değişebilir sodyum (Na), potasyum

(K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), alınabilir fosfor (P), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Örnekleme noktalarının UTM (37 N) sistemine göre coğrafi Koordinatları

Örnek no	Doğu (m)	Kuzey (m)	Örnek no	Doğu (m)	Kuzey (m)	Örnek no	Doğu (m)	Kuzey (m)
1	251415	4065830	15	252633	4074088	29	250638	4077294
2	251054	4071215	16	253854	4075222	30	251079	4077421
3	251370	4071440	17	253229	4075404	31	251340	4077358
4	251984	4070612	18	252714	4075569	32	251784	4078399
5	253045	4070030	19	252888	4076510	33	252927	4078343
6	251641	4072569	20	252386	4076569	34	251708	4078787
7	252088	4072379	21	252812	4076833	35	251139	4078683
8	252643	4072118	22	253469	4076936	36	250725	4078558
9	253580	4072234	23	254291	4077136	37	250257	4078609
10	252852	4072694	24	254664	4077178	38	249877	4078275
11	252356	4072862	25	251919	4076620	39	249074	4078068
12	251843	4073051	26	251363	4076306	40	249277	4077414
13	251693	4074062	27	250977	4076132	41	249791	4077445
14	252164	4074105	28	250528	4075642	42	250349	4076491

Örneklerde pH tayini saturasyon çamurunda pH-metre ile, EC tayini ise saturasyon ekstraktında EC-metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954). Değişebilir sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) analizleri amonyum asetat ektstraksiyon yöntemi ile (Helmke ve Sparks, 1996; Suarez, 1996), organik madde Walkey-Black yaş yakma yöntemi ile (Allison, 1965), yarayışlı demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) tayinleri DTPA ekstraksiyon yöntemi ile (Lindsay ve Norwell, 1978), alınabilir fosfor içeriği ise Olsen ve ark. (1954)'e, kireç miktarı ise Allison, ve Moodie (1965)'e göre belirlenmiştir. Bünye analizi ise hidrometre yöntemine (Bouyoucos, 1951) göre yapılmıştır.

3.2.3. İstatistiksel ve Jeoistatistiksel Analizler

Toprak özelliklerin tanımlayıcı istatistik analizleri (ortalama, en düşük ve en yüksek değerler, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık (skewness), basıklık (kurotsis) vb.) yapılmıştır. Sonra, toprak özelliklerinin normal dağılım gösterip göstermediği, çarpıklık katsayıları ve yapılan normalite testleri yorumlanarak belirlenmiştir (Paz-González ve ark., 2000). Çarpıklık katsayısı değerleri 0-0.5 arasında ise dağılımın hafif çarpık, 0.5-1.0 arasında orta düzeyde çarpık ve 1.0> ise şiddetli çarpık olduğu varsayılmıştır (Webster 2001). İstatistik analizler için Windows uyumlu SPPS 18 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Young ve ark. (1999)'a göre; toprak değişkenlerinin normal dağılım göstermesi uygulanacak istatistiksel teknikler açısından büyük önem taşımaktadır. Uygulanacak istatistiksel tekniğin seçiminde verinin dağılımı büyük önem taşımaktadır. Klasik istatistiksel teknikler (örneğin ANOVA testi), önem testleri ve güven sınırlarının hesaplanması dağılımların normal olduğu varsayımı ile yapılmakta ve sonuçların kabulü bu koşullarda sağlanmaktadır. Dağılım normal olmadığında parametrik olmayan testlerin yapılması tavsiye edilmektedir (Gürel, 2020). Verilerin dağılım analizi yapılarak toprak değişkenlerinin normal dağılım gösterip göstermediği test edilmiştir (SPSS 2000). Normalite testine ait sonuçlar Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Topraklar özelliklerinin yersel dağılımının belirlenmesinde ve haritalanmasında, Jeoistatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Jeoistatistik analizler Windows uyumlu GS+ (sürüm 10) Jeoistatistik paket programı ile yapılmıştır. (Gamma design, 2008). Bu çalışmada çarpıklık değeri 1'den küçük olan verilere herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. Normal dağılım göstermeyen veri setlerine gerekli dönüşümler uygulandıktan sonra jeoistatistiksel analizlerde kullanılmıştır. Jeoistatistiksel analizlerde önce, verimlilik parametrelerinin ölçüm noktaları arasındaki otokorelasyon, diğer bir deyişle aralarındaki uzaysal bağımlılığın derecesi belirlenerek en uygun yarıvariyogram modeli saptamış, sonra, her bir parametre için dağılım haritaları oluşturulmuştur. Yersel dağılım haritalarının üretilmesinde alansal kiriging enterpolasyon yöntemi kullanılarak, örneklenmeyen noktalardaki değerler tahmin edilmiş ve dağılım deseni belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Toprak özelliklerine ait normalite test sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
Parametre	İstatistik	Örnek sayısı	P	İstatistik	Örnek sayısı	P[+]
pH	0.080	42	0.200	0.977	42	0.532*
EC	0.212	42	0.000	0.773	42	0.000
Kireç	0.279	42	0.000	0.627	42	0.000
Organik madde	0.166	42	0.005	0.866	42	0.000
Kum	0.103	42	0.200	0.977	42	0.544*
Silt	0.099	42	0.200	0.953	42	0.086*
Kil	0.099	42	0.200	0.975	42	0.480*
Na	0.102	42	0.200	0.959	42	0.137*
K	0.093	42	0.200	0.950	42	0.063*
Ca	0.209	42	0.000	0.813	42	0.000
Mg	0.101	42	0.200	0.969	42	0.307*
P	0.229	42	0.000	0.569	42	0.000
Fe	0.140	42	0.038	0.818	42	0.000
Cu	0.231	42	0.000	0.725	42	0.000
Mn	0.209	42	0.000	0.788	42	0.000
Zn	0.210	42	0.000	0.641	42	0.000

[+] P> 0.05 normal dağılım gösteren veriler, p < 0.05 normal dağılım göstermeyen veriler

Daha sonra da her bir parametrenin iki boyutlu dağılım haritası oluşturulmuştur (Mulla ve McBratney, 2000). Verimlilik ile ilgili toprak özelliklerinin yersel bağımlılıklarının değerlendirilmesinde nugget yarıvaryansın (Co) toplam variyansa (Co + C) olan oransal yüzdesi kıstas olarak kullanılmıştır. Hesaplanan olan bu oran %25 veya daha düşük ise özelliklerdeki yersel bağımlılık kuvvetli, %25-75 arasında ise orta ve %75'den büyük ise zayıf olarak değerlendirilmiştir (Cambardella ve ark., 1994).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanının Temel Toprak Özellikleri

Araştırma konusu torakların temel özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Toprak örneklerine ait pH değerleri 6.80 (34 nolu örnek) ile 7.81 (13 nolu örnek) arasında değişmekte olup ortalama pH değeri 7.38 olarak belirlenmiştir. Özdel, (2010) tarafından aynı bölgede yapılan çalışmalarda pH değerleri biraz daha yüksek bulunmuştur. Bu durum büyük olasılıkla pH tayin yöntemlerinin farklı olmasından, ya da zamana bağlı olarak pH değişiminden kaynaklanmıştır. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değeri ise 151 $\mu S\ cm^{-1}$ (33 nolu örnek) ile 1337 $\mu S\ cm^{-1}$ (33 nolu örnek) arasında olup, ortalama EC değeri 439 μScm^{-1} olarak saptanmıştır.

Çalışma alanındaki toprakların kireç içerikleri %0.03 (26 nolu örnek) ile %39.97 (22 nolu örnek), organik madde içerikleri %0.39 (3 nolu örnek) ile %13.39 (36 nolu örnek) arasında değişmiş olup, ortalama %5.79 olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü gibi toprakların kireç içerikleri çok geniş sınırlar içinde değişmektedir. Bu durum büyük olasılıkla çalışma alanının büyük bir kısmının; değişik ana materyallerden gelen aluviyal depozitlerin oluşmasından kaynaklanmıştır. Zira toprakların oluştuğu alanların çoğu, kuvartener dönemi temsil eden oluşuklar; geniş alanda yayılım gösteren bazaltlar, moloz örtüler ve alüviyonlardan oluşmuştur. Bu alanda ayrıca, kireç taşları ve dolomitik kireç taşları, konglomeralar, serpantinleşmiş ultra bazik kayaç parçaları ve serpantin arenitleri de yer almaktadır (Koç ve Değer, 1991).

Toprakların organik madde içerikleri %0.39 – 13.49 gibi geniş sınırlar içinde değişmesine rağmen, ortalama organik madde içeriği %3.92 olarak belirlenmiştir. Topraklarda organik maddeyi yükselten birkaç noktanın (9, 24, 28 ve 36 nolu örneklerin allandığı alanlar) işlenmemiş olan ormanlık alanda ve maki bitki örtüsü altında olmasından kaynaklanmaktadır. Doğal bitki örtüsü altında organik madde, işlenmiş alanlara göre daha uzun sürede parçalanmaktadır. Toprak örneklerinin organik madde içeriği, Alpaslan ve ark. (1998)'na göre %57'sinde yeterli (%3-4), %28.6'sında orta (%2-3), %11.9'unda az (%1-2) ve sadece %2.4'ünde çok az (%0-1) olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.1. Araştırma konusu toprakların temel fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek no		EC	Kireç	Organik	Tane irilik dağılımı (%)			
	pH	(µS cm^{-1})	(%)	madde (%)	Kum	Silt	Kil	Bünye Sınıfı
1	7.48	520	37.70	2.54	73.6	18.3	8.0	Kumlu Tın
2	7.50	394	8.71	2.88	44.6	30.7	24.7	Killi Tın
3	7.55	431	19.03	0.39	61.6	22.2	16.2	Kumlu Killi Tın
4	7.63	184	6.65	2.21	71.8	20.5	7.7	Kumlu Killi Tın
5	7.38	441	10.10	4.52	43.9	36.2	19.9	Killi Tın
6	7.56	217	1.44	1.29	22.6	29.0	48.5	Killi Tın
7	7.60	228	1.47	1.00	40.5	25.3	34.1	Tın
8	7.55	316	14.21	3.16	63.6	23.4	13.0	Kumlu Killi Tın
9	7.38	320	7.29	7.40	61.4	21.5	17.1	Kumlu Killi Tın
10	7.53	323	2.97	1.98	41.1	31.0	27.9	Killi Tın
11	7.54	292	0.81	3.07	51.3	16.5	32.3	Tın
12	7.79	263	0.25	3.38	24.8	27.1	48.1	Killi Tın
13	7.81	186	0.19	2.00	33.1	30.9	36.0	Killi Tın
14	7.75	257	7.88	2.29	35.4	37.2	27.4	Killi Tın
15	7.61	338	16.74	2.24	39.7	36.0	24.2	Killi Tın
16	7.67	284	31.66	4.46	58.7	22.4	18.9	Kumlu Killi Tın
17	7.43	475	0.22	2.68	27.1	32.2	40.8	Killi Tın
18	7.47	308	6.65	5.40	43.2	31.7	25.1	Killi Tın
19	7.34	424	0.06	3.81	49.4	22.9	27.7	Kumlu Killi Tın
20	7.28	504	0.06	1.92	41.9	33.2	24.9	Killi Tın
21	7.63	195	0.08	6.17	38.4	27.1	34.4	Killi Tın
22	7.47	267	39.97	2.78	64.3	16.6	19.1	Kumlu Tın
23	7.31	337	1.58	3.46	60.8	16.1	23.2	Kumlu Tın
24	7.19	736	0.06	7.69	35.1	42.9	22.0	Kil
25	7.27	330	0.05	4.03	49.9	20.5	29.6	Tın
26	7.38	292	0.03	3.45	25.0	42.8	32.2	Kil
27	7.32	220	0.06	2.96	10.4	54.6	35.0	Kil
28	7.26	393	2.40	8.32	13.1	48.5	38.4	Kil
29	7.12	846	0.06	6.52	34.6	35.9	29.5	Killi Tın
30	7.03	502	0.06	6.04	30.7	36.8	32.5	Killi Tın
31	7.26	388	3.71	5.68	44.7	29.5	25.8	Killi Tın
32	7.23	262	1.14	2.89	26.9	44.0	29.1	Kil
33	7.39	151	6.12	3.50	33.9	36.1	30.0	Killi Tın
34	6.92	768	0.05	4.74	38.2	42.2	19.6	Kil

Çizelge 4.1. (Devam) Araştırma konusu toprakların temel fiziksel ve kimyasal özellikleri

Örnek no		EC	Kireç	Organik	Tane irilik dağılımı (%)			
	pH	(µS cm^{-1})	(%)	madde (%)	Kum	Silt	Kil	Bünye Sınıfı
35	6.80	1337	0.28	5.70	41.8	37.5	20.8	Killi Tın
36	6.86	1060	1.98	13.49	18.7	59.1	22.2	Kil
37	7.29	280	1.35	4.40	48.2	27.6	24.2	Kumlu Killi Tın
38	7.13	597	0.05	3.47	13.1	57.1	29.8	Kil
39	7.4	221	1.48	1.56	45.1	29.3	25.7	Kumlu Killi Tın
40	7.54	262	5.81	2.10	38.7	31.4	29.9	Killi Tın
41	7.07	1228	0.08	2.56	34.7	38.7	26.6	Killi Tın
42	7.09	1073	2.68	4.60	36.6	35.5	27.9	Killi Tın
EK	6.80	151	0.03	0.39	10.4	16.1	7.7	
EY	7.81	1337	39.97	13.49	73.6	59.1	48.5	
Ort.	7.38	439.3	5.79	3.92	40.8	32.3	26.9	
SS	0.24	289.2	9.83	2.38	15.3	10.6	8.7	
VK	3.2	65.8	169.8	60.7	37.5	32.8	32.3	
Çarpıklık	-0.45	1.78	2.43	1.81	0.16	0.68	0.21	
Basıklık	-0.10	2.54	5.59	5.19	-0.20	0.31	0.83	

EK: en küçük değer, EY: en yüksek değer, Ort.: ortalama değer, SS: standart sapma, VK: varyasyon katsayısı

Kum içerikleri %10.4 (27 nolu örnek) ile %73.6 (1 nolu örnek), silt içerikleri %16.1 2 (3 nolu örnek) ile %59.1 (36 nolu örnek), kil içerikleri ise %7.7 (4 nolu örnek) ile %48.5 (6 nolu örnek) arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Özdel, (2010) yaptığı çalışmada da aynı bölge topraklarının organik madde, kum, silt ve kil dağılımlarını bu çalışmadakilerle benzer bulmuştur. Aradaki küçük farklılıklar toprakların heterojenliğinden kaynaklanmıştır.

Aritmetik ortalama her zaman verilerin dağılımın değerlendirilmesinde tek başına yeterli olamamaktadır. Ortalama ile birlikte variyans, standart sapma, çarpıklık, basıklık ve varyasyon katsayısının da hesaplanması gerekmektedir. Standart sapma veri setinin birimi ile aynı olduğundan variyansa göre daha fazla kullanılmaktadır. Standart sapma ne kadar yüksek ise verilerin değişkenliği o kadar yüksek demektir. Ancak, farklı özelliklere ilişkin değişkenliğin kıyaslanmasında standart sapmanın aritmetik ortalamaya oranlanması ile hesaplanan varyasyon katsayısının (VK) kullanılması daha mantıklı

sonuçlar vermektedir (Gürel, 2020). Toprakların temel özellikleri içerisinde VK değeri en düşük olanı pH (%3.2) en yüksek olanı ise kireç içeriği olup (%169.8), bunu %65.8 ile EC değerleri izlemektedir. Mohamed ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada da bu konuda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Abdennour ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise en düşük VK pH değerlerinde bulunmuş, ancak EC değerlerinin VK diğer parametrelerin VK değerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum araştırma alanında pH değerlerinin çok homojen, kireç içeriklerinin ise heterojen dağıldığını göstermektedir. Bu durumu çarpıklık değerleri de teyit etmektedir. Çarpıklık değerleri ne kadar küçükse, o özelliğin araştırma alanındaki dağılımı da o kadar homojen olmaktadır. VK değeri en yüksek olan kireç içeriğinin aynı zamanda çarpıklık değeri de en yüksektir.

Araştırma konusu toprakların bazı element içeriklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Toprakların Na içerikleri 12.5 mg kg^{-1} (4 nolu örnek) ile 145.6 mg kg^{-1} (12 nolu örnek) arasında değişmiştir.

K içerikleri 43.6 mg kg^{-1} (40 nolu örnek) ile 587.4 mg kg^{-1} (42 nolu örnek), değişmiştir. Toprak örneklerinin K içeriği %66.7'sinde yeterli düzeyde (140-370 mg kg^{-1}) (Alpaslan ve ark.,1998) bulunmuştur. Ca içerikleri 1403.5 (20 nolu örnek) içerikleri 6578.3 mg kg^{-1} (16 nolu örnek) arasında olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinin Ca içeriği, tüm örneklerde yeterli düzede (1150 – 3500 mg kg-1) (Alpaslan ve ark.,1998) bulunmuştur. Toprakların Mg içeriklerinin 314.1 mg kg^{-1} (4 nolu örnek) ile 2515.0 (31 nolu örnek) arasında olduğu ve tüm örneklerde yeterli düzede (160 – 480 mg kg^{-1}) (Alpaslan ve ark.,1998) olduğu belirlenmiştir. Yine, topraklardaki P içeriklerinin 0.20 mg kg^{-1} (21 nolu örnekler) ile 170.36 mg kg^{-1} (36 nolu örnek) değiştiği görülmüştür. Toprakların P içerikleri örneklerin %74.4'ünde yeterli düzede (8-25 mg kg^{-1}) (Alpaslan ve ark.,1998) bulunmuştur.

Topraklardaki Fe içerikleri 3.27 mg kg^{-1} (17 nolu örnek) ile 50.0 (31 nolu örnek), arasında (Çizelge 4.2) değişmiş olup, bunların %'71'inde Fe içeriği yeterli düzeyde (9-18 mg kg^{-1}) (Lindsay ve Norvell, 1978) bulunmuştur. Cu içeriklerinin 0.59 mg kg^{-1} (7 nolu örnek) ile 37.62 314.1 mg kg^{-1} (36 nolu örnek) arasında olduğu ve örneklerin tamamında Cu içeriğinin yeterli düzeyde (0.4-0.8 mg kg^{-1}) (Lindsay ve Norvell, 1978) olduğu belirlenmiştir. Topraklardaki Mn içerikleri 9.89 mg kg^{-1} (8 nolu örnek) ile 93.35 mg kg^{-1} (34 nolu örnek) arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin tamamında Mn içeriklerinin yeterli düzeyde (3.5- 7.0 mg kg^{-1}) (Lindsay ve Norvell, 1978) bulunduğu

tespit edilmiştir. Zn içeriklerinin ise 1.53 mg kg^{-1} (40 nolu örnek) ile 74.16 mg kg^{-1} (1 nolu örnek) arasında değiştiği ve toprak örneklerinin tamamında Zn içeriklerinin yeterli düzeyde (1.2-2.4 mg kg^{-1}) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Araştırma konusu toprakların bazı besin elementi içerikleri

Örnek no	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Mn	Zn
					(mg kg^{-1})				
1	44.33	145.66	5657.59	827.95	9.20	31.74	5.19	40.41	74.16
2	23.10	237.35	2686.41	1152.28	28.36	13.76	7.84	78.36	27.33
3	65.86	107.67	5226.85	987.66	5.91	14.29	5.49	23.91	19.71
4	12.50	44.79	2390.38	314.09	0.73	50.33	13.13	38.43	26.98
5	27.10	286.15	5376.11	1086.49	28.86	18.62	2.45	18.99	21.96
6	30.95	183.58	2716.41	1739.35	8.95	15.48	2.23	23.62	4.61
7	20.69	100.16	2758.85	1069.57	0.31	5.96	0.56	18.05	1.87
8	33.27	116.46	5989.35	1425.02	1.79	6.64	1.48	9.89	7.64
9	22.12	359.51	5486.73	1256.64	15.94	8.07	1.40	16.50	23.92
10	109.97	185.44	6167.12	1770.78	9.04	7.14	1.01	16.86	3.92
11	58.72	193.56	1904.09	1104.83	7.86	10.78	1.04	24.99	6.24
12	145.56	274.71	2291.78	2189.34	22.91	12.10	2.69	26.15	9.33
13	60.85	119.57	2186.40	1377.60	10.01	7.27	1.57	24.83	6.36
14	67.69	101.53	6345.85	1558.54	13.76	11.80	1.86	29.55	6.82
15	29.60	138.13	3087.04	1614.12	13.53	6.62	1.60	13.09	7.96
16	49.87	232.36	6578.25	1071.62	1.88	12.07	5.80	19.48	20.11
17	92.48	324.23	2257.64	1475.79	32.25	3.27	3.29	14.85	26.33
18	64.61	223.97	6460.64	1082.80	21.07	8.52	16.95	18.93	13.34
19	101.64	320.07	1699.83	1537.63	15.13	10.90	4.01	44.46	7.22
20	71.71	179.85	1403.53	1411.04	37.79	12.92	8.92	19.54	6.02
21	68.93	66.77	1499.19	1603.02	0.20	8.31	3.30	26.28	4.14
22	19.94	144.81	5078.70	781.95	21.62	19.92	2.67	19.04	4.35

Çizelge 4.1. (Devam) Araştırma konusu toprakların bazı besin elementi içerikleri

Örnek no	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu	Mn	Zn
					(mg kg^{-1})				
23	23.45	95.92	1806.46	1037.62	14.48	13.28	1.42	33.36	3.44
24	88.41	390.10	2940.66	1459.61	27.10	10.92	2.31	31.07	8.41
25	71.74	244.14	1626.51	1046.79	22.02	9.95	3.11	33.13	4.52
26	79.10	135.44	2099.90	1240.44	4.88	8.98	2.39	27.55	3.24
27	76.28	181.30	1948.93	1086.00	6.34	7.28	8.23	26.43	8.89
28	78.72	430.28	4788.09	1168.99	18.57	3.89	1.42	29.48	4.83
29	99.59	366.30	1686.13	1625.92	33.32	21.28	9.47	22.48	14.63
30	77.10	270.95	1738.08	986.45	17.01	17.48	4.14	14.24	8.44
31	91.15	214.94	5581.81	2514.97	6.27	16.82	23.43	13.30	13.12
32	67.93	50.95	1552.91	786.33	34.58	12.60	12.07	20.73	11.01
33	49.14	51.18	1997.13	475.38	16.78	12.09	5.19	18.71	4.02
34	57.22	224.81	1589.00	779.07	9.66	18.58	18.90	93.35	11.58
35	77.76	236.56	1694.23	1341.36	32.96	26.33	15.29	45.60	5.58
36	98.52	309.46	3146.73	1638.39	170.36	9.05	37.62	14.53	13.75
37	78.41	240.54	2197.73	958.36	37.19	6.18	17.85	14.66	14.16
38	65.03	290.05	1459.54	597.85	22.42	21.86	7.99	47.28	5.23
39	20.69	92.08	1942.06	746.61	5.85	14.47	1.79	48.09	2.74
40	50.92	43.65	5820.00	835.59	11.80	20.88	1.34	28.34	1.53
41	69.25	406.99	1980.61	834.86	12.45	18.89	3.67	75.18	2.57
42	94.61	587.44	2855.06	1457.68	87.31	16.89	3.75	75.42	7.37
EK	12.50	43.65	1403.53	314.09	0.20	3.27	0.56	9.89	1.53
EY	145.56	587.44	6578.25	2514.97	170.36	50.33	37.62	93.35	74.16
Ort.	62.77	213.08	3230.96	1215.62	21.39	13.91	6.56	30.46	11.42
SS	29.67	120.44	1775.67	433.81	28.12	8.38	7.49	19.24	12.28
VK (%)	47.3	56.5	54.9	35.7	131.46	60.2	114.2	63.2	107.5
Çarpıklık	0.25	0.81	0.77	0.59	4.07	2.26	2.32	1.81	3.52
Basıklık	0.024	0.83	-1.11	1.08	19.27	7.87	6.47	2.97	16.35

EK: En küçük değer, EY: En yüksek değer, Ort.: Ortalama değer, SS: standart sapma, VK:varyasyon katsayısı

Toprakların besin elementleri içerisinde varyasyon katsayısı (VK) en düşük olanı Mg içerikleri (%35.7) iken, en yüksek VK değeri ise fosfor içeriğinde (%133.3)

belirlenmiştir. Bu durum besin elementleri içerisinde en çok homojenlik gösteren değerlerin Mg içirikleri, pH değerlerinin çok homojen, kireç içeriklerinin ise heterojen dağıldığını göstermektedir. Bu durumu çarpıklık değerleri de teyit etmektedir. Çarpıklık değerleri ne kadar küçükse, o özelliğin araştırma alanındaki dağılımı da o kadar homojen olmaktadır. VK değeri en yüksek olan kireç içeriğinin aynı zamanda çarpıklık değeri de en yüksektir. Sharma ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise besin elementleri arasında en düşük VK değeri N içeriklerinde (%17.3), en yüksek ise Mn içeriklerinde (%106.5) belirlenmiştir. Mn'den sonra en yüksek VK değeri ise P içeriklerinde (%98.6) içeriklerinde saptanmıştır.

Zhou ve ark. (2011)'e göre variasyon katsayısı %10'dan düşük ise değişkenlik düzeyi de düşük, %10-100 arasında ise değişkenlik düzeyi orta ve %100'den büyük ise değişkenlik düzeyi yüksektir. Bu kıstaslara göre, toprak özellikleri ve besin elementleri içerisinde; sadece pH değerlerinin dağılımı çok homojen; kireç, çinko, bakır ve fosfor içeriklerinin çalışma alanındaki dağımı ise çok heterojen olduğu saptanmıştır. Diğer parametrelerin homojenlik düzeylerinin ise orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

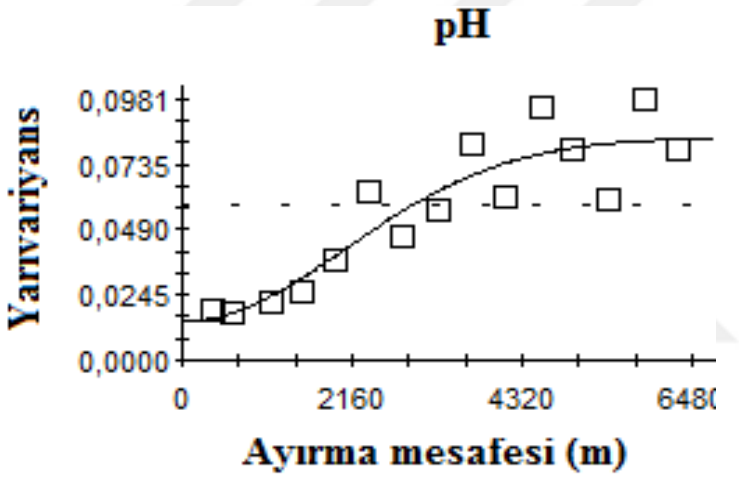
4.2. Jeoistatistiksel Analiz Sonuçları

Toprakların tüm özellikleri için uygun yarıvariyogram modelini belirlemek amacıyla, aktif ayırma mesafesi 6480 m olarak alınmıştır. Yine en uygun yarıvaryogram modelini oluşturmak için ayırma mesafeleri ise en yüksek r^2 değerlerini verecek şekilde 444 m (silt içeriği) ile 463 m (kum içeriği) arasında alınmıştır.

Çarpıklık katsayısı veri setlerinin ortalama etrafında dağılım simetrisinin bir göstergesidir. Toprak değişkenliklerine ilişkin çarpıklık katsayısı sıfır ise dağılımın normal, sıfırdan büyük ise sağa çarpık, sıfırdan küçük ise sola çarpık olduğunu göstermektedir (Günal ve ark., 2008). Normal dağılım gösteren veri setleri doğrudan değerlendirmeye alanınmış, normal dağılım göstermeyen (sağa veya sola çarpık) verilere karakök veya logaritmik dönüşümler uygulanmıştır. Aydın ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer dönüşümler uygulanmıştır.

4.2.1. pH Değerleri

Çalışma alanındaki pH değerinin, çarpıklık değerlerinin düşük olması ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal dağılım göstermesi (Çizelge 3.3.) nedenleriyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce veri seti üzerinde herhangi bir dönüşüm yapılmamıştır. Toprakların pH değerleri için en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 434 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmiştir. Toprakların pH değerlerine ait yarıvariyogram Şekil 4.1'de, bu variyograma ait parametreler ise Çizelge 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanı topraklarının pH değerlerine ait yarıvariyogram

pH değerleri için en uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1, Çizelge 4.3). Sharma ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada pH değerleri için en uygun modelin üssel olduğunu belirlemişlerdir. Sun ve ark. (2003); toprakların uzaysal değişkenliğinin modellenmesinde en fazla uygunluk gösteren modellerin küresel, Üssel ve Gaussian olduğu belirtmişlerdir (Gürel, 2020).

Jeoistatistikte range (A_0) değeri; herhangi bir değişken için uzaysal bağımlılığın devam ettiği maksimum mesafeyi belirtmektedir (Isaaks ve Sriastava 1989). Toprakların pH değerleri için A_0 değeri 2930 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.3). Doğan ve ark. (2020) ise Arsuz ovasında yaptıkları bir çalışmada bu değeri 700 m olarak belirlemişlerdir.

Cambardella ve ark. (1994)'na göre pH değerlerine ait yersel bağımlık kuvvetli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. pH değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	Model	Ao (m)	Nugget (C_0)	Sill (C_0+C)	(C_0)/ (C_0+C)*100	r^2
pH	Gaussian	2930	0.015	0.087	17.2	0.839

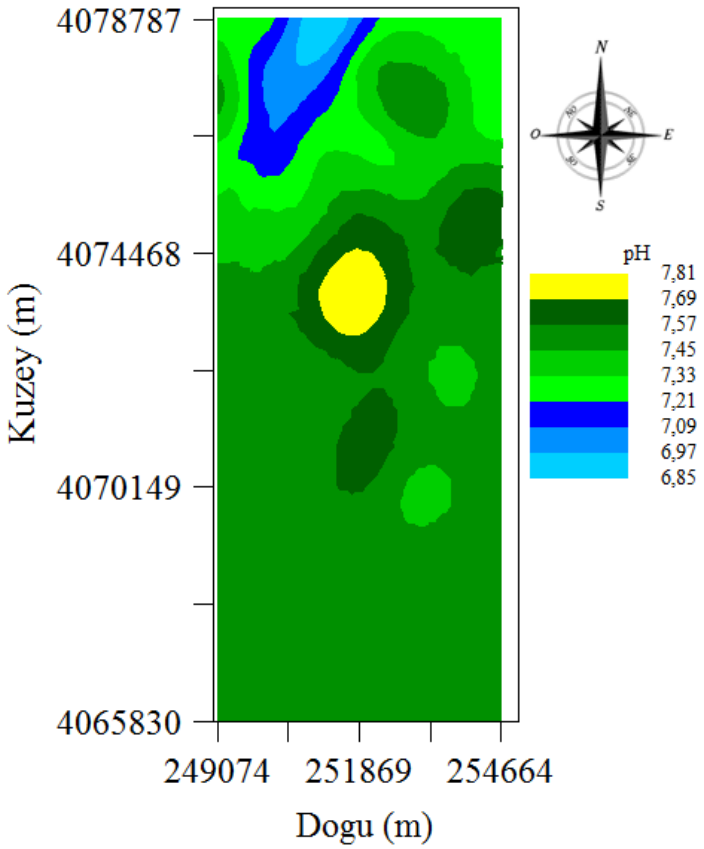
Çalışma alanı topraklarının pH değerlerinin dağılım haritasına bakıldığında, dağılımın ağırlıklı olarak 7.21 - 7.57 değerleri arasında olduğu, kuzeye doğru gidildikçe pH değerlerinin düştüğü gözlenmektedir. En yüksek pH değerlerine ise çalışma alanının orta kısımlarında rastlanmıştır (Şekil 4.2).

4.2.2. EC Değerleri

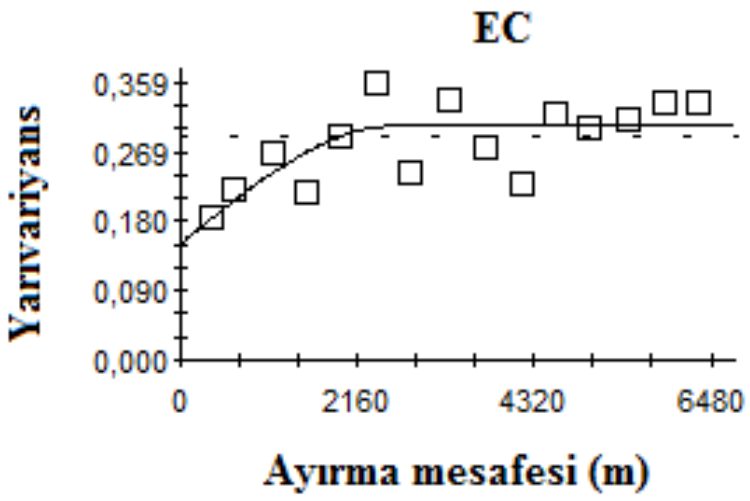
Çalışma alanındaki EC değerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması sebebiyle, verilere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların EC değerleri için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 437 m olarak alınmıştır.

En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların EC değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.3'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.4'da verilmiştir.

EC değerleri için en uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3, Çizelge 4.4). Mondal ve ark. (2021) de yaptıkları bir çalışmada; EC değerleri için en uygun modelin spherical olduğunu belirlemişlerdir. Toprakların EC değerleri için A_0 değeri 2620 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.4). Sharma ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise EC değerleri için A_0 değeri 1599 m olarak belirlenmiştir. Cambardella ve ark., (1994)'e göre EC değerlerine ait yersel bağımlığın orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Çalışma alanı topraklarının pH değerlerinin dağılım haritası

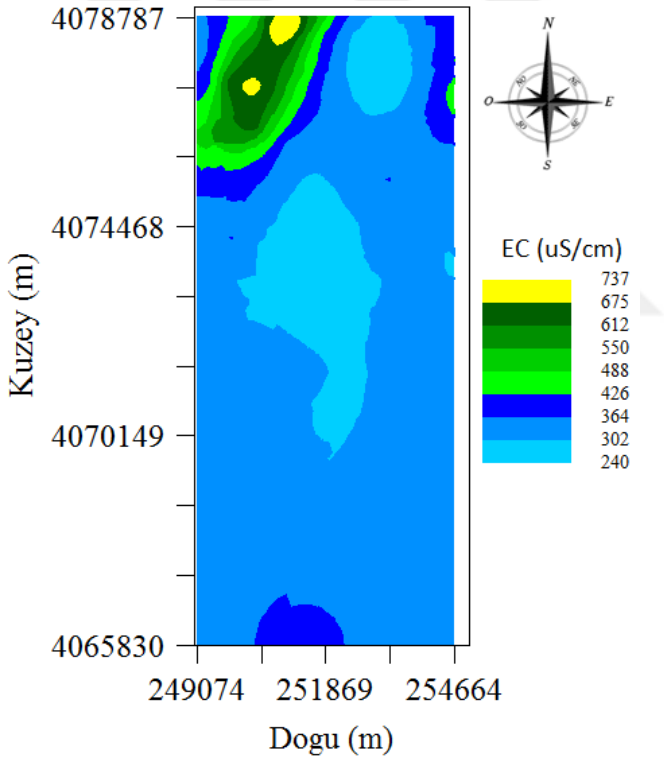


Şekil 4.3. Toprakların EC değerlerine ait yarıvariyogramlar

Çizelge 4.3. EC değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	Model	Ao (m)	Nugget (C_0)	Sill (C_0+C)	(C_0)/ (C_0+C)*100	r^2
EC	Spherical	2620	0.151	0.303	49.8	0.489

Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinin dağılım haritası incelendiğinde, dağılımın ağırlıklı olarak 302 – 240 µS cm^{-1} değerleri arasında olduğu ve kuzeybatı yönünde ilerledikçe EC değerlerinin arttığı ve en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. En düşük EC değerlerinin (0 - 240 µS cm^{-1}) ise çalışma alanının orta kesimlerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).

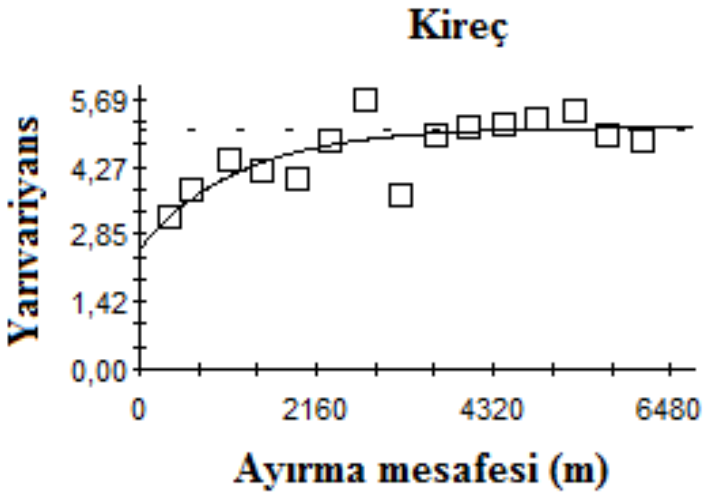


Şekil 4.4. Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinin dağılım haritası

4.2.3. Kireç İçerikleri

Çalışma alanındaki kireç içeriklerinin, çarpıklık değerinin yüksek olması sebebiyle, veri setine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların kireç içerikleri için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 425

m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların kireç değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.5'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.5'de verilmiştir.



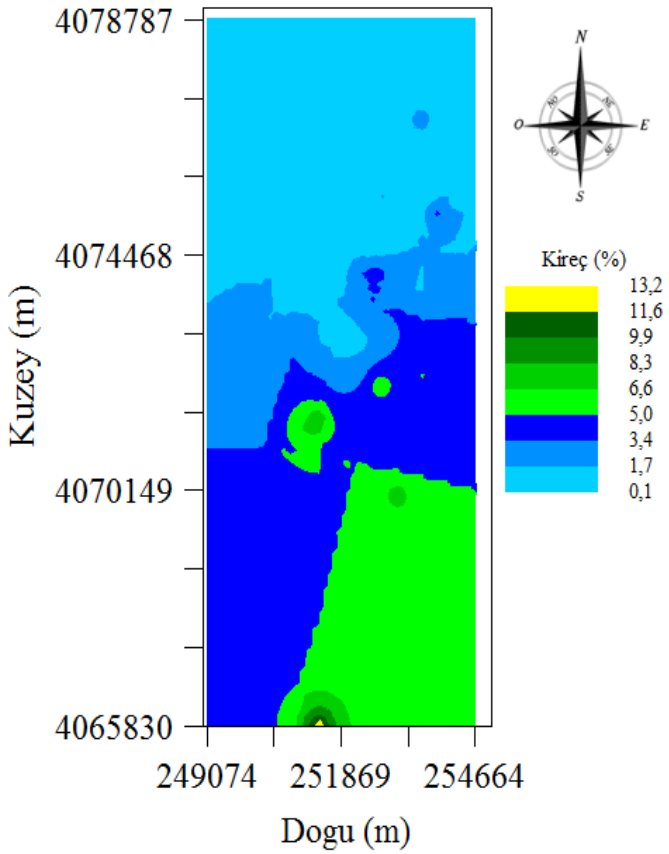
Şekil 4.5. Toprakların kireç değerlerine ait yarıvariyogram

En uygun yarıvariyogram modeli Exponential olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5, Çizelge 4.5). Toprakların kireç içerikleri için A_0 değeri 1210 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.5). Cambardella ve ark., (1994)'e göre kireç değerlerinin orta düzeyde yersel bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Kireç değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Kireç	Exponential	1210	2.555	5.111	49.99	0.580

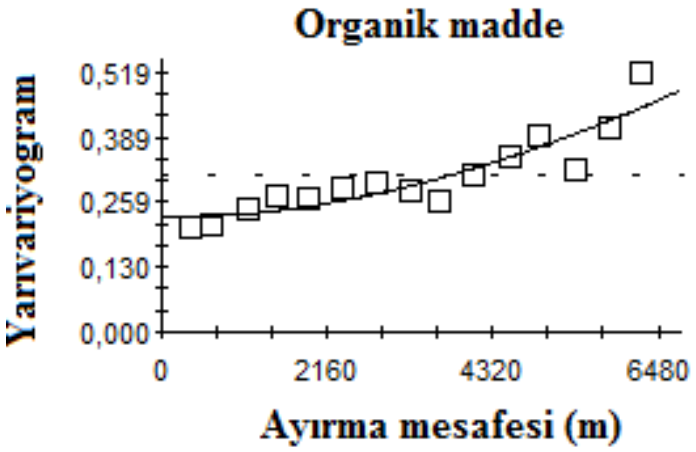
Çalışma alanı topraklarının kireç değerlerinin dağılım haritasına incelendiğinde, en düşük değerlerin kuzeyde, en yüksek değerlerin ise güneydoğu kısmında olduğu görülmektedir. (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Çalışma alanı topraklarının kireç değerlerinin dağılım haritası

4.2.4. Organik Madde İçerikleri

Çalışma alanındaki organik madde içeriklerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması nedeniyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere karekök dönüşüm uygulanmıştır. Organik madde içerikleri için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 431 m olarak alınmış ve en uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmiştir. Organik madde içeriklerinin ait yarıvariyogramlar Şekil 4.7'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.



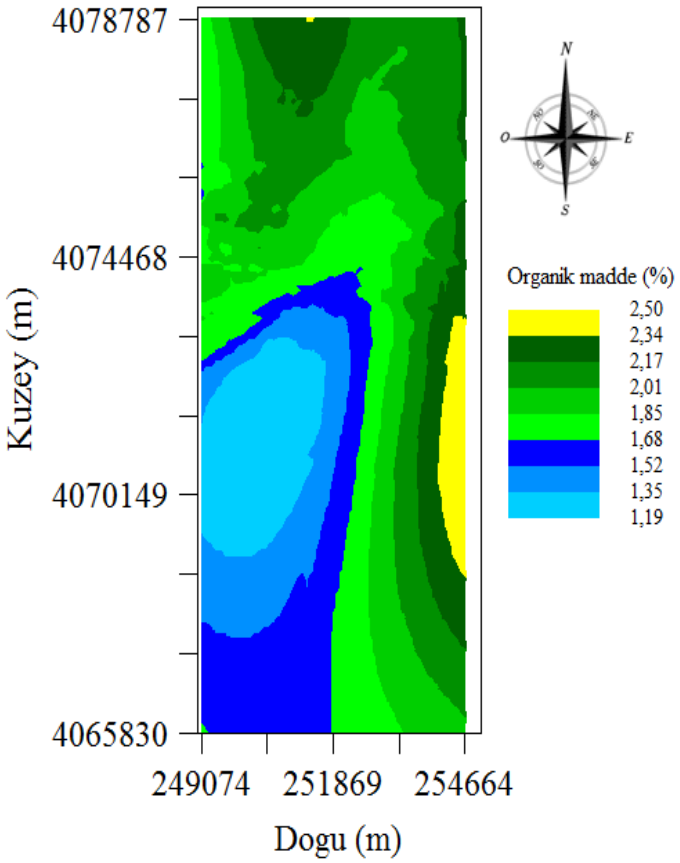
Şekil 4.7. Toprakların organik madde içeriklerine ait yarıvariyogramlar

En uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7, Çizelge 4.6). Li ve ark. (2011) tarafından Çin'de yapılan bir çalışmada ise toprakların organik madde içirikleri için en uygun modeli Spherical olarak belirlemişlerdir. Toprakların organik madde verileri için A_0 değeri 14590 m olarak hesaplanmıştır. Li ve ark. (2011) tarafından Çin'de yapılan bir çalışmada ise Cambardella ve ark. (1994)'na göre toprakların organik madde içerikleri kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir.

Çizelge 4.5. Organik madde içeriklerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Org. Mad.	Gaussian	14590	0.229	1.539	14.87	0.822

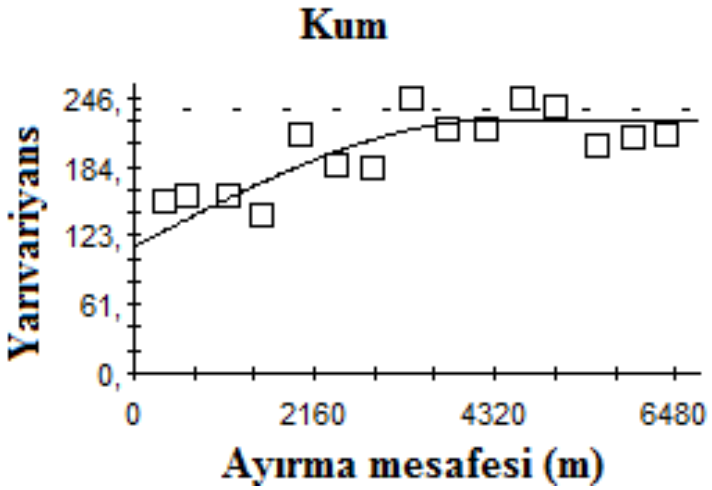
Çalışma alanı topraklarında organik madde içeriklerinin dağılım haritası incelendiğinde alanın doğu kesimlerinde yüksek olduğu ve batı ve kuzey kesimlerine doğru azaldığı görülmektedir. Doğu kesiminde yüksek olması bu bölgedeki ormanlık alanlardan kaynaklanmıştır. Alanda en düşük organik madde içeriği batı kesimlerinde görülmektedir. (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Çalışma alanı topraklarının organik madde değerlerinin dağılım haritası

4.2.5. Kum İçerikleri

Toprakların kum içeriklerinin, çarpıklık değerlerinin düşük olması ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal dağılım göstermesi (Çizelge 3.3) nedenleriyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. Toprakların kum içerikleri için ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 442 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak kum içeriklerine ait için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların kum içeriklerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.9'da, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.7 'da verilmiştir.



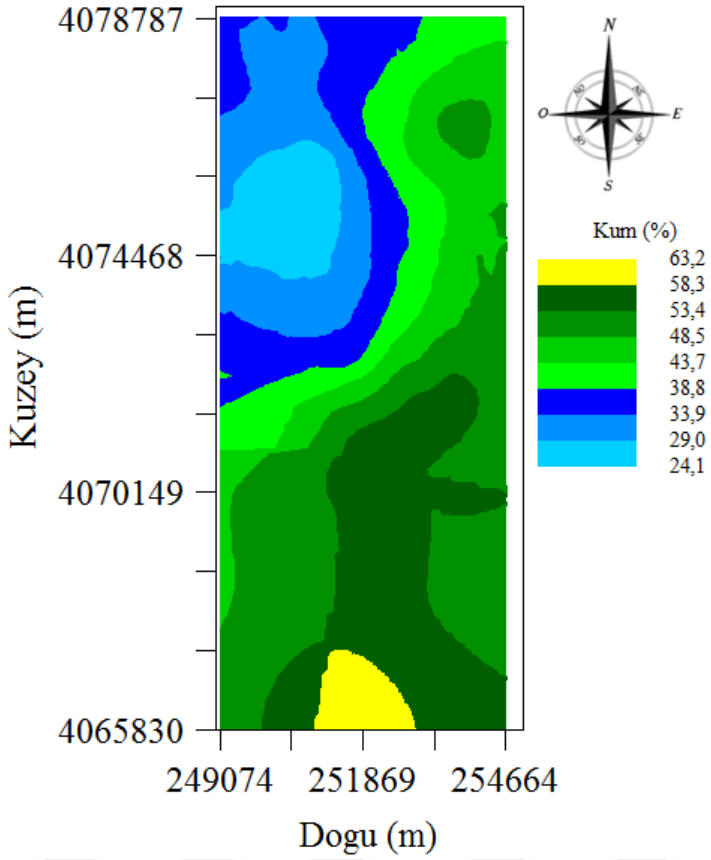
Şekil 4.9. Toprakların kum değerlerine ait yarıvariyogramlar

En uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9, Çizelge 4.7). Rezaa ve ark. (2015) ve Ahmad ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmalarda ise toprakların kum içerikleri için en uygun modelin Exponential olduğu belirlenmiştir. Toprakların kum içerikleri için A_0 değeri 4360 m olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Toprakların kum içeriklerinin orta düzeyde yersel bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Kum içeriklerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Kum	Spherical	4360	113.3	226.7	49.977	0.681

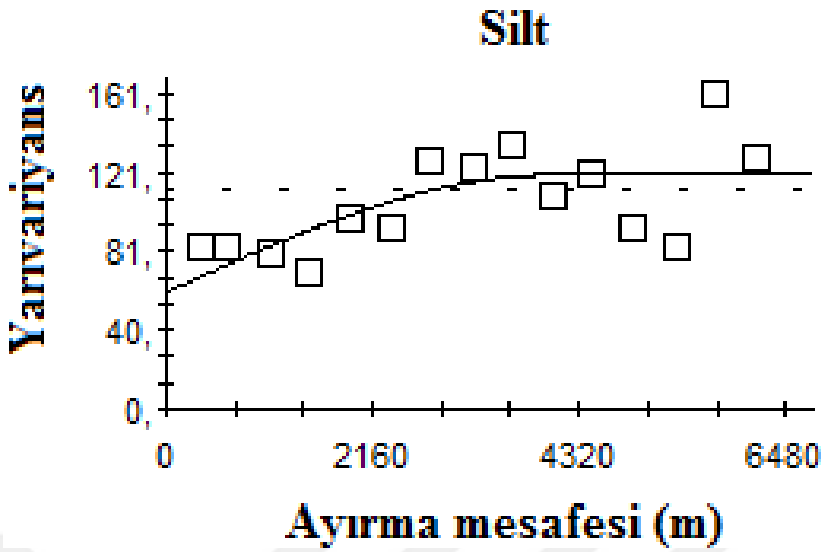
Topraklarının kum içeriklerine ait dağılım haritası incelendiğinde, dağılımın ağırlıklı olarak güneyde yoğunluk gösterdiği, kuzeybatıya gidildikçe bu değerlerin düştüğü ve en düşük değerlerin kuzey batı kesiminde olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma alanındaki kum içeriği ağırlıklı olarak %38.8 ile %63.2 arasında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Çalışma alanı topraklarının kum içeriklerinin dağılım haritası

4.2.6. Silt İçerikleri

Çalışma alanındaki silt içeriklerinin, çarpıklık değerlerinin düşük olması ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal dağılım göstermesi (Çizelge 3.3) nedenleriyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. Toprakların silt içerikleri için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek amacıyla ayırma mesafeleri eşit bir şekilde 426 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye alınmıştır. Toprakların silt içeriklerine ait yarıvariyogram Şekil 4.11'de, bu variyograma ait parametreler ise Çizelge 4.8 'da verilmiştir.



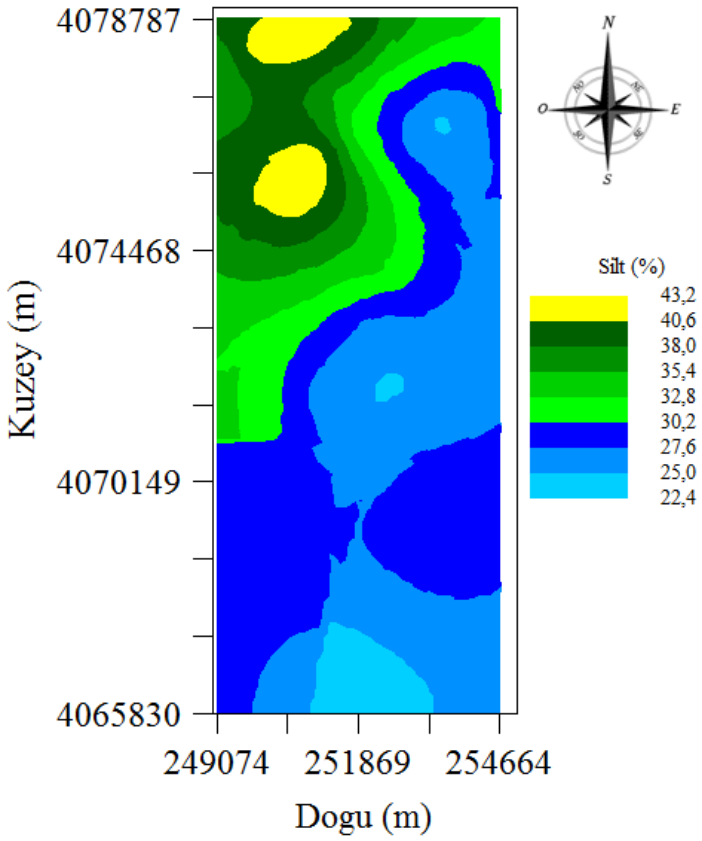
Şekil 4.11. Toprakların silt değerlerine ait yarıvariyogramlar

En uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11, Çizelge 4.8). Toprakların silt içerikleri için A_0 değeri 4040 m olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8). Ahmad ve ark. (2018) tarafından ise toprakların silt içeriklerinin A_0 değerini oldukça yüksek (31470 m) olarak belirlenmiştir. Bu farklılık büyük olasılıkla araştırma alanlarının genişliğinin farklı olmasında kaynaklanmış olabilir. Toprakların silt içeriklerinin orta düzeyde yersel bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Silt değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Silt	Spherical	4040	59.9	119.9	49.958	0.410

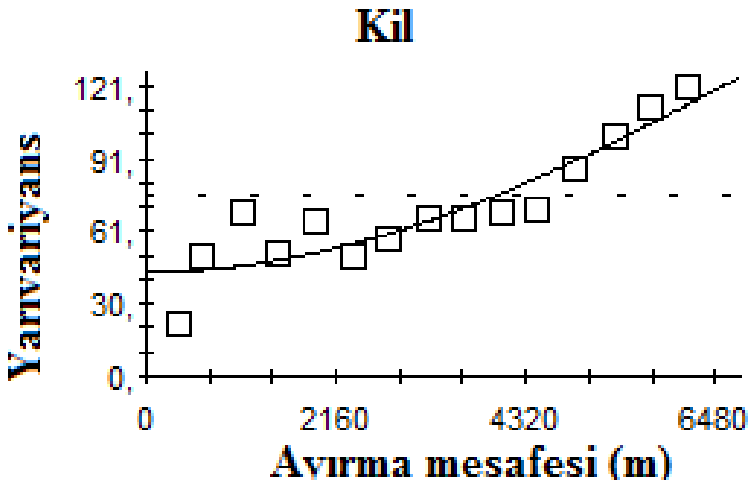
Çalışma alanı topraklarının silt değerlerinin dağılım haritası incelendiğinde, kuzey batı kesimlerinde yüksek, güneydoğu kesimlerinde ise düşük olduğu görülmektedir. Kum içeriği yoğunluğunun %22.6 – 30.2 olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Çalışma alanı topraklarının silt değerlerinin dağılım haritası

4.2.7. Kil İçerikleri

Çalışma alanındaki topraklarda kil içeriklerinin çarpıklık değerlerinin düşük olması ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal dağılım göstermesi (Çizelge 3.3) sebebiyle, jeoistatistiksel modellemelerden veriler önce üzerinde herhangi bir dönüşüm yapılmamıştır. Toprakların kil için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 426 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların kil değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.13'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.9'da verilmiştir.



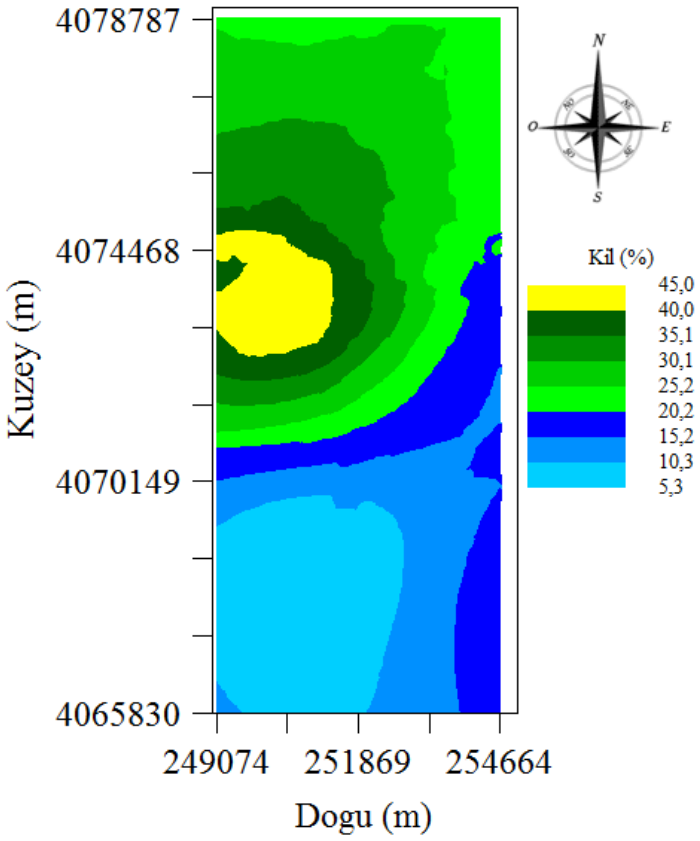
Şekil 4.13. Toprakların kil değerlerine ait yarıvariyogramlar

En uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.13, Çizelge 4.9). Toprakların kil içerikleri için A_0 değeri 10890 m olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Rezaa ve ark. (2015) ise toprakların kil içirikleri için en uygun modelin Exponential ve A_0 değerinin 2352 m olduğunu belirlemişlerdir. Toprakların kil içeriklerinin yersel bağımlılık düzeyinin kuvvetli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Kil içeriklerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Kil	Gaussian	10890	43.8	298.5	14.673	0.831

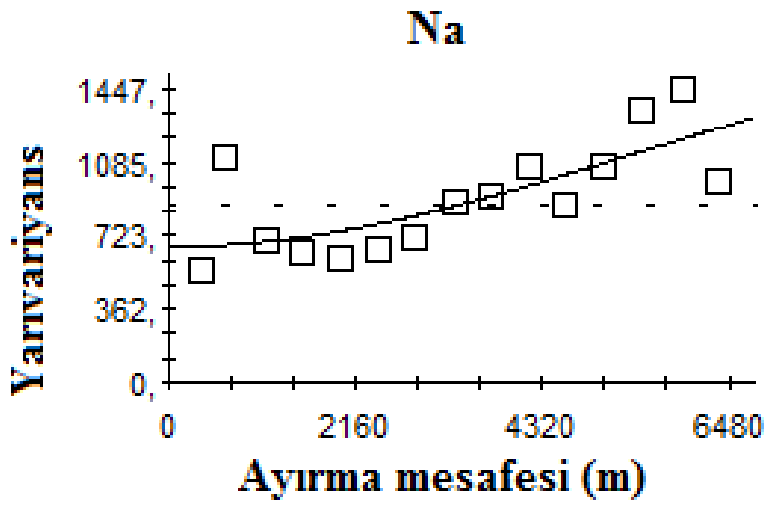
Toprakların kil içeriklerinin dağılım haritasına bakıldığında, dağılımın ağırlıklı olarak çalışma alanının güne kesimlerinde düşük, kuzey kesimlerinde ise yüksek olduğu görülmektedir. Kil içerikleri güney kesimlerde %5.3-20.2, güney kesimlerde ise %20.2-45.0 arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Çalışma alanındaki toprakların kil içeriklerinin dağılım haritası

4.2.8. Na İçerikleri

Çalışma alanındaki toprakların Na içeriklerinin çarpıklık değerlerinin düşük olması ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal dağılım göstermesi (Çizelge 3.3) nedenleriyle sebebiyle, verilere jeoistatistiksel modellemelerden önce herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. Toprakların Na değerlerine ait, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 439 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların Na içeriklerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.15'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.



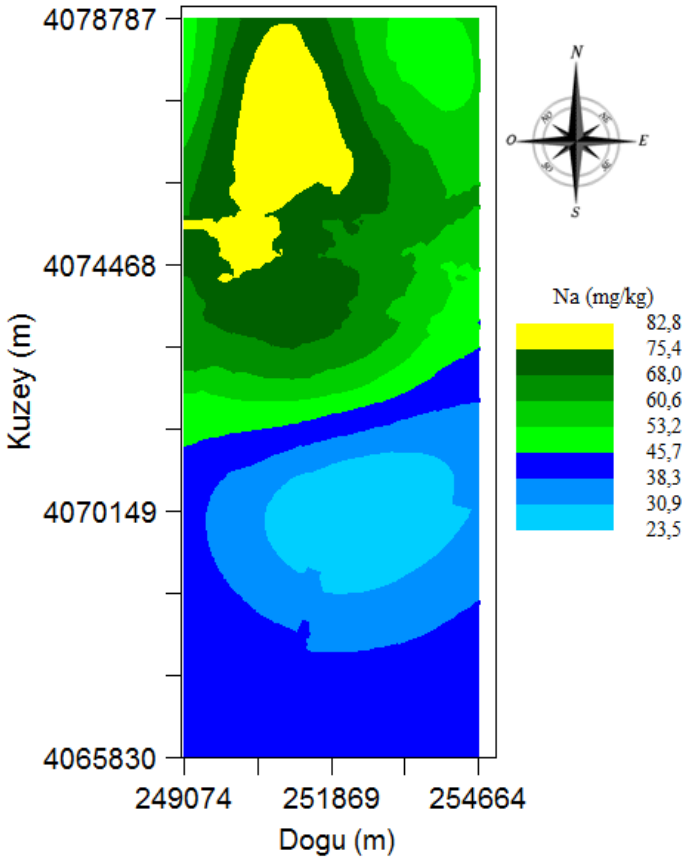
Şekil 4.15. Toprakların Na değerlerine ait yarıvariyogram

Na içerikleri için en uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15, Çizelge 4.10). Toprakların Na değerleri için A_0 değeri 7520 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.10). Toprakların Na içerikleri orta düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir.

Çizelge 4.9. Na değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Na	Gaussian	7520	670	1814	36.900	0.549

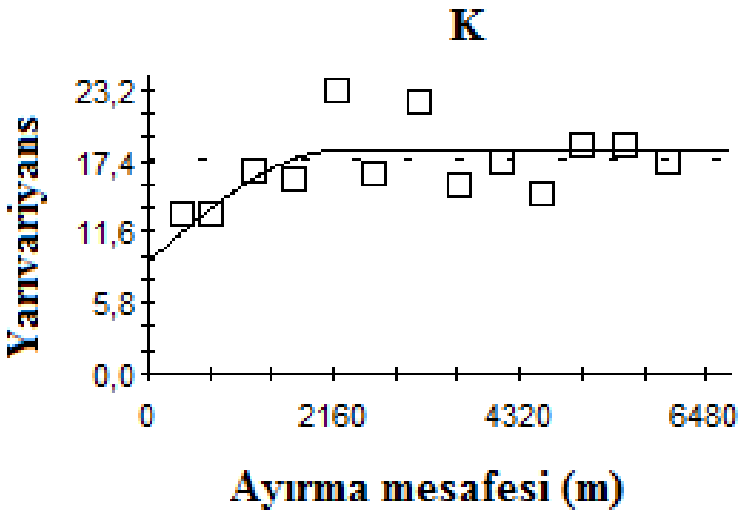
Çalışma alanı topraklarının Na içeriklerine ait dağılım haritası incelendiğinde, Na içeriklerinin kuzey kesimlerde oldukça yüksek, güney kesimlerde ise düşük olduğu görülmektedir. Na içerikleri çalışma alanının kuzeyinde 45.7-82.8 mg kg^{-1}, güneyinde ise 23.5-45.7 mg kg^{-1} arasında değişmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Çalışma alanı topraklarının Na içeriklerinin dağılım haritası

4.2.9. K Değerleri

Çalışma alanındaki K değerinin, çarpıklık değerlerinin çok yüksek olmamasına rağmen r^2 değerini yükseltmek için jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere karekök dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların K için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 483 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların K değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.17'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.11 'de verilmiştir.



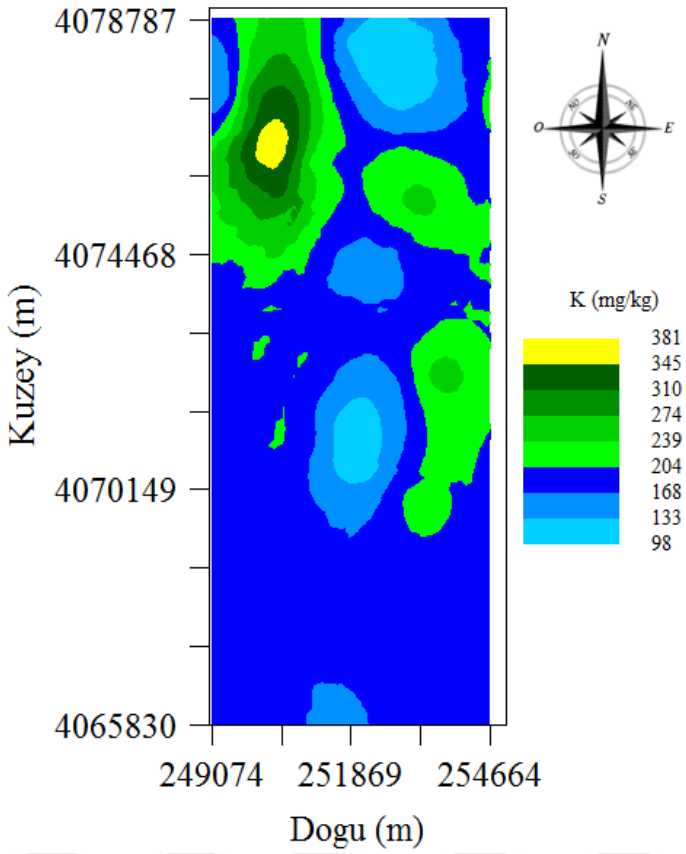
Şekil 4.17. Toprakların K değerlerine ait yarıvariyogram

En uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir (Şekil 4.17, Çizelge 4.11). Sharma ve ark. (2020) da K değerleri için en uygun modelin Spherical olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın Aishah ve ark. (2010) ise K için en uygun varyasyon modelini Exponential olarak belirlemişlerdir. Toprakların K içerikleri için A_0 değeri 2200 m olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.11). Toprakların kil değerleri orta düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir

Çizelge 4.10. K değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	Model	Ao (m)	Nugget (C_0)	Sill (C_0+C)	(C_0)/ (C_0+C)*100	r^2
K	Spherical	2200	9.13	18.27	49.97	0.375

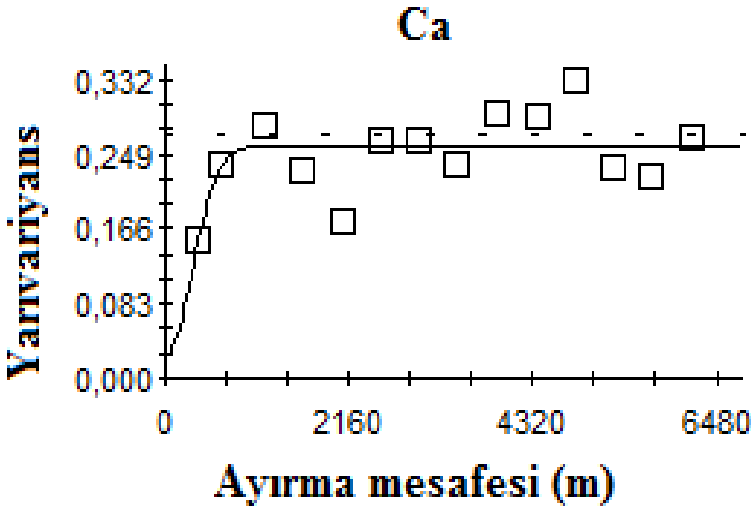
Çalışma alanı topraklarının K değerlerinin dağılım haritası incelendiğinde, K içeriklerinin kuzey batı kesiminde, diğer kesimlere göre daha yüksek olduğu, güney kesiminde ise düşük olduğu görülmektedir. Toprakların K içerikleri ağırlıklı olarak 98-204 mg kg^{-1} arasında değişmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Çalışma alanı topraklarının K değerlerinin dağılım haritası

4.2.10. Ca İçerikleri

Çalışma alanındaki Ca verilerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması sebebiyle, veri setine jeoistatistiksel modellemelerden önce logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların Ca için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 459 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların Ca değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 20'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 14'de verilmiştir.



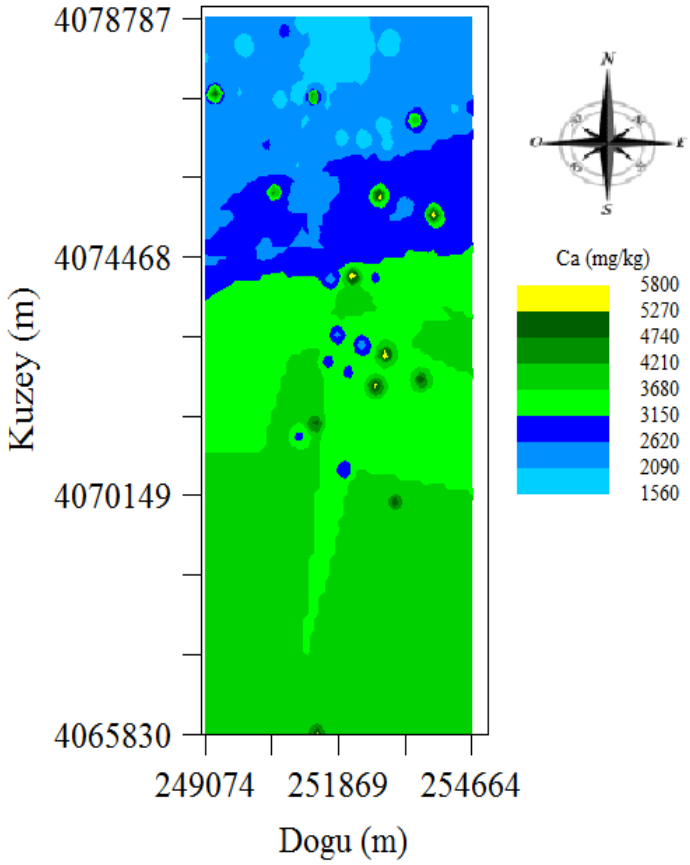
Şekil 4.19. Toprakların Ca değerlerine ait yarıvariyogram

En uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19, Çizelge 4.12). Sharma ve Sood (2020) da yaptıkları bir çalışmada topraklardaki Ca değerleri için en uygun modelin Gaussian olduğunu belirlemişlerdir. Toprakların Ca değerleri için A_0 değeri 430 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.12). Toprakların Ca içeriklerinin kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Ca değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Ca	Gaussian	430	0.024	0.258	9.300	0.361

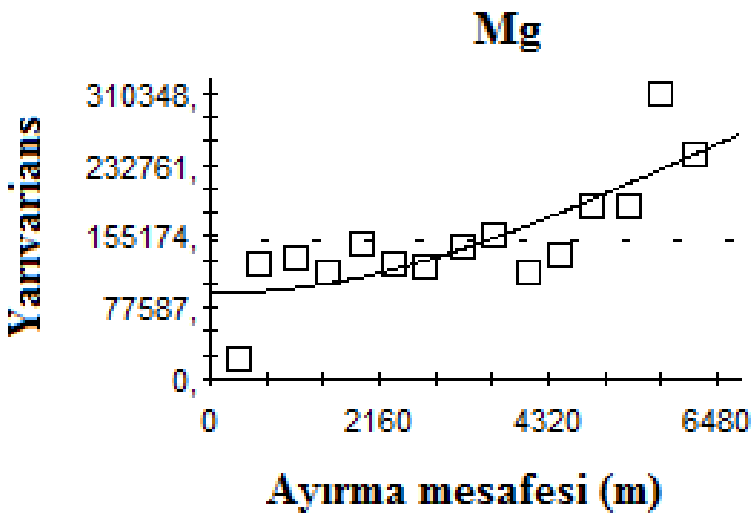
Çalışma alanı topraklarının Ca değerlerinin dağılım haritasına bakıldığında, Ca içeriklerinin güney ve orta kesimlerde yüksek, kuzey kesimlerde ise düşük olduğu görülmektedir. Yine, Ca içeriklerinin ağırlıklı olarak 3680 – 3150 mg kg^{-1} değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Çalışma alanı topraklarının Ca değerlerinin dağılım haritası

4.2.11. Mg İçerikleri

Çalışma alanındaki Mg değerinin, çarpıklık değerlerinin düşük olması ve normalite testlerinde (Shapiro-Wilk testi) normal dağılım göstermesi (Çizelge 3.3) sebebiyle, veri setine jeoistatistiksel modellemelerden önce herhangi bir dönüşüm yapılmamıştır. Toprakların Mg için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 426 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların Mg değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.21'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.13'de verilmiştir.



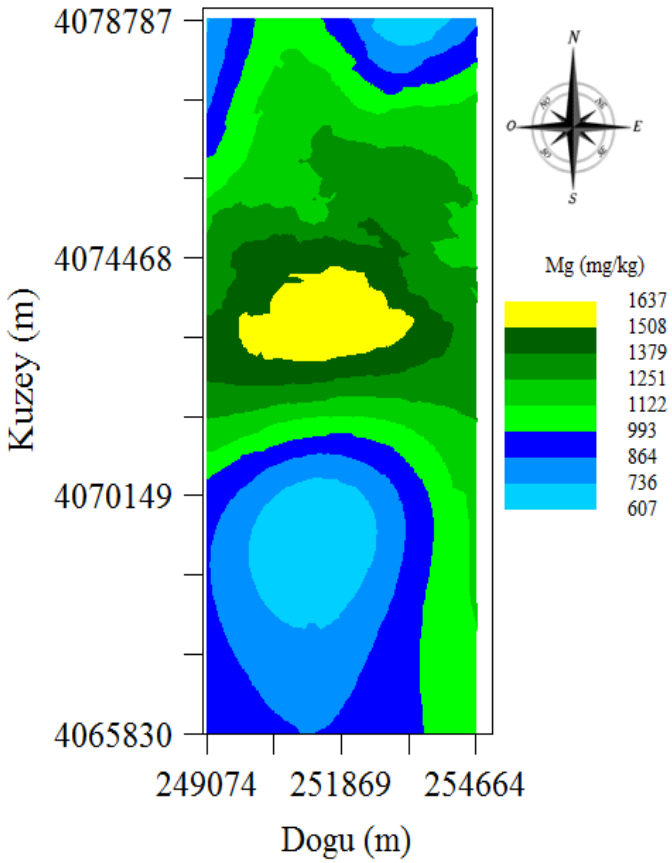
Şekil 4.21. Toprakların Mg değerlerine ait yarıvariyogram

En uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.21, Çizelge 4.13). Toprakların Mg veri seti için A_0 değeri 9000 m olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.13). Toprakların Mg değerleri kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir

Çalışma alanı topraklarının Mg değerlerinin dağılım haritasına baktığımızda, dağılımın orta kesimlerde yüksek, güney ve kuzey kesimlerde ise düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.22).

Çizelge 4.12. Mg değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

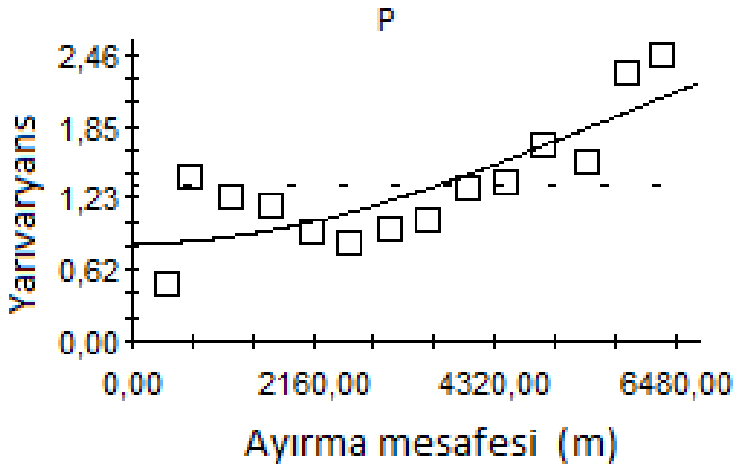
Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Mg	Gaussian	9000	93000	497000	18.71	0.641



Şekil 4.22. Çalışma alanı topraklarının Mg değerlerinin dağılım haritası

4.2.12. P Değerleri

Çalışma alanındaki P değerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması sebebiyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce veri setine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların P için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 470 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için, 21 nolu veri dışında tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların P değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.23'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.



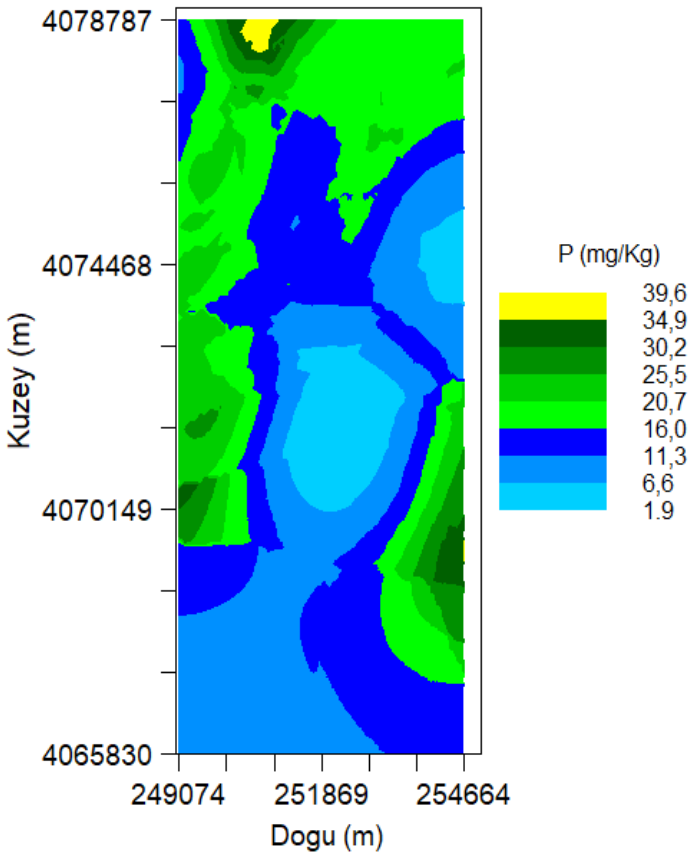
Şekil 4.23. Toprakların P değerlerine ait yarıvariyogramlar

Toprak fosforu için en uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.23, Çizelge 4.14). Sharma ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada P için en uygun varyasyon modeli Spherical olarak belirlenmiştir. Toprakların P değerleri için A_0 değeri 8320 m olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Toprakların P içeriklerinin kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir. Sharma ve Sood (2020) tarafından yapılan çalışmada ise P için yersel bağımlılığın orta düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanı topraklarının P değerlerinin dağılım haritası incelendiğinde; P içeriğinin güney ve orta kesimlerde düşük, kuzey ve batı kesimlerde ise yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma alanında P içeriği ağırlıklı olarak 1.9- 16.0 mg kg^{-1} arasında değişmektedir (Şekil 4.24).

Çizelge 4.13. P değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

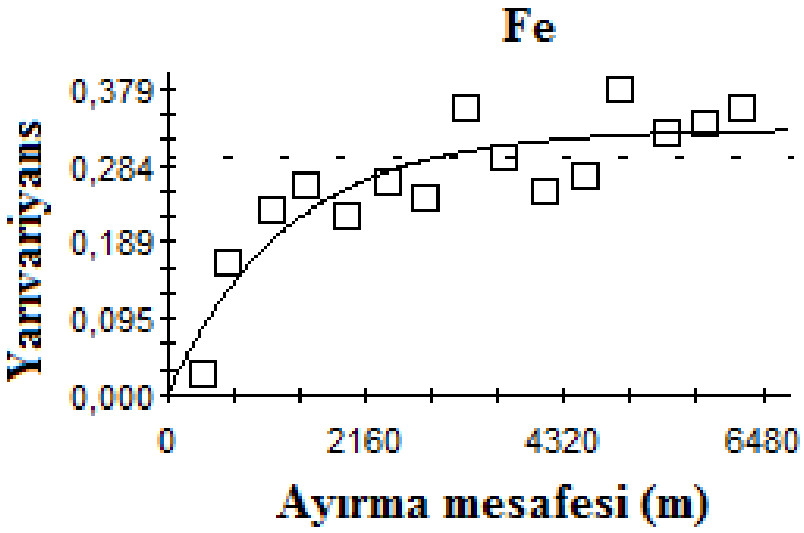
Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
P	Gaussian	8320	0.843	3.696	22.80	0.688



Şekil 4.24. Çalışma alanı topraklarının P değerlerinin dağılım haritası

4.2.13. Fe Değerleri

Çalışma alanındaki Fe değerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması sebebiyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce verilere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların Fe için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 432 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dâhil edilmişlerdir. Toprakların Fe değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.25'de, bu variyogramlara ait parametreler ise Çizelge 4.15'de verilmiştir.



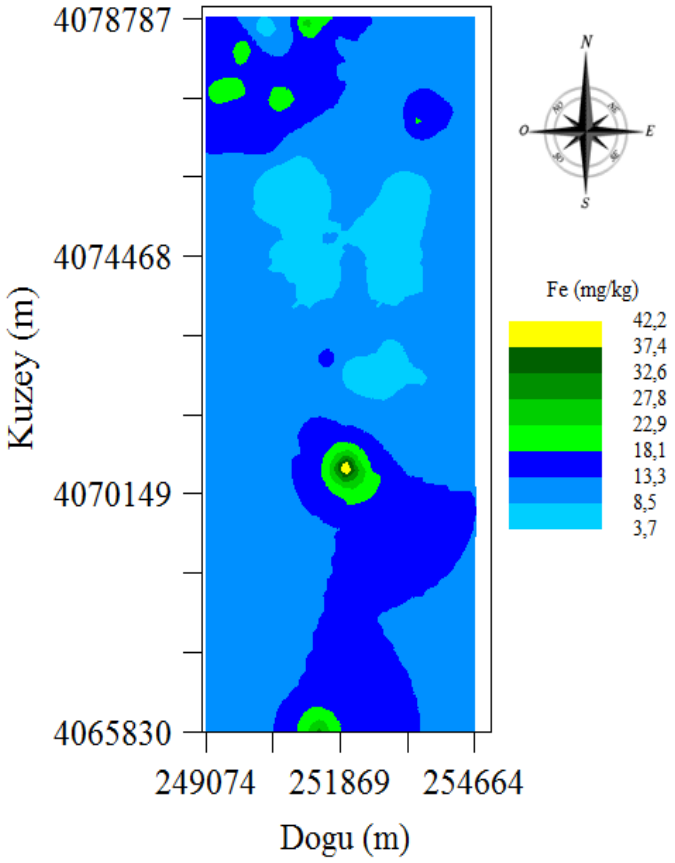
Şekil 4.25. Toprakların Fe değerlerine ait yarıvariyogram

Toprakların Fe içerikleri için en uygun yarıvariyogram modeli Exponential olarak belirlenmiştir (Şekil 4.25, Çizelge 4.15). Sharma ve ark. (2020) da Fe değerleri için en uygun modelin Exponential olduğunu belirlemişlerdir. Toprakların Fe değerleri için A_0 değeri 1300 m olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.15). Dharumarajan ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada ise Fe için A_0 değeri çok daha yüksek (6709 m) olarak hesaplanmıştır. Bu farklılık çalışma alanlarının genişliğinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Toprakların Fe içerikleri kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir.

Çizelge 4.14. Fe değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Fe	Exponential	1300	0.001	0.329	0.300	0.786

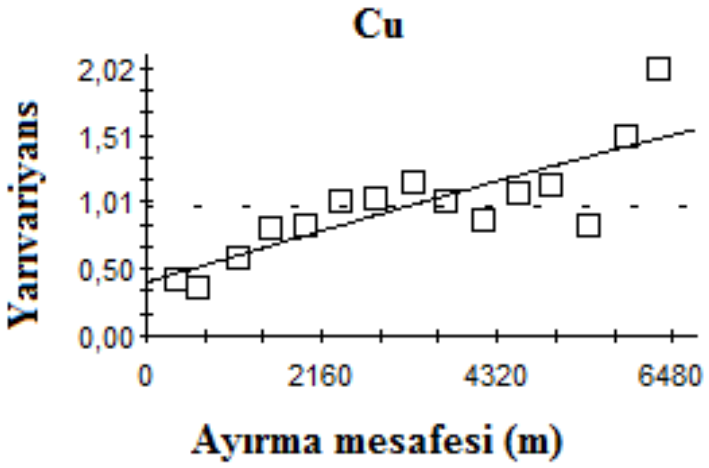
Çalışma alanı topraklarının Fe değerlerinin dağılım haritasına bakıldığında, Fe içiriklerinin kesimlerinde, diğer alanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Tüm çalışma alanında Fe içerikleri ağırlıklı olarak 8.5 – 3.7 mg kg^{-1} arasında değiştiği gözlemleniştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Çalışma alanı topraklarının Fe değerlerinin dağılım haritası

4.2.14. Cu Değerleri

Çalışma alanındaki Cu değerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması nedeniyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce veri setine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların Cu için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 435 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların Cu değerlerine ait yarıvariyogram Şekil 4.27'de, bu variyograma ait parametreler ise Çizelge 4.16'de verilmiştir.



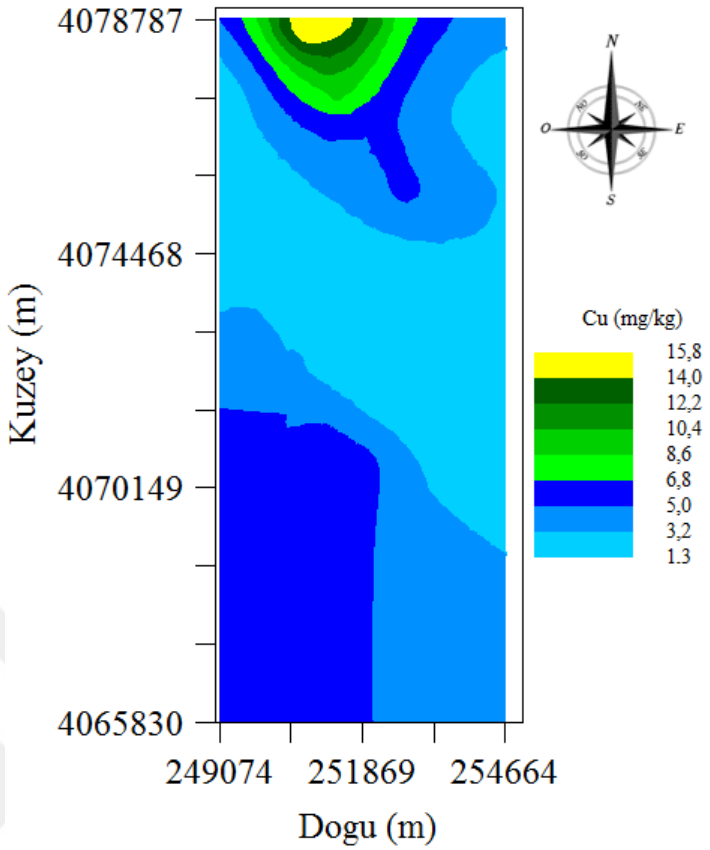
Şekil 4.27. Toprakların Cu değerlerine ait yarıvariyogram

En uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir (Şekil 4.27, Çizelge 4.16). Ağca ve Özdel (2014) tarafından aynı bölgede daha önce yapılan çalışmada da Cu için en uygun model Spherical olarak belirlenmiştir. Toprakların Cu değerleri için A_0 değeri 16560 m olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.16). Toprakların Cu içerikleri kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir.

Çizelge 4.15. Cu değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	Model	Ao (m)	Nugget (C_0)	Sill (C_0+C)	(C_0)/ (C_0+C)*100	r^2
Cu	Spherical	16560	0.405	2.4	16.800	0.659

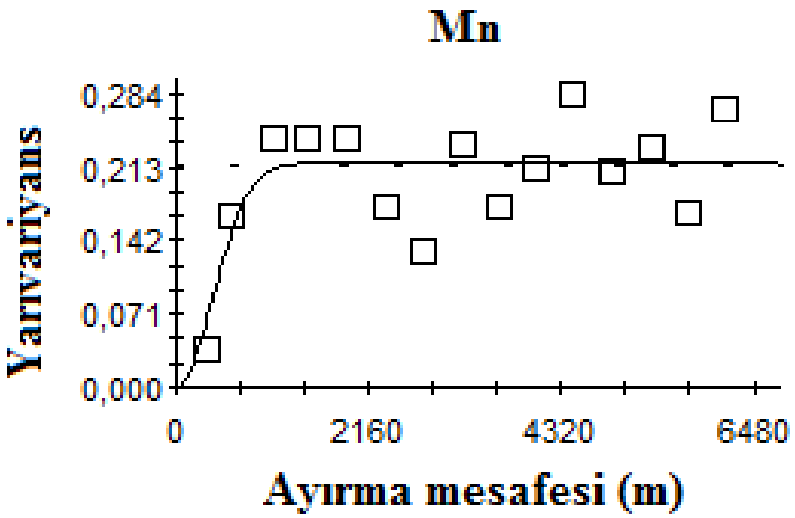
Çalışma alanı topraklarının Cu değerlerinin dağılım haritası incelendiğinde, en yüksek değerlere alanın kuzey kesimlerinde rastlanmıştır. Alandaki Cu içerikleri ağırlıklı olarak 1.3-5.0 mg kg^{-1} arasında değişmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Çalışma alanı topraklarının Cu değerlerinin dağılım haritası

4.2.15. Mn Değerleri

Çalışma alanındaki Mn değerinin, çarpıklık değerlerinin yüksek olması nedeniyle, veri setine jeoistatistiksel modellemelerden önce logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların Mn için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 426 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dahil edilmişlerdir. Toprakların Mn değerlerine ait yarıvariyogram Şekil 4.29'da, bu variyograma ait parametreler ise Çizelge 4.17'de verilmiştir.



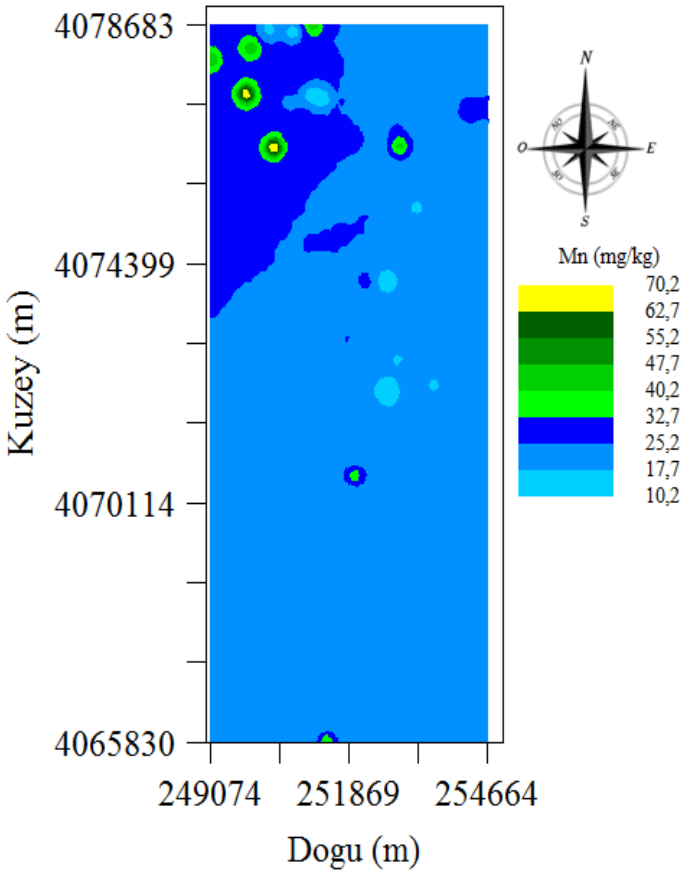
Şekil 4.29. Toprakların Mn değerlerine ait yarıvariyogram

Toprakların Mn değerleri için en uygun yarıvariyogram modeli Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.29, Çizelge 4.17). Aşkın ve ark. (2017) tarafından mikro elementler ile yapılan bir çalışmada ise Mn için en uygun model Spherical olarak belirlenmiştir. Toprakların Mn değerleri için A_0 değeri 570 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.17). Toprakların Mn içerikleri kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık göstermiştir.

Çizelge 4.16. Mn değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	**Model**	**Ao (m)**	**Nugget (C_0)**	**Sill (C_0+C)**	**(C_0)/ (C_0+C)*100**	**r^2**
Mn	Gaussian	570	0.0001	0.217	0.046	0.565

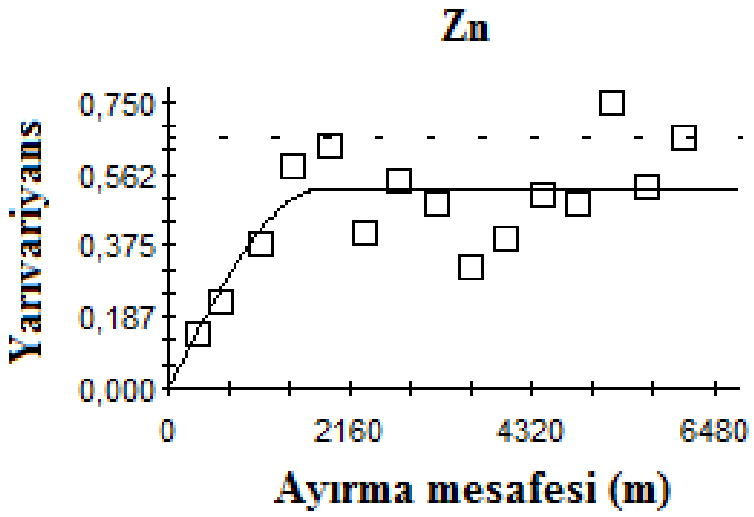
Çalışma alanı topraklarında Mn değerlerinin dağılımı incelendiğinde, Mn içeriklerinin alanın kuzeydoğusundaki birkaç lokal bölgede, diğer kesimlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında Mn içeriklerinin ağırlıklı olarak 0.2-17.7 mg kg^{-1} arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Çalışma alanı topraklarının Mn değerlerinin dağılım haritası

4.2.16. Zn Değerleri

Çalışma alanındaki Zn değerine ait çarpıklık değerlerinin yüksek olması nedeniyle, jeoistatistiksel modellemelerden önce veri setine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Toprakların Zn için, en uygun yarıvariyogram modelini belirlemek için aktif ayırma mesafesi 6480 m, ayırma mesafeleri ise eşit bir şekilde 422 m olarak alınmıştır. En uygun yarıvariyogram modelini oluşturmak için tüm veriler değerlendirmeye dâhil edilmişlerdir. Toprakların Zn değerlerine ait yarıvariyogramlar Şekil 4.31'de, bu variyograma ait parametreler ise Çizelge 4.18'de verilmiştir



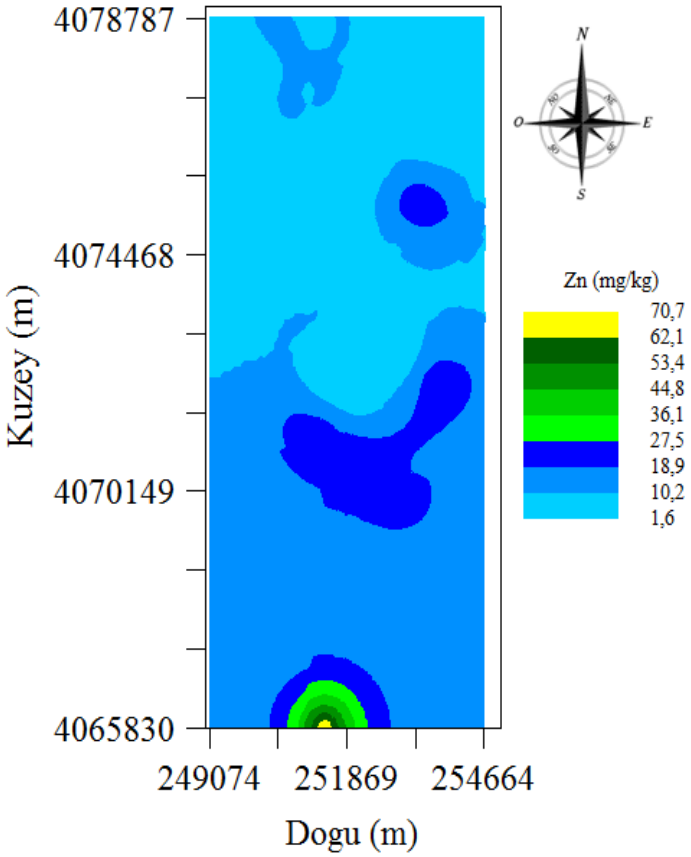
Şekil 4.31. Toprakların Zn değerlerine ait yarıvariyogram

Toprakların Zn içerikleri için en uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir (Şekil 4.31, Çizelge 4.18). Ağca ve Özdel (2014) tarafından aynı bölgede daha önce yapılan çalışmada da Cu için en uygun modelin Spherical olduğu belirlenmiştir. Toprakların Zn değerleri için A_0 değeri 1810 m olarak alınmıştır (Çizelge 4.18). Aşkın ve ark. (2017) ise Zn içerikleri için A_0 değerini 692 m olarak hesaplamışlardır. Toprakların Zn içeriklerinin kuvvetli düzeyde yersel bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Zn değerlerine ait yarıvariyogram parametreleri

Özellik	Model	Ao (m)	Nugget (C_0)	Sill (C_0+C)	(C_0)/ (C_0+C)*100	r^2
Zn	Spherical	1810	0.001	0.523	0.190	0.552

Çalışma alanı topraklarının Zn değerlerinin dağılım haritasına bakıldığında, en yüksek Zn değerlerinin alanın güney kesimindeki lokal bir alanda olduğu görülmektedir. Diğer alanlarda ise çok büyük bir değişikliğe rastlanmamıştır. Yine, alandaki Zn içeriğinin ağırlıklı olarak 1.6 - 27.5 mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Çalışma alanı topraklarının Zn değerlerinin dağılım haritası

Bu çalışmada, yarayışlı mikro elementlerden Cu ve Zn değerleri için en uygun yarıvariyogram modeli spherical, Fe için Exponential ve Mn için Gaussian olarak belirlenmesine rağmen, Tamburi ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada mikro elementlerin tümü için en uygun yarıvariyogram modeli Spherical olarak belirlenmiştir. Bu farklılık; büyük olasılıkla toprak özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanmıştır. Diğer yandan, bu çalışmada incelenen toprak özelliklerinin orta ve kuvvetli düzeyde yersel bağımlık gösterdiği belirlenmiştir. Najafian ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada; bölge topraklarının verimlilik potansiyelini belirlenmiş ve verimlilik ile ilgili özelliklerinin yersel dağılımı incelenerek, her bir özelliğin alandaki yersel dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Çalışma alanındaki toprakların verimlilik ile ilgili özelliklerinin çalışma alındaki dağılımlarının oldukça farklı sınırlar içinde değiştiği belirlenmiştir. Alanda en homojen olarak dağılan parametrenin pH, en heterojen dağılanın ise kireç içeriğinin olduğu belirlenmiştir. Topraklardaki alınabilir Na, K, Ca ve Mg sıralanışı çoktan aza doğru Ca>Mg>K>Na şeklinde, mikro besin elementleri içeriğinin ise Mn>Fe>Zn>Cu şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Toprakların kireç içerikleri çok geniş sınırlar içerisinde değişmiştir. Toprakların çoğunluğu orta (tın) bünyelidir. Dolayısıyla bu toprakların besin elementi ve su tutma kapasiteleri iyidir.

Toprakların reaksiyonu nötrden orta bazikliğe kadar değişmektedir. Organik madde içerikleri çok geniş sınırlar içerisinde değişmiştir. Ancak, genellikle ormanlık alanlarda organik maddenin yüksek, düz alanlarda ise düşük olduğu belirlenmiştir. Organik madde içeriği düşük olan alanlara azotlu gübre uygulaması ile birlikte çiftlik gübresi de verilerek organik madde içeriği yükseltilmelidir. Kireç içeriği yüksek olan topraklara azotlu gübre olarak amonyum sülfat veya üre gibi asit içerikli gübreler verilmesi daha uygundur.

Toprakların önemli bir bölümünde (%67.7) makrobesin elementlerinden potasyum (K) yeterli düzeyde olup, buralarda K'lı gübrelemeye gerek bulunmamaktadır. Ancak, alanın kuzeybatı ve doğusundaki bazı alanlarda (Şekil 4.18) K'lı gübre uygulanması önerilir. Yine toprakların önemli bir bölümünde fosfor (P) içeriğinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak, P içeriği yeterli olmayan, alanın güney, orta ve doğu kesimlerindeki bazı alanlara (Şekil 4.24) fosforlu gübre verilmesi önerilmektedir. Diğer yandan çalışma alanındaki toprakların tamamında kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) yeterli düzeyde olduğundan, herhangi bir Ca ve Mg'lu gübre uygulanması gerekmemektedir.

Toprakların tamamında mikrobesin elementlerinden bakır, mangan ve çinko içerikleri yeterli düzeydedir. Bu nedenle tüm çalışma alanında bu elementler için gübre uygulamasına gerek yoktur. Ancak, toprak örneklerinin %71'inde demir içerikleri yeterli

düzeydedir. Demir içerikleri yeterli olmayan çalışma alanının orta kısımları dışındaki kesimlerde (Şekil 4.26) demir içerikli yaprak gübresi önerilmektedir.

Bu çalışmada bahsedilen gübre önerileri genel düzeyde olup, yetiştirilecek bitkiler için ne kadar makro ve mikro besin element gübresinin verilmesi gerektiği daha sonra yapılacak detaylı çalışmalarla ortaya konulmalıdır.

Herhangi bir toprak özelliğinin birbirleri ile ilişkili olabileceği maksimum uzaklıklar (A_0) 430 m (Ca içeriğinde) ile Cu (16560 m) arasında değişmiştir. Bu durum toprak özelliklerine göre örnekleme aralıklarının çok geniş sınırlar içinde değişebileceğini göstermektedir. Bu da bölgede besin elementleri ile ilgili olarak ileride yapılacak çalışmalarda Ao değerleri dikkate alınarak örnekleme uzaklıklarının belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışma sonuçları, bölgede bundan sonra yapılacak olan daha detaylı çalışmalara ışık tutacak ve bölge toprakları hakkındaki bilgi birikimine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abdennour, M.A., Douaoui, A., Barrena, J., Pullido, M., Bradai, A., Bennacer, A., Piccini, C. and Alfonso-Torreño, A., 2020. Geochemical characterization of salinity of irrigated soils in arid regions (Biskra, SE Algeria). **Acta Geochim**, https://doi.org/10.1007/s11631-020-00426-2.

Ahmad, M., Muhammad, D., Mussarat, M., Naseer, M., Khan, M. A., Khan, A. A. and Shafi, M.I., 2018. Spatial variability pattern and mapping of selected soil properties in hilly areas of Hindukush range northern, Pakistan. **Eurasian J Soil Sci**, 7 (4) 355–364.

Ağca, N., Özdel, E., 2014. Asssessment of spatial distrubition and possible sources of heavy metals in the soils of Sariseki-Dörtyol District in Hatay Province (Turkey). **Environmental Earth Sciences**, 71(3): 1033-1047.

Aishah, AW., S. Zauyah,S., Anuar , AR. And Fauziahalaysian, CI., 2010. Spatial variability of selected chemical characteristics of paddy soils in Sawah Sempadan, Selangor, Malaysia**. Journal of Soil Science,** 14: 27-39.

Allison, L.E., l965. Organic Carbon (C.A. Black, Editör), **Methods of Soil Analysis**. Part 2. Agronomy Series. No. 9, ASA. l367-1378. Wisconsin.

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.

Alpaslan, M., Güneş, A. ve İnal, A., 1998. **Deneme Tekniği**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1501, Ders kitabı: 455. 437 S. Ankara.

Anonim, 2004. **Hatay ili kanıl 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, 2018. http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/adana/bolgesel-jeoloji/jeoloji-hatay-2.pdf

Anonim, 2021. **Hatay ili iklim verileri**. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=HATAY (Erişim tarihi: 28.12.2021.

Aşkın, T., Türkmen, F., Tarakçıoğlu, C., Kulaç, S. and Aygün S., 2017. DTPA-extractable micronutrients: a geostatistical study from Ordu, Turkey. **Eurasian J Soil Sci,** 6 (2):154 – 160.

Aydın, A., Öztaş, T., Canbolat, M.Y., Akgül, M. ve Turan, M., 1997. Atatürk üniversitesi çiftliği topraklarının genel özelliklerinin irdelenmesi. II. kimyasal özellikler. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi**, 28 (1): 49 -63.

Aydın, G., Kurucu, Y., Öztürk, H.S., Demiral, M.A., Kızılkaya, K., Levent Atatanır, L., Yorulmaz, A. ve Eylül, M.A.K., 2008. Near – Infrared (NIR) yansıma tekniği kullanılarak söke ovası (aydın) topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenebilirliği üzerine bir araştırma. Tübitak Projesi, Proje No: 106O208 2008. 155 s. Ankara.

Banwasi, R., Singh, S.K., Kumar, N. and Sahu, K.K., 2020. Assessing the accuracy of geostatistical techniques for mapping soil macronutrients on basaltic landscape of central India. **International Journal of Chemical Studies,** 8(1): 1014-101. DOI: https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1m.8379.

Başar, H., 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. **Uludağ Ü niversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,** 15:69-83.

Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making Mechanical Analyisis of soils. **Agronomy Journal**, 43:434-438.

Cambardella, C.A, Moorman, T.B, Parkin, T.B, Karlen, D.L, Novak, J.M, Turco, R.F and Konopka, A.E., 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iow a soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.,** 58: 1501-1511.

Demircioğlu, M., 2019. Arsuz Ovası Topraklarının Özelliklerinin Yersel Dağılımının Jeoistatiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, **Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Hatay.

Dharumarajan, S.,Lalith, M., Niranjana, KV. and · Hegde. R. 2022. Evaluation of digital soil mapping approach for predicting soil fertility parameters—a case study from Karnataka Plateau, India. **Arabian Journal of Geosciences**, 15: 386.

Doğan, K., Ağca, N., Keçecioğlu,F., Benice, A. and Tuğba Tek, T. 2020. Spatial distribution of microbial activities in Arsuz plain soils (Hatay, Turkey). **Arabian Journal of Geosciences**, 13:581.

Doyuran, V., 1982. Erzin ve Dörtyol ovalarının jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri. **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 25: 151-160.

Gamma Design, 2008. **Geostatiscitcs for the Environmental Sciences**. Plainwll, Michigan, USA.

Günal, H.F., Akbaş, E., Özgöz, A., Ünlükara, H., Yıldız, A., Kurunç, A., Çetin, A. ve Erşahin, S., 2008. Kazova'da sürdürülebilir tarımsal üretim için gerekli güncel veri tabanının oluşturulması. TÜBİTAK Projesi Raporu, TOVAG 105.

Gürel, F., 2020. Uludağ göknarı ve uludağ göknarı-sarıçam meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. Ç**ankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,** Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Çankırı

Güzel, G.Ş., 2017. Harran Ovası Topraklarının Bazı Özelliklerinin Jeoistatistiksel (Kriging-Method) Yöntemle Belirlenerek Haritalanması. Yüksek Lisans Tezi. **Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Şanlıurfa.

Hatipoğlu, E., 2019. Bazı Toprak Özelliklerinin Yersel Değişimlerini Jeoistatistiksel Yöntemler Kullanılarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, **Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa.

Helmke, P.A. ve Sparks, D.L., 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. (D.L. Sparks, editör). **Methods of Soil Analysis**, part:3, Chemical methods. Number 5 in the Soil Science Society of America Book Series. 551-574. Soil Science Society of America, Inc. Madison Wisconsin, USA.

Isaaks, H.E. and Srivastava, R.M., 1989. **Applied geostatistics**. Oxfort University press, Inc. 561 p.

John, K., Afu, S. M., Isong, I. A., Aki, E. E., Kebonye, N. M., Ayito, E. O., Chapman, P. A., Eyong, M. O. and Penížek, V., 2020. Mapping soil properties with soil-environmental covariates using geostatistics and multivariate statistics. **International Journal of Environmental Science and Technology**. https://doi.org/10.1007/s13762-020-03089-x.

Karabulut, A. ve Ünver İ., 2012. Çukurova'da Alüvyal Bir Tarım Arazisinde Bazı Toprak Verimlilik Parametrelerinin Jeoistatistiksel Modellemesi. **Toprak Su Dergisi**, 1 (2): 71-81.

Kesen, H. K. 2018. Hassas Tarımda Jeoistatistik Yöntemler Kullanılarak Toprak Özelliklerinin Tahmin Edilmesi ve Haritalanması. Yüksek Lisans Tezi, **Harran Üniversitesi F,en Bilimleri Enstitüsü**, Şanlıurfa.

Koç, Ş. ve Değer, M.A., 1991. Payas (Hatay) bölgesi boksitli demir cevherleşmesinin oluşumu. **MTA Dergisi**, 113: 113-126

Koç, Ş. ve Değer, M.A., 1992. Karstik Payas (Hatay) cevherleşmesinin kaynağına yönelik jeokimyasal veriler. **MTA Dergisi**, 114: 95-110.

Kumar, P., Kumar, P., · Sharma, M., Shukla, A.K. and Butail, N.P. 2022. Spatial variability of soil nutrients in apple orchards and agricultural areas in Kinnaur region of cold desert, Trans-Himalaya, India. . **Environ Monit Assess**, 194:290

Kuzyakova, I. F., Romanenkov, V. A. ve Kuzyakov, Ya, V., 2001. Geostatistics in Soil Agrochemical Studies. **Eurasian Soil Science**, 34 (9): 1011–1017.

Lindsay, W. L. and Norwell, W. A., 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. **Soil Science Society America Journal**, 42:421-428.

Li, C., Wang, X and Qin, M. 2021. Spatial variability of soil nutrients in seasonal rivers: A case study from the Guo River Basin, China. **Plos One**, 16(3): e0248655.

Liu, W., Su, Y., Yang, R., Yang, Q. and Fan., G. 2011. Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in a typical oasis cropland ecosystem in arid region of Northwest China, **Environ Earth Sci**, 64:2247–2257.

Mohamed, A. E,. AbdelRahman, E. , Zakarya, M.Y., Metwaly, M.M. and Koubouris, G., 2021. Deciphering soil spatial variability through geostatistics and ınterpolation techniques. **Sustainability,** 13: 194.

Mondal, BP., Sekhon, BS., Setia and Rahul Sadhukhan, R,. 2021. Geostatistical assessment of spatial variability of soil organic carbon under different land uses of Northwestern India. **Agric Res.,** 10 (3):407–416.

Mulla, D., J. and McBratney, A.B., 2000. Soil spatial variability. In: **Handbook of Soil Science**. (M E. Summer, Editör) CRS Pres. A321-A351.

Najafian, A. Dayani, M., Motaghian, H.R. and Nadian, H., 2012. Geostatistical assessment of the spatial distribution of some chemical properties. İn calcareous soils**. Journal of Integrative Agriculture,** 11 (10): 1729-1737.

Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of availeble phosphorus in soil by exctraction sodium bicarbonate, USDA.

Ongun, A.R., 2008. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin jeoistatistiksel yöntemlerle uzaysal değişkenliğinin saptanması. Doktora Tezi (Basılmamış). **Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, 141 s, İzmir.

Öktüren, F., Asri, E., Demirtaş, D.G., Özkan, C.F. ve Arı, N., 2016. Antalya ili kepez ilçesinde karanfil yetiştirilen sera topraklarının bazı verimlilik durumlarının belirlenmesi. **Ege Univ. Ziraat Fak. Dergisi**, 53 (4):383-388.

Özdel, E., 2010 Sarıseki – Dörtyol yöresi topraklarında ağır metallerin yersel dağılımının jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,** Yüksek Lisans Tezi. Hatay.

Özkan, C.F., Demirtaş E.I., Arpacıoğlu A.E., Asri F.Ö. ve Arı N., 2009. Antalya Bölgesïnde Elma Yetiştïrïlen Topraklarin Verïmlïlïk Durumlarinin İncelenmesi. **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi,** 2 (2):95-99.

Öztaş, T., 1995. Jeoistatistiğin toprak bilimindeki önemi ve uygulanışı. İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Bildiriler kitabı. I:271-280, Ankara.

Özyazıcı, M.A., Aydoğan, M., Bayraklı, B. ve Dengiz, O., 2013 a. Doğu Karadeniz bölgesi kırmızı-sarı podzolik toprakların temel karakteristik özellikleri ve verimlilik durumu. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, 28(1):24-32.

Özyazıcı, M.A., Orhan Dengiz, O. ve Sağlam, M., 2013 b. Artvin İlinde yonca (Medicago sativa L.) tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. **Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 14(2): 225-238.

Özyazıcı, MA, Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., Yıldız, H. ve Ünal, E., 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. **Anadolu Tarım Bilimleri. Derg**isi, ISSN: 1308-8750. doi:10.7161/anajas.2016.31.1.136-14

Paz-González, A., Vieira, S.R. and Castro, M.T.T., 2000. The effect of cultivation on the spatial variability of selected properties of an umbric horizon. **Geoderma,** 97: 273-292.

Poorpak, A. S., 2016. Derinkale (Urumia-İran) Havzası Toprak Özelliklerinin Yersel Değişim Paternlerinin Jeoistatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Erzurum.

Ramzan, S. and Wani, M. A., 2018. Geographic information system and geostatistical techniques to characterize spatial variability of soil micronutrients ıncluding toxic metals in an agricultural farm. **Communications in Soil Science and Plant Analysis,** 49 (4): 463–477.

Rezaa , S.K., Nayaka , D.C. Chattopadhyaya , T. Mukhopadhyaya , S. Singhb, S.K. and Srinivasana, R. 2015. Spatial distribution of soil physical properties of alluvial soils: a geostatistical approach.. **Archıves of Agronomy and Soil Scıence**, DOI: 10.1080/03650340.2015.1107678.

Rezaa, S.K., Nayaka, D.C., Mukhopadhyaya, S., Chattopadhyaya T. and Singh, S.K, 2018. Characterizing spatial variability of soil properties in alluvial soils of India using geostatistics and geographical information system. **Archives of Agronomy and Soil Scıence**, 63 (11): 1489–1498.

Richards, L.A., 1954. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. USDA Agriculture Handbook. No: 60.

Sancan, M. ve Karaca, S., 2017. Van - Erciş ilçesi Bayramlı Köyü Bağ Alanlarının Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Haritalanması. **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi**, 5 (2): 55 – 62.

Sharmaa, R. and Sood, K. 2020. Characterization of spatial variability of soil parameters in apple orchards of himalayan region using geostatistical analysis. **Communıcatıons In Soıl Scıence and Plant Analysıs.** https://doi.org/10.1080/00103624.2020.174463.

Sharma, R.P., Chattaraja, S., Vasua, D., Karthikeyana, K., Tiwarya, P., Naitama, R. K., Dasha, B. , Tiwaria, G., Jangira, A., Daripaa, A., Singhb, S. K. , Anantwara, S. G. and Nimkar, A. M., 2020. Spatial variability assessment of soil fertility in black soils of central India using geostatistical modelling. **Archives of Agronomy and Soil Science,** https://doi.org/10.1080/03650340.2020.176667.

SPSS, 2000. SPSS for windows. Student Version. Release 10.0.9 Spss Inc IL U.S.A.

Suarez, D.L., 1996. Beryllium, magnesium, calcium, strontium, and barium. (D.L. Sparks, editör**). Methods of Soil Analysis**, part:3, Chemical methods. Number 5 in the Soil Science Society of America Book Series. 575-602. Soil Science Society of America, Inc. Madison Wisconsin, USA.

Sun. B. and Zhou, S., Zho Q., 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of sabtropical china. **Geoderma,** 115(1-2): 85-99

Tamburi, V., Shetty, A. and Shrihari, S., 2020. Characterization of spatial variability of vertisol micronutrients by geostatistical techniques in Deccan Plateau of India. **Modelling Earth Systems and Environments,** 6: 173-182.

Terefe, R., Yu, K., · Deng, Y., Yao, X., ·Wang, F., · Liu, J., 2020. Spatial variability of soil chemical properties of Moso bamboo forests of China. **J. For. Res.,** https://doi.org/10.1007/s11676-020-01251-2.

Turgut, B. ve Öztaş, T., 2012. Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 7 (2): l0-22.

Tümsavaş, Z., 2003. Bursa ili vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. **Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 17(2): 9-21.

Uysal, E. , Albayrak, B., Kayalı, F., Karakoç, A., Bıyıklı, M. ve 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.

Wang, R., Zou, R., Liu, J., Liu, L. and Hu, Y., 2021. **Spatial Distribution of Soil Nutrients in Farmland in a Hilly Region of the Pearl River Delta in China Based on Geostatistics and the Inverse Distance Weighting**, 11, 50. https://doi.org/10.3390/agriculture11010050

Webster, R. 2001. Statistics to support soil research and their presentation. European **Journal of Soil Science**, 52; 330–340.

Yetgin, B., 2004. Toprak fiziksel özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel yöntemlerle analizi. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış) **Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, 94 s, Tokat.

Young, F.J., Hammer, R.D. and Larsen, D. 1999. Frequency distribution of soil properties on a loess-mantled mussouri watershed. **Soil Sci. Soc. Am. J**., 63,1640-1646.

Zhou, H.H., Chen, Y.N. and Li, W.H. 2010. Soil properties and their spatial pattern in an oasis on the tarim river, northwest China. **Agricultural Water Management,** 97(11): 1915-1922.