

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**CBS (COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ) ORTAMINDA TOPRAK
VERİMLİLİĞİ TABANLI MODEL VE JEOİSTATİSTİK İLE
TARIMSAL ARAZİ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Elif AKKAYA

**Danışman
Doç. Dr. Hüseyin ŞENOL**

ISPARTA - 2019



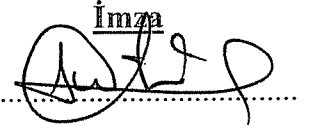
© 2019 [Elif AKKAYA]

TEZ ONAYI

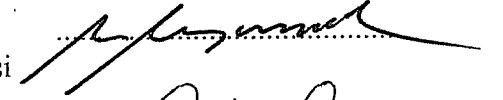
CBS (COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ) ORTAMINDA TOPRAK VERİMLİLİĞİ TABANLI MODEL VE JEOİSTATİSTİK İLE TARIMSAL ARAZİ DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif AKKAYA tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

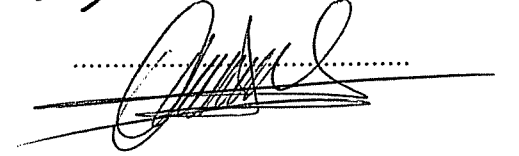
Danışman Doç. Dr. Hüseyin ŞENOL
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

İmza


Üye Prof. Dr. Levent BAŞAYIĞIT
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Üye Prof. Dr. Orhan DENGİZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/....../....
tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

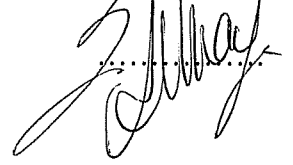
ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmada;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

23/07/2019

Elif AKKAYA



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2.1. Verimlilik ve Toprak Kalitesi	3
2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	5
2.3. Mekansal Değişkenlik ve Jeostatistik	7
3.1. Materyal	11
3.1.1. Çalışma alanının konumu	11
3.1.2. İklim	11
3.1.3. Jeolojik yapı	11
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Çalışma alanı ve örnekleme deseni	12
3.2.2. Toprak analizleri	13
3.2.3. Toprak verimlilik indeksi	14
3.2.4. Tanımlayıcı istatistik yöntemleri	15
3.2.5. Jeostatistik ve haritalama işlemleri	15
4. BULGULAR	17
4.1. Tanımlayıcı İstatistik	17
4.1.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri	17
4.1.2. Yüzeyaltı (20-40 cm) toprak örnekleri	18
4.2. Jeostatistik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri	21
4.2.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin konumsal dağılımları	24
4.2.1.1. Toprak reaksiyonu (pH) dağılımı	24
4.2.1.2. Elektriksel iletkenlik (EC) dağılımı	24
4.2.1.3. Kireç (CaCO ₃) dağılımı	25
4.2.1.4. Organik madde dağılımı	27
4.2.1.5. Tekstür özellikleri	29
4.2.1.6. Toplam azot dağılımı	33
4.2.1.7. Alınabilir fosfor dağılımı	34
4.2.1.8. Değişebilir potasyum dağılımı	35
4.2.1.9. Değişebilir kalsiyum dağılımı	37
4.2.1.10. Değişebilir magnezyum dağılımı	37
4.2.1.11. Değişebilir sodyum dağılımı	37
4.2.1.12. Alınabilir demir dağılımı	41
4.2.1.13. Alınabilir bakır dağılımı	42
4.2.1.14. Alınabilir çinko dağılımı	43
4.2.1.15. Alınabilir mangan dağılımı	44
4.2.2. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin konumsal dağılımları	46
4.2.2.1. Toprak reaksiyonu (pH) dağılımı	46
4.2.2.2. Elektriksel iletkenlik (EC) dağılımı	47
4.2.2.3. Kireç (CaCO ₃) dağılımı	47
4.2.2.4. Organik madde dağılımı	48
4.2.2.5. Tekstür özellikleri	49
4.2.2.6. Toplam azot dağılımı	52
4.2.2.7. Alınabilir fosfor dağılımı	54
4.2.2.8. Değişebilir potasyum dağılımı	55

4.2.2.9. Değişebilir kalsiyum dağılımı	56
4.2.2.10. Değişebilir magnezyum dağılımı	58
4.2.2.11. Değişebilir sodyum dağılımı	59
4.2.2.12. Alınabilir demir dağılımı	59
4.2.2.13. Alınabilir bakır dağılımı	61
4.2.2.14. Alınabilir çinko dağılımı	61
4.2.2.15. Alınabilir mangan dağılımı	62
4.3. Toprak Verimlilik İndeksi (TVI)	65
4.3.1. Yüzey topraklarının (0-20 cm) verimlilik indeksi değerleri	65
4.3.2. Yüzey altı topraklarının (20-40 cm) verimlilik indeksi değerleri	66
KAYNAKLAR	73
EKLER	80
EK A. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları	81
EK B. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri	84
EK C. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları	87
EK D. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri	90
ÖZGEÇMİŞ	93

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

CBS (COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ) ORTAMINDA TOPRAK VERİMLİLİĞİ TABANLI MODEL VE JEOİSTATİSTİK İLE TARIMSAL ARAZİ DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif AKKAYA

**Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin ŞENOL

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi kampüsü içerisinde Isparta-Burdur Karayolunun doğusunda, üniversite yerleşim birimleri ile Isparta Mensucat fabrikası arasında yer almakta olan alanda yürütülmüştür. Yaklaşık 1500 da arazinin 785 da'ı çiftlik arazisi olarak tahsis edilmiş kalan kısım üniversite gelişme sahası olarak planlanmıştır. Araştırmada Toprak Verimlilik İndeksi değerlerinin belirlenebilmesi için yüzeyden 56 toprak örneği (0-20 cm) ve yüzey altından (20-40 cm) 56 toprak örneği olmak üzere iki derinlikten 150X150 m grid sistemiyle toplam 112 adet toprak örneği alınarak; azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum, magnezyum, mangan, çinko, demir, bakır, kireç, EC, pH, organik madde ve tekstür analizleri yapılmıştır. Örnekleme yapılan tüm noktaların TVI değerlerinin hesaplanabilmesi için bu on beş parametreye ait oransal değerler kullanılmıştır. Daha sonra enterpolasyon yöntemler ve CBS teknikleri kullanarak tüm parametrelerin alansal dağılımları belirlenerek, haritalama işlemleri yapılmıştır. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının tamamı orta derecede verimli (S2) iken yüzey altı (20-40 cm) topraklarının %98.20'sinin orta derecede verimli (S2) ve % 1.80'inin iyi verimli (S1) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toprak verimlilik indeksi modeli, Jeoistatistik, CBS

2019, 93 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

LAND USE EVALUATION BY USING SOIL FERTILITY-BASED MODEL AND GEOSTATISTIC IN GIS (GLOBAL INFORMATION SYSTEM) ENVIRONMENT

Elif AKKAYA

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ŞENOL

This study was carried out in the campus of Isparta University of Applied Sciences on the east of the Isparta-Burdur highway and in the area between the university settlements and Isparta Mensucat factory. 785 decares of land of 1500 decares of land is used as farm land and remaining part is planned as university development area. In order to determine the soil productivity index values, a total of 112 samples were collected 56 soil samples from surface (0-20 cm) and 56 soil samples from the sub-surface (20-40 cm), 150x150 m grid systems with two depths and nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, sodium, magnesium, zinc, iron, manganese, copper, lime, EC, pH, organic matter and texture analyzes were performed. The proportional values of these fifteen parameters are used to calculate the TVI values of all sampling points. Then, by using interpolation methods and Geographic Information System (GIS) techniques, spatial distributions of all parameters were determined and mapping procedures were performed.

According to the data obtained as a result of all studies, while the surface (0-20 cm) area of the study area was moderately efficient (S2), 98.20% of the sub-surface (20-40 cm) area was moderately efficient (S2) and 1.80% of them were well-efficient (S1).

Key Words: Soil fertility index, Geostatistics, GIS

2019, 93 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Hüseyin ŞENOL'a teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışması sırasında desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Pelin ALABOZ'a, laboratuvar çalışmalarında Arş. Gör. Fuat KAYA'ya ve Yüksek Lisans öğrencisi Kimyager İbrahim Öz'e teşekkür ederim.

FYL-2018-6743 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Son olarak, tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan, tam her şeyden vazgeçtiğimde beni her seferinde yüreklendiren annem Yurdanur AKKAYA'ya sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Elif AKKAYA
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu	12
Şekil 3.2. Toprak örneklemesine ait desen.....	13
Şekil 4.1. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının pH değerleri dağılım haritası	26
Şekil 4.2. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının EC değerleri dağılım haritası	27
Şekil 4.3. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kireç değerleri dağılım haritası	28
Şekil 4.4. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının organik madde değerleri dağılım haritası	30
Şekil 4.5. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kil değerleri dağılım haritası	31
Şekil 4.6. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının silt değerleri dağılım haritası.....	32
Şekil 4.7. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kum değerleri dağılım haritası	33
Şekil 4.8. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının azot değerleri dağılım haritası	35
Şekil 4.9. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının fosfor değerleri dağılım haritası	36
Şekil 4.10. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının potasyum değerleri dağılım haritası	38
Şekil 4.11. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kalsiyum dağılım değerleri dağılım haritası.....	39
Şekil 4.12. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının magnezyum değerleri dağılım haritası	40
Şekil 4.13. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının sodyum değerleri dağılım haritası	41
Şekil 4.14. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının demir değerleri dağılım haritası.....	42
Şekil 4.15. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının bakır değerleri dağılım haritası.....	43
Şekil 4.16. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının çinko değerleri dağılım haritası.....	45
Şekil 4.17. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının mangan değerleri dağılım haritası	46
Şekil 4.18. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının pH değerleri dağılım haritası	48
Şekil 4.19. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının EC değerleri dağılım haritası	49
Şekil 4.20. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kireç değerleri dağılım haritası	50
Şekil 4.21. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının organik madde değerleri dağılım haritası	51
Şekil 4.22. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kil değerleri dağılım haritası	52

Şekil 4.23. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının silt değerleri dağılım haritası	53
Şekil 4.24. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kum değerleri dağılım haritası	53
Şekil 4.25. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının azot değerleri dağılım haritası	55
Şekil 4.26. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının fosfor değerleri dağılım haritası	56
Şekil 4.27. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının potasyum değerleri dağılım haritası	57
Şekil 4.28. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kalsiyum değerleri dağılım haritası	58
Şekil 4.29. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının magnezyum değerleri dağılım haritası	60
Şekil 4.30. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının sodyum değerleri dağılım haritası	60
Şekil 4.31. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının demir değerleri dağılım haritası	62
Şekil 4.32. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının bakır değerleri dağılım haritası	63
Şekil 4.33. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının çinko değerleri dağılım haritası	64
Şekil 4.34. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının mangan değerleri dağılım haritası	65
Şekil 4.35. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının TVI değerleri dağılım haritası.....	67
Şekil 4.36. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının TVI değerleri dağılım haritası	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. TVI için ele alınan parametreler ve parametrelere ait oransal değerler	16
Çizelge 3.2. Toprak verimlilik indeksi (TVI) sınıfları ve değerleri	16
Çizelge 4.1. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının ölçülen parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri	19
Çizelge 4.2. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının ölçülen parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri	20
Çizelge 4.3. Yüzey (0-20 cm) topraklarının enterpolasyon yöntemlerine ait karekök ortalama hata değerleri (RMSE)	22
Çizelge 4.4. Yüzey altı (20-40 cm) topraklarının enterpolasyon yöntemlerine ait karekök ortalama hata değerleri (RMSE)	23
Çizelge 4.5. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının pH değerlerine göre sınıflandırılması	25
Çizelge 4.6. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının EC değerlerine göre sınıflandırılması	26
Çizelge 4.7. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kireç değerlerine göre sınıflandırılması	27
Çizelge 4.8. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının organik madde değerlerine göre sınıflandırılması	29
Çizelge 4.9. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının tekstür değerlerine göre sınıflandırılması	30
Çizelge 4.10. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının azot değerlerine göre sınıflandırılması	34
Çizelge 4.11. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının fosfor değerlerine göre sınıflandırılması	35
Çizelge 4.12. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının potasyum değerlerine göre sınıflandırılması	36
Çizelge 4.13. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kalsiyum değerlerine göre sınıflandırılması	38
Çizelge 4.14. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının magnezyum değerlerine göre sınıflandırılması	39
Çizelge 4.15. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının sodyum değerlerine göre sınıflandırılması	40
Çizelge 4.16. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının demir değerlerine göre sınıflandırılması	42
Çizelge 4.17. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının bakır değerlerine göre sınıflandırılması	43
Çizelge 4.18. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının çinko değerlerine göre sınıflandırılması	44
Çizelge 4.19. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının mangan değerlerine göre sınıflandırılması	45
Çizelge 4.20. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının pH değerlerine göre sınıflandırılması	47
Çizelge 4.21. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının EC değerlerine göre sınıflandırılması	49

Çizelge 4.22. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kireç değerlerine göre sınıflandırılması	50
Çizelge 4.23. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının organik madde değerlerine göre sınıflandırılması	50
Çizelge 4.24. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının tekstür değerlerine göre sınıflandırılması	51
Çizelge 4.25. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının azot değerlerine göre sınıflandırılması	54
Çizelge 4.26. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının fosfor değerlerine göre sınıflandırılması	54
Çizelge 4.27. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının potasyum değerlerine göre sınıflandırılması	56
Çizelge 4.28. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kalsiyum değerlerine göre sınıflandırılması	57
Çizelge 4.29. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının magnezyum değerlerine göre sınıflandırılması	59
Çizelge 4.30. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının sodyum değerlerine göre sınıflandırılması	59
Çizelge 4.31. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının demir değerlerine göre sınıflandırılması	61
Çizelge 4.32. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının bakır değerlerine göre sınıflandırılması	62
Çizelge 4.33. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının çinko değerlerine göre sınıflandırılması	63
Çizelge 4.34. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının mangan değerlerine göre sınıflandırılması	64
Çizelge 4.35. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının TVI değerlerine göre sınıflandırılması	66
Çizelge 4.36. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının TVI değerlerine göre sınıflandırılması	67
Çizelge A.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları	81
Çizelge B.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri	84
Çizelge C.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları	87
Çizelge D.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri.....	90

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	Bor
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Cu	Bakır
DTPA	Dietilentriaminpentaasetikası
EC	Elektriksel iletkenlik
EDTA	Etilendiamintetraasetikası
Fe	Demir
GIS	Geographic Information System
GPS	Küresel konumlandırma servisi
H	Hidrojen
IDW	Ters mesafe ağırlıklandırma
K	Potasyum
K ₂ O	Potasyum oksit
LULC	Arazi örtüsü kullanımı
MAE	Ortalama mutlak hata
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NH ₄ OAc	Amonyum Asetat
OH	Hidroksit
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Difosforpentaoksit
pH	Toprak reaksiyonu
PI	Verimlilik indeksi
RBF	Radyal tabanlı fonksiyon
RMSE	Ortalama hata karelerinin toplamının karekökü
SPSS	Sosyal Bilimler için istatistik programı
TOM	Toplam organik madde
TVI	Toprak verimlilik indeksi
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Toprak insan yaşamı için hava ve su gibi ilk sıralarda yer alan gereksinimlendendir. Toprak yapay olarak üretilemeyen, doğal oluşumu yüzlerce yıl süren, oldukça geniş yelpazede canlı çeşitliliğine sahip, bilinçli kullanılmazsa ve önlemler alınmazsa zamanla tükenen yaşayan bir varlıktır (Özyazıcı vd., 2016; Bellitürk, 2011). Yaşamın devamı ve beslenme ihtiyacının karşılanabilmesi için oldukça önemli olan topraklar; gerek yanlış kullanımlar ve gerekse çevresel faktörlerin etkisiyle hızla tükenmekte ve kalitesi bozulmaktadır. Toprak, tarımsal üretimin temelini oluşturur. Refah seviyesinin yükseltilmesi, ülke gelişimi ve gelecek nesiller için tarım topraklarının sürdürülebilir kullanımının yollarının bulunması gereklidir (Özyazıcı vd., 2016).

Tarımda birim alandan maksimum ve kaliteli ürün alabilmek toprak verimliliğine bağlıdır. Tarım arazilerinin verimliliği toprak, iklim, ürünler ve yönetim arasındaki karmaşık etkileşimlerin bir sonucudur (Dengiz vd., 2004). Verimli toprak; bitkilerin ihtiyaç duyduğu besinleri bünyesinde bulunduran, bitki köklerinin rahat hareket edebildiği, organik madde ve canlı aktivitesinde yükseklik, suyun kolay infiltre olduğu topraklardır (Lewandowski ve Zumwinkle, 1999). Toprak verimliliği toprak kalitesinin de bir göstergesidir.

Toprak kalitesi; topraktaki canlı aktivitesini destekleyen, çevresel kaliteyi koruyan ve doğal ya da yönetilen ekosistem sınırları içerisinde sürdürülebilir mahsul üretimini mümkün kılan, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre farklılıklar gösteren bir toprak özelliği olarak tanımlanmaktadır (Karlen vd., 1997; Altıkat ve Çelik, 2009).

Toprakların üretme kapasitelerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve çevresel planlamalar yapılabilmesi için arazi kullanımı, toprak, iklim vb. gibi kaynakların temel veri tabanlarının oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Son yıllarda arazilerin sürdürülebilir kullanım planlaması amacı ile veri tabanı oluşturulabilmesi için yaygın olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, belirli bir alanda koordinatları belirlenmiş bölgelerdeki verilerin elektronik ortama aktarılarak incelenmesi, grafiğe dönüştürülmesi, görüntülenmesi gibi işlemleri kapsayan bir yöntemler sistemidir (Tecim, 2000). CBS'nin tarımsal

uygulamaları daha yoğun olarak ideal arazi kullanım planını belirlemek için kullanılmaktadır. Toprağa ait özelliklerin mekânsal dağılımlarının tespit edilmesi ve bu özellikler hakkında daha sağlam kararlar verilebilmesi için CBS yazılımları ile birlikte kullanılmak üzere uyumlu hale getirilen jeostatistik metotlar birlikte kullanılabilir (Özyazıcı vd., 2016).

Bu çalışmanın amacı; Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi çiftliği arazilerinde jeostatistik yaklaşımlar ve CBS tekniği kullanarak toprak verimlilik model tabanlı arazi değerlendirilmesi ve haritalanmasıdır. Çalışmada uygulanan grid sistem ile yüzey ve yüzey altı toprak örnekleme ile her noktaya ait toprak verimlilik indeksi belirlenmiş ve uygun enterpolasyon model sayesinde dağılım haritası oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Verimlilik ve Toprak Kalitesi

Bir toprağın verimliliği toprak kalitesinin de bir göstergesidir ve verimin azalmadan devam ettirilebilmesi yönünden toprak kalitesinin önemi büyüktür. Toprak kalitesinin en basit tanımı “işleyiş kapasitesi”dir. Bu tanımı biraz daha genişletirsek “doğal ya da yönetilen ekosistem sınırları dahilinde, bitki ve hayvan verimliliğini sürdürmek için uygun olması, su ve hava kalitesini sürdürme veya artırma ve insan sağlığını ve yaşam alanını destekleme özelliğine sahip belirli bir toprak türünün kapasitesi” olarak tanımlayabiliriz (Karlen vd., 1997; Dengiz, 2007).

Toprak organik atıkları alır ve besinlerini tekrar bitkilere geri kazandırır; ayrıca bazı toksik atıkları tutar ve yıkar. Toprak dünya sağlığında, ekonomilerde ve çevresel sürdürülebilirlikte önemli bir rol oynadığı için korunmalı ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmalıdır (Acton vd., 1995). Son yıllarda gerek yanlış kullanımlar gerekse çevresel faktörler nedeniyle topraklar tükenmekte, kalitesi bozulmaktadır. Üründe ve ürün kalitesindeki azalma, üretim girdilerinin artması toprak kalitesinin azaldığının bir işaretidir. Toprak kalitesinin korunması veya iyileştirilmesi tarımsal verimin artması, tarımsal girdilerin kullanımının azalması, çevresel olarak ise su ve hava kalitesinin korunması veya geliştirilmesi, atmosferi olumsuz etkileyen sera gazlarının salımının engellenmesi demektir (Özulu vd., 2006).

Toprak kalitesi direk olarak ölçülememekte ancak; sürdürülebilir tarım ve çevresel sistemler için önemli olan ve ölçülen bir kısım fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerle göstergelerin sayısallaştırılması şeklinde değerlendirilebilmektedir (Karlen vd., 1997).

Dengiz vd. (2004), Bala Devlet Üretim Çiftliği topraklarının MEDALUS toprak kalite indeks modeli Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak kalite durumları belirlenmiştir. Çalışma alanının toprak kalite indeks değerlerinin dağılımına göre %91.8’i yüksek, %8.18’i orta ve çok az bir kısmı da düşük seviyede bulunmuştur. Yüksek kaliteye sahip toprakların büyük bir kısmı Ustocreptic ve Calciorthid topraklarda bulunduklarını belirlemişlerdir.

Usul vd. (2006), Gökhöyük Tarım İşletmesi topraklarının parametrik yöntemlerle kalite durumlarının belirlendiği bir çalışma yapmışlardır. Çalışma alanı 3131.9 ha'dır ve faktörler karekök formülü yardımıyla arazi oransal değerleri ile arazi kalite indeks değerleri hesaplanmıştır. Arazinin %69'luk (2160.8 ha) kısmı tarımsal açıdan ve kalite özellikleri bakımından çok iyi ve iyi (S1 ve S2); %17.4'lük (543.8 ha) kısmı orta iyi (S3); %12.3'lük (385.4 ha) kısmı tarımsal kullanıma uygun olmayan arazilerdir.

Nketia (2011), İzlanda'nın Hvanneyri'de yapmış olduğu çalışmada toprak verimliliğini değerlendirmek için iki farklı örnekleme planı ve toprak verimlilik indeksini kullanarak haritalar oluşturmuşlardır. Ayrıca, tüm toprak verimlilik indeks verileri ve arazi örtüsü (LULC) kullanımı dikkate alınarak jeostatistik analiz uygulanmıştır. Örnek alınan alanlardan ve toprak verimlilik indeksini hesaplayarak, ölçülen her bir üniteye besin maddesi dağılımı ve toprak verimlilik indeksini modeli ile ortaya konmuştur. Daha sonra verimlilik yönetiminde toprağın mekansal değişkenliği üzerine tavsiyelerde bulunmak için korelasyon haritaları ve eşik olasılık haritalarının geliştirilmesi için toprak verimlilik indeksini değerleri kullanılmıştır. Çalışma alanı sonuçları ile CBS kullanılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Bayramin (2013), Beypazarı topraklarında MEDALUS toprak kalite indeks metodu ile Coğrafi Bilgi Sistemini kullanarak toprak kalite indeksleri belirlemiştir. Araştırılan toprakların toprak kalite indeks değerlerinin dağılımı; %54.6 yüksek, %31.9 orta ve %13.5 düşük şeklinde bulunmuştur. Typic Haploxerepts, Typic Xerofluvents, Typic Xerorhents ve Fluventic Haploxerepts'lerde yüksek toprak kalite indeksi, Typic Calcixerepts, Gypsic Haploxerepts'lerde orta ve Lithic Xerorhents'lerde düşük toprak kalite indeksi görülmüştür.

Ateş ve Turan (2015), Bingöl İli'nde 0-20 cm derinlikten GPS ile konum ve koordinatları belirlenen 29 noktadan toprak örnekleri alarak, kireç (%), pH, EC (%), su doygunluğu (%), organik madde (%), alınabilir fosfor (P_2O_5 kg/da), alınabilir potasyum (K_2O kg/da) analizleri yapılmışlardır. Analiz sonucu; toprakların tuzluluk problemi olmayan, düşük-orta seviyede kireçli, düşük organik madde içeren, nötr veya nötre yakın pH, killi-tın bünyeli ve alınabilir fosfor bakımından yetersiz, alınabilir potasyum bakımından yeterli bulunmuştur.

2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Yanlış kullanımlar sonucu hızla tükenmekte olan topraklarımızın kalitesinin geliştirilmesi veya yitirilmemesi, çevre sağlığı ve gelecek nesiller için kısaca sürdürülebilir kullanımının sağlanabilmesi için planlı arazi kullanımı gereklidir. Tarım topraklarının mahsul üretimi veya çevresel işlevleri yerine getirebilmesi için gerekli olan ölçülebilir toprak özelliklerinin belirlenip bir veri tabanı oluşturulması sürdürülebilir toprak kullanımı için bir ihtiyaç olmuştur (Özyazıcı vd., 2016). Böyle bir veritabanının mevcut olması durumunda topraklarla ilgili yapılacak olan kullanım planlamaları sağlam temeller üzerine kurulacağından ürün rekoltesi artacak, üretim girdileri (gübre, pestisit vb.) düşecek ve sürdürülebilir kullanımı sağlanmış olacaktır (Akgül ve Başayığit, 2005). Bu kapsamda haritacılık ve veri tabanı teknolojisinin birleşimi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) devreye girmektedir (Yarılgaç, 2012).

Coğrafi Bilgi Sistemleri, lokasyona bağlı verileri koordinatları ile bir veri tabanında toplayan, depolayan, bunlar üzerinde ihtiyaca ve maksada göre analizlerin yapılmasına imkan veren, verilerin amaca göre yönetilmesini sağlayan, elde edilen sonuçların harita ile tablo ve grafiklerin kombinasyonunu sağlayabilen bir bilgisayar sistemidir (Fitzpatric vd., 2000; Demirci, 2008; Başayığit vd., 2008; Dengiz ve Sarioğlu, 2011). CBS teknolojisi; çeşitli kaynaklardan toplanan veriler üzerinde istatistiki analizler yapıp, tüm verileri karşılaştırıp ilişkilendirerek bütünleşik sonuçlara ulaşabilme olanağı sağlar (Çorumluoğlu vd., 2007). CBS'nin tarımsal amaçlı olarak en fazla kullanıldığı konular; arazi kullanım planlamaları, verim tahmini, toprak etüdleri ve toprak korumadır (Yomralıoğlu, 2000).

Dengiz ve Özcan (2006), yaptıkları çalışmayla Samsun-Bafra topraklarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla verimlilik durumlarının belirlemişlerdir. Arazilerin verimlilik durumlarının belirlenmesi amacıyla, her bir Haritalama Birimi için dikkate alınan dokuz faktörün değişen düzeylerine göre kompleks karekök formül yardımıyla verimlilik indeks (PI) değerleri belirlenmiştir. Belirlenen sonuçlara göre, çalışma alanının %62.4 (5028 ha)'ü verimlilik yönünden çok verimli ve verimli (I ve II), %9 (7216.9 ha) orta (III), %12.5 (1010.5 ha) tarımsal kullanım yönünden toprakların verimlilik özellikleri bakımından verimsiz (IV) ve %9.1 (7368.8 ha) alanın ise çok

verimsiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toprakların tarımsal kullanıma engel olan verimlilik parametreleri belirlenmiş ve dağılımları haritalar ile gösterilmiştir.

Dengiz (2007), Ankara'nın gúneyinde yer alan 56.8 km² olan Haymana-Soğulca Havzası arazilerine ait detaylı toprak haritası kullanılarak üretkenlik özelliklerinin belirlenmesine yönelik CBS yardımıyla parametrik bir yaklaşım olan verimlilik indeks (PI) modeli kullanmıştır. Araştırma sonucuna göre havzanın yaklaşık yarısına yakını (%43.4) yüksek üretkenlik düzeyine sahip iken, %16.4'ü orta ve %40.2'si ise düşük verimli alanlara sahip olduğunu belirlemiştir.

Dengiz ve Sarioğlu (2011), tarafından Samsun İlinde 948080 ha alanda CBS kullanarak Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı, erozyon ve büyük toprak grupları ile arazi formları arasında ilişkilerin belirlenmesini kapsayan bir çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucu işlemeli tarıma uygun alanları (I,II,III,IV. Sınıf) oluşturan topraklar 261060 ha (%27.5), çalışma alanının 566298.1 ha (%59.8) alan ise tarıma elverişli olmayan (V-VIII. Sınıf) topraklar olduğunu belirlemişlerdir. Eğim, bakı, kabartma, yükselti ve drenaj ađ deseni haritaları oluşturulmuştur.

Taşova ve Akın (2013), Marmara Bölgesindeki tarım alanlarında 0-20 cm derinlikten koordinatları belirleyerek toprak örnekleme yapımlar ve alınan örneklerde tekstür, pH, EC, kireç, organik madde, bitkiye yararılı Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan analizlerini yapımlardır. Analizler sonucunda tarım alanlarının killi-tınlı tekstüre sahip, hafif alkali, organik maddesi az, tuzsuz ve az kireçli olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin analiz sonuçları belirli kriterlere göre sınıflandırılarak besin maddelerinin seviyeleri (eksik-yeterli-fazla) tespit edilmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinde bir veri tabanı ve toprak verimlilik haritaları oluşturmuşlardır.

Özyazıcı vd. (2016), Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesindeki tarım topraklarının temel verimlilik düzeylerini belirlemek ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak toprak dağılım haritalarını oluşturmak amacıyla 0-20 cm derinlikten 3400 adet toprak örneği almışlar ve alınan örneklerde pH, EC, tekstür, kireç, organik madde, alınabilir fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum analizlerini yapımlardır. Analiz sonuçları ile belli kriterlere göre sınıflama yapılp besin maddelerinin topraktaki düzeyleri belirlenmiş

ve verimlilik haritaları hazırlanmıştır. Çalışma alanının mevcut durumuna göre Coğrafi Bilgi Sistemleri için veri tabanı oluşturulmuştur. Çalışma alanı topraklarının %75.3'ü orta bünyeli olup; pH değerleri 4.5-8.5 arasında değişmektedir. Organik madde açısından büyük kısmı orta-iyi-yüksek düzeyde, tuzsuz ve %61.15'inin az kireçli olduğu ve %58.83'ünde fosfor düzeyinde düşüklük, %42.68'inde yeterli oranda ekstrakte edilebilir potasyum içerdiği görülmüştür.

2.3. Mekansal Değişkenlik ve Jeostatistik

Toprak özellikleri farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde faaliyet gösteren çeşitli faktörler tarafından kontrol edilmektedir. Bu faktörler ana kaya, iklim, topoğrafya, bitki örtüsü, eğim gibi doğal etmenler veya insan kaynaklı etmenler olabilir. Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri çok kısa mesafelerde (km ve hatta metrelerde) dahi yatay yönde değişkenlik gösterebilmektedir (Yıldız, 2011; Aşkın vd., 2012). Küçük mesafelerdeki bu değişkenlik toprak özelliklerini belirleme, arazi çalışmaları ve üretim faaliyetlerinin sonuçlarını önemli derecede etkilemektedir. Çalışılan bir alanda yoğun toprak örnekleme ne uygulanabilir ne de ekonomiktir. Tarımsal alanlarda toprak verimliliği parametrelerinin mekansal ve zamansal değişkenliğini anlamak yüksek ve kaliteli verim ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı açısından önemlidir (Sağlam vd., 2014). Bu kapsamda toprakların mekansal değişkenliklerinin saptanabilmesi ve arazi kullanım uygulamaları hakkında daha sağlam kararlar verilebilmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarıyla bütünleştirilen jeostatistik metotlar son dönemde birlikte kullanılmaya başlanmıştır (Özyazıcı vd., 2016).

Jeostatistik; birkaç örneklemeyle alandaki uzaysal bağımlı toprak özelliklerinin örneklenmeyen noktalardaki mekansal dağılımını tahmin etmede faydalanan uygulamalı bir istatistik dalıdır (Yıldız, 2011; Aşkın vd., 2012). Jeostatistik, klasik istatistikten farklı olarak çalışma alanında yakın olarak örnek alınan noktaların birbirleriyle benzer ve aralarında ilişkili olduğunu kabul eder (Başbozkurt vd., 2013). Jeostatistikte çalışma alanındaki topraklarda öncelikle örnek alınan noktalar arasındaki uzaysal bağımlılık tanımlanır, daha sonra bu bağımlılığa göre örnek alınmayan noktalar için toprak özelliklerinin değerleri tahmin edilir ve böylece toprak özelliklerinin dağılım deseni belirlenmiş olur (Turgut ve Öztaş, 2012).

Uzaysal bağımlılığın belirlenmesi için semivariogram analizi, ara değerlerin tahmini için kriging analizi kullanılır (Warrick vd., 1986; Goovaerts, 1999).

Yayla (2008) tarafından; 23000 ha olan Kazova topraklarının 400 noktasından 0-30 cm yüzey topraklarından alınan örneklerde yarıyıslı ve depo potasyum araştırılmış ve yarıyıslı potasyum ile içerdiği kil miktarı ve katyon değişim kapasitesi arasında pozitif bir ilişki görülürken; içerdiği kum miktarı ile hem depo hem yarıyıslı potasyum arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı için jeoistatistiksel metotlarla hazırlanan toprak haritalarında da bu ilişki gözlenmiştir.

İmamoğlu vd. (2011), Büyükçekmece havzasında 42 noktadan koordinatları belirlenerek alınan toprak örneklerinde tekstür, kireç, EC ve pH analizleri yapılmış ve analiz sonuçlarına göre jeoistatistik yöntemlerle ilgili parametrelere ait haritalar üretilerek CBS ile bütünleştirilip mekansal analizleri yapılarak toprak özelliklerinin birbirleriyle bağlantıları incelenmiştir.

Aşkın vd. (2012), Rusya Perm bölgesinde Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Potasyum (K) ve Sodyum (Na) gibi değişebilir katyonların mekansal değişkenliğini jeoistatistik tekniklerle incelemişlerdir. Yaklaşık 2.35 ha alanda 0-20 cm derinlikten 51 toprak örneği alınmış ve inceleme sonucu toprak reaksiyonu (pH) en düşük değişken özellik iken, değişebilir potasyum en değişken özellik olmuştur. Değişebilir kalsiyum için en büyük etki aralığı 237.6 m ve değişebilir magnezyum için en düşük etki aralığı 49.7 m olarak belirlenmiştir.

Karabulut ve Ünver (2012), Çukurova’da bazı toprak özelliklerinin mekansal değişkenlik ve mekansal bağımlılık düzeylerini belirlemek amacıyla 38 ha’lık bir alanda 0-30 cm derinlikten 260 adet yüzey toprak örneği almışlar ve alınan örneklerde KDK, tekstür, pH, EC, kireç, toplam Azot, alınabilir Fosfor, Potasyum ve organik madde parametrelerini jeoistatistiksel olarak değerlendirmişlerdir. En yüksek mekansal bağımlılık %2.6 ile kil ve %3.6 ile KDK’da, en düşük mekansal bağımlılık %56.1 ile alınabilir fosfor ve %53.2 ile pH’da belirlenmiştir.

Sağlam ve Türkmen (2012), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ayaş Eğitim ve Araştırma Çiftliğinde, İnseptisol ve Entisollerden oluşan çalışma alanı topraklarından

alınan örneklerde tekstür, pH, EC, organik madde ve kireç analizleri yapılmış ve jeoistatistiksel metotlarla incelenmiştir. Her bir özellik için uygun semivariogramlar hesaplanması sonucu en yüksek ayırma mesafesi 639 m ile EC için, en düşük ayırma mesafesi 181 m ile kil içeriği için belirlenmiştir. Krigleme metoduyla da değişim haritaları çizilmiştir.

Sağlam ve Dengiz (2013), Bafra delta ovasında Vertisol bölgede toprağın kimyasal kalitesinin faktör ve jeoistatistik metotlarla değerlendirmiştir. Toprak örnekleri 0-30 cm ve 30-60 cm olmak üzere iki derinlikten alınmış ve on dört kimyasal toprak özelliği kullanılmıştır. 0-30 cm derinlikte tespit edilen beş faktör %80.16 varyansla açıklanırken, faktör1 %20.77 ile en yüksek varyasyon faktörünü göstermiştir. 30-60 cm derinlikte belirlenen beş faktör toplam varyansın %77.77'si ile açıklanırken, en yüksek varyansı açıklaya faktör1 toplam varyansın % 21.70'ini göstermiştir.

Dengiz vd. (2014), Bafra Delta ovasında vertisol topraklarda seçilen bazı toprak verimliliği parametrelerinin seviyesine bağlı olarak toprak verimliliğinin mekansal değişkenliğini Coğrafi Bilgi Sistemleri ve jeoistatistik yöntemler kullanılarak incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikten örnekleme yapmışlar ve her bir noktada on beş toprak özelliği değerlendirilmiştir. Yüzey ve yüzey altı topraklarının toprak verimlilik indeksi dağılım haritasını oluşturmak için jeoistatistik yöntemler kullanılmıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre yüzey topraklarının %84.8'inin verimli, %14.95'inin orta verimli, %0.22'sinin verimsiz olduğu ve yüzey altı topraklarının %69.35'inin verimli, %14.95'inin orta verimli ve %5.97'sinin verimsiz olduğunu belirlemişlerdir.

Sağlam vd. (2014), jeoistatistik program ve CBS tekniği kullanarak toprak verimlilik indeks modeli vasıtasıyla Bafra Ovası Emenli mevkinde yer alan Vertisol toprakların verimlilik parametreleri düzeyine bağlı olarak toprak verimliliğinin mekansal değişkenliğini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma alanından 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikte on beş toprak özelliği örnek alınan her nokta için toprak verimlilik indeks modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre, çalışma alanının yüzey topraklarında %37.67 verimli (S1), %61.73 orta verimli (S2) ve %2.7 ise az verimli (S3) alana sahip

olduğu; yüzey altı topraklarda ise %31.21 verimli (S1), %57.12 orta verimli (S2), %11.65 az verimli (S3) alana sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Budak vd. (2018), Dicle Havzasında Diyarbakır-Siirt illeri arasında 4341 km²'lik alanda 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve bu örneklerde tekstür, organik madde, kireç, pH, EC, alınabilir fosfor ve potasyum analizi yapılarak parametrelerin mesafeye bağlı değışkenliklerini modellemiş, jeostatistik yöntemlerle toprak örneği alınmayan noktaların ilgili parametre değeri tahminleri yapılarak mekansal değışim haritaları oluşturmuşlardır. Yapılan değeriendirmeler sonucu en düşük değışkenlik % VK (Varyasyon Katsayısı)=3.9 ile pH'da, en yüksek değışkenlik % VK (Varyasyon Katsayısı)=137.77 ile alınabilir fosfor; en yüksek etki aralığı değeri 135.4 km ile EC'de, en küçük etki aralığı değeri 4.74 km ile pH'da belirlenmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanının konumu

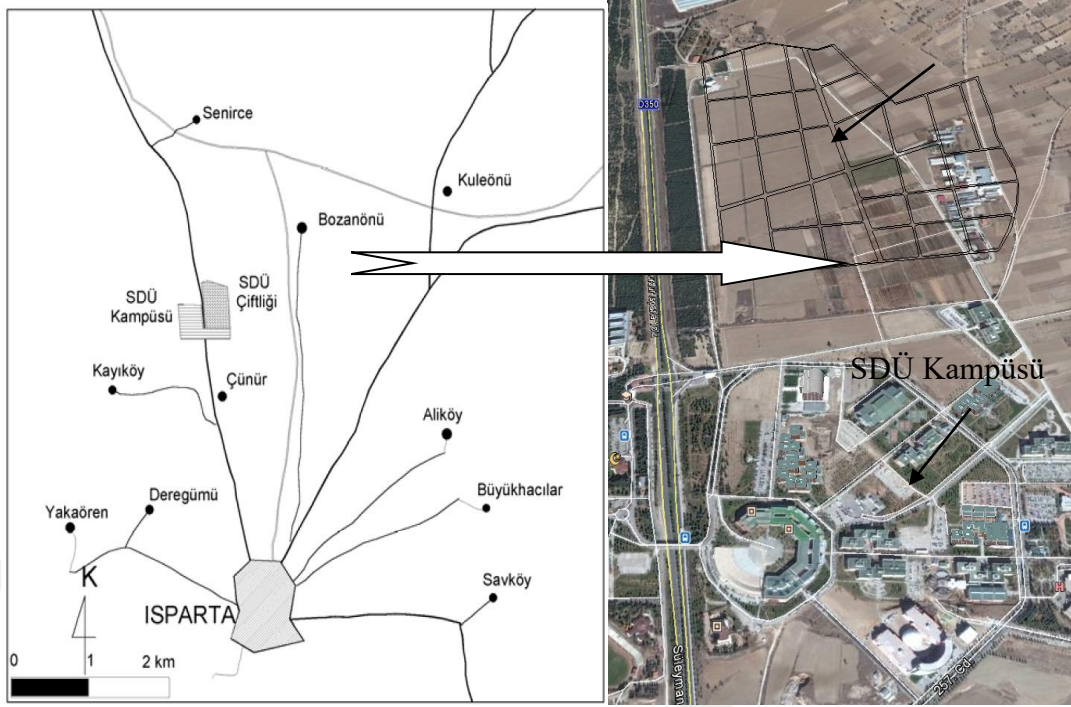
Çalışma alanı Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi kampüsü içerisinde, Isparta–Burdur Karayolunun doğusunda, üniversite yerleşim birimleri ile Isparta Mensucat fabrikası arasında yer almakta olup 37°50'31" kuzey ve 30°32'09" doğu enlemleri koordinatlarındadır (Kurkanlı, 2006). Etüd sahasında, yaklaşık 1500 da arazinin 785 da'ı çiftlik arazisi olarak tahsis edilmiş kalan kısım ise üniversite gelişme sahası olarak planlanmıştır. Şekil 3.1'de çalışma alanının konumu verilmiştir.

3.1.2. İklim

Çalışma alanı Isparta meteoroloji istasyonunun 6 km kuzey batısında ve yaklaşık aynı rakımda yer almaktadır. Bu nedenle söz konusu istasyona ait değerler, çalışma alanının iklimini temsil edebilecek durumdadır. Bölgede Akdeniz ikliminin yayla tipi hakimdir. Uzun yıllar ortalamalarına göre; yıllık yağış 581.0 mm, yıllık ortalama sıcaklık 12 °C, yıllık buharlaşma 1221.9 mm, yıllık ortalama oransal nem %61 olup, alanında toprak nem rejimi xeric, toprak sıcaklık rejimi ise mesic'tir (Akgül ve Başayığit, 2005).

3.1.3. Jeolojik yapı

Çalışma alanının üzerinde yer aldığı çukurluk yalnızca güney-doğu yönünde Isparta ovasına açılırken, diğer yönlerde yüksek tepe ve sırtlarla çevrili durumdadır (Akgül ve Başayığit, 2005). Çevredeki ana jeolojik yapı kreteze kireç taşlarından oluşmakta olup, toprak bu taşların ayrışma ürünlerini içermektedir (Akgül ve Başayığit, 2005).

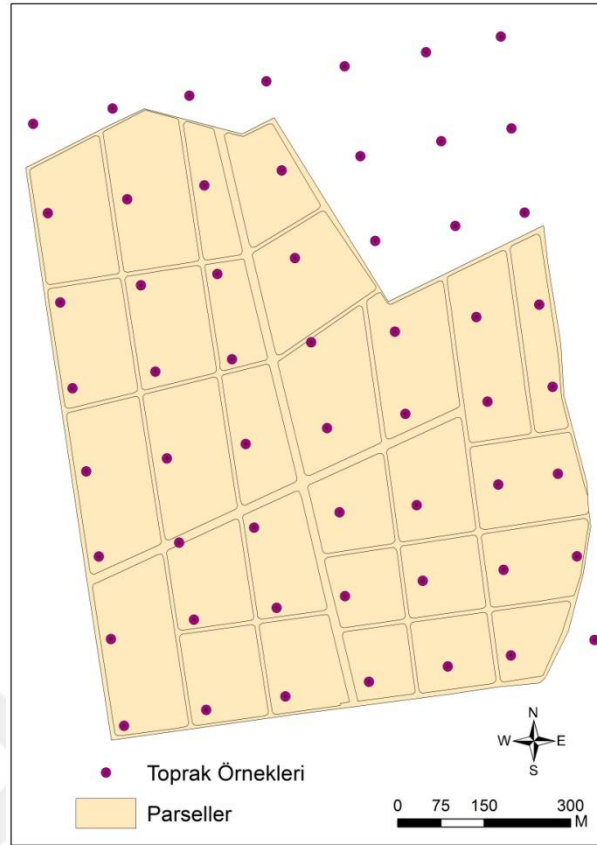


Şekil 3.1. Çalışma alanı konumu

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma alanı ve örnekleme deseni

Çalışma alanından 150x150 m şeklinde oluşturulan grid sisteminden yüzey (0-20 cm) derinlikten 56 adet ve yüzey altı (20-40 cm) derinlikten 56 adet olmak üzere toplam 112 adet bozulmuş toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak örneklemesine ait desen Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Toprak örneklemesine ait desen

3.2.2. Toprak analizleri

Bozulmuş toprak örnekleri analize hazırlanmak için ön işlemlerden geçirilmesi amacıyla laboratuvara getirilerek, hava kurusu hale gelen toprak örnekleri kök parçacıkları, iri taşlar ve çakıllardan temizlenmiş ve el ile yavaşça ufalanmıştır. Toprak örnekleri daha sonra 2 mm'lik elekten elenerek ve analize hazır hale getirilerek aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Bünye (Tekstür): Hidrometre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bouyoucous, 1951).

Kireç: Serbest karbonatların tayininde Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1993).

Toprak reaksiyonu (pH): Saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre kullanarak belirlenmiştir (Soil Survey Laboratory, 1992).

Elektriksel iletkenlik (EC): Saturasyon çamurunda kondaktivimetre aleti kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Laboratory, 1992).

Organik madde: Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

Yarayışlı Ca ve Mg: 1 N amonyum asetat (NH₄OAc) ile ekstrakte edilen Ca,Mg analiz edilmesi ve EDTA (versanat) titrasyonu ile belirlenmiştir (Thomas,1982; Lanyon ve Heald, 1982).

Yarayışlı Potasyum: 1 N amonyum asetat (NH₄OAc) ile ekstrakte edilen potasyumun analiz edilmesi ile belirlenmiştir (Soil Survey Staff. 1992).

Toplam Azot: Mikro Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir (Bremner, 1982).

Yarayışlı Fosfor: Olsen metodu kullanılarak belirlenmiştir (Olsen, 1954).

Mikro besin elementler (Fe, Mn, Cu, Zn ve B): DTPA ile ekstraksiyon yöntemine göre belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978; Kacar, 1995).

3.2.3. Toprak verimlilik indeksi

Toprak verimlilik durumunu değerlendirmek, tahmini tarımsal üretimden karşılık alabilmek için yıllarca, birçok farklı işlem ve yöntem geliştirilmiştir. Toprak verimlilik durumu doğrudan veya dolaylı olarak değerlendirilebilir. Doğrudan değerlendirmeler verilen iklim ve yönetim koşullarında bazı deneyler yoluyla tarla, sera veya laboratuvarı gerçekteştirilmektedir. Dolaylı değerlendirmeler temelde değişen karmaşık modelleri geliştirmeye ve uygulamaya dayanmaktadır. En uygun modellerden biri Toprak Verimlilik İndeksi (TVI) modelidir. Modelde ele alınan her bir parametrenin eşik düzeylerini belirlemek amacıyla bazı literatürlerden örneğin; Lindsay ve Norvell (1978) gibi; FAO, (1990); Moran vd. (2000); Lu vd. (2002); Arshad ve Martin (2002); Boruvka vd. (2005); Hazelton ve Murphy (2007) yararlanılmıştır. TVI, her bir toprak örnekleme noktası için on beş parametre kullanarak parametrik yaklaşım yoluyla nitel toprak verimliliği hesaplanmıştır. Her bir noktanın toprak verimlilik indeks (TVI) değeri belirlenebilmesi için ele alınan tüm faktörlerin oransal değerleri (Çizelge 3.1) kullanılarak belirlenmiştir.

Her bir noktanın toprak verimlilik indeks (TVI) değeri belirlenebilmesi amacıyla aşağıdaki formül kullanılmış ve sınıf aralığı belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

$$TVI = \left[R_{\max} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \right] \times 100 \quad (3.1)$$

TVI: Toprak Verimlik İndeksi

$$R_{\max}: \text{Maximum oran: } (A+B+\dots+P)/15 \quad (3.2)$$

A, B,...P: Tanımlayıcı faktörlerin oransal değerleri

3.2.4. Tanımlayıcı istatistik yöntemleri

Yapılan çalışmada örnekleme yapılan alanlardaki toprak özelliklerinin en büyük, en küçük, standart sapma, varyasyon katsayısı, ortalama, çarpıklık ve basıklık değerleri şeklindeki tanımlayıcı parametreler SPSS programı (SPSS 21) yardımı ile hesaplanmıştır. Her bir verimlilik göstergesi için de benzer şekilde tanımlayıcı istatistikler hesaplanarak, parsel verileri ile karşılaştırılmıştır.

3.2.5. Jeostatistik ve haritalama işlemleri

Toprak verimlilik indeksi belirlenen her bir toprak örnek noktası, jeostatistik modeller kullanılması suretiyle en uygun jeostatistik model belirlenerek alanın toprak verimlilik dağılım haritası üretilmiştir. Bu bağlamda; çalışma alanı topraklarının toprak özellikleri, TVI modeli yöntemine göre hesaplanarak, hesaplamada kullanılan parametreler aracılığı ile yüzey (0-20 cm) ve yüzey altı (20-40 cm) olmak üzere tüm alana ait dağılım haritaları üretilmiştir. Ayrıca, bu parametrelerin kullanılmasıyla hesaplanan toprak verimlilik indeksi içinde dağılım haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanından yapılan toprak örnekleme sonucu alınan koordinatlı toprak örneklerinin her bir toprak özelliğine ait analiz sonuçları ve tüm coğrafik veriler jeostatistik metotlar yardımıyla ArcGIS 10.2.2 programında veritabanı oluşturularak analiz edilmiş ve dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Jeostatistik teknikler, çalışılan özelliklerin ve hesaplanan TVI değerlerini mesafeye bağlı değişkenliklerinin ifade edilmesinde ve haritalanmasında kullanılmıştır (Goovaerts, 1999; Mulla ve McBratney, 2000). Haritalama öncesi verilerin normal dağılım göstermeyenleri özelliklere uygun dönüşümler uygulanarak, haritalama kısmında Ters Mesafe Ağırlıklandırma (IDW), Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF), Kriging yöntemleri kullanılmıştır ve en uygun model belirlenmesi sonrasında ve haritalama işlemi ArcGIS 10.2 yapılmıştır.

ArcGIS 10.2.2 Geostatistical Extension programı, üretilen haritalarda modellerin karşılaştırılmasında ve en uygun jeostatistik modelin belirlenmesinde Ortalama

Mutlak Hata (MAE) ve Ortalama Hata Kareleri Toplamının Karakökü (RMSE) kullanılmıştır. Yapılan haritada, tahminin ortalama hatası 0'a yakın ve tahminin standardize ortalama hatalar karekökü ise 1'e yakın ise haritanın ne kadar doğru olduğu anlaşılmaktadır (Johnston vd., 2001).

Çizelge 3.1. TVI için ele alınan parametreler ve parametrelere ait oransal değerler

Tanımlayıcı Faktörler	Birim	Faktör oranları				
		100	80	50	20	10
Yarayışlı Makro Element						
A- N (toplam)	%	> 0.32	0.32-0.17	0.09-0.17	0.09-0.045	<0.045
B- P (yarayışlı)	mg kg-1	> 80	25-80	8.0-25	2.5-8.0	<2.5
C- K (değişb.)	cmol(+) kg-1	0.28-0.74	0.74-2.56	0.13-0.28	>2.56	<0.13
D- Ca (değişb.)	cmol(+) kg-1	17.5-50	5.75-17.5	1.19-5.75	>50	<1.19
E- Na (değişb.)	cmol(+) kg-1	0.0-0.20	0.21-0.30	0.31-0.70	0.71-2.0	> 2.0
F- Mg (değişb.)	cmol(+) kg-1	1.33-4.0	4.0-12.5	0.42-1.33	>12.5	<0.42
Yarayışlı Mikro Element						
G- Mn (yarşl.)	mg kg-1	14-50	4-14	50-170	>170	<4
H- Zn (yarşl.)	mg kg-1	0.7-2.4	2.4-8.0	0.2-0.7	>8.0	<0.2
I- Fe (yarşl.)	mg kg-1	2.0-4.5	1.0-2.0	1.0-0.2	>4.5	<0.2
K- Cu (yarşl.)	mg kg-1	> 0.2	-	-	-	<0.2
Fiziksel ve Kimyasal Özellikler						
L- CaCO3	%	5-15	1-5	15-25	>25	0-1
M- Tuz veya EC	% / dS m ⁻¹	0-0.15 / 0-2	0.15-0.30 / 2-4	0.30-0.50 / 4-6	0.50-0.65 / 6-8	>0.65 / >8
N- pH	1:2,5 (toprak/su,w/v)	6.5-7.5	7.5-8.5	5.5-6.5	4.5-5.5	<4.5->8.5
O- TOM	%	>3	2-3	1-2	0.5-1	0-0.5
P- Tekstür	%	CL, SCL, SiCL,	vfSL, L, SiL, Si, <%50 C	> %50 C, SC, SiC	SL, Fsl	S, LS

Çizelge 3.2. Toprak verimlilik indeksi (TVI) sınıfları ve değerleri

Sınıf	Tanımlama	TVI değerleri
S1	İyi verimli	> 80
S2	Orta verimli	80-50
S3	Az verimli	50-20
N	Verimli değil	< 20

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı İstatistik

4.1.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri

Varyasyon katsayısı toprak özelliklerindeki değişimlerin en iyi ifade şeklidir. Toprak değişkenliği varyasyon katsayısına göre üç sınıfa ayrılmıştır (Cambardella vd., 1994). Bu sınıflandırmaya göre; Varyasyon Katsayısı %15'den küçük olanlar az değişken, %16-30 arasında olanlar orta derecede değişken, %31'den büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak kabul edilmektedir. Çalışma alanı Çizelge 4.1'de verilen ölçülen parametrelere göre değerlendirildiğinde; TVI ve pH'nın Varyasyon Katsayısı %15'den küçük olduğu için az değişkenliğe; N, Ca, Mn, CaCO₃, EC, Kil, Silt ve Kum %16-30 Varyasyon Katsayısı ile orta derecede değişkenliğe ve P, K, Na, Mg, Zn, Fe, Cu, TOM ise %31'den yüksek Varyasyon Katsayısı ile yüksek değişkenliğe sahip olduğu görülmüştür.

En düşük değişkenlik %1.14 Varyasyon Katsayısı ile pH'ya ve en yüksek değişkenlik ise %109.66 Varyasyon Katsayısı ile P'a aittir.

Normal dağılım simetrik olan dağılımdır. Normal dağılım eğrisinin sivri veya yuvarlaklık derecesine basıklık (kurtosis) denir. Normal dağılımda simetrikliğin bozulma derecesine çarpıklık (skewness) denir ve eğer dağılım sağa (pozitif) çarpık ise sağa doğru uzun kuyruklu ve sola (negatif) çarpık ise sola doğru uzun kuyruklu olarak görülür (Yıldız vd., 1998).

Çizelge 4.1. incelendiğinde verilen çarpıklık değerlerine göre; TVI, Mg, pH, Kil, Kum normal dağılım gösterirken N, P, K, Ca, Na, Zn, Fe, Cu, EC, TOM normal dağılımdan uzak pozitif çarpıklık göstermektedir. Mn, CaCO₃, Silt ise negatif çarpıklık değerlerine sahip parametrelerdir. Negatif çarpıklık değerleri bu değerlere sahip parametrelerin çalışma alanında bazı bölgelerde ortalamanın çok altında değerler aldığını ve pozitif çarpıklık değerleri ise bu değerlere sahip parametrelerin çalışma alanında bazı bölgelerde çok yüksek değerler aldığını göstermektedir. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri parametreleri; N %0.05-0.18, P 3.5-

98.33 mg kg⁻¹, K 0.78-7.98 cmol kg⁻¹, Ca 16.83-70.24 cmol kg⁻¹, Na 0.05-1.79 cmol kg⁻¹, Mg 1.25-73.11 cmol kg⁻¹, Mn 20.78-42.30 mg kg⁻¹, Zn 0.52-5.75 mg kg⁻¹, Fe 2.76-36.02 mg kg⁻¹, Cu 1.90-11.19 mg kg⁻¹, CaCO₃ % 4.77-32.13, EC 0.12-0.40 dS m⁻¹, pH 7.88-8.34, TOM % 0.32-3.86, Kil % 17.16-55.33, Silt %9.53-47.78, Kum %11.83-59.41, TVI 57.33 – 78.66 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.1).

4.1.2. Yüzeyaltı (20-40 cm) toprak örnekleri

Çalışma alanından alınan yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgedeki değerler incelendiğinde TVI, Mn ve pH’ nın Varyasyon Katsayısı %15’ten düşük olduğu için az değişkenliğe sahiptir. N, Ca, Na, CaCO₃, EC, Silt parametrelerine ait Varyasyon Katsayısı %16-30 arasında değerlere sahip olduğu için orta derecede değişkenliğe sahiptir. P, K, Mg, Zn, Fe, Cu, TOM, Kil, Kum parametrelerine ait Varyasyon Katsayısı ise %31’den büyük olduğu için yüksek değişkenliğe sahip parametrelerdir. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinde en düşük değişkenlik %0.93 Varyasyon Katsayısı ile pH’ya, en yüksek değişkenlik ise %127.87 Varyasyon Katsayısı ile P parametresine aittir.

Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerine ait değerlerden N, Ca, Mn, Silt parametrelerine ait çarpıklık katsayılarına bakıldığında normal dağılım gösterdikleri görülmektedir. P, K, Na, Mg, Zn, Fe, Cu, EC, TOM, Kil, Kum, TVI parametreleri normal dağılımdan uzak pozitif çarpıklık göstermektedir. CaCO₃ ve pH normal dağılımdan uzak negatif çarpıklık göstermektedir. Pozitif çarpıklık katsayıları incelenen toprak özelliklerinin çalışma alanının bazı bölgelerinde ortalamanın üzerinde oldukça yüksek değerlere sahip olduğu ve negatif çarpıklık gösteren toprak özelliklerinin çalışma alanının bazı bölgelerinde oldukça düşük değerlere sahip olduğu anlamına gelmektedir. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) toprak örnekleri parametreleri; N %0.04-0.15, P 1.83-76.83 mg kg⁻¹, K 0.78-8.10 cmol kg⁻¹, Ca 27.13-59.58 cmol kg⁻¹, Na 1.07-3.37 cmol kg⁻¹, Mg 1.14-8.59 cmol kg⁻¹, Mn 17.04-35.96 mg kg⁻¹, Zn 0.34-2.66 mg kg⁻¹, Fe 3.23-51.46 mg kg⁻¹, Cu 1.45-7.87 mg kg⁻¹, CaCO₃ %5.78-34.27, EC 0.13-0.39 dS m⁻¹, pH 8.03-8.39, TOM %0.12-2.92, Kil %19.25-55.94, Silt %15.72-60.19, Kum %6.45-64.61, TVI 56.66-82.00 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının ölçülen parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Ortalama	Ortalamanın Standart Hatası	Standart Sapma	Varyans	Varyasyon* Katsayısı	Kareler Toplamı	En Küçük Değer	En Büyük Değer	Çarpıklık**	Basıklık
N	0.10	0.00	0.02	0.00	21.13	0.68	0.05	0.18	0.86	2.60
P	16.09	2.36	17.65	311.51	109.66	31639.56	3.50	98.33	2.64	8.28
K	1.95	0.14	1.10	1.23	56.74	281.77	0.78	7.98	3.15	15.04
Ca	36.54	1.47	11.03	121.65	30.19	81443.41	16.83	70.24	0.57	0.45
Na	0.49	0.05	0.37	0.14	75.39	21.59	0.05	1.79	1.72	2.48
Mg	25.14	2.65	19.80	392.16	78.78	56952.92	1.25	73.11	0.23	-1.06
Mn	31.80	0.75	5.67	32.20	17.84	58419.56	20.78	42.30	-0.29	-0.82
Zn	1.24	0.12	0.92	0.85	74.37	133.31	0.52	5.75	3.07	11.30
Fe	6.44	0.57	4.28	18.36	66.49	3336.79	2.76	36.02	6.16	42.92
Cu	3.21	0.20	1.50	2.25	46.70	701.40	1.90	11.19	3.86	16.97
CaCO ₃	23.25	0.55	4.16	17.33	17.91	31228.64	4.77	32.13	-1.54	6.40
EC	0.22	0.00	0.00	0.00	29.05	3.15	0.12	0.40	0.54	-0.47
pH	8.15	0.01	0.09	0.00	1.14	3720.78	7.88	8.34	0.07	0.22
TOM	1.21	0.09	0.71	0.51	59.27	110.85	0.32	3.86	1.31	2.14
Kil	34.20	1.40	10.46	109.49	30.60	71511.20	17.16	55.33	0.44	-0.78
Silt	34.56	0.87	6.51	42.42	18.84	69238.69	9.53	47.78	-1.50	4.47
Kum	31.24	1.56	11.66	135.90	37.32	62119.33	11.83	59.41	0.27	-0.53
TVI	67.79	0.68	5.15	26.58	7.61	258867.11	57.33	78.66	0.18	-0.62

*Varyasyon katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik, 16-30=Orta Değişkenlik, > 31=Yüksek Değişkenlik

**Çarpıklık < |± 0.5| = Normal Dağılım, 0.5-1.0 = Veri setine kadar dönüşümü uygulanır. ÇK> 1.0 → Logaritma dönüşümü uygulanır

Çizelge 4.2. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının ölçülen parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri

Değişken	Ortalama	Ortalamanın Standart Hatası	Standart Sapma	Varyans	Varyasyon* Katsayısı	Kareler Toplamı	En Küçük Değer	En Büyük Değer	Çarpıklık**	Basıklık
N	0.09	0.00	0.02	0.00	26.61	0.54	0.04	0.15	0.45	0.08
P	7.96	1.36	10.18	103.64	127.87	9249.65	1.83	76.83	5.87	39.40
K	1.60	0.12	0.95	0.92	59.88	194.23	0.78	8.10	5.86	39.77
Ca	40.08	0.88	6.59	43.43	16.44	92373.72	27.13	59.58	0.41	0.17
Na	1.82	0.06	0.50	0.25	27.53	201.21	1.07	3.37	1.31	1.95
Mg	3.69	0.22	1.70	2.89	45.98	925.39	1.14	8.59	1.00	0.70
Mn	26.50	0.48	3.63	13.23	13.72	40075.32	17.04	35.96	0.26	0.80
Zn	0.75	0.05	0.39	0.15	52.29	40.83	0.34	2.66	2.87	10.63
Fe	7.08	0.82	6.14	37.78	86.71	4892.37	3.23	51.46	7.08	51.90
Cu	2.93	0.12	0.91	0.83	31.15	526.93	1.45	7.87	3.07	15.08
CaCO ₃	23.78	0.62	4.67	21.82	19.64	32878.80	5.78	34.27	-0.83	3.16
EC	0.19	0.00	0.04	0.00	23.96	2.35	0.13	0.39	1.56	4.24
pH	8.23	0.01	0.07	0.00	0.93	3798.79	8.03	8.39	-0.23	0.37
TOM	0.91	0.07	0.53	0.28	58.51	62.24	0.12	2.92	1.04	2.36
Kil	31.21	1.31	9.77	95.51	31.32	59788.67	19.25	55.94	1.02	0.18
Silt	37.16	1.23	9.19	84.50	24.74	81977.58	15.72	60.19	0.20	0.25
Kum	26.56	1.88	14.04	196.99	52.85	50325.54	6.45	64.61	0.97	0.20
TVI	65.03	0.60	4.56	20.79	7.01	238004.00	56.66	82.00	0.92	2.06

*Varyasyon katsayısı: < 15 = Düşük Değişkenlik, 16-30=Orta Değişkenlik, > 31=Yüksek Değişkenlik

**Çarpıklık < |± 0.5| = Normal Dağılım, 0.5-1.0 = Veri setine kadar dönüşümü uygulanır. ÇK> 1.0 → Logaritma dönüşümü uygulanır

4.2. Geoistatistik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

Analizi yapılarak ölçülen toprak özelliklerinin alansal dağılımlarının belirlenmesinde en fazla kullanılan geoistatistik yöntemlerden RBF (Spline), IDW ve Kriging yöntemlerinden de doğal (ordinary), evrensel (universal), basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin karşılaştırılmasında ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek ve en uygun yöntemi seçebilmek için yaygın olarak kullanılan yöntemler karekök ortalama hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) yöntemleridir (Taşan ve Demir,2017; Arslan,2012). Bu çalışmada RMSE yöntemi kullanılmış ve ara değerlerin tahmininde on beş yöntem (Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF); Thin Plate Spline, Spline with Tension, Completely Regularized Spline, Kriging; Doğal (Ordinary), Basit (Simple), Evrensel (Universal), IDW;1, 2, 3 kullanılarak karşılaştırılmıştır. En uygun yöntem olarak en düşük karekök ortalama hata değerini veren yöntem seçilmiştir.

En düşük RMSE değerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_i^* - z_i)^2}{n}} \quad (4.1)$$

Eşitlikte; Z_i : tahmin edilen değer, Z_i^* ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir.

Her bir yöntem için karekök ortalama hata değeri belirlenmiş ve her bir yöntemin karekök ortalama hata değerleri Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yüzey (0-20 cm) topraklarının enterpolasyon yöntemlerine ait karekök ortalama hata değerleri (RMSE)

Enterpolasyon Yöntem	Semivariogr am	RMSE (0-20 cm)																	
		%						mg kg ⁻¹						cmol kg ⁻¹			dS m ⁻¹		
		N	Kil	Silt	Kum	OM	CaCO ₃	P	Fe	Cu	Mn	Zn	Mg	Na	K	Ca	EC	pH	TVI
Ters Mesafe	1	0,02	6,90	6,19	9,47	0,71	2,23	16,71	1,20	0,63	4,46	0,53	10,26	0,33	1,01	9,30	0,05	0,08	4,69
Ağırlıklandırma (IDW)	2	0,02	6,77	6,07	9,28	0,73	2,15	17,03	1,22	0,62	4,41	0,56	9,94	0,33	1,03	9,29	0,05	0,08	4,72
	3	0,02	6,74	6,03	9,19	0,73	2,13	17,21	1,25	0,62	4,41	0,58	9,77	0,33	1,05	9,45	0,05	0,08	4,78
Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF)	Thin Plate Spline	0,02	6,01	6,17	9,04	0,88	2,35	22,63	1,75	0,63	5,28	0,79	10,25	0,31	1,43	10,76	0,06	0,10	5,52
	Spline with Tension	0,02	6,03	5,89	8,92	0,74	2,06	17,60	1,25	0,73	4,43	0,57	9,53	0,31	1,05	9,21	0,05	0,08	4,77
	Completely Regularized Spline	0,02	6,25	5,89	8,87	0,75	2,06	17,99	1,28	0,63	4,46	0,59	9,53	0,31	1,07	9,26	0,05	0,08	4,83
Doğal (Ordinary)	Küresel	0,01	6,33	5,95	9,09	0,72	2,01	17,23	1,25	0,62	4,40	0,53	9,47	0,33	1,00	9,17	0,05	0,08	4,67
	Üssel	0,02	6,32	5,87	8,99	0,72	2,07	17,23	1,28	0,64	4,51	0,53	9,53	0,34	1,03	9,21	0,05	0,08	4,73
Kriging	Gaussian	0,01	6,85	5,98	9,15	0,72	2,04	17,23	1,23	0,64	4,41	0,52	9,16	0,34	0,98	9,13	0,05	0,08	4,64
Basit (Simple) Kriging	Küresel	0,02	6,31	5,62	8,90	0,72	2,03	17,32	1,25	0,61	4,39	0,53	9,49	0,34	1,01	9,00	0,05	0,08	4,67
	Üssel	0,02	6,31	5,81	8,73	0,72	2,08	17,30	1,29	0,61	4,56	0,53	9,59	0,33	1,04	9,13	0,05	0,08	4,76
	Gaussian	0,02	6,60	5,77	9,07	0,72	2,05	17,32	1,22	0,61	4,38	0,52	9,59	0,34	0,98	8,97	0,05	0,08	4,64
Evrensel (Universal)	Küresel	0,02	6,33	5,95	9,09	0,72	2,01	17,23	1,25	0,62	4,40	0,53	9,47	0,33	1,00	9,17	0,05	0,08	4,67
	Üssel	0,02	6,32	5,87	8,99	0,72	2,07	17,23	1,28	0,64	4,51	0,53	9,53	0,34	1,03	9,21	0,05	0,08	4,73
Kriging	Gaussian	0,02	6,85	5,98	9,15	0,72	2,04	17,23	1,23	0,64	4,41	0,52	9,16	0,34	0,98	9,13	0,05	0,08	4,64

Tabloda koyu renkli yazılan değerler en küçük karekök ortalama hata değerlerine sahip, en uygun olarak seçilen yöntemdir.

Çizelge 4.4. Yüzey altı (20-40 cm) topraklarının enterpolasyon yöntemlerine ait karekök ortalama hata değerleri (RMSE)

Enterpolasyon Yöntem	Semivariogram	RMSE 20-40																	
		%					mg kg ⁻¹					cmol kg ⁻¹					dS m ⁻¹		
		N	Kil	Silt	Kum	OM	CaCO ₃	Mn	Zn	Fe	Cu	P	Ca	Mg	Na	K	EC	pH	TVI
Ters Mesafe	1	0,02	8,57	9,43	14,38	0,51	2,53	3,45	0,25	1,21	0,56	3,55	6,08	1,46	0,50	0,37	0,03	0,07	4,07
Ağırlıklandırma (IDW)	2	0,02	8,63	9,55	14,29	0,52	2,44	3,56	0,26	1,20	0,56	3,60	6,28	1,50	0,50	0,37	0,03	0,07	4,24
	3	0,02	8,78	9,75	14,41	0,53	2,40	3,68	0,26	1,21	0,56	3,61	5,94	1,55	0,50	0,38	0,03	0,07	4,43
	Thin Plate Spline	0,03	10,56	12,07	15,06	0,64	2,65	4,43	0,34	1,46	0,62	4,68	5,84	2,05	0,63	0,46	0,04	0,09	5,97
Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF)	Spline with Tension	0,02	8,68	9,56	14,25	0,52	2,33	3,61	0,26	1,20	0,55	3,68	5,64	1,52	0,51	0,37	0,03	0,07	4,32
	Completely Regularized Spline	0,02	8,75	9,66	14,28	0,53	2,34	3,69	0,27	1,20	0,55	3,74	5,66	1,55	0,51	0,38	0,03	0,07	4,45
Doğal (Ordinary) Kriging	Küresel	0,02	8,68	9,60	14,12	0,56	2,32	3,47	0,25	1,05	0,55	3,63	5,79	1,01	0,53	0,36	0,03	0,07	4,02
	Üssel	0,02	8,76	9,83	14,43	0,55	2,35	3,53	0,25	1,20	0,55	3,85	5,87	1,59	0,53	0,36	0,03	0,07	4,10
	Gaussian	0,02	8,67	9,33	14,30	0,55	2,31	3,40	0,25	1,21	0,55	3,62	5,72	1,51	0,53	0,36	0,03	0,07	3,92
Basit (Simple) Kriging	Küresel	0,02	8,58	9,09	13,63	0,53	2,34	3,46	0,24	1,17	0,55	3,69	5,51	1,52	0,49	0,36	0,03	0,07	4,04
	Üssel	0,02	8,66	9,10	13,86	0,52	2,38	3,52	0,24	1,18	0,56	3,67	5,66	1,59	0,49	0,36	0,03	0,07	4,12
	Gaussian	0,02	8,56	9,09	13,70	0,52	2,32	3,41	0,24	1,18	0,55	3,68	5,59	1,49	0,49	0,36	0,03	0,07	3,94
Evrensel (Universal) Kriging	Küresel	0,02	8,68	9,60	14,12	0,56	2,32	3,47	0,25	1,21	0,55	3,63	5,79	1,53	0,53	0,36	0,03	0,07	4,02
	Üssel	0,02	8,76	9,83	14,43	0,55	2,35	3,53	0,25	1,20	0,55	3,85	5,87	1,59	0,53	0,36	0,03	0,07	4,10
	Gaussian	0,02	8,67	9,33	14,30	0,55	2,31	3,40	0,25	1,21	0,55	3,62	5,72	1,51	0,53	0,36	0,03	0,07	3,92

Tabloda koyu renkli yazılan değerler en küçük karekök ortalama hata değerlerine sahip, en uygun olarak seçilen yöntemdir.

4.2.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin konumsal dağılımları

4.2.1.1. Toprak reaksiyonu (pH) dağılımı

Toprak reaksiyonu bitkilerin besin elementlerini alımı üzerinde dolayısıyla bitki gelişimi üzerinde etkili olduğundan toprak verimliliği açısından son derece önemli bir parametredir. Ayrıca toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik döngülerinde ve toprak özellikleri üzerinde belirleyici bir faktördür. Toprak solüsyonundaki hidrojen iyonları (H^+) ve hidroksil iyonları (OH^-) konsantrasyonlarının yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Hidrojen iyonlarının konsantrasyonu fazla ise toprak asit karakterli, hidroksil iyonları konsantrasyonu fazla ise alkali karakterlidir (Kaya, 2010).

Toprakların pH değerlerinin sınıflandırılması Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin ölçülen pH değerleri 7.88-8.34 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Bu sonuçlara göre yüzey toprak örnekleri pH değeri sınıflandırılmasında %100 “hafif alkali” özellik göstermektedir (Şekil 4.5). Bitki besin elementleri elverişliliği açısından en uygun pH aralığı 6.5-7.5 arasındadır. Çalışma alanı pH değerlerinin alansal dağılımları Şekil 4.1’de verilmiştir. Alanın batısında en yüksek değerler görülürken doğuya doğru değerlerin düştüğü ve en doğuda en düşük değere ulaştığı belirlenmiştir. Toprakta pH’nın yükselmesine yanlış yapılan tarımsal uygulamalar (sulama suyu pH’sının yüksek olması, fazla veya hatalı gübre kullanımı vb.) sebep gösterilebilir. Bunun yanında kireç içeriğinin fazla olması da pH’yı etkiler (Aydın vd., 1997). Yüksek pH bitkilerin mikro elementleri alımını olumsuz yönde etkiler (Özkan vd., 2009).

4.2.1.2. Elektriksel iletkenlik (EC) dağılımı

Bitki yaşamsal döngüsünü engelleyecek miktarda çözünebilen tuzlar veya değişebilir sodyum veya her ikisini de bünyesinde bulunduran topraklar tuzlu topraklar olarak değerlendirilmektedir. Toprağın geçirimsiz olması veya taban suyunun yüksek olması toprakta tuz birikimini desteklemektedir (Yakupoğlu ve Özdemir, 2006). Tuzluluk sodyum, sülfat, karbonatlar, magnezyum ve kalsiyum klorür gibi suda çözünebilir tuzların yüzey ve yüzey altı topraklar ve yer altı sularında birikmesiyle ortaya çıkmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim görülen bölgelerde yağışın

yetersiz olması ve buharlaşmanın fazla olması topraklarda tuzlulaşmaya sebep olmaktadır (İrik, 2013).

Toprakların EC değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının ölçülen EC değerleri 0.12-0.40 dS m⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Bu sonuçlara göre yüzey toprak örnekleri %100 “tuzsuz” özellik göstermektedir (Çizelge 4.6). Çalışma alanı topraklarının EC değerlerinin alansal dağılımları Şekil 4.2’de verilmiştir.

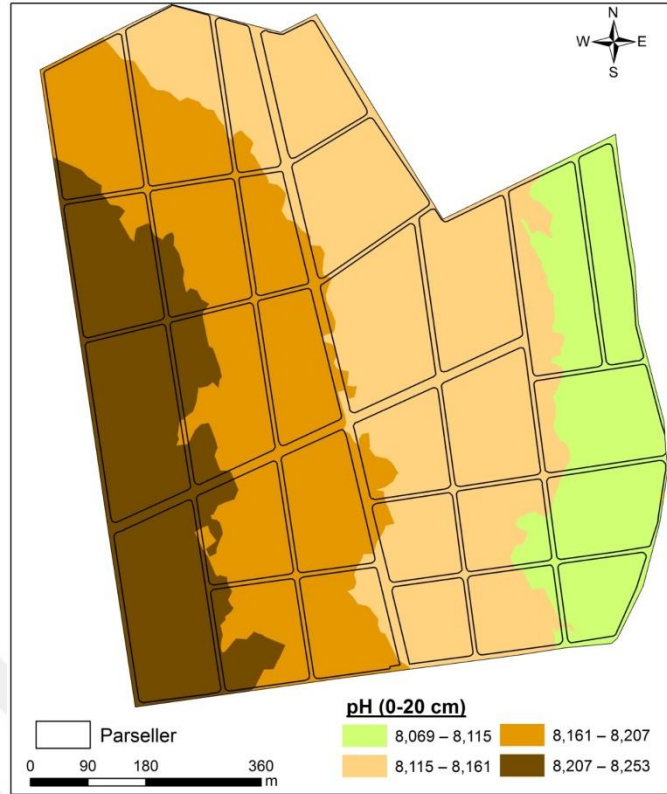
Çizelge 4.5. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının pH değerine göre sınıflandırılması (Eyüpoğlu, 1999)

pH Aralığı	Sınıfı	Örnek Sayısı	%
<4.5	Kuvvetli Asit	-	-
4.5-5.5	Orta Asit	-	-
5.5-6.5	Hafif Asit	-	-
6.5-7.5	Nötr	-	-
7.5-8.5	Hafif Alkali	56	100
>8.5	Kuvvetli Alkali	-	-

4.2.1.3. Kireç (CaCO₃) dağılımı

Toprakta temel kireç bileşikleri kalsiyum ve magnezyum karbonatlar ile dolomittir. Bu maddelerin fazla olduğu topraklar kireçli topraklar olarak tanımlanır ve pH’ları genellikle hafif alkali veya orta derecede alkalidir. Kireç bileşiklerinin fazla olması veya eksik olması durumunda besin elementlerinin elverişliliği etkilenmektedir. Bu nedenle topraktaki miktarı çok önemlidir. Toprakta kirecin varlığı ana materyal, iklim ve toprak oluşum süreç ve koşullarına bağlıdır.

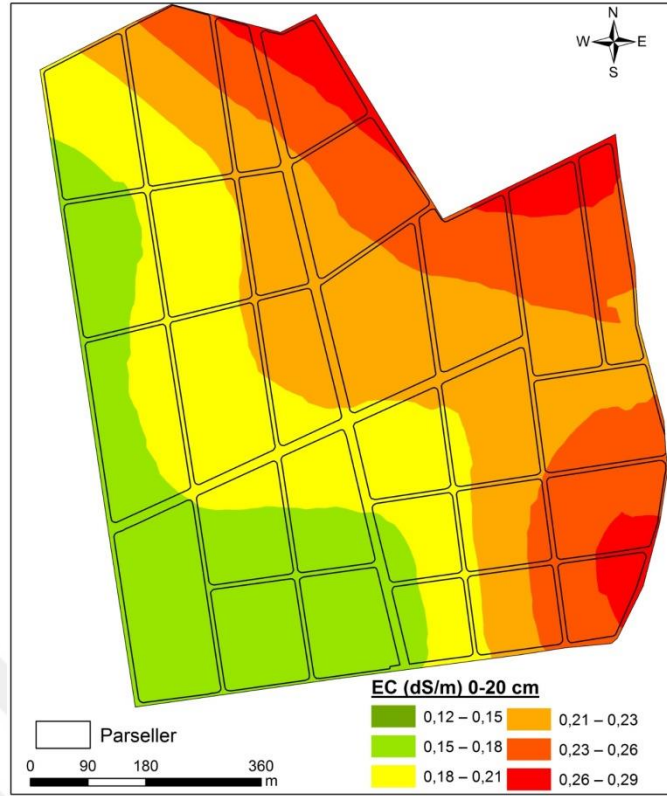
Toprakların kireç içeriklerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının analizi sonucu elde edilen kireç miktarları %4.77-%32.13 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre çalışma alanı toprakları “az kireçli ve çok fazla kireçli” arasında oldukça geniş yelpazede değişim göstermektedir. Çalışma alanı topraklarının %64.3’ü “fazla kireçli” ve %32.1’i “çok fazla kireçli” olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7). Çalışma alanının kireç değerlerinin alansal dağılımları Şekil 4.3’de verilmiştir. Heckman (2004), yüksek kireç içeriğine sahip toprakların pH’sının 7.8-8.2 arasında değiştiğini bildirmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının pH değerleri dağılım haritası

Çizelge 4.6. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının EC değerlerine göre sınıflandırılması

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirm e	Örnek Sayısı	%
EC (dSm ⁻¹)	0.0 - 2.0	Tuzsuz	56	100
	2.0 - 4.0	Hafif tuzlu	-	-
	4.0 - 6.0	Orta derecede tuzlu	-	-
	6.0 - 8.0	Tuzlu	-	-
	> 8.0	Çok tuzlu	-	-



Şekil 4.2. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının EC değerleri dağılım haritası

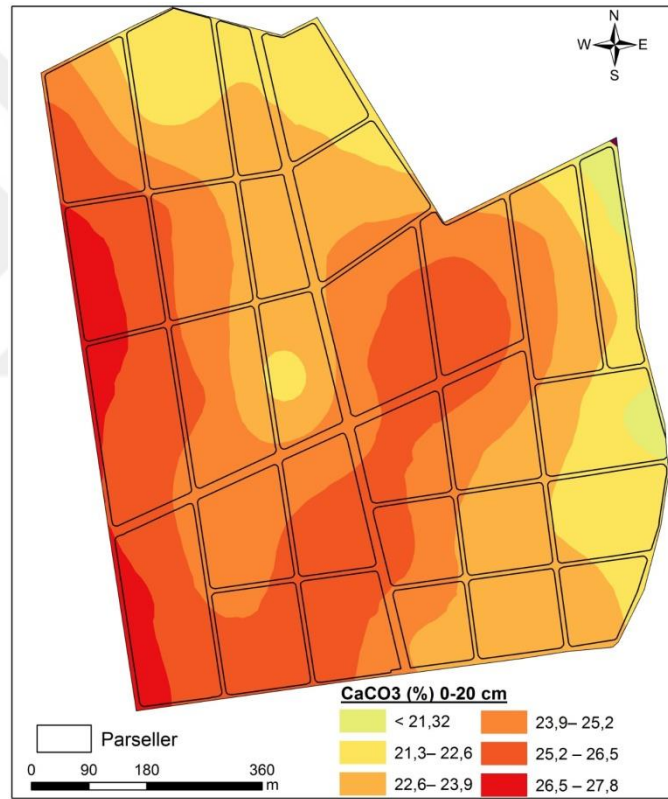
Çizelge 4.7. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kireç değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever, 1995)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
CaCO ₃ (%)	0.0 – 1.0	Çok az kireçli	-	-
	1.0 – 5.0	Az kireçli	1	1.80
	5.0 - 15.0	Orta derecede kireçli	1	1.80
	15.0 – 25.0	Fazla kireçli	36	64.30
	> 25.0	Çok fazla kireçli	18	32.10

4.2.1.4. Organik madde dağılımı

Organik madde, toprağa düşen bitkisel ve hayvansal maddeler ve bunların mineralizasyonu ile ortaya çıkan ürünler olarak tanımlanabilmektedir. Organik madde toprak yapısı için çok önemli bir faktördür. Toprakların fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapılarının belirlenmesi, toprak agregatlaşması, su tutma ve infiltrasyon kapasitesi gibi verimliliği belirleyen birçok özellikte önemli role sahiptir. Toprak organik maddesi, toprak mikroorganizmalarının besin kaynağı ve aynı zamanda bitki besin elementlerinde kaynağıdır.

Toprakların organik madde durumlarına göre sınıflandırılması Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının analizi sonucu elde edilen organik madde miktarları %0.32-%3.86 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Bu sonuçlara göre çalışma alanı toprakları organik madde değerleri “çok az ve iyi” arasında değişim göstermektedir. Sınıflandırma çizelgesine göre, çalışma alanının %48.2’sinin “çok az”, %39.3’ünün “az”, % 10.7’sinin “orta” ve % 1.8’inin ise “iyi” derecede organik maddeye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8). Çalışma alanının organik madde değerlerinin alansal dağılımları Şekil 4.4’de verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen %3.86 tek örnek olduğu için enterpolasyon işleminde dağılıma dahil edilmemiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kireç değerleri dağılım haritası

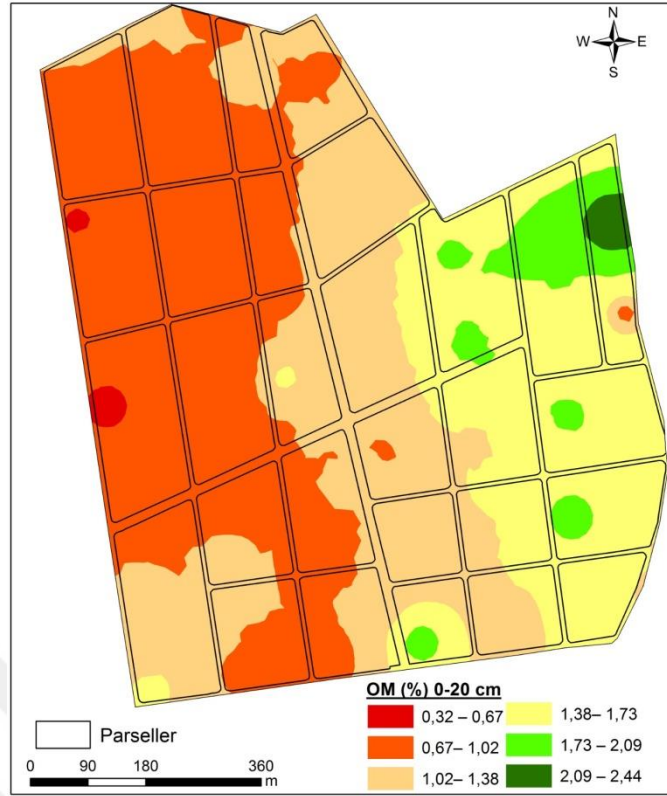
Çizelge 4.8. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının organik madde durumuna göre sınıflandırılması (Güçdemir, 2008)

Organik Madde(%)	Sınıflandırma	Örnek Sayısı	%
<1	Çok az	27	48.20
1-2	Az	22	39.30
2-3	Orta	6	10.70
3-4	İyi	1	1.80
>4	Yüksek	-	-

4.2.1.5. Tekstür özellikleri

Toprak tekstürü topraktaki kum, silt ve kilin birbirlerine göre nisbi oranlarını ifade eder ve toprağın en önemli fiziksel özelliğidir çünkü toprağın davranışsal özelliklerini belirler. Tekstür toprağın oluşum sürecini, toprağın su tutma kapasitesini, besin maddelerini bağlama, ısınma- soğuma, işlenme ve havalanma, toprak agregasyonu özelliklerini etkiler.

Çalışma alanı toprakları tekstür analiz sonuçlarına göre, %32.1'i kil-kumlu kil-siltli kil, yarıya yakın olarak %44.7'si killi tın-kumlu killi tın-siltli killi tın, %17.9'u çok ince kumlu tın-tın-siltli tın-silt ve %5.3'ü ise kumlu tın-ince kumlu tın sınıfına girmektedir (Çizelge 4.9).



Şekil 4.4. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının organik madde değerleri dağılım haritası

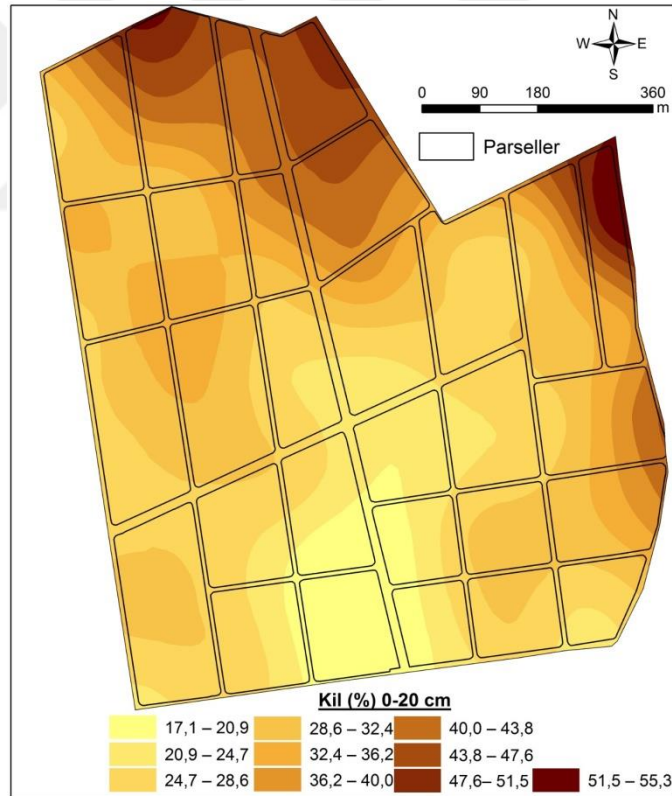
Çizelge 4.9. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının tekstür değerlerine göre sınıflandırılması

Tekstür Sınıfı	Örnek Sayısı	%
> %50 C, SC, SiC	18	32.10
CL, SCL, SiCL	25	44.70
vfSL, L, SiL, Si, < %50 C	10	17.90
SL, fSL	3	5.3
S, LS	-	-

CL: Killi Tın; SCL: Kumlu Killi Tın; vfSL: Çok İnce Kumlu Tın; L: Tın; C: Kil; SL: Kumlu Tın; fSL: İnce Kumlu Tın; S: Kum, LS: Tınlı Kum; SiCL: Siltli Killi Tın; SiL: Siltli Tın; Si: Silt, SC: Kumlu Kil; SiC: Siltli Kil.

Kil 0.002 mm'den daha küçük parçacıklardan oluştuğu için son derece yüksek bir yüzey alanına sahiptir. Toprakta kil fraksiyonu pek çok toprak özelliğini etkilemektedir. Yüzey alanı, katyon değişim kapasitesi ve besin maddelerinin tutulması ile bitkilerin beslenmesi üzerinde etkili olduğu gibi aynı zamanda şişme ve büzülme, su ve hava geçirgenliği, strüktür oluşumu gibi özellikleri de etkilemektedir. Dolayısıyla toprakta hem fiziksel hem de kimyasal özellikler için belirleyicidir (Aslan vd., 2016).

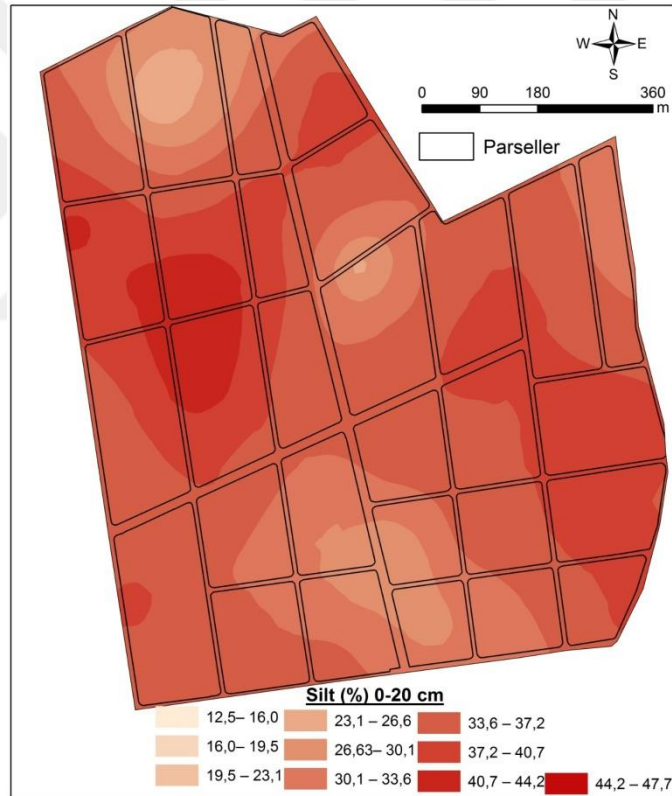
Çalışma alanı toprakları %32.1 kil-kumlu kil-siltli kil ve %44.7 killi tın-kumlu killi tın-siltli killi tın ile oldukça yüksek kil içeriğine sahiptir (Çizelge 4.9). Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kil miktarı %17.16- %55.33 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Çalışma alanı yüzey topraklarının kil fraksiyonları alansal dağılımı Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kil dağılım haritası

Silt 0.02-0.002 mm boyutundaki parçacıklardan oluşur. Bu parçacık boyutuyla kil fraksiyonu ile kum fraksiyonu arasında yer alır. Kil fraksiyonu hem fiziksel hem kimyasal özelliklerde aktifken silt fraksiyonu fiziksel özelliklerde daha aktiftir. Bunun yanında besin maddelerini tutması açısından kum fraksiyonuyla benzerlik gösterirken su tutma kapasitesi açısından kil fraksiyonuyla benzerlik gösterir.

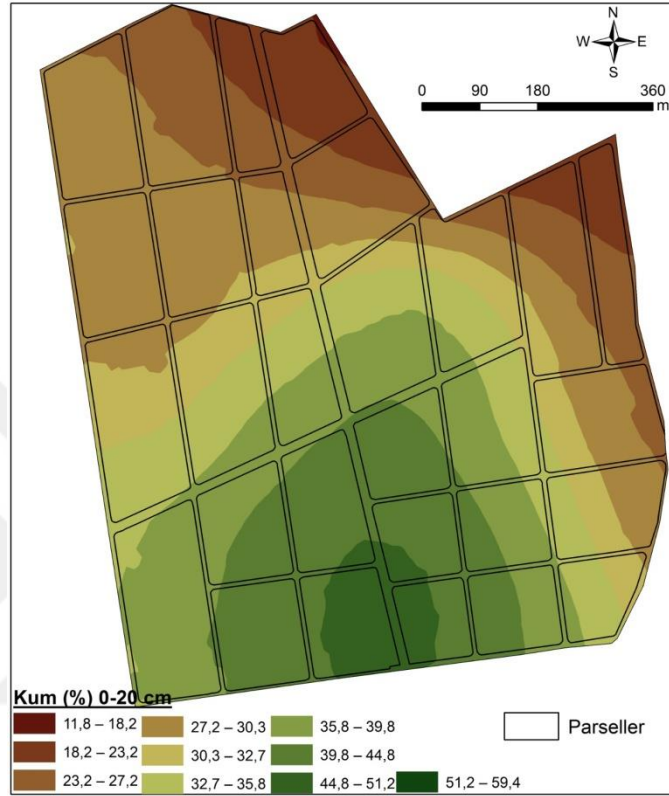
Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) toprakları %17.9 silt içeriğine sahiptir (Çizelge 4.9.). Yapılan analizler sonucu elde edilen değerlere göre alanda silt miktarı %9.53- %47.78 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Çalışma alanı yüzey topraklarının kil içeriği gibi silt içeriğinde yüksektir. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının silt miktarları alansal dağılımı Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının silt dağılım haritası

Tanecik çapı 0.2-2 mm arasında olan toprak parçacıklarıdır. Kil ve silt fraksiyonlarına göre daha büyük parçacıklardan oluştukları için yüzey alanı toplamaları nispeten daha küçüktür. Bu nedenle fiziksel ve kimyasal olarak çok etkili değildir. Topraktaki önemli etkinlikleri tanecikler arasında boşluklar oluşturarak hava ve su hareketini kolaylaştırmalarıdır.

Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarında yapılan analizler sonucu kum miktarı %11.83- %59.41 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Tekstür sınıflamasına göre çalışma alanı %5.3 kumlu tın-ince kumlu tın sınıfındadır (Çizelge 4.9). Çalışma alanı yüzey toprakları kum içeriklerinin alansal dağılımları Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kum dağılım haritası

4.2.1.6. Toplam azot dağılımı

Azot bitki gelişimi için önemli bir konumda olan, bitkiler tarafından en çok ihtiyaç duyulan makro besin elementidir. Dolayısıyla insan ve hayvan yaşamı için de önemlidir. Azotun doğadaki kaynağı atmosfer, topraktaki kaynağı ise organik maddedir (Müftüoğlu ve Demirer, 1998).

Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının yapılan analizleri sonucu elde edilen azot miktarları %0.05- %0.18 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Azot sınır değerleri sınıflandırılmasına göre çalışma alanı yüzey toprakları %21.4 “az”, %76.8 “yeterli”, %1.8 ise “fazla” sınıfında yer almaktadır (Çizelge 4.10). Çalışma alanı yüzey topraklarının azot miktarlarının alansal dağılımı Şekil 4.8’de verilmiştir.

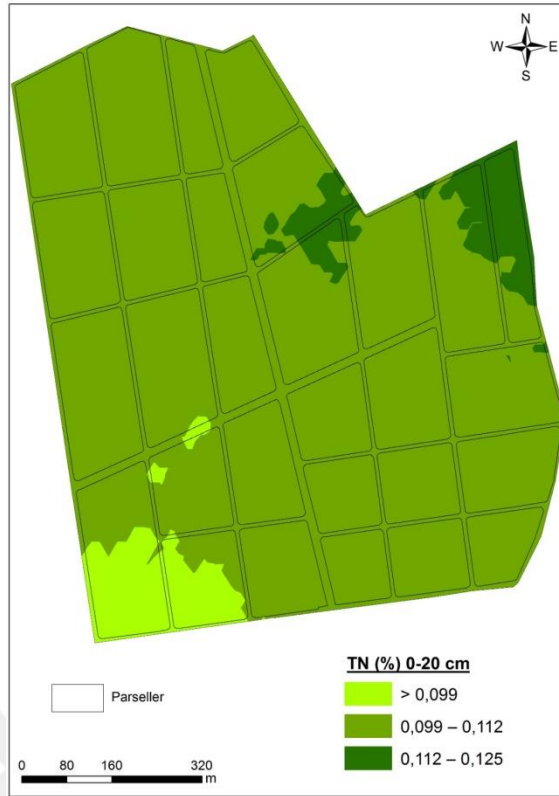
Çizelge 4.10. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının azot değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
N (%)	< 0.045	Çok az	-	-
	0.045 - 0.09	Az	12	21.40
	0.09 - 0.17	Yeterli	43	76.80
	0.17 - 0.32	Fazla	1	1.8
	> 0.32	Çok fazla	-	-

4.2.1.7. Alınabilir fosfor dağılımı

Diğer makro elementlerle karşılaştırıldığında hareketliliği düşüktür. Toprakta miktarı fazla olmasına karşın bitkilerin alabileceği yararlı miktarları azdır. Toprakta mineraller, kayalar ve organik maddenin yapısında bulunur. Bitki hayat döngüsü için önemli olan fosforun noksanlığında bitkide kök gelişimi olumsuz etkilenir ve dolayısıyla bitki gelişimi geriler. Noksanlık ayrıca çiçek, meyve, tohum gibi bitki organlarını da etkiler (Akbaş, 2012).

Çalışma alanı yüzey topraklarının analiz sonuçlarına göre alanın fosfor miktarları 3,5-98.33 mg kg⁻¹ değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Fosfor sınır değerleri sınıflandırmasına göre çalışma alanı yüzey topraklarının fosfor değerleri %42.9 “az”, %39.3 “yeterli”, %16.0 “fazla” ve %1.8 “çok fazla” sınıfına girmektedir (Çizelge 4.11). Çalışma alanının fosfor miktarlarının alansal dağılımı Şekil 4.9’da verilmiştir. Analizler sonucu elde edilen fosfor değerleri arasında 98.33mg kg⁻¹ değeri tek bir örneği temsil ettiği için enterpolasyon işlemi sırasında dağılım haritasına alınmamıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının azot dağılım haritası

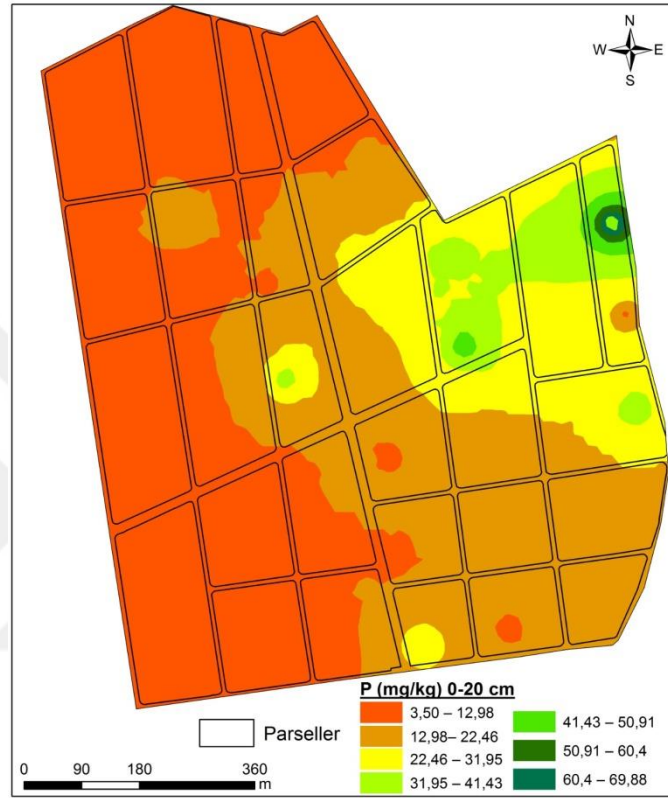
Çizelge 4.11. Çalışma alanı (0-20 cm) topraklarının fosfor değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
P (mg kg ⁻¹)	< 2.50	Çok az	-	-
	2.50 - 8.0	Az	24	42.9
	8.0 - 25.0	Yeterli	22	39.3
	25.0 - 80.0	Fazla	9	16.0
	> 80.0	Çok fazla	1	1.8

4.2.1.8. Değişebilir potasyum dağılımı

Toprakta potasyum kaynakları potasyum minerallerini içeren kayalardır. Potasyum bitkinin yatmaya ve hastalıklara karşı direncini artırdığı gibi bitki bünyesinde gerçekleşen birçok olayda da rol oynar. Eksikliğinde bitki gelişmesi geriler (Bolat ve Kara, 2017). Potasyum besin elementleri içerisinde azot ve fosfordan sonra üçüncü makro besin elementidir.

Çalışma alanı yüzey toprakları analiz sonuçlarına göre alanın potasyum değerleri $0.78 - 7.98 \text{ cmol kg}^{-1}$ arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Potasyum sınır değerlendirilmesi sınıflandırmasına göre çalışma alanı yüzey toprakları %78.60 “fazla” ve %21.40 “çok fazla” sınıfına girmektedir (Çizelge 4.12). Alanın potasyum değerlerinin alansal dağılımı Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının fosfor dağılım haritası

Çizelge 4.12. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının potasyum değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
K (cmol kg^{-1})	< 0.13	Çok az	-	-
	0.13 - 0.28	Az	-	-
	0.28 - 0.74	Yeterli	-	-
	0.74 - 2.56	Fazla	44	78.60
	> 2.56	Çok fazla	12	21.40

4.2.1.9. Değişebilir kalsiyum dağılımı

Toprakta kalsit, kireçtaşı, marn, dolomit, kalsiyumlu fosfatlar gibi mineraller ve anakayalar kalsiyum kaynaklarıdır. Kalsiyum bitkide hücre çeperlerini güçlendirir ve bitkinin çevresel streslere direncini artırır. Protein oluşumu ve karbonhidratların taşınmasında önemli rol oynar (Plaster, 1992; Çepel, 1996; Boşgelmez vd., 2001, Kacar ve Katkat, 2010). Granülasyonu artırarak toprak strüktürünü iyileştirir.

Çalışma alanı yüzey topraklarının analiz sonuçlarına göre kalsiyum değerleri 16.83-70.24 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Alanın toprakları kalsiyum sınır değerleri sınıflandırılmasına göre %1.8'i "yeterli", %87.5'i "fazla" ve %10.7'si "çok fazla" sınıfına girmektedir (Çizelge 4.13). Çalışma alanı yüzey topraklarının kalsiyum değerleri alansal dağılımları Şekil 4.11'de verilmiştir.

4.2.1.10. Değişebilir magnezyum dağılımı

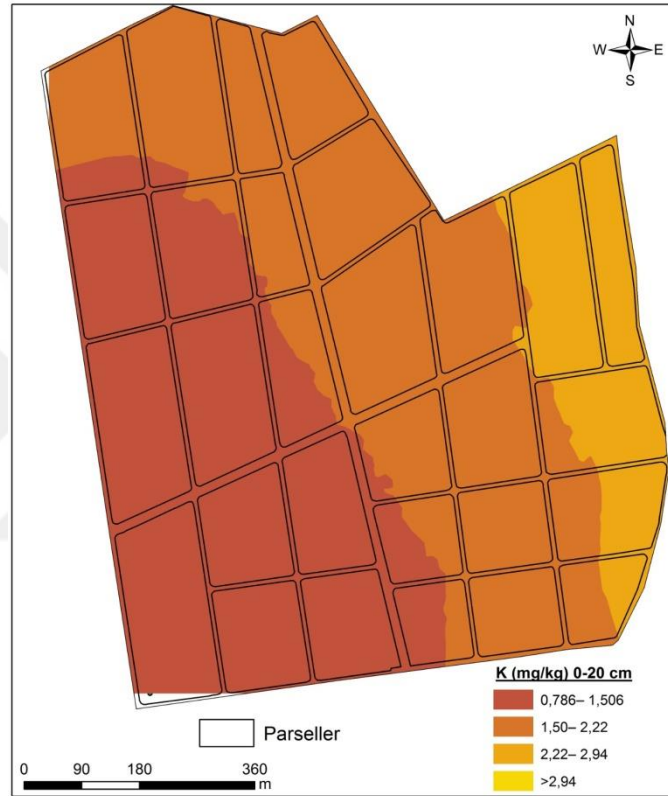
Magnezyum klorofilin merkez atomu olması nedeniyle bitkiler için hayati önemi olan besin elementidir. Eksikliğinde klorofil miktarı düşer ve fotosentez dolayısıyla bitki büyümesi geriler (Bolat ve Kara,2017). Toprakta magnezyum kaynakları hornblend, ojit, olivin, serpantin, dolomit gibi minerallerdir.

Çalışma alanı yüzey topraklarının magnezyum miktarları 1.25- 73.11 cmol kg⁻¹ arasında değiştiği Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Çalışma alanı yüzey topraklarının magnezyum sınır değerleri sınıflandırılmasına göre %3.60'ı "az", %30.30'u "yeterli" ve %66.10'u "çok fazla" sınıfına girmektedir (Çizelge 4.14). Sınıflandırmada "çok az" ve "fazla" sınıflarında örnek görülmemiştir. Çalışma alanı yüzey topraklarının magnezyum değerlerine ait alansal dağılımlar Şekil 4.12'de verilmiştir.

4.2.1.11. Değişebilir sodyum dağılımı

Sodyumun toprakta fazla bulunması toprağın su iletimini azaltır. Agregat oluşumu ve agregat stabilitesini olumsuz etkiler (İlay ve Kavdır, 2017). Bu olumsuz etkileri nedeniyle toprakta belli bir miktarın üzerindeki varlığı istenilen bir durum değildir. Bunun yanında bitki bünyesinde enzim faaliyetlerinde etkilidir.

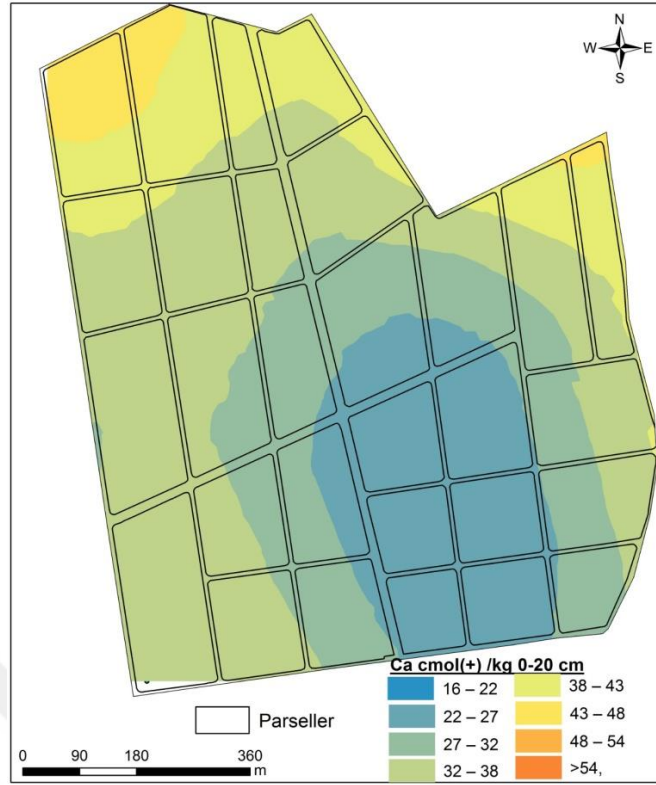
Çalışma alanı yüzey toprakları analiz sonuçlarına göre sodyum miktarları 0.05 - 1.79 cmol kg^{-1} değerleri arasında bulunmaktadır. Sodyum sınır değerleri sınıflandırmasına göre çalışma alanı topraklarında sadece 8 örnek %14.30 ile 0.0-0.20 arasında, 14 örnek %25.00 ile 0.21-0.30 arasında, 25 örnek %44.60 ile 0.31-0.70 arasında ve 9 örnek %16.10 ile 0.71-2.0 arasında yer almaktadır (Çizelge 4.15). Yapılan analiz sonuçlarına göre “çok yüksek” sınıfına ait örnek çıkmamıştır. Çalışma alanı yüzey toprakları sodyum değerlerinin alansal dağılımları Şekil 4.13’te verilmiştir.



Şekil 4.10. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının potasyum dağılım haritası

Çizelge 4.13. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kalsiyum değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

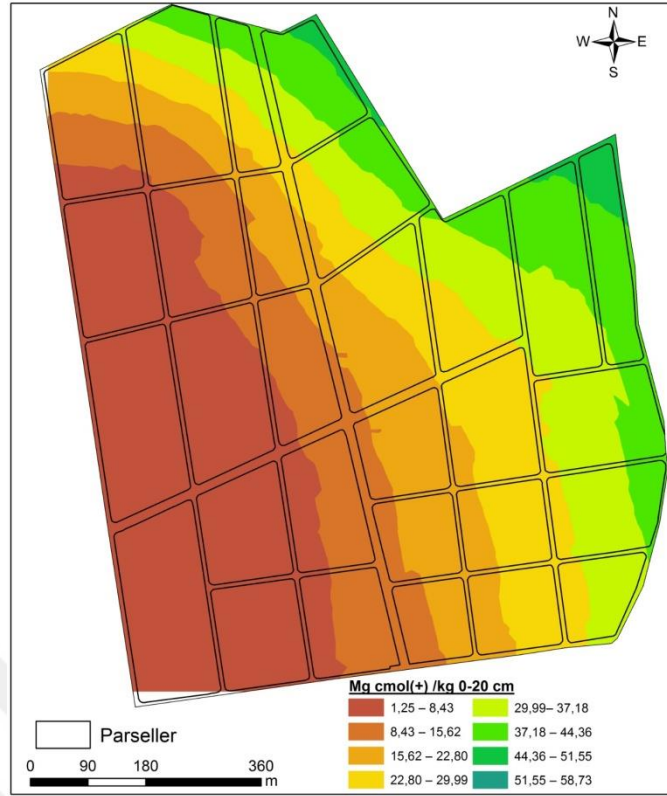
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Ca (cmol kg^{-1})	< 1.19	Çok az	-	-
	1.19 - 5.75	Az	-	-
	5.75 - 17.50	Yeterli	1	1.80
	17.50 - 50.0	Fazla	49	87.50
	> 50.0	Çok fazla	6	10.70



Şekil 4.11. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının kalsiyum dağılım haritası

Çizelge 4.14. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının magnezyum değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

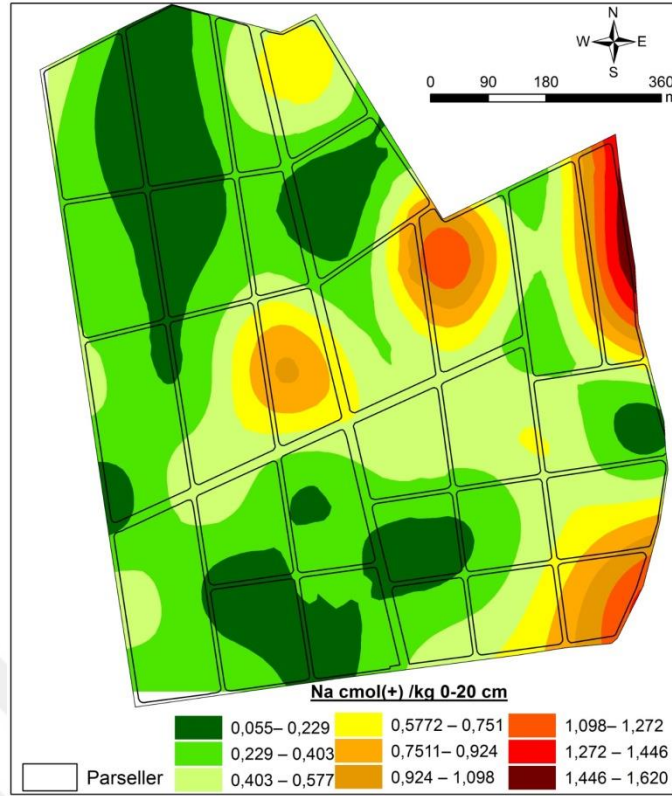
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Mg (cmol kg⁻¹)	< 0.42	Çok az	-	-
	0.42 - 1.33	Az	2	3.60
	1.33 - 4.0	Yeterli	17	30.30
	4.0 - 12.50	Fazla	-	-
	> 12.50	Çok fazla	37	66.10



Şekil 4.12. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının magnezyum dağılım haritası

Çizelge 4.15. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının sodyum değerlerine göre sınıflandırılması

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Örnek Sayısı	%
Na (cmol kg ⁻¹)	0.0 - 0.20	8	14.30
	0.21 - 0.30	14	25.00
	0.31 - 0.70	25	44.60
	0.71 - 2.0	9	16.10
	> 2.0	-	-



Şekil 4.13. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının sodyum dağılım haritası

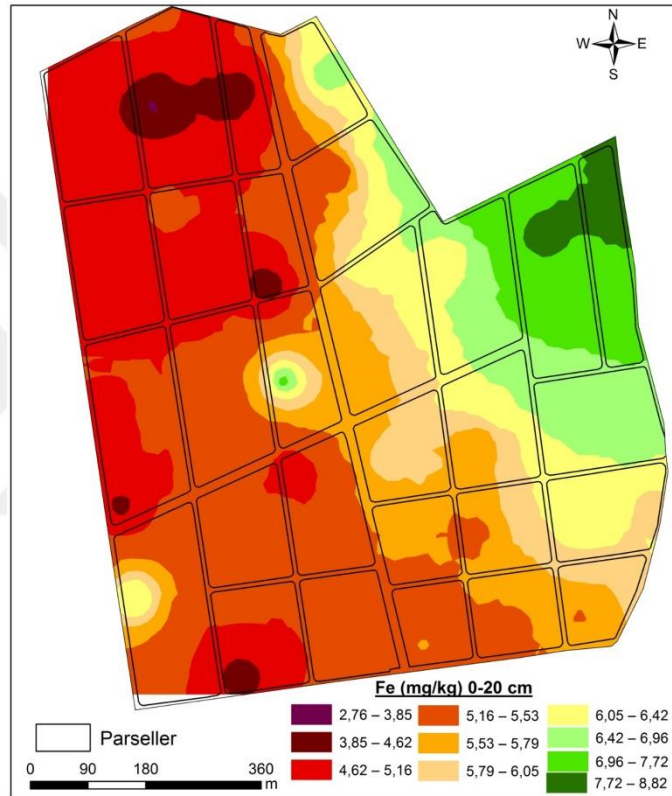
4.2.1.12. Alınabilir demir dağılımı

Topraktaki demir kaynakları hornblend, ojit, olivin gibi demir içeren minerallerdir. Demir toprakta fosfat, karbonat, oksit ve hidroksit formlarında bulunur. Demir hangi formda olursa olsun bitkiler tarafından Fe^{+2} formuna dönüşmeden kullanılamaz. Bitkilerde önemli fizyolojik işlevlerde görev alan ve bitki bünyesinde gerçekleşen birçok tepkimede katalizör görevi yapan enzimlerin aktivasyonunda etkilidir.

Çalışma alanı yüzey topraklarının analizi sonucu sınıflandırmasına göre alanın %14.30'u demir içeriği bakımından “fazla” ve %85.70'i demir içeriği bakımından “çok fazla” sınıfına girmektedir (Çizelge 4.16). Çizelge 4.1'deki sonuçlara göre ise çalışma alanı yüzey toprakları demir miktarlarının 2.76 mg kg^{-1} – 36.02 mg kg^{-1} değerleri arasında değişmekte olduğu görülmüştür. Demir miktarları alansal dağılımları Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının demir değerlerine göre sınıflandırılması

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Fe (mg kg ⁻¹)	< 0.20	Çok az	-	-
	0.20 - 1.0	Az	-	-
	1.0 - 2.0	Yeterli	-	-
	2.0 - 4.50	Fazla	8	14.30
	> 4.50	Çok fazla	48	85.70



Şekil 4.14. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının demir dağılım haritası

4.2.1.13. Alınabilir bakır dağılımı

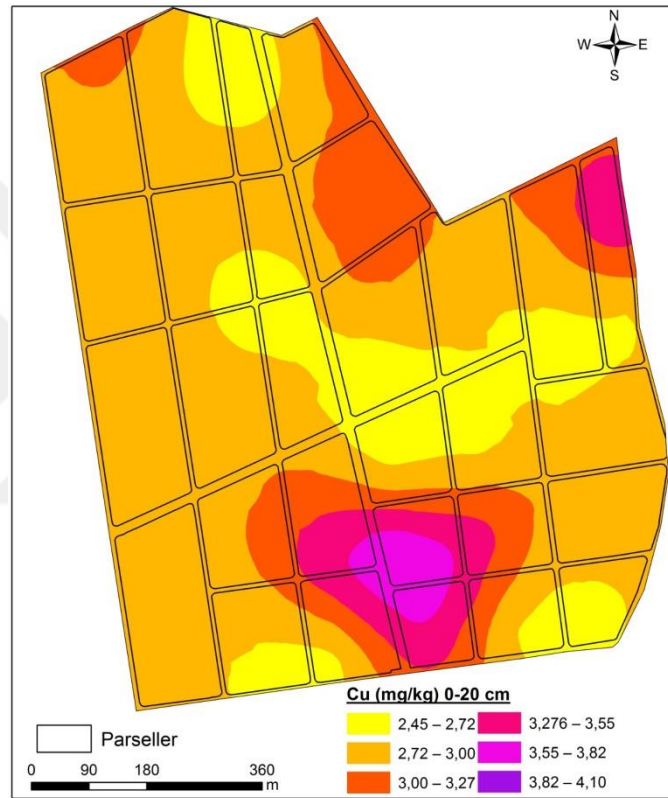
Toprakta organik maddeler tarafından veya demir oksitler veya mangan oksitler tarafından tutulmuş olarak bulunur (Sönmez vd., 2006). Bitkide fotosentez, solunum ve protein sentezi gibi önemli faaliyetlerde görevlidir.

Çalışma alanı yüzey topraklarının analiz sonuçları incelendiğinde 1.90 mg kg⁻¹ – 11.19 mg kg⁻¹ değerleri arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.1). Bu sonuçlara

göre çalışma alanı topraklarının tamamı “yeterli” miktarda bakır içermektedir (Çizelge 4.17). Bakır değerlerinin alansal dağılım haritası Şekil 4.15’te verilmiştir.

Çizelge 4.17. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının bakır değerlerine göre sınıflandırılması (Follet, 1969; Follet ve Lindsay, 1978)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Cu (mg kg ⁻¹)	> 0.20	Yeterli	56	100
	< 0.20	Yetersiz	-	-



Şekil 4.15. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının bakır dağılım haritası

4.2.1.14. Alınabilir çinko dağılımı

Çinko toprakta organik maddede, oksitler halinde, kil minerallerinde adsorbe olarak, silikat minerallerinde, magmatit, metamorfitlelerde, çinko sülfür formunda, bazı ametallerle sülfatlar şeklinde bulunur (Bolat ve Kara, 2017). Bitkide bazı enzimlerin yapısında ve aktivasyonunda görevlidir. Eksikliğinde bitkideki klorofil miktarı büyük oranda azalır.

Çalışma alanı yüzey toprakları analiz sonuçları incelendiğinde çinko değerleri 0.52 mg kg⁻¹ – 5.75 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Sınıflandırma değerlerine göre alanın %17.90'ı “az”, %76.80'i “yeterli” ve %5.3'ü “fazla” sınıfına girmektedir (Çizelge 4.18). Çalışma alanının çinko değerlerinin alansal dağılımı Şekil 4.16'da verilmiştir.

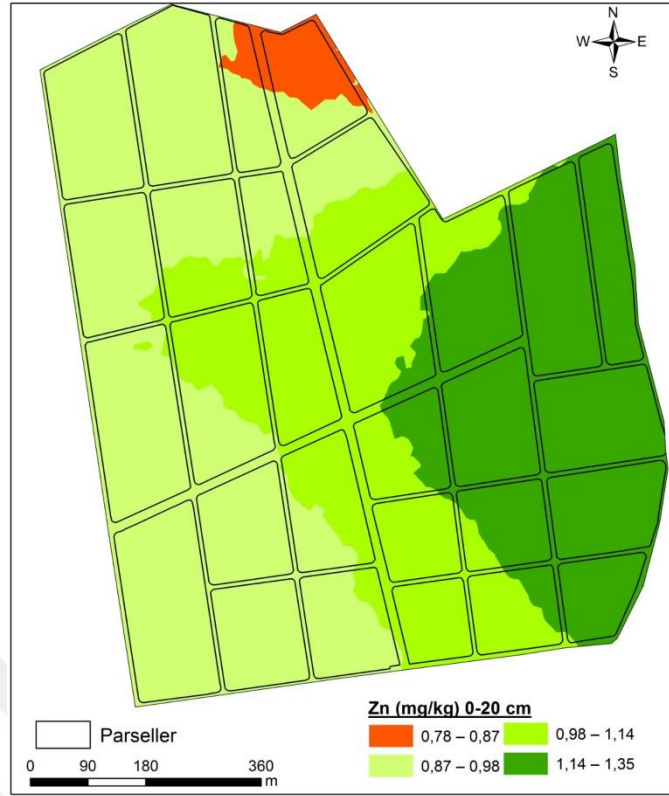
4.2.1.15. Alınabilir mangan dağılımı

Mangan toprakta bazı primer ve sekonder minerallerin yapısında yer alır ve en önemli kaynağı silikat mineralleridir. Bitkide hayati önem taşıyan bazı enzimlerin aktivasyonunda görev alır. Klorofil sentezinde görev alır. Noksanlığında bitki bodur kalır.

Yüzey topraklarında mangan analiz sonuçlarının yer aldığı Çizelge 4.1'e bakıldığında mangan değerlerinin 20.78 mg kg⁻¹ – 42.30 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Mangan değerlerine göre sınıflandırmanın bulunduğu Çizelge 4.19. incelendiğinde ise tüm örneklerin “yeterli” derecede mangan içerdiği görülmektedir. Mangan değerlerinin alansal dağılımı Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının çinko değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

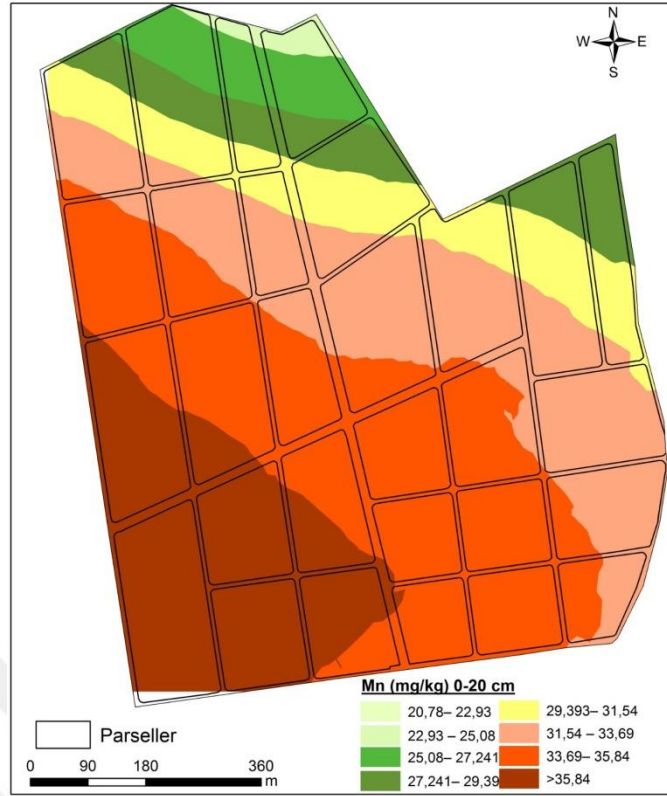
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Zn (mg kg ⁻¹)	< 0.20	Çok az	-	-
	0.20 - 0.70	Az	10	17.90
	0.70 - 2.40	Yeterli	43	76.80
	2.40 - 8.0	Fazla	3	5.3
	> 8.0	Çok fazla	-	-



Şekil 4.16. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının çinko dağılım haritası

Çizelge 4.19. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının mangan değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Mn (mg kg⁻¹)	< 4.0	Çok az	-	-
	4.0 - 14.0	Az	-	-
	14.0 - 50.0	Yeterli	56	100
	50.0 - 170.0	Fazla	-	-
	> 170.0	Çok fazla	-	-



Şekil 4.17. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının mangan dağılım haritası

4.2.2. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin konumsal dağılımları

4.2.2.1. Toprak reaksiyonu (pH) dağılımı

Yüzey altı toprak örneklerinin ölçüm değerlerine göre pH değerleri 8.03 ile 8.39 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Buna göre yüzey altı toprakları da yüzey toprakları gibi %100 “hafif alkali” özellik göstermektedir (Çizelge 4.20). Toprak örneklerinin pH değerlerinin alansal dağılımları Şekil 4.18’de verilmiştir. Bitki besin elementlerinin elverişliliğinin 6.5 – 7.5 arasında en elverişli olduğu göz önüne alınırsa alanın pH değerleri düşünülerek gübreleme yapılmalı ve yine bu durum göz önüne alınarak uygun münavebe programı uygulanmalıdır.

Çizelge 4.20. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının pH değerlerine göre sınıflandırılması (Eyüpoğlu,1999)

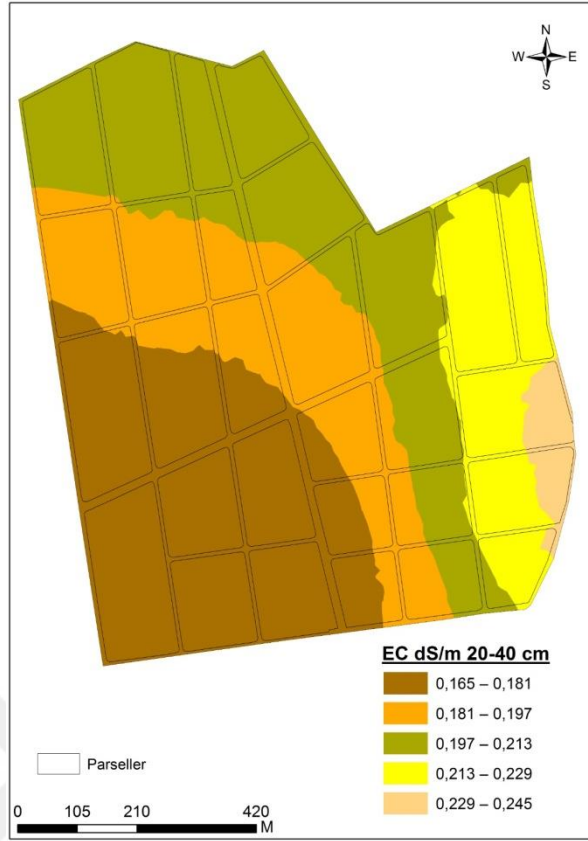
pH Aralığı	Sınıfı	Örnek Sayısı	%
<4,5	Kuvvetli Asit	-	-
4,5-5,5	Orta Asit	-	-
5,5-6,5	Hafif Asit	-	-
6,5-7,5	Nötr	-	-
7,5-8,5	Hafif Alkali	56	100
>8,5	Kuvvetli Alkali	-	-

4.2.2.2. Elektriksel iletkenlik (EC) dağılımı

Yüzey altı topraklarının EC değerleri 0.13 ile 0.39 dS m⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.). Çizelge 4.21.'e göre yüzey altı toprakları da yüzey toprakları gibi % 100 “tuzsuz” özellik göstermektedir. EC değerlerinin alansal dağılımı Şekil 4.19.'da verilmiştir. Yüzey altı topraklarının EC değerlerinin alansal dağılımının yüzey topraklarıyla neredeyse aynı olduğu görülmektedir (Şekil 4.2.). Alanın bitkisel üretim açısından tuzluluk problemi olmadığı görülmüştür. Tuzluluk problemi yaşanmaması için aşırı sulama ve gübrelemeden kaçınılmalıdır.

4.2.2.3. Kireç (CaCO₃) dağılımı

Yüzey altı topraklarının analiz sonuçlarına göre kireç değerleri %5.78 ile %34.27 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Bu sonuçlar değerlendirildiğinde yüzey altı topraklarının %5.40'ı “orta derecede kireçli”, %57.10'u “fazla kireçli” ve %37.50'si “çok fazla kireçli” sınıfına girmektedir (Çizelge 4.22). Kireç değerlerinin alansal dağılımı Şekil 4.20'de verilmiştir. Alanın yüzey ve yüzey altı topraklarının kireç içeriğindeki yükseklik ana materyalin izlerini taşımaktadır.



Şekil 4.19. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının EC dağılım haritası

Çizelge 4.21. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının EC değerlerine göre sınıflandırılması

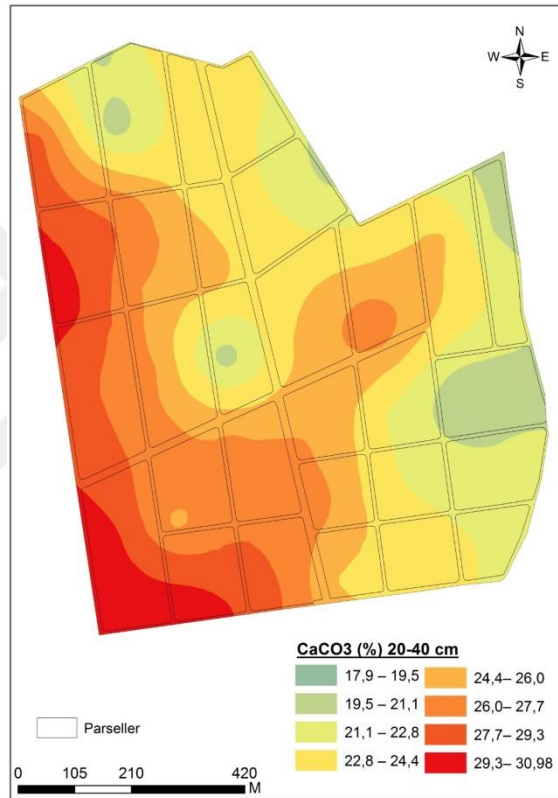
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
EC (dS m ⁻¹)	0.0 - 2.0	Tuzsuz	56	100
	2.0 - 4.0	Hafif tuzlu	-	-
	4.0 - 6.0	Orta derecede tuzlu	-	-
	6.0 - 8.0	Tuzlu	-	-
	> 8.0	Çok tuzlu	-	-

4.2.2.5. Tekstür özellikleri

Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının %96.40'ı killi bünyeye sahipken, %3.60'ı tın-siltli tın-silt sınıfına girmektedir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.22. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kireç değerlerine göre sınıflandırılması

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
CaCO₃ (%)	0.0 - 1.0	Çok az kireçli	-	-
	1.0 - 5.0	Az kireçli	-	-
	5.0 - 15.0	Orta derecede kireçli	3	5.40
	15.0 - 25.0	Fazla kireçli	32	57.10
	> 25.0	Çok fazla kireçli	21	37.50



Şekil 4.20. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kireç dağılım haritası

Çizelge 4.23. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının organik madde değerlerine göre sınıflandırılması (Güçdemir, 2008)

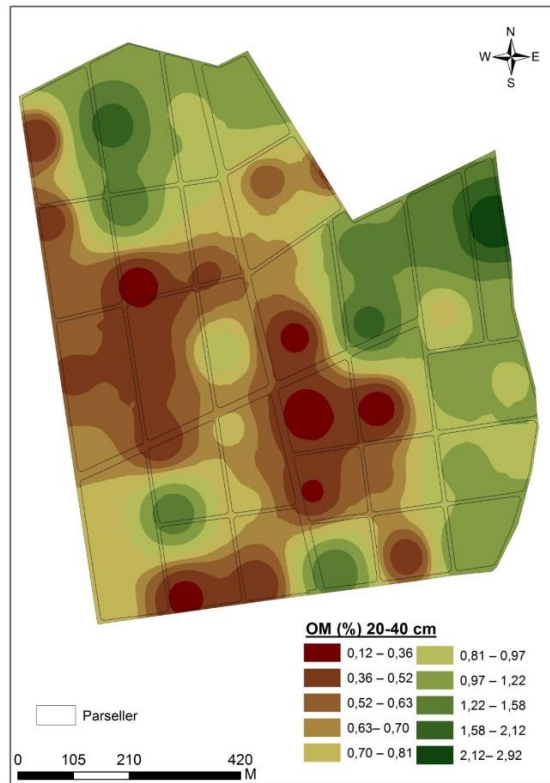
Organik Madde(%)	Sınıflandırma	Örnek Sayısı	%
<1	Çok az	32	57.10
1-2	Az	22	39.30
2-3	Orta	2	3.60
3-4	İyi	-	-
>4	Yüksek	-	-

Çizelge 4.24. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) toprak özelliklerinin tekstür değerlerine göre sınıflandırılması

Tekstür Sınıfı	Örnek Sayısı	%
> %50 C, SC, SiC	41	73.20
CL, SCL, SiCL	13	23.20
vfSL, L, SiL, Si, < %50 C	2	3.60
SL, fSL	-	-
S, LS	-	-

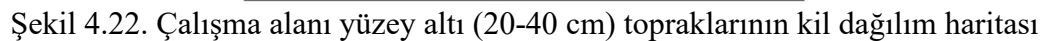
CL: Killi Tın; SCL: Kumlu Killi Tın; vfSL: Çok İnce Kumlu Tın; L: Tın; C: Kil; SL: Kumlu Tın; fSL: İnce Kumlu Tın; S: Kum, LS: Tınlı Kum; SiCL: Siltli Killi Tın; SiL: Siltli Tın; Si: Silt, SC: Kumlu Kil; SiC: Siltli Kil.

Çalışma alanı yüzey altı topraklarının analizi sonucu elde edilen değerlere göre kil miktarları %19.25 – %55.94 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Alanın toprakları %73.20 kil-kumlu kil-siltli kil ve %23.20 killi tın-kumlu killi tın-siltli killi tın sınıfındadır (Çizelge 4.24). Yüzey altı toprakları yüzey topraklarına göre daha fazla kil içermektedir (Çizelge 4.9). Çalışma alanı toprakları genel olarak ince bünyeye sahiptir ve alanın kil miktarının güney bölümden kuzeye doğru gidildikçe artmakta olduğu görülmüştür. Yüzey altı topraklarının kil miktarlarının alansal dağılımları Şekil 4.22’de verilmiştir.



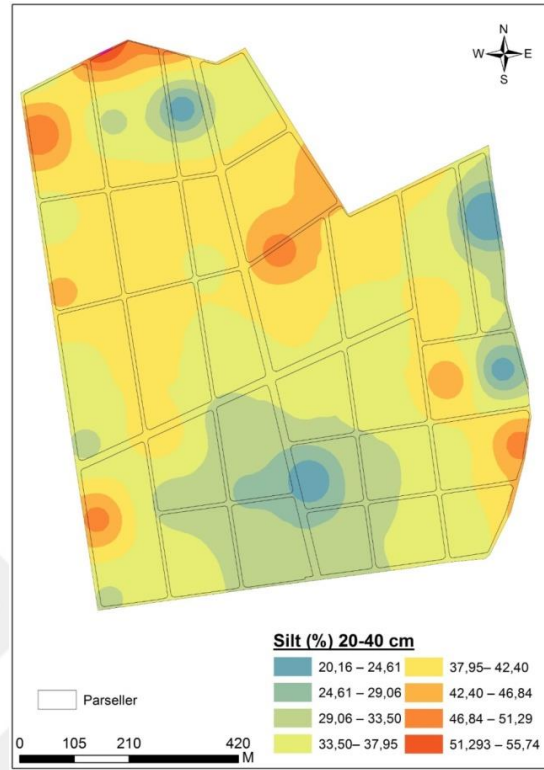
Şekil 4.21. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının organik madde dağılım haritası

Çalışma alanı yüzey altı topraklarının analizleri sonucu elde edilen değerlere göre kum miktarları %6.45 - %64.61 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Yüzey altı toprakları yüzey topraklarına göre daha az kum fraksiyonu içermektedir (Çizelge 4.9). Yüzey altı topraklarının kum fraksiyonu alansal dağılımı Şekil 4.24'te verilmiştir.

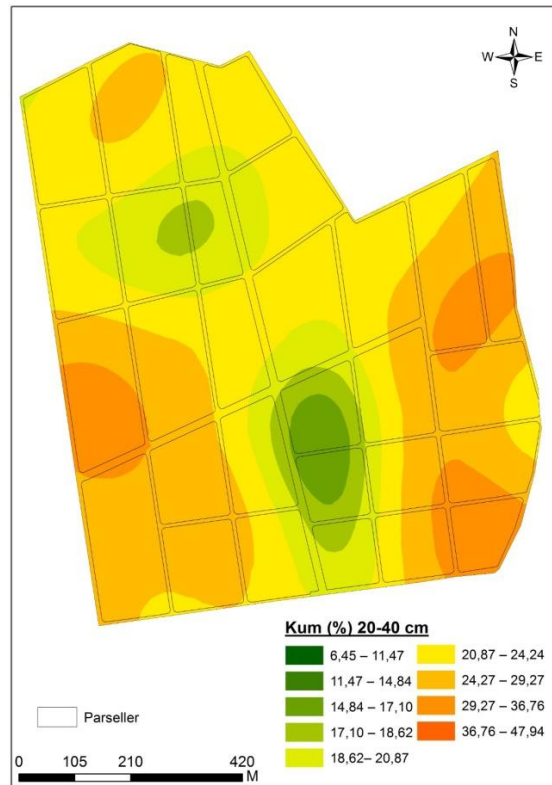


Çalışma alanı yüzey altı topraklarının analizler sonucu elde edilen değerler incelendiğinde azot miktarları %0.04 ile %0.15 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.2). Toprakların azot değerlerine göre sınıflandırma çizelgesini incelediğimizde ise %1.80 “çok az”, %51.80 “az” ve %46.40 “yeterli” sınıfında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25). Yüzey altı topraklarının azot değerlerinin yüzey

topraklarına göre daha düşük olduğu gör÷lmektedir (Çizelge 4.10). Yüzey altı topraklarının azot dağılım haritası Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.23. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının silt dağılım haritası



Şekil 4.24. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kum dağılım haritası

Çizelge 4.25. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının azot değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

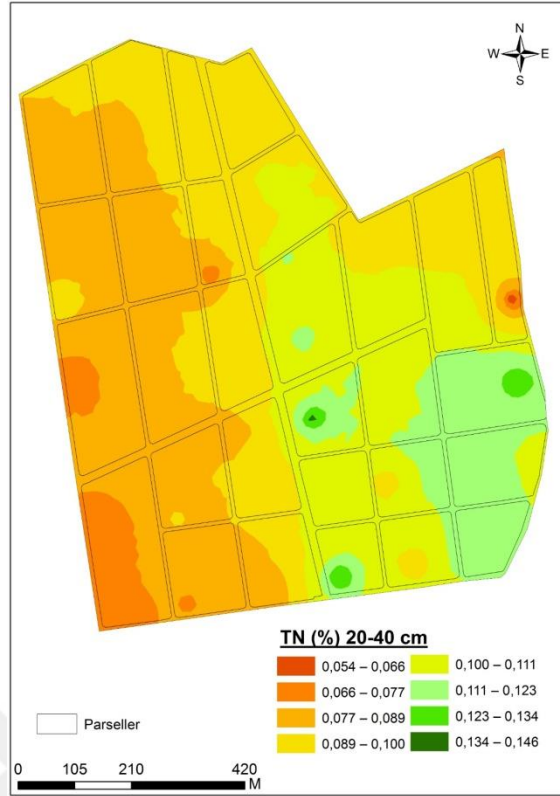
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
N (%)	> 0.045	Çok az	1	1.80
	0.09 - 0.045	Az	29	51.80
	0.09 - 0.17	Yeterli	26	46.40
	0.32 - 0.17	Fazla	-	-
	> 0.32	Çok fazla	-	-

4.2.2.7. Alınabilir fosfor dağılımı

Çalışma alanı yüzey altı topraklarının fosfor değerlerinin 1.83 – 76.83 mg kg⁻¹ arasında değiştiği Çizelge 4.2’de verilmiştir. Fosfor miktarlarının sınıflandırıldığı Çizelge 4.26. incelendiğinde toprak örneklerinin %3.60’ının “çok az”, %67.80’inin “az”, %26.80’inin “yeterli” ve %1.80’inin “fazla” sınıfına girdiği görülmektedir. Çalışma alanı yüzey altı toprak örneklerinin yüzey toprak örneklerine göre daha az fosfor içerdiği belirlenmiştir. Fosfor alansal dağılım deseninin her iki derinlik için benzer olduğu görülmüştür (Şekil 4.9). Yüzey örneklerinin fosfor miktarındaki nisbi farklılık alandaki tarımsal faaliyetlere bağlanabilir. Fosfor miktarlarının alansal dağılımı Şekil 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının fosfor değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

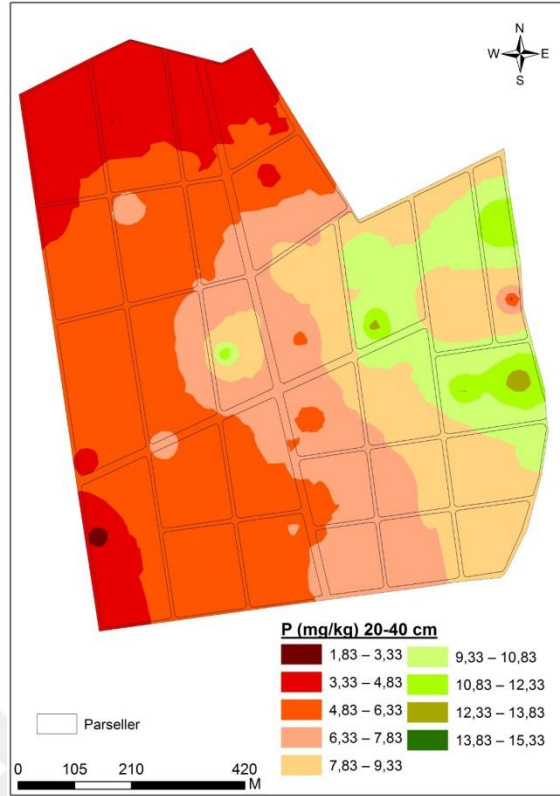
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
P (mg kg ⁻¹)	< 2.50	Çok az	2	3.60
	2.50 - 8.0	Az	38	67.80
	8.0 - 25.0	Yeterli	15	26.80
	25.0 - 80.0	Fazla	1	1.8
	> 80.0	Çok fazla	-	-



Şekil 4.25. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının azot dağılım haritası

4.2.2.8. Değişebilir potasyum dağılımı

Çalışma alanı yüzey altı topraklarının analiz sonuçlarına göre potasyum miktarları $0.78 \text{ cmol kg}^{-1}$ ile $8.10 \text{ cmol kg}^{-1}$ arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Sınıflandırma çizelgesine göre yüzey altı toprakları potasyum içeriklerine göre %98.20 “fazla” ve %1.80 “çok fazla” sınıfında yer almaktadır. “Çok az”, “az” ve “yeterli” sınıflarında hiçbir örnek belirlenmemiştir (Çizelge 4.27). Çalışma alanı topraklarının potasyum açısından sıkıntılı olmadığı belirlenmiştir. Alanın potasyum dağılım haritası Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.26. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının fosfor dağılım haritası

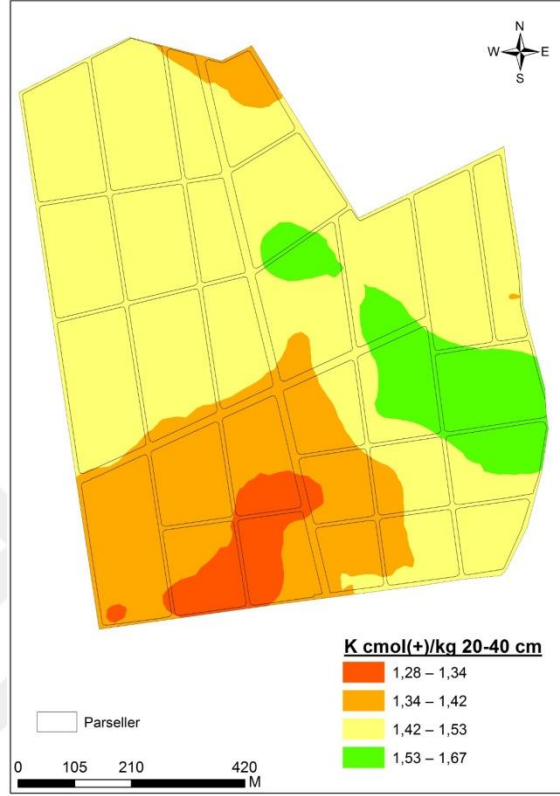
Çizelge 4.27. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının potasyum değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
K (cmol kg ⁻¹)	< 0.13	Çok az	-	-
	0.13 – 0.28	Az	-	-
	0.28 – 0.74	Yeterli	-	-
	0.74 – 2.56	Fazla	55	98.20
	> 2.56	Çok fazla	1	1.80

4.2.2.9. Değişebilir kalsiyum dağılımı

Çalışma alanı yüzey altı topraklarının kalsiyum değerleri 27.13 cmol kg⁻¹ ile 59.58 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Yapılan analizler sonucu elde edilen değerler incelendiğinde yüzey altı topraklarının %91.10'unun "fazla" ve %8.90'ının ise "çok fazla" kalsiyum içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.28). Çizelge 4.28 incelendiğinde yüzey altı topraklarının "çok az", "az" ve "yeterli" sınıfında kalsiyum içermediği tespit edilmiştir. Kalsiyum miktarlarının alansal dağılım haritası Şekil

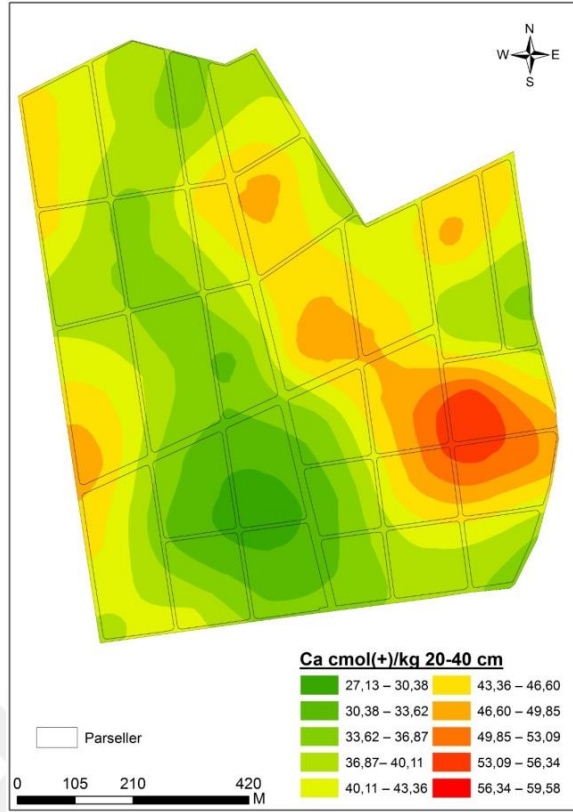
4.28’de verilmiştir. Hem yüzey hem de yüzey altı toprakları oldukça fazla kalsiyum içermektedir. Bunun nedeni alanın jeolojik yapısını oluşturan kireç taşlarının ayrışma ürünlerini içermesidir.



Şekil 4.27. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının potasyum dağılım haritası

Çizelge 4.28. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kalsiyum değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Ca (cmol kg ⁻¹)	< 1.19	Çok az	-	-
	1.19 - 5.75	Az	-	-
	5.75 - 17.50	Yeterli	-	-
	17.50 - 50.0	Fazla	51	91.10
	> 50.0	Çok fazla	5	8.90



Şekil 4.28. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının kalsiyum dağılım haritası

4.2.2.10. Değişebilir magnezyum dağılımı

Örnekleme alanında yüzey altı toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda magnezyum miktarları $1.14 - 8.59 \text{ cmol kg}^{-1}$ değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Bu değerlere göre sınıflandırma yapıldığında yüzey altı topraklarının %3.60'ı “az”, %60.70'i “yeterli” ve % 35.70'i ise “fazla” sınıfında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.29). Yüzey altı topraklarının magnezyum dağılım haritası Şekil 4.29'da verilmiştir. Hem yüzey hem de yüzey altı topraklarına ait dağılım haritası incelendiğinde birbiriyle hemen hemen örtüştüğü görülmektedir (Şekil 4.12). Alanın en batı tarafında en yüksek magnezyum miktarları dağılımı görülmektedir.

Çizelge 4.29. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının magnezyum değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Mg (cmol kg⁻¹)	< 0.42	Çok az	-	-
	0.42 – 1.33	Az	2	3.60
	1.33 – 4.0	Yeterli	34	60.70
	4.0 – 12.50	Fazla	20	35.70
	> 12.50	Çok fazla	-	-

4.2.2.11. Değişebilir sodyum dağılımı

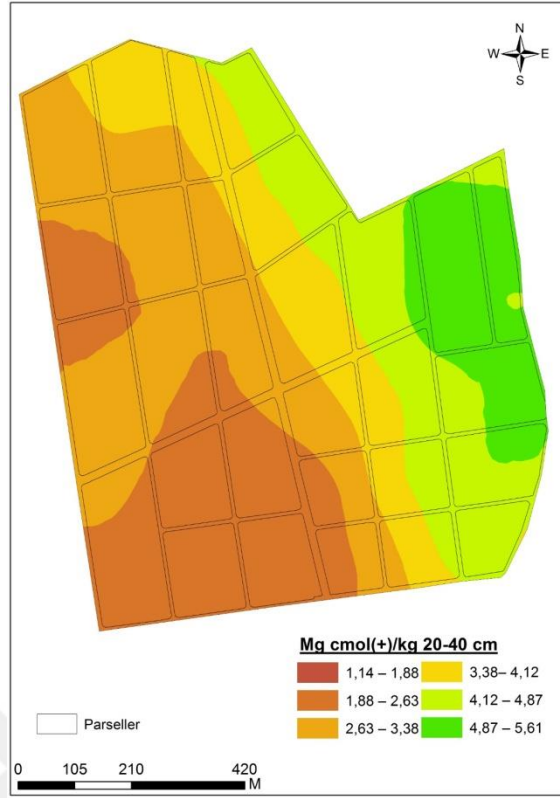
Çalışma alanı yüzey altı toprak örneklerinin sodyum değerleri 1.07 – 3.37 cmol kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Yapılan analiz sonuçlarına göre yüzey altı topraklarının 41 örnekle %73.20’si 0.71-2.0 değerleri arasında ve 15 örnekle %26.80’i 2.0 değerinden büyük sınır değerlerine denk gelmektedir (Çizelge 4.30). Sodyum dağılım haritası Şekil 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının sodyum değerlerine göre sınıflandırılması

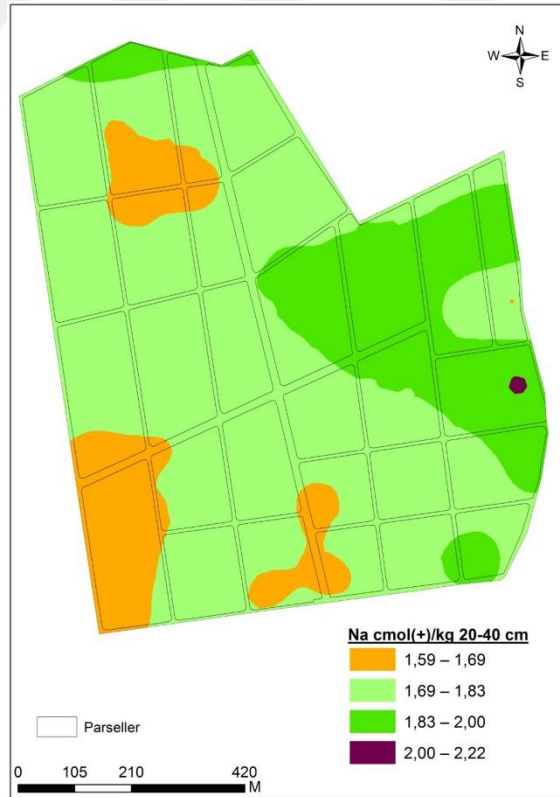
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Örnek Sayısı	%
Na (cmol kg⁻¹)	0 - 0.20	-	-
	0.21 - 0.30	-	-
	0.31 - 0.70	-	-
	0.71 – 2.0	41	73.20
	> 2.0	15	26.80

4.2.2.12. Alınabilir demir dağılımı

Örnekleme alanının yüzey altı topraklarının demir içerikleri 3.23 ile 51.46 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Analizler sonucu elde edilen değerlere göre yapılan sınıflandırma sonucu yüzey altı topraklarının %96.40’ı “çok fazla” demir içerirken, %3.60’lık kısmı “fazla” sınıfına girmektedir (Çizelge 4.31). Sınıflandırma çizelgesinin “çok az”, “az” ve “yeterli” sınıfına hiçbir örnek bulunmamaktadır. Yüzey altı topraklarına ait demir dağılım haritası Şekil 4.31’de verilmiştir. Alanın özellikle kuzey doğusu oldukça yüksek demir içeriğine sahipken alanın tamamının da demir içeriği açısından yeterli ve yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür (Şekil 4.31).



Şekil 4.29. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının magnezyum dağılım haritası



Şekil 4.30. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının sodyum dağılım haritası

Çizelge 4.31. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının demir değerlerine göre sınıflandırılması

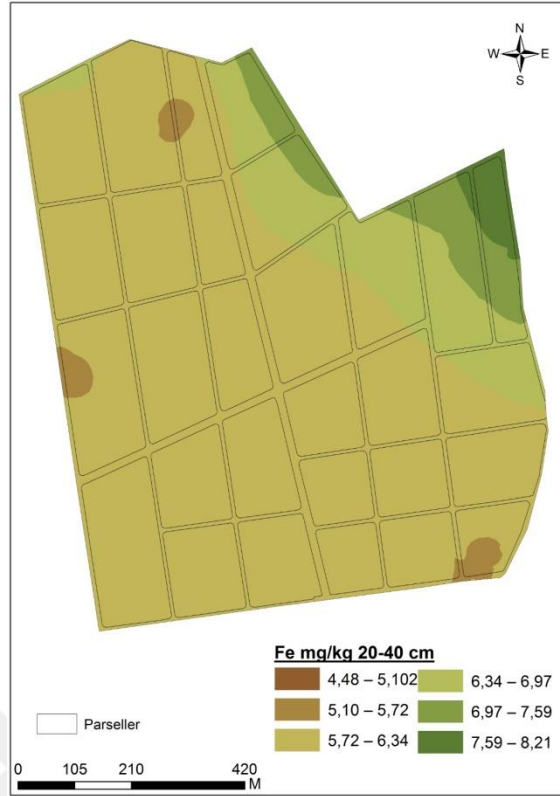
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Fe (mg kg ⁻¹)	< 0.20	Çok az	-	-
	0.20 - 1.0	Az	-	-
	1.0 - 2.0	Yeterli	-	-
	2.0 - 4.50	Fazla	2	3.60
	> 4.50	Çok fazla	54	96.40

4.2.2.13. Alınabilir bakır dağılımı

Örnekleme alanı yüzey altı topraklarının alınabilir bakır miktarları 1.45 ile 7.87 mg kg⁻¹ değerleri arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 4.2). Yapılan analizlerin sonucuna göre yüzey altı toprakları %100 “yeterli” miktarda bakır içermektedir (Çizelge 4.32). Bakır dağılım haritası Şekil 4.32’de verilmiştir. Bakır miktarlarının alanın güney batısından kuzey doğusuna doğru kademeli olarak artışla dağılım gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.32).

4.2.2.14. Alınabilir çinko dağılımı

Çalışma alanı yüzey altı topraklarının çinko miktarları 0.34 mg kg⁻¹ ile 2.66 mg kg⁻¹ değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Alanın çinko miktarları sınıflandırma değerleri ise sırasıyla %57.10 “az”, % 41.10 “yeterli” ve %1.80 “fazla” şeklindedir (Çizelge 4.33). Çinko miktarlarının alansal dağılımları Şekil 4.33’de verilmiştir. Alanın hem yüzey hem de yüzey altı dağılım haritası incelendiğinde en yüksek dağılımın alanın doğusunda yer aldığı görülmektedir.



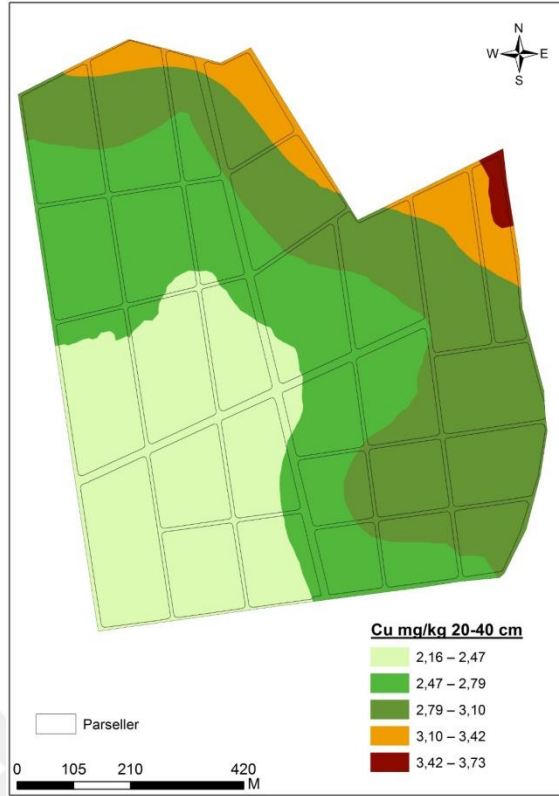
Şekil 4.31. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının demir dağılım haritası

Çizelge 4.32. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının bakır değerlerine göre sınıflandırılması (Follet, 1969; Follet ve Lindsay, 1970)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Cu (mg kg ⁻¹)	> 0.20	Yeterli	56	100
	< 0.20	Yetersiz	-	-

4.2.2.15. Alınabilir mangan dağılımı

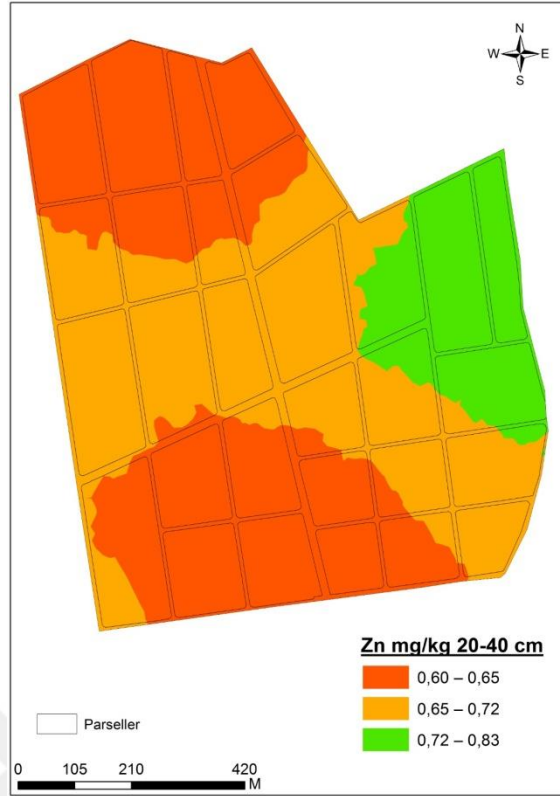
Çalışma alanı yüzey altı topraklarının mangan değerleri 17.04 mg kg⁻¹ – 35.96 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Bu değerlere göre yapılan sınıflandırma sonucu yüzey altı toprakları da yüzey toprakları gibi %100 “yeterli” sınıfında bulunmaktadır (Çizelge 4.34). Çalışma alanı yüzey altı topraklarının mangan dağılım haritası Şekil 4.34’te verilmiştir. Alan toprakları için mangan içeriği bakımından bir sıkıntı söz konusu değildir.



Şekil 4.32. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının bakır dağılım haritası

Çizelge 4.33. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının çinko değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

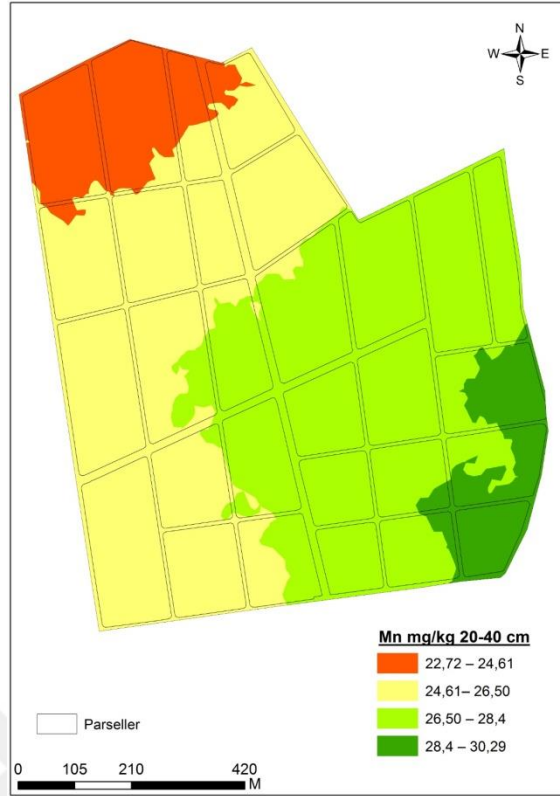
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Zn (mg kg⁻¹)	< 0.20	Çok az	-	-
	0.20 - 0.70	Az	32	57.10
	0.70 - 2.40	Yeterli	23	41.10
	2.40 - 8.0	Fazla	1	1.80
	> 8.0	Çok fazla	-	-



Şekil 4.33. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının çinko dağılım haritası

Çizelge 4.34. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının mangan değerlerine göre sınıflandırılması (Sillanpää, 1990)

Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
Mn (mg kg⁻¹)	< 4.0	Çok az	-	-
	4.0 - 14.0	Az	-	-
	14.0 - 50.0	Yeterli	56	100
	50.0 - 170.0	Fazla	-	-
	> 170.0	Çok fazla	-	-



Şekil 4.34. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının mangan dağılım haritası

4.3. Toprak Verimlilik İndeksi (TVI)

4.3.1. Yüzey topraklarının (0-20 cm) verimlilik indeksi değerleri

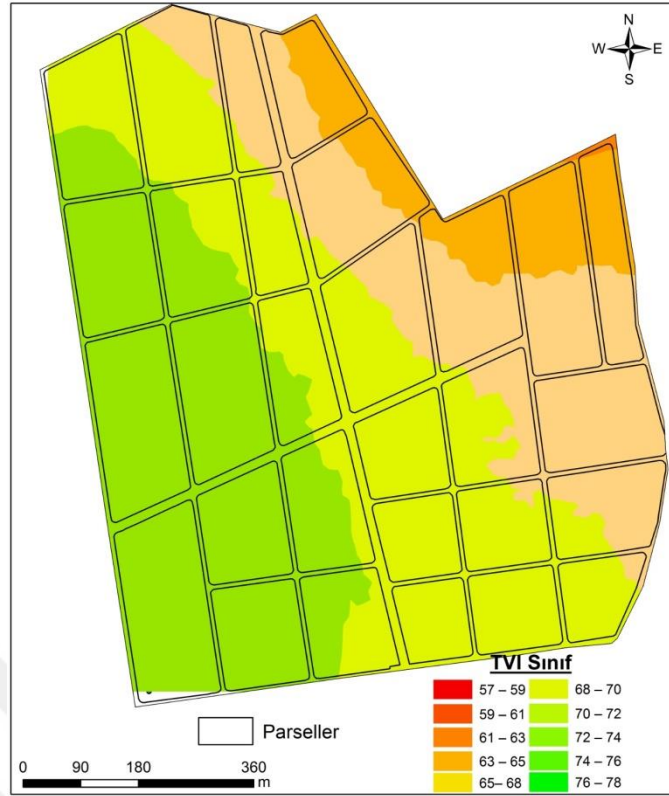
Çalışma alanı yüzey topraklarının toprak verimlilik sınıflandırmasını belirleyebilmek için on beş parametreyi kullanarak hesaplanan toprak verimlilik indeksi değerlerine göre yüzey toprakları verimlilik indeks değerleri 57.33 ile 78.67 arasında değişmektedir. Yüzey topraklarına ait toprak verimlilik indeksi değerleri sınıflandırması Çizelge 4.35'te verilmiştir. Çizelgeye göre yüzey topraklarının tamamı “orta derecede verimli (S2)” sınıfında yer almaktadır. Toprak verimlilik indeksi değerleri dağılım haritası Şekil 4.35'te verilmiştir. Enterpolasyon çalışmalarının sonuçlarına göre yüzey toprakları toprak verimlilik indeks değerleri çalışma alanının batısından doğusuna doğru düşüş göstermektedir (Şekil 4.35).

Çizelge 4.35. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının toprak verimlilik indeksi değerlerine göre sınıflandırılması

Sınıf	Tanımlama	TVI değerleri	Örnek Sayısı	%
S1	İyi verimli	> 80	-	-
S2	Orta verimli	80-50	56	100
S3	Az verimli	50-20	-	-
N	Verimli değil	< 20	-	-

4.3.2. Yüzey altı topraklarının (20-40 cm) verimlilik indeksi değerleri

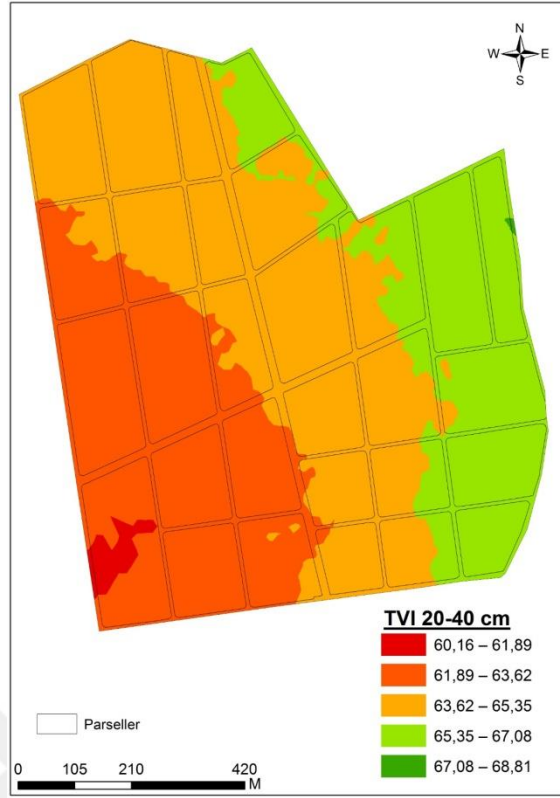
Çalışma alanı yüzey altı topraklarının toprak verimlilik sınıflandırmasını belirleyebilmek için on beş parametreyi kullanarak hesaplanan toprak verimlilik indeks değerlerine göre yüzey altı toprakları verimlilik indeks değerleri 56.67 ile 82.0 arasında değişmektedir. Çizelge 4.36’da yüzey altı topraklarının toprak verimlilik indeks değerlerine göre sınıflandırılması verilmiştir. Çizelgeye göre yüzey altı topraklarının %98.20’si “orta derecede verimli (S2)” sınıfında bulunurken sadece %1.80’i “iyi verimli (S1)” sınıfında yer almaktadır. “Az verimli” ve “verimli değil” sınıflarında örnek değeri bulunmamaktadır. Yüzey altı topraklarının toprak verimlilik indeks değerleri dağılım haritası Şekil 4.36’da verilmiştir. Yüzey altı topraklarının toprak verimlilik indeks değerlerinin alansal dağılımı yüzey topraklarının aksine alanın batısından doğusuna doğru bir artış göstermektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.35. Çalışma alanı yüzey (0-20 cm) topraklarının TVI dağılım haritası

Çizelge 4.36. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının toprak verimlilik indeksi değerlerine göre sınıflandırılması

Sınıf	Tanımlama	TVI değerleri	Örnek Sayısı	%
S1	İyi verimli	> 80	1	1.80
S2	Orta verimli	80-50	55	98.20
S3	Az verimli	50-20	-	-
N	Verimli değil	< 20	-	-



Şekil 4.36. Çalışma alanı yüzey altı (20-40 cm) topraklarının TVI dağılım haritası

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ekosistemin en önemli parçası olan toprağın kentsel ve endüstriyel yerleşim ile geriye dönüşümsüz olarak amaç dışı kullanımı sonucu alansal olarak azalmasına rağmen toprakta üretim için olan talebin artması daha yoğun girdi kullanımı ile birim alandan daha yüksek üretim yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun sonucu olarak toprağın üretkenliği ve verimliliği etkilenmektedir. Toprak kalitesinin değerlendirilmesi, sürdürülebilir arazi kullanımı ve yönetim aktiviteleri için en etkili yöntem olarak düşünülmektedir.

Bu çalışmada Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi çiftlik arazisinde uygulanan grid sistem doğrultusunda yüzey ve yüzey altı toprak örnekleme ile her noktaya ait verimlilik indeksi belirlenmiş ve uygun enterpolasyon modeller sayesinde her bir parametre için dağılım haritaları oluşturulmuştur. Çalışmada tarımsal üretim yapılan çiftlik arazisinin yüzeyinden (0-20 cm) 56 örnekleme ve yüzey altından (20-40 cm) 56 örnekleme yapılarak, toprakların verimlilik özelliklerini belirleyici on beş parametreye oranlar verilerek karekök metodu yardımıyla toprak verimlilik indeksi hesaplanmıştır. Her bir toprak özelliğine ait analiz sonuçları ve tüm coğrafi veriler jeostatistik metotlar yardımıyla ArcGIS 10.2.2 programında veri tabanı oluşturularak analiz edilmiş ve dağılım haritaları oluşturulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanının yüzey (0-20 cm) topraklarında toplam alanın %100'ü “orta derecede verimli (S2)” toprağa sahipken, yüzey altı (20-40 cm) topraklarının ise %98.20'si “orta derecede verimli (S2)” ve %1.80'i “iyi verimli (S1)” toprağa sahiptir. Toprak Verimlilik İndeksi dağılım haritaları incelendiğinde yüzey topraklarının verimlilik değerleri alanın doğusundan batısına doğru artış gösterirken; yüzey altı topraklarının verimlilik değerleri tam tersi olarak alanın doğusundan batısına doğru azalmaktadır.

Çalışma alanı yüzey ve yüzey altı topraklarının pH değerleri %100 “hafif alkali” sınıfında bulunmaktadır. Alanda yapılacak olan tarımsal uygulamalar pH değerleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

Yüzey toprakları için ölçülen EC değerleri 0.12 – 0.40 dS m⁻¹ arasında değişmekte ve örneklerin hepsi %100 “tuzsuz” sınıfına girmektedir. Yüzey altı toprakları için ise 0.13 – 0.39 değerleri arasında değişmekte ve %100’ü “tuzsuz” sınıfına girmektedir. Her iki derinlik için tuzluluk yönünden bir sorun bulunmamaktadır.

Yüzey toprak örneklerinin kireç analiz sonuçlarına göre %64.3’ü “fazla kireçli” ve %32.1’i ise “çok fazla kireçli” sınıfında yer almıştır. Yüzey altı topraklarında ise %5.4’ü “orta derecede kireçli”, %57.1’i “fazla kireçli” ve %37.5’i ise “çok fazla kireçli” sınıfında yer almıştır. Kireç içeriğindeki yükseklik ana materyale bağlanabilir. Kireç ve yüksek pH bitkilerin mikro element alımını olumsuz yönde etkilemektedir (Taşkın vd., 2018).

Organik madde değerleri bakımından yüzey topraklarının %48.2’si “çok az”, %39.3’ü “az” ve yüzey altı topraklarının ise %57.1’i “çok az”, %39.3’ü “az” sınıfında yer almaktadır. İki derinlikte de organik madde açısından önemli bir fark yoktur. Çalışma alanı organik gübreler kullanılmak suretiyle organik madde bakımından zenginleştirilmelidir.

Tekstür analizleri sonuçlarına göre yüzey topraklarının kil kapsamları %17.16 - %55.33 arasında, yüzey altı topraklarının kil miktarları %19.25 - %55.94 arasında; yüzey topraklarının silt kapsamları %9.53 - %47.78 arasında, yüzey altı topraklarının silt miktarları %15.72 - %60.19 arasında; yüzey topraklarının kum miktarları %11.83 - %59.41 arasında, yüzey altı topraklarının %6.45 - %64.61 arasında değişmektedir. Yüzey topraklarının %32.1’i kil-kumlu kil-siltli kil, %44.7’si killi tın-kumlu killi tın-siltli killi tın, %17.9’u çok ince kumlu tın-tın-siltli tın sınıfında yer alırken; yüzey altı topraklarının %73.2’si kil-kumlu kil-siltli kil, %23.2’si killi tın-kumlu killi tın-siltli killi tın sınıfında yer almaktadır. Çalışma alanı genel olarak ince bünyeli yapıya sahiptir.

Azot sınır değerlerine göre yüzey topraklarının %21.4’ü “az”, %76.8’i “yeterli” ve %1.8’i “fazla” sınıfında; yüzey altı toprak örneklerinin ise %46.4’ü “yeterli”, %51.8’i “az” ve %1.8’i “çok az” sınıfında yer almaktadır. Yüzey topraklarının daha fazla azot içermesi alanda yapılan tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır.

Çalışma alanı yüzey toprakları fosfor içerikleri bakımından %1.8'i "çok fazla", %16'sı "fazla", %39.3'ü "yeterli" ve %42.9'u "az" sınıfında; yüzey altı topraklarının ise %1.8'i "fazla", %26.8'i "yeterli", %67.8'i "az" ve %3.6'sı "çok az" sınıfında yer almaktadır. Bitkiye elverişli fosfor miktarları toprakta kil miktarı arttıkça azalma göstermektedir (Karatepe, 2000). Toprağın kireç içeriği yüksekse toprakta fosforun fikse edilmesi nedeniyle bitkiler tarafından alımı azalmaktadır (Ünal, 1992). Çalışma alanı toprakları yüksek kireç içeriğine sahip ve hafif alkali özelliktedir. Bu nedenle fosforlu gübrelerin uygun zamanda, uygun yöntemle ve uygun miktarlarda verilmesi önem teşkil etmektedir (Başar, 2001).

Çalışma alanı yüzey topraklarının potasyum içeriği bakımından %78.60'sı "fazla", %21.40'ı "çok fazla"; yüzey altı toprakları ise %98.20'si "fazla" ve %1.80'i "çok fazla" sınıfında yer almaktadır. Her iki derinlik için dağılım haritaları incelendiğinde yüzey topraklarında potasyum dağılım miktarları alanın batısından doğusuna doğru artmakta olduğu görülmektedir. Yüzey toprak örneklerindeki potasyum miktarları yüzey altı toprak örneklerindeki potasyum miktarlarından biraz daha fazladır. Bu fazlalığı çalışma alanında yapılan yoğun tarımsal üretimle ilişkilendirebiliriz.

Çalışma alanı kalsiyum miktarları analiz sonuçlarına göre yüzey topraklarının %10.7'si "çok fazla", %87.5'i "fazla", %1.8'i "yeterli" sınıfında ve yüzey altı toprakları %8.9'u "çok fazla", %91.1'i "fazla" sınıfında yer almaktadır. Yüksek kalsiyum ve kireç içeriğine ve pH'ya sahip toprak koşullarında potasyumun yayırlılığı olumsuz yönde etkilenmektedir (Sağlam ve Dengiz, 2013). Alanda gübre uygulama programı yapılırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışma alanı yüzey toprakları magnezyum değerlerine göre %66.1'i "çok fazla", %30.3'ü "yeterli", %3.6'sı "az" ve yüzey altı toprakları %35.7'si "fazla", %60.7'si "yeterli" ve %3.6'sı "az" sınıfında yer almaktadır.

Çalışma alanı yüzey toprakları sodyum değerlerine göre %16.1'i "fazla", %44.6'sı "yeterli" sınıfında ve yüzey altı topraklarının ise %26.8'i "çok fazla", %73.2'si "fazla" sınıfında yer almaktadır. Yüzey altı topraklarındaki sodyum fazlalığı sodyumun sulamaya bağlı olarak drene olan su ile toprak profili içerisinde alt katmanlara taşınmış olmasına bağlanabilir. (Yakupoğlu ve Özdemir, 2006).

Çalışma alanı yüzey toprakları demir analiz sonuçlarına göre %85.7'si “çok fazla”, %14.3'ü “fazla” sınıfında ve yüzey altı topraklar için ise %96.4'ü “çok fazla”, %3.6'sı “fazla” sınıfında yer almaktadır. Kireç içeriği ve pH'sı yüksek topraklarda demir bileşikleri çözünemez hale gelir ve bitkiler için yararlılığı azalır (Bolat ve Kara, 2017).

Çalışma alanı yüzey ve yüzey altı toprakları bakır ve mangan analiz sonucu değerlerine göre %100 “yeterli” sınıfında yer almaktadır.

Çalışma alanı çinko analiz sonuçlarına göre yüzey topraklarının %5.3'ü “fazla”, %76.8'i “yeterli”, %17.9'u “az” sınıfında ve yüzey altı topraklarının ise %1.8'i “fazla”, %41.1'i “yeterli” ve %57.1'i “az” sınıfında çinko içermektedir. Toprak pH'sı ve kireç yüksek olması durumlarında yararlı çinko miktarı azalma eğilimi göstermektedir (Kacar, 1984).

Toprakların verimlilik özelliklerinin ve kalite indikatörlerinin belirlenmesi işlemi sürdürülebilir aagroekosistem için önemli rol oynamaktadır. Arazi ve toprak özellikleri dikkate alınarak toprakların verimlilik durumlarının parametrik olarak hesaplanması ve modellenmesi ayrıca alan içerisindeki verimlilik değişkenliklerinin alansal ve konumsal dağılımlarının elde edilmesi, arazi ve topraklarımızın yönetim istekleri ve planlamaları için önemli kaynak ve altlık teşkil etmektedir. Bu çalışma gelecek nesillerin ihtiyacı, sürdürülebilir bir yaşam standardı ile sürdürülebilir bir kalkınma açısından da önem teşkil etmektedir. Topraklarımızın sürdürülebilirliği ve en uygun kullanım planlamasının yapılabilmesi toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesini ve bu özelliklere göre tedbirlerin alınarak uygulanmasını gerekli kılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Acton, D.F. & Gregorich, L.J. (1995). Understanding soil health. p. 5-10. In: D.F. Acton and L.J. Gregorich (eds.) *The Health of our Soils: Toward Sustainable Agriculture in Canada*. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, *Agriculture and Agri-Food Canada*, Ottawa, Ontario. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.58906>
- Akbaş, F. (2012). Tokat Kazova Topraklarının Yarayışlı Fosfor Düzeyinin Jeostatistik Tahmin ve Simulasyon Metodlarıyla Modellenmesi ve Haritalanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18, 63-76. doi.org/ 10.1501 /Tarimbil_0000001193
- Akgöl, M. & Başayığıt, L. (2005). Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik Arazisinin Detaylı Toprak Etüdü ve Haritalanması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9, 3. doi.org/10.19113/sdufbed.71710
- Altıkat, S. & Çelik,A. (2009). Toprak İşleme Sistemlerinin Önemli Bazı Toprak Kalite Kriterlerine Olan Etkileri, *Alınteri*, 16(B), 33-41.
- Arshad, M. A. & Martin, S. (2002). Identifying Critical Limits for Soil Quality Indicators in Agroecosystems, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88, 153-160. doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00252-3
- Arslan, H. (2012). Spatial and temporal mapping of groundwater salinity using ordinary kriging and indicator kriging: The case of Bafra Plain, Turkey. *Agricultural Water Management*, 113, 57– 63. doi.org /10.1016/ j.agwat. 2012.06.015
- Aslan, E., Yılmaz,K. & Demir, Ö. F. (2016). Bitlis Yöresi Topraklarının Kil Minerali Tipleri ve Toprak Özellikleri İlişkileri. *Çukurova Tarım Gıda Biimleri Degisi* 31(3), 201-206.
- Aşkın, T., Kızılkaya, R., Yılmaz, R., Olekhov, V., Mudrykh, N. & Samafalova, I. (2012). Soil exchangeable cations: A geostatistical study from Russia. *Eurasian Journal of Soil Science*, 1, 34 – 39.
- Ateş, K. & Turan, V. (2015). Bingöl İli Merkez İlçesi Tarım Topraklarının Bazı Özellikleri ve Verimlilik Düzeyleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2, 108-113. doi.org/10.19159/tutad.80437
- Aydın, A., Öztaş, T., Canbolat, M. Y., Akgöl, M. & Turan, M. (1997). Atatürk Üniversitesi Çiftliği Topraklarının Genel Özelliklerinin İrdelenmesi II Kimyasal Özellikler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 49-63.
- Başar, H. (2001). Bursa İli Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri ile İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15, 69-83.

- Başayığıt, L., Şenol, H. & Müjdecı, M. (2008). Isparta İli Meyve Yetiştirme Potansiyeli Yüksek Alanların Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 1-10.
- Başbozkurt, H., Öztaş, T., Karabrahimoğlu, A., Gündoğan, R. & Genç, A. (2013). Toprak Özelliklerinin Mekânsal Değişim Desenlerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44 (2), 169-181.
- Bayramın, I. (2003). Beypazarı topraklarının MEDALUS metoduna göre toprak kalite indekslerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 7, 29-35.
- Bellitürk, K. (2011). “Tarım Topraklarının Kullanımında ve Gübrenenmesinde Yapılması ve Yapılmaması Gerekenler Üzerine Bir Değerlendirme”, *Gübretaş’la Verim Dergisi*, 25.
- Bolat, İ. & Kara Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228. doi.org/10.24011/barofd.251313
- Boruvka, L., Vacek, O. & Jehlicka, J. (2005). Principal Component Analysis as a Tool to Indicate the Origin of Potentially Toxic Elements in Soils, *Geoderma*, 128, 289-300. https://doi.org/10.1016/j.
- Bouyoucus, G. J. (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil, *Agronomy Journal*, 43(9), 434-438. doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005x.
- Bremner, J. M. (1982). Nitrogen-Urea. Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties. Editor: in A.L. Page, R.H. Miller D.R. Keeney. *Soil Science Society of America: Madison*.
- Boşgelmez A, Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S. & Paslı, N. (2001). *Ekoloji – II (Toprak)*, Başkent Kiliş Matbaacılık, Kızılay-Ankara
- Budak, M., Günal, H., Çelik, İ., Acir, N. & Sırrı, M. (2018). Dicle Havzası Toprak Özelliklerinin Yersel Değişimlerinin Jeostatistik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi ve Haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 103-115. doi.org/10.19159/tutad.361237
- Camberdella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T.B., Karlen, D. L., Turco, R. F. & Konopka, A. E. (1994). Field Scale Variability Soil Properties In Central Iowa. *Soil Science Society of America Journal*. 58, 1501-1511.
- Çepel, N. (1996). *Toprak ilmi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438. İstanbul.

- Çorumluoğlu,Ö., Kalaycı,İ. & Ceran, M. B. (2007). Bilgi Topluluklarında Modern Tarım Yaklaşımı: Hassas Tarımda Uydu ve Bilgi Sistemi Teknolojileri (GPS, Uzaktan Algılama ve CBS). Konya’da Tarım ve Tarım Sanayi Sorunlarının Tespiti Sempozyumu.
- Demirci, A. (2008). Öğretmenler için Coğrafi Bilgi Sistemi. Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Dengiz, O., Özden, Ş., Başkan, O. & Özcan, H. (2004). Determination of Soil Quality Index Of Bala Statefarm Soils According To The Medalus Methodology, 9.
- Dengiz, O. & Özcan, H. (2006). Samsun-Bafra Ovası Topraklarının CBS Yardımıyla Verimlilik İndekslerinin (PI) Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(38), 136-142.
- Dengiz, O. (2007). Assessment of Soil Productivity and Erosion Status for the Ankara-Sogulca Catchment Using GIS. *International Journal of Soil Science*, 2(1), 15-28. doi: 10.3923/ijss.2007.15.28
- Dengiz, O. & Sarioğlu, F. E. (2011). Samsun İli Bazı Arazi Özellikleri ve Arazi Kullanım Durumlarının Topoğrafik Özellikleri ile Birlikte CBS Analizleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(1), 55-60.
- Eyüpoğlu, F. (1999). Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumları, Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No:220 Teknik Yayın No:T-67 Ankara.
- FAO. (1990). *Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study*. Food and Agriculture Organization Soil Bulletin by Sillanpaa: Rome.
- Fitzpatrick, C. & Maguire, D.J. (2000). GIS in schools. Infrastructure, methodology and role. In GIS: A sourcebook for schools (ed D.R.Green) p 61-62.
- Follet, R.H. (1969). Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado soils. PhD. Dissertation, Colo. State University.
- Follet, R. H. & Lindsay, W. L. (1978). Profile distribution of Zn, Fe, Mn, and Cu in Colorado soils. Colorado Exp. Station Tech. Bull, 110.
- Govaerts, P. (1999). Geostatistics in Soil Science: State-of-the-art and Perspectives, *Geoderma*, 89, 1-45. doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00078-0
- Güçdemir, İ. (2008). Tarım El Kitabı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hazelton, P. & Murphy, B. (2007). Interpreting Soil Test Results. What do all the numbers mean?, Victoria, CSIRO Publishing.

- Heckman, J.R. (2004). Soil pH Measurement With A Portable Meter. Fact sheet FS 767 Rutger Cooperative Res. And Ext. Serv. NJAES. New Jersey.
- İlay, R. & Kavdır, Y. (2017). Farklı Arazi Kullanım Türlerinin Topraktaki Suda Çözünebilir İyon Kapsamına Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 54 (3), 367-375. doi.org/10.20289/zfdergi.388135
- İmamoğlu, M. Z., Sertel, E., Kurucu, Y. & Örmeci, C. (2011). Jeostatistik Yöntemler Kullanılarak Farklı Toprak Özelliklerine ait Haritaların Oluşturulması ve CBS ile Analizi. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Ankara.
- İrik, H. A. (2013). Develi Ovası Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Haritalanması. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Jackson, M. (1958). *Soil Chemical Analysis*. New Jersey, USA: Prentice-Hall Inc.
- Johnston, A. E., Poulton, P. R. & Syers, J. K. (2001). Phosphorus, Potassium and Sulphur Cycles in Agricultural Soils (Proceedings No. 465). UK: The International Fertiliser Society
- Kacar, B. (1984). Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 899, Ankara.
- Kacar, B. (1995). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri (No:3). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2010). *Bitki Besleme*. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Karabulut, A. & Ünver, İ. (2012). Çukurova’da Alüviyal Bir Tarım Arazisinde Bazı Toprak Verimlilik Parametrelerinin Jeostatistiksel Modellemesi. *Toprak su Dergisi*, 1(2), 71-81.
- Karatepe, M. (2000). SDÜ Çiftliği Topraklarının Elverişli Bazı Bitki Besin Elementleri (N, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn) Dağılımlarının Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F. & Schuman, G. E. (1997). Soil quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61, 4-10. doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x
- Kaya, M. B. (2010). Toprak Gübrelemede Organik Madde, Fosfor Ve Potasyum Parametre Kontrol Sistemlerinin Bulanık Mantık İle Tasarımı Ve Modellenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Kurkanlı, O. (2006). Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprak Agregasyonunun Dönemsel Değişimi Üzerine Etkiler. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Lanyon, L. E. & Heald, W. R. (1982). *Magnesium, Calcium, Strontium and Barium. Methods of Soil Analysis Chemical and microbiological Properties*. Soil Science Society of America: Madison.
- Lewandowski, A. & Zumwinkle, M. (1999). Assessing the Soil System. A Review of Soil Quality. Editor: Fish, A. Minnesota Department of Agriculture, Energy and Sustainable Agriculture Program.
- Lindsay, W. L. & Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428. doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x
- Lu, D., Moran, E. & Mause, O. (2002). Linking Amazonian Secondary Succession Forest Growth to Soil Properties. *Land Degradation and Development*, 13, 331-343. doi.org/10.1002/ldr.516
- Moran, E. F., Brondizio, E. S., Tucker, J. M., Da Silva-Forsberg, M. C., McCracken, S. & Falesi, I. (2000). Effects of Soil Fertility and Land Use on Forest Succession in Amazonia, *Forest Ecology and Management*, 139, 93-108. doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00337-0
- Mulla, D. J. & Mc Bratney A. B. (2000). *Soil Spatial Variability*. Handbook of Soil Science. Editor: Sumner, M.E. Florida: CRC Press.
- Müftüoğlu, N. M. & Demire, T. (1998). Toprakta Azot Bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 29 (1), 175-185.
- Nketia, K. A. (2011). Using Soil Fertility Index to Evaluate Two Different Sampling Schemes in Soil Fertility Mapping: A Case Study of Hvanneyri, Iceland. United Nations University. Land Restoration Training Programme. Final Project.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S. & Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular 939. U.S Government Printing Office, Washington D.C.
- Özkan, C. F., Arpacioğlu, A. E., Arı, N., Demirtaş, E. I. & Asri, F. Ö. (2009). Antalya Bölgesinde Elma Yetiştirilen Toprakların Verimlilik Durumlarının İncelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 95-99.
- Özulu, M., Özyaytekin, H. H. & Uyanöz, R. (2006). Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesinde Farklı Yaklaşımlar. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(40), 1-8.

- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., Yıldız, H. & Ünal, E. (2016). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Tarım Topraklarının Temel Verimlilik Düzeyleri ve Alansal Dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31, 136-148. doi.org/10.17474/acuofd.91635
- Plaster, E. J. (1992). *Soil Science and Management*. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Sağlam, M. & Türkmen, F. (2012). Ayaş Araştırma ve Uygulama çiftliği Topraklarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1), 45-52.
- Sağlam, M. & Dengiz, O. (2013). Kimyasal Toprak Kalite Göstergelerinin Faktör ve Jeostatistik Analiz Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (2), 181-190.
- Sağlam, M., Dengiz, O., Sarioğlu, F. E. & Saygın, F. (2014). Mapping and Modelling of Soil Fertility Change Based on a Geostatistical Approach in Vertisol Developed on the Bafra Deltaic Plain. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 69(1), 35-43. doi.org/ 10.1080/ 0035919X .2014. 895450
- Sillanpää, M. (1990). Micronutrient assessment at the country level: an international study. In: FAO Soils Bulletin. N. 63. Rome.
- Soil Survey Laboratory Staff. (1992). *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigation Report No.42., Ver. 2.0.
- Soil Survey Division Staff. (1993). *Soil Survey Manual*. Agriculture Handbook (18). USA: United States Department of Agriculture .
- Sönmez, S., Kaplan, M., Sönmez, N. K. & Kaya, H. (2006). Toprakta Yapılan Bakır Uygulamalarının Toprak Ph'sı Ve Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006, 19(1), 151-158.
- Taşan, M. & Demir, Y. (2017). Çeltik yetiştiriciliği yapılan arazilerde demir ve mangan içeriklerinin alansal dağılımının farklı enterpolasyon yöntemleri ile belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32, 64-73. doi.org/10.7161/omuanajas.287480
- Taşkın, M. B., Türkmen, F., Akça, M. O., Soba, M. R. & Öztürk, H. S. (2018). Ankara Üniversitesi Ayaş Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Verimlilik Durumlarının İncelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 122-133.
- Taşova, H. & Akın, A. (2013). Marmara Bölgesi Topraklarının Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması. *Toprak Su Dergisi*, 2(2), 83-95.

- Tecim, V. (2000). İnternet Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Planlama, Yönetim ve Bilgilendirme. 6. Türkiye’de İnternet Konferansı, 9-11 Kasım 2000, İstanbul.
- Thomas, G. W. (1982). Exchangeable Cations. *Methods of soil analysis*. Part 2: Chemical and microbiological properties. Editors: A. L. Miller, R. H., Keeney, D. R. USA: America Society of Agronomy and Soil Science of America.
- Turgut, B. & Öztaş, T. (2012). Bazı Toprak Özelliklerine Ait Yersel Değişimin Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 10-22.
- Uşul, M., Tuğaç, M. G. & Dilsiz, A. (2006). Gökhöyük Tarım İşletmesi Topraklarının Kalite Durumlarının Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (37)1, 21-27.
- Ülgen, N. & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Ünal, P. (1992). Ziraat Fakültesi Menemen Uygulama Çiftliği Topraklarının Bazı Makro Besin Elementleri Açısından Verimlilik Durumunun Saptanması. (Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Warrick, A.W., Myers, D.E. & Nielsen, D.E. (1986). Geostatistical Methods Applied to Soil Science. P. 53-57. In A. Klute (ed) *Methods of Soil Analyses Part I: Physical and Mineralogical Methods*. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Yakupoglu, T. & Özdemir, N. (2006). Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 132-138.
- Yarılgaç, T. (2012). The Use of Geographic Information Systems (GIS) in Fruit Growing. *Ordu Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2(1), 71-80.
- Yayla, S. M. (2008). Değişebilir ve Yavaş Yarayışlı Potasyum İçeriğinin Kazova Topraklarındaki Uzaysal Dağılımı. (Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yıldız N., Akbulut, Ö. & Bircan, H. (1998). *İstatistiğe giriş*. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- Yıldız, Y. (2011). Kazova Topraklarının Mikro Element İçeriklerinin Mesafeye Bağlı Değişimin Analizi ve Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. (Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yomralıoğlu, T. (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, 5.Baskı, ISBN 975-97369-0-X, 480 S. İstanbul.

EKLER

EK A. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları

EK B. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri

EK C. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları

EK D. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri



EK A. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları

Çizelge A.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları

Koordinat			%						ppm					dSm-1		cmol kg-1				
X	Y		N	CaCO3	TOM	Kil	Silt	Kum	Mn	Zn	Fe	Cu	P	EC	pH	Ca	Mg	Na	K	Tekstür Sınıfı
1	282698	4190472	0,12	32,13	1,84	24,23	36,09	39,68	36,74	0,64	5,64	2,47	9,67	0,15	8,26	30,34	1,30	0,25	1,03	L
2	282675,2	4190623	0,10	31,87	1,25	30,33	39,11	30,56	38,04	0,72	7,73	2,99	9,50	0,17	8,20	32,58	1,70	0,47	1,28	CL
3	282654,4	4190766	0,09	26,29	0,86	26,48	33,28	40,24	39,38	0,91	3,94	2,53	5,00	0,15	8,35	32,83	1,55	0,18	1,19	L
4	282632,4	4190914	0,08	26,30	0,35	28,35	35,10	36,56	36,87	0,73	4,99	2,56	4,25	0,14	8,33	31,03	2,04	0,39	1,07	CL
5	282608,6	4191059	0,10	27,74	0,64	28,38	38,22	33,40	37,73	0,77	5,24	2,75	6,50	0,17	8,33	28,83	1,25	0,37	1,00	CL
6	282587,3	4191208	0,11	27,02	0,54	33,67	45,62	20,71	34,52	0,94	5,15	3,00	9,00	0,17	8,26	37,28	1,90	0,35	1,20	CL
7	282565,6	4191363	0,09	26,66	0,64	28,55	36,38	35,07	34,41	1,19	4,47	2,72	10,17	0,16	8,24	46,47	2,09	0,39	1,43	CL
8	282840,8	4190500	0,08	25,39	0,80	27,53	35,36	37,11	36,20	1,73	3,51	2,67	11,40	0,17	8,20	44,58	2,09	0,28	1,34	CL
9	282819,3	4190656	0,11	22,96	1,34	26,41	33,19	40,41	42,31	1,02	4,94	2,67	13,50	0,18	8,13	40,98	2,26	0,18	1,52	L
10	282793,7	4190790	0,10	23,68	0,70	28,36	38,19	33,44	35,68	1,34	5,30	2,76	11,33	0,22	8,18	31,20	1,58	0,53	1,18	CL
11	282772,2	4190937	0,11	27,11	0,61	32,72	47,79	19,50	33,22	0,70	5,15	2,84	5,50	0,22	8,25	39,16	2,10	0,32	1,06	SiCL
12	282752,5	4191088	0,11	24,76	0,77	35,88	45,81	18,30	34,00	1,16	4,78	2,90	7,50	0,20	8,18	40,85	2,88	0,22	1,71	SiCL
13	282727,3	4191238	0,11	26,12	1,01	28,52	35,31	36,17	36,44	1,86	6,04	3,02	24,67	0,18	8,11	38,08	2,60	0,14	1,49	CL
14	282703,5	4191387	0,11	20,08	0,83	42,50	14,24	43,26	27,55	0,57	3,12	2,95	5,25	0,19	8,20	70,24	3,35	0,06	1,66	C
15	282978,2	4190523	0,06	26,60	0,38	18,04	35,99	45,97	29,62	0,52	5,19	2,01	3,50	0,13	8,28	36,64	2,02	0,17	0,79	L
16	282963	4190677	0,10	27,14	0,51	18,02	29,83	52,16	41,74	0,65	5,38	4,25	4,75	0,16	8,07	34,13	3,40	0,27	1,22	SL

Çizelge A.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları (Devam)

17	282923,8	4190816	0,11	25,25	1,02	27,73	32,51	39,75	32,65	0,87	4,09	3,12	7,50	0,21	8,12	29,31	2,36	0,30	1,74	CL
18	282909,2	4190962	0,17	18,68	1,95	25,15	35,34	39,51	31,70	4,09	8,06	2,85	51,33	0,34	8,02	32,69	3,17	0,94	3,66	L
19	282885,4	4191109	0,10	23,00	0,32	29,25	41,50	29,25	28,67	0,54	3,09	1,90	6,17	0,22	8,22	32,58	2,36	0,46	1,12	CL
20	282860,2	4191258	0,11	22,77	0,48	39,15	38,73	22,12	31,61	0,78	5,21	3,06	5,67	0,20	8,19	30,21	30,21	0,26	1,28	CL
21	282837,5	4191411	0,11	23,31	1,28	41,62	28,28	30,10	29,63	0,78	2,76	2,06	7,50	0,26	8,19	24,81	24,81	0,47	1,33	C
22	283123,4	4190548	0,12	22,04	2,75	20,08	28,84	51,08	39,85	1,05	5,67	8,53	46,25	0,18	8,19	20,69	20,69	0,40	1,42	L
23	283081,7	4190697	0,10	27,02	0,92	18,98	21,61	59,41	31,84	0,82	5,86	4,59	9,00	0,15	8,29	16,83	15,34	0,18	1,02	SL
24	283072	4190843	0,11	25,79	0,76	21,08	36,97	41,95	37,65	0,78	6,38	2,23	4,00	0,15	8,15	22,38	22,38	0,49	0,99	L
25	283050,5	4190989	0,07	26,58	0,92	24,25	36,12	39,63	30,14	0,80	5,47	2,23	8,33	0,15	8,30	18,33	18,33	0,42	1,06	L
26	283023	4191139	0,09	25,00	1,38	38,63	9,53	51,83	38,73	1,58	6,62	3,74	31,50	0,23	8,25	45,47	41,21	0,30	2,78	SC
27	282994,8	4191285	0,11	23,34	1,59	44,37	37,72	17,92	30,75	1,02	4,61	3,09	12,83	0,22	8,11	30,54	30,54	0,15	1,39	C
28	283260	4190575	0,10	24,57	0,83	28,46	29,07	42,47	28,64	0,61	5,04	2,36	6,00	0,19	8,33	23,44	21,53	0,54	1,38	CL
29	283210,7	4190724	0,11	22,04	1,13	29,54	37,36	33,11	33,98	1,70	5,19	11,20	10,25	0,23	8,09	26,91	25,05	0,24	1,64	CL
30	283206,1	4190856	0,10	23,68	1,27	24,22	34,03	41,76	34,52	1,43	4,80	2,35	12,17	0,28	8,06	24,39	24,39	0,49	1,48	L
31	283186,3	4191014	0,12	27,69	2,14	28,42	39,30	32,28	31,34	2,37	6,28	2,76	61,67	0,25	8,17	24,68	24,68	0,60	2,90	CL
32	283168,3	4191157	0,13	25,67	2,15	28,64	36,50	34,86	34,95	1,08	5,33	2,66	45,67	0,32	8,06	24,87	24,87	1,23	1,53	CL
33	283369,8	4190594	0,13	24,09	1,92	24,24	36,10	39,66	37,80	3,67	5,38	2,28	28,67	0,40	7,89	25,55	25,55	0,93	3,25	L
34	283356,9	4190743	0,14	22,15	2,57	30,54	38,36	31,10	39,20	2,02	6,44	2,87	17,17	0,25	8,06	21,38	21,38	0,58	2,89	CL
35	283347,8	4190891	0,11	23,23	1,95	28,50	38,37	33,13	35,88	1,59	6,95	2,71	20,00	0,20	8,12	24,23	24,23	0,50	2,04	CL
36	283328,9	4191036	0,09	23,93	1,47	30,49	37,27	32,24	33,42	1,07	7,42	2,40	16,50	0,18	8,13	31,46	31,46	0,36	2,08	CL

Çizelge A.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları (Devam)

37	283309,6	4191183	0,19	24,87	2,30	31,57	37,33	31,09	34,63	1,94	8,83	2,77	43,17	0,24	8,20	37,02	37,02	0,42	2,79	CL
38	283484,3	4190767	0,09	22,27	1,39	38,94	36,46	24,60	31,14	1,00	5,73	2,87	10,25	0,33	8,13	45,30	45,30	0,62	2,68	CL
39	283451,2	4190910	0,12	19,81	1,74	40,06	39,64	20,30	30,64	1,93	7,00	2,95	44,50	0,27	8,07	47,49	47,49	0,19	3,45	C
40	282540,1	4191519	0,13	24,22	1,81	38,99	34,44	26,57	27,18	0,74	5,86	3,24	7,83	0,20	8,13	43,02	43,02	0,60	2,20	CL
41	282677,9	4191545	0,10	20,39	1,25	54,17	32,79	13,04	23,53	0,98	6,43	3,46	5,50	0,29	8,17	51,91	51,91	0,21	2,51	C
42	282811,3	4191567	0,10	23,28	0,48	46,56	26,50	26,94	21,05	0,71	3,65	2,08	7,50	0,32	8,09	41,49	41,49	0,30	1,78	C
43	282945,1	4191592	0,08	20,89	1,25	51,34	26,12	22,54	22,55	0,91	6,93	3,45	7,50	0,29	8,07	40,83	73,11	0,38	1,81	C
44	283081,1	4191618	0,13	19,45	2,50	55,33	30,20	14,47	26,12	0,80	7,68	3,31	9,50	0,30	8,09	43,34	43,34	0,37	2,52	C
45	283222,2	4191643	0,11	14,82	0,77	46,58	36,19	17,23	28,79	0,89	6,17	3,44	9,33	0,25	8,14	59,58	52,82	0,43	3,23	C
46	283352,2	4191670	0,09	4,77	0,89	17,16	28,30	54,54	34,99	1,18	6,87	3,62	22,00	0,13	8,15	31,62	31,62	0,27	2,88	SL
47	282971,8	4191438	0,12	22,25	0,89	48,01	38,57	13,42	22,58	0,68	7,32	3,17	9,50	0,29	8,12	44,88	43,14	0,62	1,81	C
48	28133,95	4191315	0,11	21,04	0,65	40,22	36,07	23,71	27,37	0,56	8,59	3,25	4,25	0,26	8,12	50,26	50,26	0,29	2,06	C
49	283108,2	4191462	0,11	19,47	0,65	49,33	36,69	13,99	23,60	0,66	6,93	3,34	7,50	0,30	8,16	48,26	48,26	0,25	1,75	C
50	283273	4191341	0,12	23,03	1,13	45,66	35,24	19,11	23,14	1,05	8,25	3,06	6,67	0,29	8,03	59,06	59,06	0,27	1,99	C
51	283248,6	4191488	0,10	20,32	0,77	53,98	34,20	11,83	23,27	0,92	8,67	3,30	8,00	0,34	8,06	38,51	51,34	1,18	1,82	C
52	283514,9	4190621	0,10	21,04	0,48	31,78	42,04	26,18	26,75	1,08	6,16	2,82	12,17	0,24	8,01	41,73	41,73	1,42	2,31	CL
53	283442,2	4191061	0,06	23,03	0,36	36,14	34,05	29,81	21,86	0,74	7,74	2,35	4,17	0,18	8,13	41,24	41,24	1,19	1,35	CL
54	283419	4191204	0,16	20,54	3,87	54,06	29,04	16,90	37,12	5,75	36,03	6,65	98,33	0,37	8,08	37,56	37,56	1,37	7,98	C
55	283393,5	4191364	0,11	19,82	1,01	50,07	32,28	17,65	20,79	0,87	8,63	3,30	6,00	0,29	8,08	52,12	52,12	1,30	1,88	C
56	283370,8	4191510	0,14	15,12	1,84	43,82	36,48	19,71	26,62	2,08	6,27	3,34	28,00	0,24	8,06	44,81	47,19	1,79	3,59	C

EK B. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri

Çizelge B.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri

TVI	N	P	K	Ca	Na	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu	CaCO3	EC	pH	TOM	TEKSTÜR	TVI
1	50	50	80	100	80	50	100	50	20	100	20	100	80	50	80	67,33
2	50	50	80	100	50	100	100	100	20	100	20	100	80	50	100	73,33
3	50	20	80	100	100	100	100	100	100	100	20	100	80	20	80	76,67
4	20	20	80	100	50	100	100	100	20	100	20	100	80	10	100	66,67
5	50	20	80	100	50	50	100	100	20	100	20	100	80	20	100	66,00
6	50	50	80	100	50	100	100	100	20	100	20	100	80	20	100	71,33
7	50	50	80	100	50	100	100	100	100	100	20	100	80	20	100	76,67
8	20	50	80	100	80	100	100	100	100	100	20	100	80	20	100	76,67
9	50	50	80	100	100	100	100	100	20	100	50	100	80	50	80	77,33
10	50	50	80	100	50	100	100	100	20	100	50	100	80	20	100	73,33
11	50	20	80	100	50	100	100	100	20	100	20	100	80	20	100	69,33
12	50	20	80	100	80	100	100	100	20	100	50	100	80	20	100	73,33
13	50	50	80	100	100	100	100	100	20	100	20	100	80	50	100	76,67
14	50	20	80	20	100	100	100	50	100	100	50	100	80	20	80	70,00
15	20	20	80	100	100	100	100	50	20	100	20	100	80	10	80	65,33
16	50	20	80	100	80	100	100	50	20	100	20	100	80	20	20	62,67
17	50	20	80	100	80	100	100	100	100	100	20	100	80	50	100	78,67
18	50	80	20	100	20	100	100	80	20	100	50	100	80	50	80	68,67
19	50	20	80	100	50	100	100	50	100	100	50	100	80	10	100	72,67
20	50	20	80	100	80	20	100	100	20	100	50	100	80	10	100	67,33
21	50	20	80	100	50	20	100	100	100	100	50	100	80	50	80	72,00

Çizelge B.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri (Devam)

22	50	80	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	80	80	72,67
23	50	50	80	80	100	20	100	100	20	100	20	100	80	20	20	62,67
24	50	20	80	100	50	20	100	100	20	100	20	100	80	20	80	62,67
25	20	50	80	100	50	20	100	100	20	100	20	100	80	20	80	62,67
26	50	80	20	100	80	20	100	100	20	100	50	100	80	50	50	66,67
27	50	50	80	100	100	20	100	100	20	100	50	100	80	50	80	72,00
28	50	20	80	100	50	20	100	50	20	100	50	100	80	20	100	62,67
29	50	50	80	100	80	20	100	100	20	100	50	100	80	50	100	72,00
30	50	50	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	50	80	68,67
31	50	80	20	100	50	20	100	100	20	100	20	100	80	80	100	68,00
32	50	80	80	100	20	20	100	100	20	100	20	100	80	80	100	70,00
33	50	80	20	100	20	20	100	80	20	100	50	100	80	50	80	63,33
34	50	50	20	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	80	100	68,00
35	50	50	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	50	100	70,00
36	20	50	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	50	100	68,00
37	80	80	20	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	80	100	72,00
38	50	50	20	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	50	100	66,00
39	50	80	20	100	100	20	100	100	20	100	50	100	80	50	80	70,00
40	50	20	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	50	100	68,00
41	50	20	80	20	80	20	100	100	20	100	50	100	80	50	50	61,33

Çizelge B.1. Yüzey (0-20 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri (Devam)

42	50	20	80	100	50	20	100	100	100	100	50	100	80	10	80	69,33
43	20	20	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	50	50	62,67
44	50	50	80	100	50	20	100	100	20	100	50	100	80	80	50	68,67
45	50	50	20	20	50	20	100	100	20	100	100	100	80	20	80	60,67
46	50	50	20	100	80	20	100	100	20	100	80	100	80	20	20	62,67
47	50	50	80	100	50	20	100	50	20	100	50	100	80	20	80	63,33
48	50	20	80	20	80	20	100	50	20	100	50	100	80	20	80	58,00
49	50	20	80	100	80	20	100	50	20	100	50	100	80	20	80	63,33
50	50	20	80	20	80	20	100	100	20	100	50	100	80	50	80	63,33
51	50	20	80	100	20	20	100	100	20	100	50	100	80	20	50	60,67
52	50	50	80	100	20	20	100	100	20	100	50	100	80	10	100	65,33
53	20	20	80	100	20	20	100	100	20	100	50	100	80	10	100	61,33
54	50	100	20	100	20	20	100	80	20	100	50	100	80	100	50	66,00
55	50	20	80	20	20	20	100	100	20	100	50	100	80	50	50	57,33
56	50	80	20	100	20	20	100	100	20	100	50	100	80	50	80	64,67

EK C. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları

Çizelge C.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları

Koordinat			%						ppm					dSm ⁻¹		cmol kg ⁻¹				
X	Y		N	CaCO ₃	TOM	Kil	Silt	Kum	Mn	Zn	Fe	Cu	P	EC	pH	Ca	Mg	Na	K	Tekstür Sınıfı
1	282698	4190472	0,06	34,27	0,80	25,36	32,95	31,69	24,25	0,96	6,30	2,11	3,50	0,17	8,17	39,03	1,44	1,22	1,05	C
2	282675,2	4190623	0,06	32,99	0,71	29,73	48,75	28,83	22,92	0,50	5,29	2,44	1,83	0,17	8,25	44,27	2,98	1,26	1,21	CL
3	282654,4	4190766	0,09	28,53	0,70	32,77	32,17	35,53	25,24	0,52	6,68	2,48	4,00	0,17	8,20	50,14	3,44	1,36	1,38	CL
4	282632,4	4190914	0,06	27,74	0,49	26,56	36,26	64,61	25,24	0,62	4,52	2,33	5,33	0,14	8,26	44,14	2,50	1,70	1,69	SCL
5	282608,6	4191059	0,11	30,62	0,61	23,39	43,31	17,23	26,69	0,85	6,30	2,48	4,50	0,17	8,20	37,66	2,15	2,06	1,37	C
6	282587,3	4191208	0,08	29,03	0,43	38,07	35,40	19,89	21,94	0,73	6,02	2,70	3,25	0,20	8,19	45,83	2,54	1,88	1,47	C
7	282565,6	4191363	0,08	28,96	0,31	24,59	50,86	15,89	24,99	0,50	4,77	2,46	4,50	0,19	8,23	44,62	2,69	1,75	1,28	C
8	282840,8	4190500	0,07	30,62	0,24	27,57	37,27	14,35	22,27	0,63	5,71	2,43	5,17	0,19	8,18	41,88	2,92	1,79	1,10	SiC
9	282819,3	4190656	0,09	24,93	1,59	29,67	31,14	32,13	31,73	0,83	6,22	2,33	6,67	0,22	8,04	30,34	2,12	1,64	1,61	C
10	282793,7	4190790	0,07	27,16	0,37	19,25	42,20	32,15	25,78	0,72	5,71	2,43	8,00	0,20	8,13	34,89	2,53	1,53	1,37	C
11	282772,2	4190937	0,09	26,80	0,37	38,93	40,39	26,20	25,39	0,50	6,40	2,66	3,00	0,19	8,34	39,89	3,12	1,59	1,40	C
12	282752,5	4191088	0,09	25,86	0,18	36,92	41,48	17,65	27,99	0,79	5,83	2,61	5,83	0,20	8,31	35,63	2,75	1,64	1,68	C
13	282727,3	4191238	0,08	27,74	1,58	38,04	41,58	16,60	25,64	0,65	5,30	2,44	9,33	0,19	8,28	33,49	2,42	1,38	1,33	C
14	282703,5	4191387	0,08	19,38	2,01	50,96	31,95	54,17	27,28	0,68	7,23	3,32	2,50	0,18	8,07	40,76	4,51	1,36	1,99	SCL
15	282978,2	4190523	0,06	29,03	0,37	23,49	32,16	38,51	19,62	0,34	5,87	1,45	4,50	0,15	8,32	33,15	2,04	1,43	0,79	C
16	282963	4190677	0,09	27,45	0,73	22,45	28,04	44,27	26,64	0,53	5,66	2,08	5,50	0,16	8,23	27,84	2,17	1,74	1,11	C
17	282923,8	4190816	0,07	26,51	0,76	33,93	31,27	20,38	27,33	0,68	7,10	2,26	5,33	0,16	8,21	33,02	2,22	1,66	1,27	SiL
18	282909,2	4190962	0,10	19,24	0,97	27,55	35,35	30,42	31,66	1,01	6,54	2,27	14,25	0,19	8,25	31,18	2,09	1,92	1,83	L
19	282885,4	4191109	0,06	25,57	0,48	31,53	36,18	13,90	22,03	0,67	6,27	2,05	5,75	0,16	8,27	38,49	2,11	2,04	1,32	SiCL
20	282860,2	4191258	0,09	23,70	0,82	37,73	40,32	10,08	23,95	0,42	6,07	2,43	4,75	0,20	8,26	46,41	2,78	1,45	1,32	SiC

Çizelge C.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları (Devam)

21	282837,5	4191411	0,10	23,99	0,91	34,00	20,92	18,14	17,05	0,39	3,24	1,91	4,17	0,25	8,39	34,18	2,35	1,48	1,51	C
22	283123,4	4190548	0,16	23,85	1,61	19,92	29,62	8,27	32,77	0,58	6,53	2,90	8,50	0,14	8,31	33,90	1,85	1,41	1,69	C
23	283081,7	4190697	0,11	27,09	0,30	21,38	19,41	7,10	25,59	0,56	5,34	2,93	5,75	0,14	8,37	31,14	1,29	1,41	1,09	C
24	283072	4190843	0,15	26,08	0,12	23,31	34,19	6,45	30,43	0,58	5,69	2,17	3,83	0,14	8,34	34,12	3,09	1,67	1,06	C
25	283050,5	4190989	0,13	25,00	0,24	22,09	39,04	21,99	24,66	0,44	5,67	2,25	4,50	0,15	8,36	51,39	3,82	1,82	0,99	C
26	283023	4191139	0,12	23,41	0,67	28,50	49,75	22,79	28,75	0,93	6,02	3,30	9,50	0,33	8,21	44,83	4,97	2,07	2,40	C
27	282994,8	4191285	0,11	22,62	0,55	38,57	41,15	24,62	24,69	0,49	6,59	3,29	3,50	0,22	8,23	48,75	5,08	1,50	1,67	C
28	283260	4190575	0,07	23,85	0,36	25,17	33,91	32,24	22,17	0,40	5,65	2,40	4,83	0,19	8,39	38,25	3,40	1,93	1,25	C
29	283210,7	4190724	0,08	23,05	0,61	40,49	32,02	21,25	27,61	0,58	6,84	4,99	5,00	0,19	8,25	44,65	5,65	1,72	1,10	C
30	283206,1	4190856	0,09	22,58	0,18	23,81	35,93	18,68	30,88	0,76	5,36	2,43	8,33	0,24	8,20	46,99	3,56	1,86	2,23	C
31	283186,3	4191014	0,11	28,19	1,86	30,07	33,99	17,25	25,30	1,06	6,55	2,65	14,75	0,19	8,37	46,66	4,37	2,51	2,06	C
32	283168,3	4191157	0,08	23,66	1,41	26,03	41,31	17,47	32,51	0,96	6,06	2,81	13,83	0,22	8,13	40,45	3,11	2,06	1,67	C
33	283369,8	4190594	0,13	23,16	1,30	25,80	34,81	49,98	31,81	2,05	5,32	2,52	11,00	0,22	8,18	37,51	8,60	2,37	1,78	SCL
34	283356,9	4190743	0,14	22,01	1,05	21,80	37,01	50,65	28,10	0,66	5,78	2,85	8,17	0,24	8,15	50,77	4,93	1,35	1,58	SCL
35	283347,8	4190891	0,14	19,13	1,16	19,62	47,01	53,98	25,83	1,01	6,06	3,01	14,00	0,25	8,09	59,59	3,53	1,98	1,97	SCL
36	283328,9	4191036	0,11	24,00	0,68	29,19	41,40	57,74	23,54	0,65	6,64	2,45	4,50	0,23	8,31	34,89	8,35	1,77	1,41	SCL
37	283309,6	4191183	0,08	25,16	1,30	30,39	36,43	15,85	27,00	0,80	5,84	2,63	11,00	0,18	8,22	50,48	6,44	1,90	1,32	C
38	283484,3	4190767	0,10	22,34	0,93	22,06	48,90	13,04	27,14	0,53	5,40	3,01	10,00	0,26	8,23	49,85	5,97	2,31	1,82	C
39	283451,2	4190910	0,15	20,39	0,93	19,97	21,84	12,08	28,36	1,55	6,98	3,17	19,33	0,25	8,19	45,34	6,38	3,35	2,16	C

Çizelge C.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin analiz sonuçları (Devam)

40	282540,1	4191519	0,09	23,93	1,19	22,16	21,95	11,70	27,26	0,53	8,46	3,44	4,67	0,24	8,10	42,66	2,44	1,76	1,73	C
41	282677,9	4191545	0,12	20,02	1,05	28,72	60,19	21,37	21,59	0,76	6,41	3,62	5,50	0,22	8,22	40,09	4,74	3,09	1,53	C
42	282811,3	4191567	0,10	25,88	0,96	27,60	56,89	23,09	20,52	0,35	5,06	3,52	2,67	0,17	8,25	37,09	4,51	2,26	1,11	C
43	282945,1	4191592	0,11	22,48	1,07	48,70	37,95	25,03	26,62	1,43	8,81	3,93	5,50	0,20	8,29	37,82	5,16	2,56	1,21	C
44	283081,1	4191618	0,09	20,10	1,41	54,12	29,60	30,39	25,97	0,82	8,65	3,71	6,00	0,18	8,25	38,90	3,99	2,14	1,31	C
45	283222,2	4191643	0,12	14,68	0,85	52,62	28,30	40,52	28,67	0,95	5,43	3,70	8,50	0,16	8,24	39,55	2,74	2,42	1,66	CL
46	283352,2	4191670	0,08	5,78	1,01	22,81	29,79	23,20	27,56	0,56	5,35	3,13	8,00	0,13	8,28	27,14	1,14	2,68	2,07	C
47	282971,8	4191438	0,08	23,17	1,07	47,44	36,73	23,70	24,56	0,62	7,92	3,37	4,50	0,19	8,22	40,62	4,83	1,76	1,26	C
48	28133,95	4191315	0,11	19,61	0,23	32,66	49,20	18,79	25,83	0,63	8,21	3,55	3,00	0,17	8,25	34,00	4,79	1,63	1,20	C
49	283108,2	4191462	0,11	20,18	1,52	49,89	32,76	16,98	26,13	0,41	8,63	3,60	2,33	0,18	8,27	38,75	6,82	1,75	1,53	C
50	283273	4191341	0,09	22,25	1,18	26,46	53,55	18,09	24,85	0,71	7,50	3,13	4,50	0,26	8,22	41,33	3,91	1,76	1,17	C
51	283248,6	4191488	0,10	20,32	1,29	22,28	51,50	15,49	25,72	0,95	7,22	3,53	7,00	0,26	8,23	41,97	4,13	1,26	1,43	C
52	283514,9	4190621	0,10	20,04	1,29	24,05	46,65	54,08	35,97	0,73	5,95	2,95	6,50	0,24	8,20	32,19	2,09	1,54	1,27	SCL
53	283442,2	4191061	0,04	22,39	1,07	33,60	33,39	43,06	27,73	0,54	7,27	2,68	3,00	0,16	8,23	35,59	3,15	1,16	0,86	CL
54	283419	4191204	0,11	20,25	2,93	32,70	15,72	39,77	35,47	2,67	51,46	7,87	76,83	0,39	8,30	41,76	6,93	3,37	8,10	C
55	283393,5	4191364	0,07	20,18	1,01	55,94	32,60	23,17	28,66	0,66	9,09	3,66	5,50	0,17	8,21	43,07	4,25	1,33	1,50	C
56	283370,8	4191510	0,10	14,97	1,27	45,11	36,55	24,63	28,51	1,03	4,28	3,31	19,83	0,22	8,26	35,89	3,26	1,07	2,44	CL

EK D. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri

Çizelge D.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri

Örnek No	N	P	K	Ca	Na	Mg	Mn	Zn	Fe	Cu	CaCO ₃	EC	pH	TOM	TEKSTÜR	TVI
1	20	20	80	100	20	100	100	100	20	100	20	100	80	20	80	64,00
2	20	10	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	20	100	61,33
3	20	20	80	20	20	100	100	50	20	100	20	100	80	20	100	56,67
4	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	10	100	61,33
5	50	20	80	100	10	100	100	100	20	100	20	100	80	20	80	65,33
6	20	20	80	100	20	100	100	100	20	100	20	100	80	10	80	63,33
7	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	10	80	60,00
8	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	10	50	58,00
9	50	20	80	100	20	100	100	100	20	100	50	100	80	50	80	70,00
10	20	20	80	100	20	100	100	100	20	100	20	100	80	10	80	63,33
11	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	10	80	60,00
12	20	20	80	100	20	100	100	100	20	100	20	100	80	10	80	63,33
13	20	50	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	50	80	64,67
14	20	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	80	100	66,67
15	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	10	80	60,00
16	50	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	20	80	62,67
17	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	20	80	60,67
18	50	50	80	100	20	100	100	100	20	100	50	100	80	20	80	70,00
19	20	20	80	100	10	100	100	50	20	100	20	100	80	10	100	60,67
20	50	20	80	100	20	100	100	50	20	100	50	100	80	20	50	62,67
21	50	20	80	100	20	100	100	50	100	100	50	100	80	20	80	70,00
22	50	50	80	100	20	100	100	50	20	100	50	100	80	50	80	68,67

Çizelge D.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri (Devam)

23	50	20	80	100	20	50	100	50	20	100	20	100	80	10	80	58,67
24	50	20	80	100	20	100	100	50	20	100	20	100	80	10	80	62,00
25	50	20	80	20	20	100	100	50	20	100	50	100	80	10	80	58,67
26	50	50	80	100	10	80	100	100	20	100	50	100	80	20	80	68,00
27	50	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	20	80	63,33
28	20	20	80	100	20	100	100	50	20	100	50	100	80	10	80	62,00
29	20	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	20	80	61,33
30	50	50	80	100	20	100	100	100	20	100	50	100	80	10	80	69,33
31	50	50	80	100	10	80	100	100	20	100	20	100	80	50	80	68,00
32	20	50	80	100	10	100	100	100	20	100	50	100	80	50	80	69,33
33	50	50	80	100	10	80	100	100	20	100	50	100	80	50	100	71,33
34	50	50	80	20	20	80	100	50	20	100	50	100	80	50	100	63,33
35	50	50	80	20	20	100	100	100	20	100	50	100	80	50	100	68,00
36	50	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	20	100	64,67
37	20	50	80	20	20	80	100	100	20	100	20	100	80	50	80	61,33
38	50	50	80	100	10	80	100	50	20	100	50	100	80	20	80	64,67
39	50	50	80	100	10	80	100	100	20	100	50	100	80	20	80	68,00
40	50	20	80	100	20	100	100	50	20	100	50	100	80	50	80	66,67
41	50	20	80	100	10	80	100	100	20	100	50	100	80	50	80	68,00
42	50	20	80	100	10	80	100	50	20	100	20	100	80	20	80	60,67

Çizelge D.1. Yüzey altı (20-40 cm) toprak örneklerinin TVI değerleri (Devam)

43	50	20	80	100	10	80	100	100	20	100	50	100	80	50	80	68,00
44	50	20	80	100	10	100	100	100	20	100	50	100	80	50	50	67,33
45	50	50	80	100	10	100	100	100	20	100	100	100	80	20	100	74,00
46	20	20	80	100	10	50	100	50	20	100	100	100	80	50	80	64,00
47	20	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	50	80	63,33
48	50	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	10	80	62,67
49	50	10	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	50	80	64,67
50	50	20	80	100	20	100	100	100	20	100	50	100	80	50	80	70,00
51	50	20	80	100	20	80	100	100	20	100	50	100	80	50	80	68,67
52	50	20	80	100	20	100	100	100	20	100	50	100	80	50	100	71,33
53	10	20	80	100	20	100	100	50	20	100	50	100	80	50	100	65,33
54	50	80	20	100	10	80	100	80	20	100	50	100	80	80	80	68,67
55	20	20	80	100	20	80	100	50	20	100	50	100	80	50	50	61,33
56	50	50	80	100	20	100	100	100	100	100	100	100	80	50	100	82,00

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif AKKAYA

Doğum Yeri ve Yılı : Zonguldak, 1975

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : elifakkaya.demre@gmail.com.tr

Eğitim Durumu

Lise : Zonguldak Mehmet Çelikel Lisesi, 1992

Lisans : Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü

Mesleki Deneyim

Antalya Demre İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü 2010.....(halen)