ORMANARDI ARAŞTIRMA VE UYGULAMA SAHASI TOPRAKLARININ MESAFEYE BAĞLI DEĞİŞKENLİĞİNİN MODELLENMESİ VE HARİTALANMASI

Veysel GÖKMEN

Yüksek Lisans Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

2015

Her hakkı saklıdır

T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMANARDI ARAŞTIRMA VE UYGULAMA SAHASI TOPRAKLARININ MESAFEYE BAĞLI DEĞİŞKENLİĞİNİN MODELLENMESİ VE HARİTALANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Veysel GÖKMEN

Enstitü Anabilim Dalı : TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

Tez Danışmanı : Doç. Dr. ABDULKADİR SÜRÜCÜ

Aralık 2015

T.C.

BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMANARDI ARAŞTIRMA VE UYGULAMA SAHASI TOPRAKLARININ MESAFEYE BAĞLI DEĞİŞKENLİĞİNİN MODELLENMESİ VE HARİTALANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Veysel GÖKMEN

Enstitü Anabilim Dalı : TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

Bu tez 18.12.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hikmet GÜNAL	Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ	Doç. Dr. Ali Rıza DEMiRKIRAN
Jüri Başkanı	Üye	Üye

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. İbrahim Y. ERDOĞAN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmasının her aşamasında yanımda olan ve tüm bilgi ve birikimiyle bu konuda yoluma ışık tutan danışmanım Doç.Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ, bölümümüzün tüm imkânlarından faydalanmamı sağlayan Öğretim üyeleri Doç.Dr. Alaaddin YÜKSEL, Doç.Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN, Doç. Dr. Ramazan MERAL, harita oluşturmamda bana yardımcı olan Yrd. Doç.Dr. Vedat AVCİ, İstatistik bulgularda yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr. Hikmet GÜNAL ve öğrencisi Ziraat Mühendisi Atilla POLAT, analizler sonucu elde edilen verileri değerlendirmemde daha önceden bu konuda çalışma yapmış olan ve benden yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mesut BUDAK, laboratuar çalışmalarımda bana yardımcı olana Yüksek Ziraat Mühendisi Kadriye ATEŞ ve tüm çalışma sürecinde her zaman yanımda olan ve benden yardımını esirgemeyen pek kıymetli abilerim Öğretim görevlisi Mehmet Nuri KOLAK, Arş. Gör. Yasin DEMİR, Arş. Gör. Alperen MERAL'a ve arkadaşım Kürşat Nuri Baydili'ye teşekkür ederim.

Hayatımın tüm aşamalarında olduğu gibi bu çalışmamda da her zaman yanımda olan ve hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan annem, babam ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Veysel GÖKMEN

Bingöl 2015

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ii
İÇİNDEKİLER iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ v
ŞEKİL LİSTESİ vii
TABLO LİSTESİ viii
ÖZET ix
ABSTRACT x

1. GİRİŞ 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
2.1. Toprak Özellikleri ve Toprak Etüd ve Haritalama 4
2.2. Mesafeye Bağlı Değişkenliğin Modellenmesi 6

3. MATERYAL VE METOD 13
3.1. Materyal 13
3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu 13
3.1.2. Çalışma Alanı İklimi 14
3.1.3. Çalışma Alanı Jeoloji ve Jeomorfolojisi 15
3.2. Metod 17
3.2.1. Toprak Etüt ve Haritalama Yöntemleri 17
3.2.4. Toprak Örneklemesi 19
3.2.5. Laboratuar Analizler 20
3.2.6. İstatistiksel Analizler 23

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR 25
4.1. Toprak Oluşumu ve Sınıflaması 25
4.1.1. Toprak Oluşumu 25
4.1.2. Toprak Sınıflaması 31
4.2. Ormanardı Serisine ait Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri 33
4.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler 33
4.2.2. Çalışma Alanı Topraklarının Korelasyon Analizi 35
4.3. Toprak Özelliklerinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması 37

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 51
KAYNAKLAR 53
ÖZGEÇMİŞ 60

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Santigrad Derece
A	: Range Mesafesi
B.D	: Baz Doygunluğu
Ca	: Değişebilir Kalsiyum
$CaCO_3$	: Kireç
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
cm	: Santimetre
C_o	: Nugget
C_o+C	: Sill
da	: Dekar
EC	: Elektriksel İletkenlik
g	: Gram
ha	: Hektar
K	: Değişebilir Potasyum
K_2O	: Potasyum di Oksit
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
kg	: Kilogram
m	: Metre
meq	: Milli Ekivalant
Mg	: Değişebilir Magnezyum
mm	: Milli Metre
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Na	: Değişebilir Sodyum
OM	: Organik Madde
P	: Yağış
P	: Fosfor

P_2O_5	: Di Fosfor Penta Oksit
PET	: Buharlaşma
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
ppm	: Milyonda Bir Parça
UB	: Uzaysal Bağımlılık
VK	: Varyasyon Katsayısı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Tipik Bir Semivariograma ait Parametreler 11
Şekil 2.2. Yaygın Olarak Kullanılan Semivariogram Modelleri 12
Şekil 3.1. Çalışma Alanının Konumunu Gösteren Haritası 13
Şekil 3.2. Bingöl Ovasına ait Su Bilançosu Diyagramı 15
Şekil 3.3. Çalışma Alanının 1/100000 Ölçekli Jeoloji Haritası 16
Şekil 3.4. Çalışma Alanına ait Bakı ve Arazi Kullanım Haritaları 18
Şekil 3.5. Çalışma Alanına ait Eğim ve Yükselti Haritaları 19
Şekil 3.6. Çalışma Alanı Toprak Örnekleme Deseni 20
Şekil 4.1. Ormanardı Serisine ait pH Değerinin Derinliğe Göre Değişimi 27
Şekil 4.2. Ormanardı Serisine ait Tekstür Yüzdelerinin Derinliğe Göre Değişimi 28
Şekil 4.3. Ormanardı Serisine ait Baz Doygunluğunun Derinliğe Göre Değişimi 28
Şekil 4.4. Ormanardı Serisine ait Organik Maddenin Derinliğe Göre Değişimi 29
Şekil 4.5. Ormanardı Serisi Topraklarının Yer Aldığı Araziden Görüntü 29
Şekil 4.6. Ormanardı Serisi Topraklarının Yer Aldığı Araziden Görüntü 30
Şekil 4.7. Ormanardı Serisi Topraklarının Yer Aldığı Araziden Görüntü 30
Şekil 4.8. Ormanardı Serisine ait Horizon Dizilimleri 31
Şekil 4.9. Tekstür Bileşenlerine ait (kil, silt ve kum) Semivariogram Modelleri ve Çapraz Doğrulama Grafikleri 39
Şekil 4.10. Toprak Bileşenlerine (kil, silt ve kum) ait Uzaysal Dağılım Haritaları 40
Şekil 4.11. Bazı Kimyasal Özelliklere (kireç, organik madde (OM), pH ve elektriksel iletkenlik (EC)) ait Semivariogram Modelleri ve Çapraz Doğrulama Grafikleri 45
Şekil 4.12. Kireç, Organik madde, Toprak Reaksiyonu ve Elektriksel İletkenliğe ait Uzaysal Dağılım Haritaları 46
Şekil 4.13. Bazı Kimyasal Özelliklere (K2O, P2O5, Ca+Mg ve Na) ait Semivariogram Modelleri ve Çapraz Doğrulama Grafikleri 49
Şekil 4.14. K2O, P2O5, Ca+Mg ve Na İçeriklerine ait Uzaysal Dağılım Haritaları 50

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Bingöl İline ait Uzun Yıllar Ortalama İklim Verileri 14
Tablo 4.1. Ormanardı Serisi Toprak Profil Tanımlaması 26
Tablo 4.2. Profilde Tanımlanan Toprak Horizonlarına ait Fiziksel Özellikler 26
Tablo 4.3. Profilde Tanımlanan Toprak Horizonlarına ait Kimyasal Özellikler 27
Tablo 4.4. Profilde Tanımlanan Toprak Horizonlarına ait Değişebilir Katyon Değerleri 27
Tablo 4.5. Ormanardı Serisi Toprakları Sınıflandırma Detayı 32
Tablo 4.6. Ormanardı Serisi Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine ait Tanımlayıcı İstatistikler 34
Tablo 4.7. Çalışma Alanı Toprakları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Analizi 36
Tablo 4.8. Tekstür Bileşenlerine (kil, silt ve kum) ait Semivariogram Modeli, Model Parametreleri ve Çapraz Değerlendirme 38
Tablo 4.9. pH Sınır Değerlerine Göre Sınıflandırılması 41
Tablo 4.10. Tuzluluk Sınır Değerlerine Göre Sınıflandırılması 42
Tablo 4.11. Kireç Sınır Değerlerine Göre Sınıflandırılması 43
Tablo 4.12. Organik Maddenin Sınır Değerlerine Göre Sınıflandırılması 44
Tablo 4.13. Toprağın Kimyasal Özelliklerine ait Semivariogram Modeli, Model Parametreleri ve Çapraz Değerlendirme 44
Tablo 4.14. Alınabilir Fosfor (P_2O_5)'un Sınır Değerlerine Göre Sınıflandırılması 47
Tablo 4.15. Alınabilir Potasyum (K_2O)'un Sınır Değerlerine Göre Sınıflandırılması . 48

ORMANARDI ARAŞTIRMA VE UYGULAMA SAHASI TOPRAKLARININ MESAFEYE BAĞLI DEĞİŞKENLİĞİNİN MODELLENMESİ VE HARİTALANMASI

ÖZET

Günümüzün en büyük sorunlarından biri toprak gibi yenilenemeyen doğal kaynakların tükenmesidir. Bu çalışmanın amaçları; yaklaşık 67 ha genişliğindeki Bingöl Üniversitesi araştırma ve uygulama arazisinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, mesafeye bağlı değişkenliklerinin modellenmesi ve haritalanmasıdır. Çalışma alanında tanımlanan tipik toprak profiline göre Ap-Bt-CB ve C şeklinde bir horizon dizilimine sahip olan topraklar Toprak Taksonomisine göre Mollisol olarak sınıflandırılmışlardır. Çalışma alan 100x100 m genişliğinde gridlere ayrılmış ve gridlerin köşe noktalarından toplam 64 noktada0-30cm derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Daha kısa mesafelerde toprak özelliklerindeki değişkenliği analiz edebilmek ve semivariogramları modelleyebilmek amacı ile 5, 25 ve 60 m ara mesafelerden 24 adet daha toprak örneği alınmıştır. Toprak analizi sonuçlarına göre çalışma alanı toprakları kireçsiz, pH ve tuzluluğu düşük, organik madde düzeyi iyi, yarayışlı potasyum konsantrasyonu fazla iken yarayışlı fosfor konsantrasyonu ise az olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kil, silt, kum, kireç, organik madde(OM), elektriksel iletkenlik (EC), yarayışlı potasyum (K_2O), yarayışlı fosfor (P_2O_5), kalsiyum ve magnezyum (Ca+Mg), katyon değişim kapasitesi (KDK), değişebilir sodyum (Na) ve pH değerlerinin mesafeye bağlı değişimi hesaplanmış ve alansal değişimleri modellenerek haritalanmıştır. Elde edilen veriler hem klasik istatistik hem de jeoistatistik kullanılarak değerlendirilmiştir. Değişkenliğin göstergelerinden biri kabul edilen varyasyon katsayısı (VK) değeri en yüksek toprak özelliği (%63,6) ileP_2O_5 iken en düşük VK %2,98 ile pH olduğu belirlenmiştir. Yarayışlı P_2O_5'in bu denli yüksek değişkenlik göstermesi çalışma alanında önceden gerçekleştirilen tarım faaliyetleri ile araziye uygulanan ve bitkisel üretimle kaldırılan miktarları olduğu düşünülmektedir. Belirlenen her bir toprak özelliği için semivariogramlar oluşturulmuş ve uygun modeller çapraz değerlendirme sonucu belirlenerek krigleme haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanında kuzey-batıdan güney-doğuya gidildikçe kum içeriği ve pH değerinin de artığı görülmüştür. Uzaysal modelleme sonuçlarına göre, kireç, OM, EC, K_2O,P_2O_5, Ca+Mg ve Na kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterir iken, pH orta derecede uzaysal bağımlılık göstermiştir.

Anahtar Kelime: Jeoistatistik, değişkenlik, Bingöl, toprak özellikleri, haritalama.

ORMANARDI RESEARCH AND FIELD OF APPLICATION MODELING VARİABİLİTY DEPENDİNG ON THE DİSTANCE OF SOIL AND MAPPING

ABSTRACT

One of the biggest problems today is the depletion of non-renewable natural resources such as soil.The objectives of this study; Determination of physical and chemical properties of about 67 ha wide land Bingol University research and practice, the distance-dependent variability modeling and mapping.According to the typical soil profiles identified in the study area in the form of Ap-Bt-CB and C soils are classified as having a horizon lineup Mollisol according to Soil Taxonomy.Workspace 100x100 m soil samples from a depth of 0-30cm total of 64 points in the corners and grid points to the grid were separated.Shorter distances to analyze the variability in soil characteristics and the aim to model the semivariogram 5, 25 and 60 m more soil samples were taken from 24 intermediate distance.Soil analysis of soils According to results of studies lime, pH and salinity is low, a good level of organic matter, available potassium concentrations than when it was determined that the concentration of available phosphorus less.On the clay, silt, sand, lime, organic matter (OM), electrical conductivity (EC), available potassium (K_2O), available phosphorus (P_2O_5), calcium and magnesium (Ca + Mg), cation exchange capacity (CEC), subject to change sodium (Na) and pH values of calculated changes depending on the distance and spatial modeling changes have been mapped.The obtained data were analyzed using both classical statistics geostatistics. One of the variability of the indicators adopted by the coefficient of variation (VK) soils of the highest value P_2O_5 (%63.6) while the lowest VK was determined to be pH %2.98. It is thought that the plant-available form of P_2O_5 show such a high variability previously applied to land with agricultural activities conducted in the study area and the amount that was removed with vegetable production. Built semivariogram for each identified land property and appropriate models Krigla but maps were generated by determining the cross-evaluation results. In the study area north-west south-east hinterland sand content and the pH was no longer visible. According to the results of spatial modeling, lime, OM, EC, K_2O, P_2O_5, Na and Ca + Mg show strong spatial dependence, while pH showed moderate spatial dependence.

Keywords: Geostatistics, variability, Bingol, properties of soil, mapping.

1. GİRİŞ

Günümüzün en büyük sorunlarından biri toprak gibi yenilenemeyen doğal kaynakların hızla tükenmesidir. Ülkemiz toprakları yüzyıllardan beri devam eden yoğun tarım ve bilinçsiz kullanım nedeniyle üretkenliğini kaybetmektedir. Toprakların üretkenliğini yitirmesi, yanlış toprak işleme gibi problemlerin yanı sıra arazilerin yeteneklerine göre kullanılmamaları nedeniyle artan erozyondan toprak kirlenmesine, tarım dışı kullanımlardan kaynaklanmaktadır.

Nüfusun artmasına paralel olarak artan gıda ihtiyacının karşılanması için bitkilerin yetiştirilme yeri ve besin kaynağı olması yönüyle toprak büyük bir öneme sahiptir. İklim, bitki örtüsü ve zamanın farklı topografyalardaki ana materyal üzerine olan etkisi sonucu oluşan topraklar farklı süreç ve uygulamaların etkisi ile birbirinden önemli düzeyde farklılaşmaktadır. Her uygulamanın ise farklı bir geri yansıması söz konusu olduğundan yanlış uygulamalar toprakların geri dönüşümsüz olarak yok olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle topraklarımızda görülen farklılıklar iyi tanımlanmalı, sınıflandırılarak haritalanmalı ve buna göre planlanarak yönetilmelidir.

Topraklar kullanım çeşitliliği yönüyle değişken olduğundan herhangi bir bitki yetiştiriciliği için uygun olan bir alanın başka bir bitki yetiştiriciliği için uygun olmayabilir. Bu nedenle detaylı çalışmalar ile toprakların tanımlanması zorunlu bir hal almış ve yapılan çalışmalar neticesinde birim alandan daha fazla ürün alımı söz konusu olmuştur (FAO 1976; Dent and Young 1981). Dolayısıyla karışık bir oluşuma sahip olan toprakların daha faydalı bir halde kullanılması için ayrıntılı bir şekilde tanımlanarak sınıflandırılması gerekmektedir.

Tüm tarımsal uygulamaların esasını meydana getiren toprakların, yararlı bir şekilde kullanılması, yalnızca toprakların tüm özelliklerin bilinmesiyle sağlanabilir. Bu nedenle, tarım alanlarının fiziksel, kimyasal, morfolojik, mineralojik ve biyolojik özelliklerin belirlenerek ayrıntılı toprak haritalarının ve raporlarının hazırlanması zorunlu hale gelmiştir. En uygun arazi ve toprak yönetiminin seçilmesi, sorunların teşhisi ve çözüm

yollarının belirlenmesi ancak detaylı bir toprak etüd haritalama çalışmaları ile mümkün olmaktadır (Akgül 1994).

Topraklardaki farklılıkları belirlemek ve bu farklılıklardan yola çıkarak toprakları tanımlamak ve sınırlarını çizmek toprak etüt ve haritalamanın konusudur. Toprak etüd haritaları toprakların sahip oldukları özeliklere uygun olarak kullanılması için oluşturulurlar. Bundan dolayı gerçekleştirilen toprak etüt ve haritalama uygulamalarında, araştırmanın detay derecesine göre arazide ve bürolarda yapılan işlemler ile toprak haritaları oluşturulmaktadır. Türkiye'de toprak etüt ve haritalama çalışmaları ilk olarak 1950'li yıllarda başlamıştır. 1950'li yıllarda Amerikan vatandaşı toprak bilim uzmanı Harvey Oakes, Türkiye'nin topoğrafik ve jeolojik haritalarından ve 1938yılında tanımlanan Amerikan sınıflandırma sisteminden faydalanarak "Türkiye Genel Toprak Haritası'' nı oluşturmuştur (Oakes 1958).

Türkiye'deki toprak planlanması ve haritalama oluşturma çalışmaları ile alakalı ilk detaylı araştırmalar 1960'lı yıllarda Toprak-Su Genel Müdürlüğü'nün hizmete girmesiyle başlamıştır. 1966-1971 yılları esnasında Toprak-Su Genel Müdürlüğü tarafından bütün ülkenin 1/25,000 ölçekli detaylı toprak haritası oluşturulmuştur. Bu yapılan toprak etüt haritalama çalışmalarında geniş yer kaplayan toprak sınıfları ile bu sınıfların değerli olan kısımları harita oluşturmada belirleyici olarak kabul edilmiştir (Canpolat 1981). Daha sonra bu araştırmalar il, ilçe ve hatta köy düzeyine indirilerek yenilemeler yapılmıştır.

Teknolojinin gelişmesiyle beraber günümüzde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinde oluşan gelişmeler sayesinde daha hızlı ve güvenilir toprak haritaları yapılabilmektedir. Uydular sayesinde önemli ölçüde yarı kurak ve kurak bölgelerdeki seyrek bitki örtüsüne sahip toprak kısımlarının da doğru bir şekilde amaca uygun olarak kullanılmaktadır (Dinç ve Şenol 1997).

Toprak özeliklerinin mesafeye bağlı olarak değişkenliğinin bilinmesi ve buna göre önlemler alınması günümüzde jeoistatistik modeller sayesinde daha kolay olmaktadır. Jeoistatistik ilk olarak maden çalışmalarında kullanılmıştır ve jeoistatistik günümüzde ziraat mühendisliği, maden mühendisliği, jeoloji mühendisliği ve çevre mühendisliği gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Bingöl Üniversitesi Araştırma ve Uygulama arazisinin sınıflandırılması ve mesafeye bağlı değişimlerini belirlemektir. Oluşturulan toprak haritaları ve elde edilen veriler uygulama alanında çalışmalarını yürütecek olan araştırmacılar için değerli bir altlık olarak hizmet etme potansiyeline sahiptir. Özellikle arazi denemelerinde elde edilecek olan sonuçların yaygınlaştırılması ancak benzer toprak koşullarında mümkün olduğundan dolayı, bu veri tabanı çalışma sonuçlar yaygınlaştırılması konusunda da katkı sağlayacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprak Özellikleri ve Toprak Etüd ve Haritalama

Dünyada birçok ülke kendilerine ait toprak sınıflandırma sistemi geliştirerek kullanmaktadırlar (Örneğin; Rusya, Almanya, Fransa, Avustralya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda'nın sınıflandırma sistemleri). Bazı ülkeler ise günümüzde daha çok kullanılan sınıflandırma sistemlerinin başında gelen Dünya'nın her iklim bölgesi ve çok farklı ana materyalleri üzerinde gelişen topraklarını sınıflandırılmasını mümkün kılan Toprak Taksonomisi sınıflandırma sistemini kullanmaktadırlar (Soil Survey Staff 2014).

Birçok araştırmacı toprağın fiziksel, kimyasal ve morfolojik özeliklerini belirlemiş ve bu özellikler arasındaki ilişkileri inceleyip, belirlenen özeliklerden yola çıkarak toprak tanımlaması yapmış ve toprağın daha verimli kullanılmasının nasıl olması gerektiğini belirlemişlerdir (Kızılgöz 1998; Kızılkaya 1998; Durak ve Sürücü 2005; Irmak 2007; Saraçoğlu 2009; Özyazıcı 2010; Saraçoğlu 2010; Saraçoğlu 2010; Saraçoğlu 2013).

Aksoy (1998) Amanos dağlarında toprak oluşum süreçlerini incelemek amacı ile 17 farklı noktada toprak profili açarak örnekler almış ve detaylı bir şekilde profilleri tanımlamıştır. Toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mineralojik analizleri ile arazi incelemeleri neticesinde sınıflama yapılmıştır. Araştırmacı sınıflandırma yaparken Toprak Taksonomisi ve FAO/UNESCO olmak üzere 2 farklı toprak sınıflandırma sistemi kullanmıştır. Toprak Taksonomisine göre çalışma alanında bulunan toprakların Spodosol, Mollisol, Alfisol, Inceptisol ve Entisol ordolarına ve FAO/UNESCO'ya göre ise Podzol, Acrisol, Luvisol, Phaezem, Cambisol ve Regosol ünitelerine göre sınıflandırmışlardır (Aksoy 1998).

Alaçam-Gebze arası kıyı bölgelerinde yapılan bir çalışmada, araştırma sahasının topoğrafik haritası dikkate alınarak 24 farklı noktada toprak profili açılmıştır. Toprak horizonlarından alınan örneklerin fiziksel, kimyasal, mineralojik ve morfolojik özellikleri

belirlenmiş ve Toprak Taksonomisine göre sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı toprakları Entisol, Vertisol, Mollisol ve Alfisol ordosunda sınıflandırılmıştır (Sürücü 1999).

Çankırı ili Kızılırmak ilçesi Bayanpınarı köyünde Özdoğan ve Yüksel (2004) topoğrafik haritalardan faydalanarak 8 adet profil noktası belirlemişlerdir. Belirlenen profil noktalarında horizon esaslı toprak örneği alınmışlardır. Profil özellikleri göre çalışma alında 6 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Arazi bilgileri, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre toprakların 3 tanesi Inceptisol, 2 tanesi Entisol ve 1 tanesi ise Alfisol olarak sınıflandırılmıştır (Özdoğan ve Yüksel 2004).

Tokat-Uğrak Havzasında araştırmacılar toprağın fiziksel, kimyasal ve morfolojik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda topraklar Entisol ve Inceptisol ordolarında sınıflandırılmışlardır (Oğuz vd 2005).

Tokat il merkezi ve Turhal ilçesi arasında bulunan araştırma alanında araştırmacı horizon esaslı 5 toprak profili açmış ve fiziksel ve kimyasal analizleri laboratuar koşullarında gerçekleştirerek sınıflandırma yapmıştır. Analizlerin sonucunda araştırmacı çalışma alanındaki alüviyal anamateryele sahip toprakların Entisol ve Mollisol, kolüvyal anamateryele sahip toprakların ise Inceptisol ordosuna ait olduğunu belirlemiştir (Günal 2006).

Amasya-Kapaklı orman fidanlığında gerçekleştirilen araştırmada araştırmacılar öncelikle topoğrafik, jeolojik ve Jeomorfolojik haritaları incelemiş ve çalışma alanını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmaların neticesinde 9 profil noktası açılmıştır ve açılan profil noktalarından horizon esaslı toprak numunesi alınmıştır. Alınan numunelerin laboratuar koşullarında fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde 6 farklı toprak serisi olduğu ve bunların 2 tanesini Entisol, 3 tanesinin Inceptisol ve 1 tanesinin ise Alfisol ordosuna ait olduğu belirlenmiştir (Göl vd 2006).

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus alanı içerisinde yer alan Aşağıaksu Havzasında yapılan çalışmada bölgeye ait topoğrafik, jeolojik ve jeomorfolojik haritalar incelemiş ve arazi gözlemleri sonucunda çalışma alanında 7 profil noktası açılmıştır. Açılan profillerden horizon esaslı toprak numunesi alınmış, fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak sınıflama yapılmıştır. Çalışma alanında 6 farkı toprak serisi tanımlanmış ve bu seri serilerin 2

tanesinin Entisol, 3 tanesinin Inceptisol ve 1 tanesinin ise Vertisol ordosuna ait olduğu belirtilmiştir (Dengiz vd 2009).

Samsun Havza ilçesi Aslançayır köyü Kuşkonağı havzasında araştırmacılar çalışma alanındaki toprakları sınıflandırmak için öncelikle 1/25,000 ölçekli topoğrafik, jeolojik ve jeomorfolojik haritalar incelenmiş ve arazi gözlemleri yapılmıştır. Çalışma alanında 6 toprak profili açılmış, horizon esaslı toprak örnekleri alınmış ve fiziksel ve kimyasal karakterizasyonları yapılmıştır. Analizler sonucunda 6 farklı toprak seri tanımlamışlardır. Bu serilerin 2 tanesinin Entisol, 2 tanesinin Inceptisol ve 2 tanesinin de Vertisol olduğunu belirlemişlerdir (Dengiz 2012).

Ankara Haymana-Çatalkaya Deresi Havzası Deniz vd (2015) 10 toprak profili açarak horizon esasına göre örnek almışlardır. Yapılan fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda 9 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Bu toprak serilerinin 2 tanesinin Entisol, 6 tanesinin Inceptisol ve 1 tanesinin ise Vertisol ordosuna ait olduğunu belirlemişlerdir (Dengiz vd 2015).

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Erozyon Araştırma Sahası'nda yapılan toprak oluşumu çalışmasında, araştırma alanında; orta miyosen, pliyosen, yamaç molozları, etek dökümtüleri ve genç alüvyonların oluşturduğu kuvaterner birimlerin yer aldığı bildirilmiştir (Gündoğan vd 2013).

Akdeniz yarı-kurak iklim koşullarındaki Türkiye topraklarının Histosol, Alfisol, Inseptisol, Vertisol'e ilaveten Aridisol ve Entisol gibi geniş bir yelpazede olduğu çeşitli araştırıcılar tarafından tespit edilmiştir (Yilmaz vd 2000; Ozsoy and Aksoy 2004).

2.2. Mesafeye Bağlı Değişkenliğin Modellenmesi

Jeoistatistik, istatistik biliminin uygulamalı bir kolu olup, ilk dönemlerde madencilikte karşı karşıya kalınan tahmin sorunlarının çözümünde kullanılmıştır. Jeoistatistik yöntemler ilk olarak maden yataklarındaki dağılımın tahmin edilmesi için Krige ve Matheron tarafından kullanılmıştır (Krige 1951; Matheron 1963). 1960'lı yılların başından beri jeoistatistik yöntemler jeokimyasal çalışmalarda, kirlilik kontrolünde, yer altı suyu hidrolojisinde, yüzey hidrolojisinde, sismoloji ve deprem mühendisliği başta olmak üzere birçok alanda kullanılmıştır (Journel and Huijbregts 1978; Hohn 1988). Jeoistatistik;

toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem genellikle ziraat, jeoloji, maden ve çevre mühendisliği gibi bilim dallarında kullanılmaktadır. Örnekler arasındaki değişkenliğin uzaysal mesafeye ve yönüne göre istatistiksel olarak nasıl değiştiğini bulmaya yaramaktadır (Ersoy ve Yüksel 2006).

Jeoistatistiksel teknikler değerlerin mekânsal olarak birbirleriyle ne ölçüde ilişkili olduğunu belirlemeye çalışmakta olduğu belirtilmiş, yapılan bir çalışmada mekânsal dağılım dikkate alındığında başlangıç su içeriğinin derinlikle birlikte azaldığı gözlenmiştir (Merdun vd 2008).

Dikici (2001) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, toprak özelliklerinin tesadüfî bir dağılım göstermediğini, topraktaki değişkenliğin mesafeye, ana materyal ve toprak oluşum işlemlerinin bir ürünü olduğunu belirtmiştir. Jeoistatistik; bir arazi boyunca yer alan örnekler arasındaki oto korelasyonu belirlemeye ve bu korelasyon yardımıyla toprak arasındaki ilişkiyi bulmaya yarayan uygulamalı bir istatistik yöntemidir. Arazide koordinatları belirli noktalardan alınmış örneklerden yola çıkarak örneklenmeyen noktaların toprak özelliklerini tahmin etmede fayda sağlayan bir araştırma da Dikici (2001), yakın mesafedeki örnekler arasındaki toprak özelliklerinin birbirlerine yakın benzerlikte olduğunu mesafenin artması ile ise toprak özelliklerinin değiştiğini belirlemiştir. Bundan dolayı örnekler arasındaki mesafe artığında varyansında artığı gözlemiştir. Kriging yöntemi ise yarı varyans hesapları ile örnek alınan noktadaki mesafe göz önüne alınarak örnek alınmayan noktaların toprak özelliklerinin bulunmasına yarayan bir yöntemdir (Dikici 2001).

Topraklar; iklim, bitki örtüsü ve farklı zamanlardaki toprak oluşumlarından kaynaklanan farklılıklar neticesinde jeolojik ana materyalde meydana gelen farklılıkların etkisi sonucunda meydana gelmiştir. Toprakların farklı çalışmalara maruz kalması ve farklı süreçlerden geçmesi sonucunda toprak özelliklerinde de farklılıklar meydana gelmesine neden olmuştur. Birbirinden farklı olan toprak üzerinde gerçekleştirilen uygulamaların farklı neticeler ortaya çıkardığı açık bir şekilde görülmektedir. Toprak üzerindeki bu çalışmaların sonucunda bazı toprak özelliklerinin birkaç metre mesafede dahi değiştiği görülse de bazı özelliklerin ise ancak kilometrelerce mesafede farlılık gösterdiği görülmektedir. Arazideki fiziksel ve biyolojik özelliklerinin bir kısmı hava fotoğrafları

veya uydu görüntüleriyle saptanmasına rağmen kimyasal özellikler nadiren tespit edilebilmektedir (Webster and Oliver 2004).

Topraktaki kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerin birkaç metrelik arazide dahi değişim gösterdiği görülmektedir. Değişkenliğin tanımlanması ve mesafeler arası değişkenliğin miktarı ve deseninin belirlenmesi tarımsal üretimin artırılması açısından çok önemlidir. Öyle ki toprak özelliklerinin farklılıklar göstermesi sonucunda bir arazide gerçekleştirilen tarımsal çalışmaların neticesinde arazinin farklı noktalarında meydana gelen bitkisel ürünlerin farklı olmasının en önemli nedenleridir (Robertson and Freckman 1995; Mulla and McBratney 2000; Jiang et al. 2006).

Topraklardaki değişikleri tanımlamak, incelemek ve sınırlarını oluşturmak toprak etüt ve haritalamanın temelini oluşturmaktadır. Toprak haritaları toprakların en iyi biçimde kullanılmasına yardımcı olur. Bu amaçla gerçekleştirilen toprak etüt ve haritalama çalışmalarında, araştırmanın önemine göre büro ve arazide gerçekleştirilin çalışmalar ile toprak haritaları oluşturulmaktadır. Gerçekleştirilen araştırma neticesinde oluşturulan haritalar çok önemlidir. Günümüzde amenajmanda, tarımsal alanda, hassas tarımda, çevresel etki modellemelerinde, coğrafi bilgi sistemleri uygulamalarında (CBS) ve üretim modelleme çalışmalarında toprak haritalarından faydalanmaktadır (Di et al. 1989).

Detaylı toprak haritalarının sonucunda açılan profilden elde edilen verilerin toprakların fiziksel ve kimyasal özelilerinin tüm seri de hangi sıklıkla farklılık gösterdiğini, bu farklılıkların hangi aralıkta nasıl bir farlılık gösterdiği anlaşılamamaktadır. Günümüzde gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda ve tarımsal uygulamalarda birçok toprak harita kullanıcısının ve araştırmacının bu verilere olan ihtiyacını artırmıştır. Örneğin alana özgü amenajman çalışmalarında ve hassas tarım modelleme çalışmalarının gerçekleştirilmesinde sadece bir profilden elde edilen verilerin yeterli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimini gösteren verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Akbaş 2004).

Topraklarda oluşan farlılıkların nedenin ve şeklini saptamak için çalışılacak alanda örnekleme yapılması gerekmektedir. Geniş bölgelerde az sayıda yapılan bir örnekleme, doğru bir haritalama ve amenajmanın ortaya çıkarılmasına olanak tanımaz. Bu nedenle örnekleme arasında mesafeyi kısa tutarak daha çok örnekleme yapılmasına ihtiyaç duyulur.

Fakat örnekleme sayısını artırmak maliyet, donanım ve yüksek iş gücüne ihtiyaç duyduğundan tercih edilmemektedir. İdeal örnekleme yöntemi, maliyetin fazla olmadığı ve iş gücünün minimum seviyelere indirilerek tarladaki homojenliğin doğru bir biçimde belirlenmesidir (Brady 1990; Hergert et al. 1995).

Bu nedenle örnekleme yöntemleri kullanılarak çalışma alanı hakkında doğru bilgilere sahip olmak için istatistiksel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. En küçük örnekleme yöntemi kullanılarak özellikler arasındaki farklılığı (pedon, deneysel noktalar, alan gibi) klasik istatistik metodları tarafından tanımlanmasına olanak verir (Trangmar et al. 1987; Burrough et al. 1997).

Klasik istatistik bir örneklemede bulunan ortalamanın birim varyans ile belirlendiği bir varsayımın hata ile sabitlendiğini varsayar. Bu varsayım ortalama etrafındaki farklılıkların rastgele olarak alındığını ve örnekleme ünitesinin içerisinde bulunan farklı dağılımların coğrafi referansları içermediğini varsaymaktadır. Fakat bugüne kadar yapılmış birçok araştırmada toprak özelliklerinin mesafeye bağlı farklılık gösterdiği açık bir biçimde belirtilmiştir. Mesafeler arası farklılıklar istatistik biliminin bir dalı olan Jeoistatistik uygulamalardan faydalanarak açıklanabilmektedir. Jeoistatistik biliminde, örneklerin birbirinden bağımsız olduğu ve çalışılan arazinin heterojen bir yapıya sahip olduğu varsayılmaktadır (Upchurch and Edmonds 1991).

Bu çalışmaların neticesinde örneklerin birbirleri arasındaki ilişkiyi incelemeye olanak tanır ve çoğunlukla petrol çıkarma çalışmalarında ve madencilikte çalışma yapılan alanda ne kadar petrol veya maden bulunduğu belirlemek için kullanılmaktadır. Günümüzde ise verimli toprakların azalmasından dolayı ve toprakların doğru biçimde kullanılması için toprak biliminde de Jeoistatistiksel yöntemler kullanılmakta ve kullanımı sürekli olarak artış göstermektedir (Isaaks and Srivastava 1989; Goovaerts 1999).

Jeoistatistik biliminde, araştırma alanında yapılan çalışmalarda iki farklı nokta arasındaki mesafe birbirine ne kadar yakın ise benzerliğin o kadar yüksek olduğu, mesafenin artması ile beraber benzerliğin azaldığı hatta belli bir mesafeden sonra benzerliğin tamamen yok olduğu varsayılır (Erşahin 1999).

Çalışma alanından alınan örneklerin arasındaki mesafenin bilinmesi ve bu mesafeler arasındaki benzerliklerin tespit edilmesi çalışma alanında gerçekleştirilecek tarımsal ve

bilimsel çalışmalarda büyük avantaj sağlamaktadır (Akbaş 2004). Buna göre bir toprak özelliğinin tüm çalışma alanında nasıl bir farklılığın meydana geleceğini saptamak için, örneklenecek arazinin bazı noktalarından toprak profili açılıp bu noktalardan toprak örneği almıştır ve alınan toprak örnekleri daha sonra analiz yöntemleriyle çeşitli toprak özelliklerinin bulunmasına (örneğin pH, EC, Kireç vs.) ve analiz verilerinin neticesinde toprak numunesi alınmayan alanların bile özelliklerinin tahmin edilmesine yardımcı olduğu belirtilmiştir (Mulla and McBratney 2000).

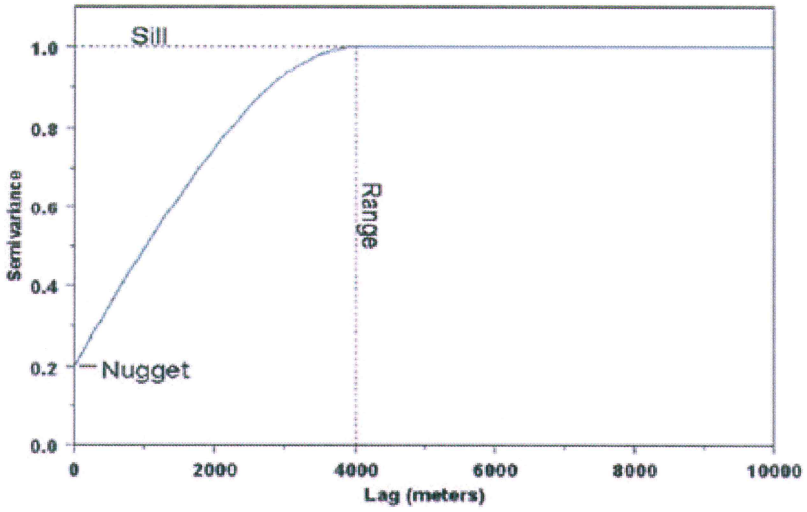
Toprak özellikleri verileri arasındaki ilişki verilerinin normal dağılıma sahip oldukları, ortalama ve varyansın önemli değişik göstermediği durumlar jeoistatistik için en uygun koşullardır. Normaliteden sapmalar olduğunda önemli problemlere yol açacağından öncelikle değişkenler histogramdan kontrol edilerek değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmelidir (Bohling 2005).

Herhangi bir çalışma alanında bulunan toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişiminin modellenmesi için örnekleme yapılıyorsa, örneklemenin belirli bir desende, iki nokta arasındaki mesafenin semivariogramın "range" değerinden daha kısa mesafede olması gerekir. Şayet alınan örnekler arasındaki mesafe "range" değerinden daha büyük ise iki nokta arasındaki uzaysal bağımlılık tespit edilmemektedir (McBratney and Pringle 1997).

Uzaysal modelleme yöntemi belli bir modelleme yönteminin variogram modellenin kullanılmasıyla başlar. Variogram analizi farklı uzaklıklarda ve yönlerde yapılan incelemelerin karşılaştırılması ile gerçekleştirilir. Toprak özellikleri incelendiğinde bitki besin elementlerinin arasındaki farklılığın çok yüksek olduğu saptanmıştır. Yapılan birçok araştırmada mesafeye bağlı değişimin fosfor için 32 kilometre, potasyum için 10 ve 32 kilometre, pH için 4 metre ve elektriksel iletkenlik için 120 metre olduğu saptanmıştır (Yost et al. 1982; Trangmar et al. 1985; Gallichnad et al. 1992).

Birçok araştırmacı gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarda toprak profilleri arasındaki mesafe azaldığında benzerliklerin artığını ve bir aşamadan sonra benzerliğin değişmediğini ve toprak özelliklerinin aynı olduğunu semivariogramlar oluşturarak gözler önüne sermiştir. Semivariogramlar kullanılarak oluşturulan değişkenlikler "range" , "sill" ve "nugget" parametreleri ile adlandırılmaktadır. "Lag değeri" artıkça semivaryans değeri de buna paralel olarak artmakta ve bir aşamadan sonra değerin değişmediği ve sabit bir

değerde kaldığı görülmektedir. Elde edilen bu sabit değere ise "sill'' adı verilmektedir ve grafikte "sill" değerine karşılık gelen mesafeye de "range" denilmektedir. Bu grafikte "range" olarak belirtilen parametre aynı zamanda uzaysal bağımlılığın mesafesini belirtmektedir (Şekil 2 .1).



Şekil 2.1. Tipik bir semivariograma ait parametreler (Bohling2005; Budak 2012)

$$\text{Semivaryans: } \Upsilon(h) = \frac{1}{2N(h)} + \sum_{i=1}^{N(h)} [z(Xi + h) - z(Xi)]^2 \qquad (2.1)$$

Burada: h; Xi ile Xi+h arasındaki ayırma mesafesi. Bulunan semivaryans değerine göre doğrusal (Linear) model, üssel (Exponential) model, kuramsal (Gausian) model ve küresel (Speherical) model mi olduğu bulunur ve modelleme bulunduktan sonra aşağıdaki formüller uygulanır.

N(h); h mesafesi ile birbirinden ayrılan örnek çifti sayısı

z(Xi), z(Xi+h) ; h mesafesi aralığı ile ayrılmış iki noktanın örnek değeri (Emadi et al. 2008)

$$\text{Nugget: } g(h) = \begin{cases} 0 \text{ eğer } h = 0 \\ 0 \text{ eğer } h \neq 0 \end{cases} \qquad (2.2)$$

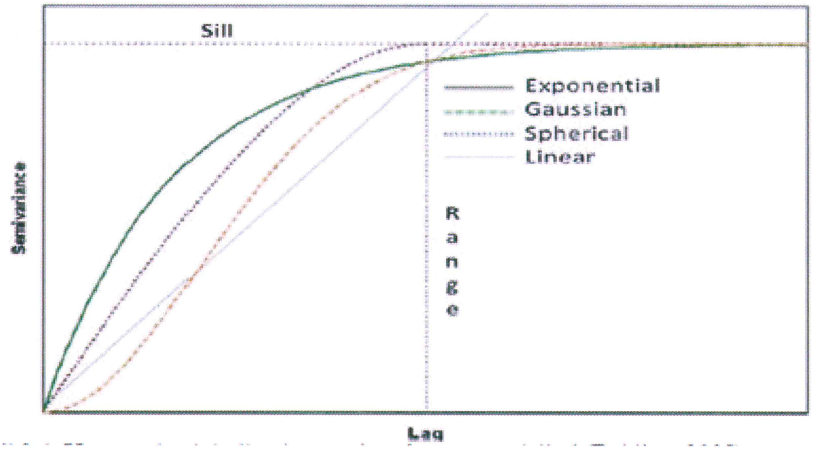
$$\text{Speherical: } g(h) = \begin{cases} c.\left[1{,}5\left(\frac{h}{c}\right) - 0{,}5\left(\frac{h}{a}\right)^3\right) \text{eğer } h \leq a \\ c \; h \neq 0 \end{cases} \qquad (2.3)$$

Exponential: $g(h) = c.(1 - \exp(-\frac{3h}{a}))$ (2.4)

Gaossian: $g(h) = c.(1 - \exp(-\frac{3h^2}{a^2}))$ (2.5)

Linear: $g(h) = c.h^{\text{ш}}$ eğer $0<\text{ш}<2$ ise (2.6)

Burada h;lag mesafesi, a;range değeri c;sill değeridir (Bohling 2005; Budak 2012)



Şekil 2.2. Yaygın olarak kullanılan semivariogram modelleri (Bohling 2005; Budak 2012)

Sürekli ekim yapılan bir tarım arazisinde toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimi incelenmesi ve bu incelemeler sonucunda toprak özelliklerindeki değişimin yüksek derece belli olması toprak araştırması yapan araştırmacıların gelecek yıllarda kullanabilecekleri analiz ve yorumlamada en etkili yöntemdir.

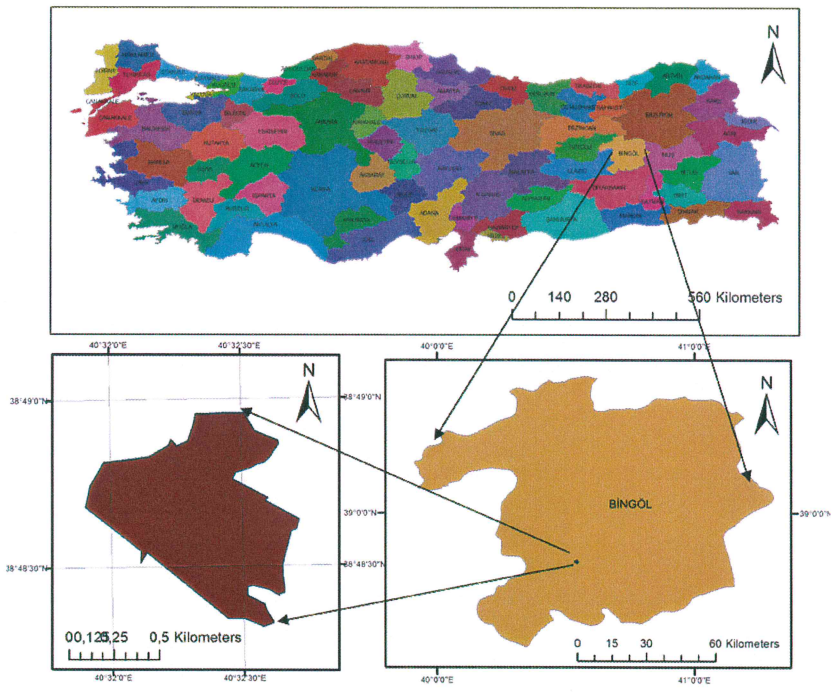
Bir çalışma alanındaki mesafeye bağlı toprak numunesi alınmış bir nokta ele alınarak çevresindeki toprak numunesi alınmamış başka bir noktanın toprak özellikleri tahmin edilebilir ve bu tahminlerin sonucun çalışma alanında yapılan mesafeye bağlı değişim tüm çalışma alanındaki çevre kirliliği veya toprak verimliliği hakkında bilgilere ulaşmamızı sağlamaktadır (Gunal vd 2008).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Çalışma alanı; Bingöl-Diyarbakır karayolu 12. kilometresinde Ormanardı Köyü mevkiinde koordinatları $38^0 48' 47''$ kuzey ve 40^0 32'12" doğu ile $38^0 48' 28'$ kuzey ve $40^0 32' 28''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı 67 ha genişliğe sahip ve denizden ortalama yüksekliği 1080 m olan Bingöl Üniversitesi uygulama ve araştırma arazilerini kapsamaktadır (Şekil 3.1).



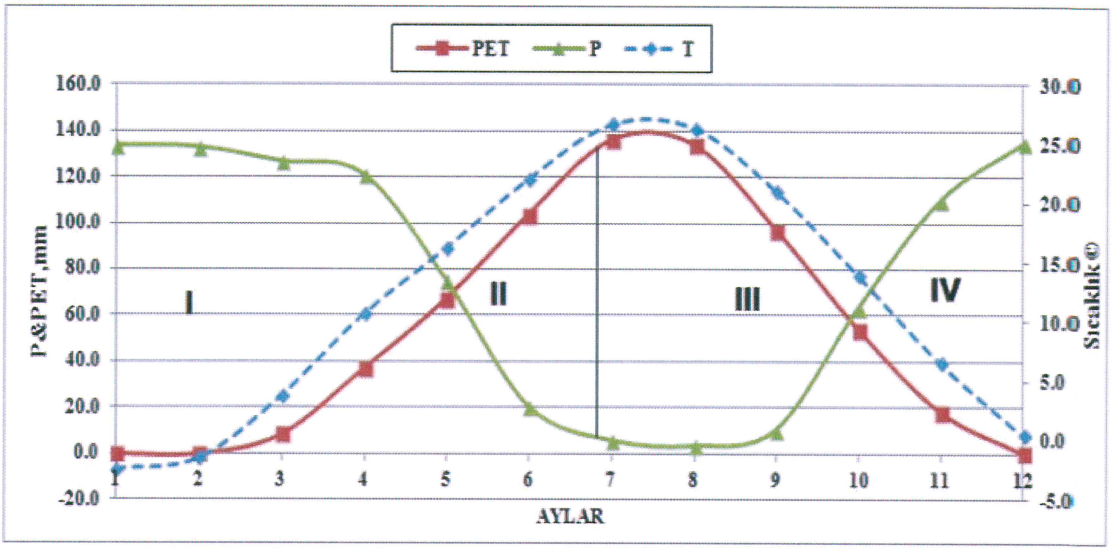
Şekil 3.1. Çalışma alanının konumunu gösteren haritası

3.1.2. Çalışma Alanı İklimi

Bingöl ili topoğrafik yapısı ve ilçelerin konumlarına göre iklim özelikleri açısından önemli farklılıklar göstermektedir. İl sınırlarında çoğunlukla yazları kurak ve sıcak, kışları sert ve soğuk olan bir karasal iklim görülmektedir. Yağışlar ilkbahar ve sonbahar aylarında yağmur, kış aylarında ise kar şeklinde görülmektedir. Yıllık yağış ortalama 936,9 mm ve yıllık buharlaşma toplamı 1202,5 mm olan çalışma alanında en yüksek sıcaklıklar temmuz ve ağustos aylarında (34,5 °C) en düşük sıcaklık ise ocak ayında (-6,1 °C) görülmektedir. Yazın sıcaklıkların artması ile beraber buharlaşma artmakta ve Temmuz ayında 262,7 mm ile buharlaşama en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. İklim verileri incelendiğinde Bingöl ilinin ortalama sıcaklığı 12 °C ve yaz ve kış mevsimi arasındaki sıcaklık farkı 5 °C fazla olduğu için sıcaklık rejimi Mesic ve kışları kurak ve sert yazları da yağışlı olduğu için nem rejimi Xeric'tir (Soil Survey Staff 2014) (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Bingöl iline ait uzun yıllar ortalama iklim verileri (1965-2015) (Meteoroloji Bingöl İstasyon Müdürlüğü 2015)

Aylar	Sıcaklık °C			Ort. Yağış (mm)	Bağıl Nem (%)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Buharlaşma (mm)	Toprak Sıcaklığı °C		
	Max.	Min.	Ort.					5 cm	20 cm	50 cm
O	2,1	-6,1	-2,4	133,5	72,4	1,2	0	-0,6	0,6	2,8
Ş	3,4	-5,3	-1,5	132,9	72,1	1,2	0	0,2	0,6	2,1
M	9,1	-0,5	3,8	126,7	66,8	1,6	0	5,6	5	4,7
N	16,3	5,6	10,7	121	62,6	1,8	55,4	12,5	11,2	10,1
M	22,7	10,1	16,3	75,1	55,8	1,9	132,4	19,4	17,7	15,7
H	29,3	14,6	22,1	20,6	43,5	2,1	208,1	27,1	24,6	22
T	34,5	18,9	26,7	5,7	35,9	2,2	262,7	32,4	29,4	26,8
A	34,5	18,5	26,4	3,3	35,1	2,1	255,0	31,9	29,5	27,9
E	29,6	13,5	21,1	10,4	41	1,9	183,1	25,4	24,8	24,8
E	21,5	8,1	14	63,3	57	1,6	91,4	15,8	16,7	18,4
K	12,4	2,2	6,6	109,9	68,2	1,4	13,7	7,2	8,5	11
A	4,9	-3	0,5	134,5	74	1,2	0,7	1,7	3,1	5,7
Yıllık	**18,4**	**6,4**	**12,0**	**936,9**	**57,0**	**1,7**	**1202,5**	**14,9**	**14,33**	**14,29**



Şekil 3.2. Bingöl Ovasına ait Su Bilançosu Diyagramı (Demir vd 2015)

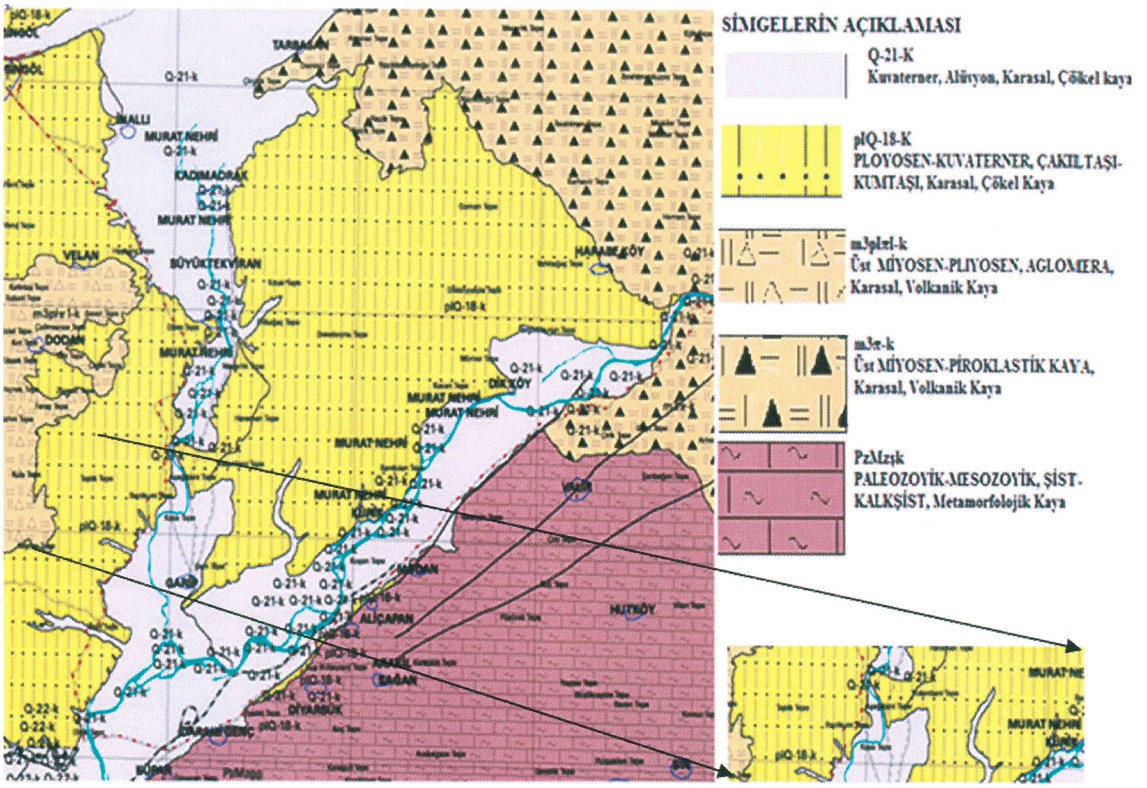
Demir vd (2015) Bingöl ilinin iklim parametrelerini analiz etmişlerdir. Bu çalışmada toprak su bütçesi hesaplanmış ve bu hesaplamaların ışığında su bilançosu diyagramı hazırlamış (Şekil3.2) ve 4 bölüm altında tanımlanmıştır. I Bölüm; Su Fazlası: Mayıs ayının başlarına kadar yağışın (P) fazla olduğunu, buharlaşmanın (PET) ise yağışa göre daha az olduğu bölümdür. II Bölge; Zemin Rezervinden Yararlanma: Mayıs ayının başlangıcıyla beraber P azalmakta ve PET artmaktadır. Bunun sonucunda buharlaşma için gerekli olan su zemin rezervinden karşılanmaktadır. Bu süreç Haziran ayı sonlarına kadar değişmeden devam etmektedir. II Bölge; Su Noksanlığı: Haziran sonlarına doğru zemin rezervinde bulunan suyunda bitmesiyle su noksanlığı ortaya çıkmakta ve Ekim ayına kadar sürmektedir. Su noksanlığının 529 mm olduğu ortaya tespit edilmiştir. IV Bölge; Zemin Rezervinin Tamamlanması: Ekim ayının başlarına kadar süren su noksanlığı evresinden sonra ekim ayının başlangıcıyla tekrar yağmur miktarı artar ve buharlaşma azalır. Bu dönemde yağışlar buharlaşmadan çok olduğu için zemin rezervleri tekrar dolmaya başlar. Bu dönem Kasım ayının sonuna kadar devam etmektedir (Demir vd 2015).

3.1.3. Çalışma Alanı Jeoloji ve Jeomorfolojisi

Çalışma alanının denizden yüksekliği ortalama 1080 m olup engebeli bir topografyaya sahiptir. Çalışma alanı çevresinde genel olarak bazalt ve andezitlerden oluşmaktadır. Tortul tabakaları püskürük kütle tabanlarını örtmüş bir haldedir. Bundan tortul kütlelerinin püskürük kütlelerden daha eski jeolojik zamanlara dayandığı bilgisine varılabilir.

Türkiye'nin deprem fay hatları incelendiğinde Bingöl'ün bulunduğu noktadan güney-batı ve kuzey-doğu yönlerinde bulunan açık bir şekilde fay hatlarının geçtiği görülmektedir. Bölgenin farklı noktalarına bakıldığında fay çizgileriyle karşılaşılır (Yıldırım vd 2011).

Çalışma alanının toprak oluşumu üçüncü jeolojik zaman olan neojen döneminin sonları olan pliyosen dönemde toprak yapısı şimdiki görünümünü almaya başlamıştır. Üçüncü jeolojik zamanın bitip dördüncü jeolojik zamanın başlamasıyla büyük iklim değişikleri görülmüştür. Çalışma alanı bu değişikliklerle beraber bugünkü şeklini almış ve bu oluşum günümüze kadar da sürmüştür. Jeolojik haritanın incelenmesi ve arazide gerçekleştirilen gözlemler sonucunda çalışma alanının anamateryalinin bazalt olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.3). Çalışma alanında yapılan gözlemler, arazinin Şeyh deresinin yaşlı terasları üzerine oluştuğuna işaret etmektedir. Arazi yüzeyinde ve toprak profilinde görülen kısmen yuvarlaklaşmış bazaltik konglomera ve molozlar materyalin su ile taşındığına işaret etmektedir.



Şekil 3.3. Çalışma Alanının 1/100,000 ölçekli jeoloji haritası (MTA)

3.2. Metod

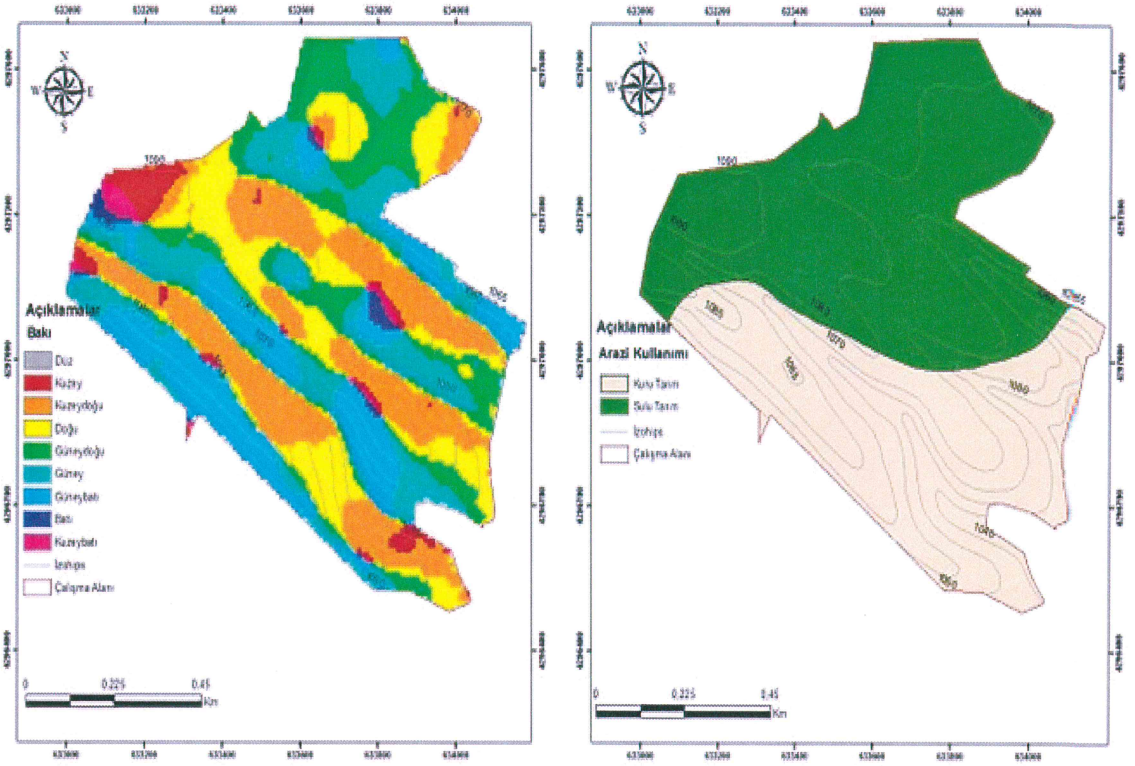
Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlamış 1/25,000 ölçekli topoğrafik haritaların sayısallaştırılmasıyla sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Bu sayısal yükselti modeli kullanılarak eğim, bakı, yükselti, toprak ve arazi kullanım haritaları oluşturulmuş ve yeniden sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma işlemi yapılırken ArcGIS 10,1 programı kullanılmıştır.

Günümüzde kartografik materyaller ve analiz sonuçlarına ait sayısal veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) programları aracılığı ile kolaylıkla işlenebilmektedir. Günümüzde bu tür CBS ve UA yazılımları sıklıkla kullanılmakta ve manuel olarak uzun zamanlar alabilecek işlemler daha kısa sürede ve doğrulukta kolaylıkla yapılabilmektedir. Çalışma alanına ait kartografik materyallerin işlenmesi ve yorumlanmasında UA ve CBS yazılımları kullanılmıştır. Topoğrafik haritaların sayısallaştırılmasında ve işlenmesinde, hava fotoğraflarının analizlerinde, toprak veri tabanlarının hazırlanmasında ArcGIS 10,1 yazılımları kullanılmıştır.

3.2.1. Toprak Etüt ve Haritalama Yöntemleri

Topoğrafik haritadan yararlanılarak muhtemel toprak serilerinin bulunacağı yerler belirlenip toprak profilleri açılmıştır. Bu profillerde tanımlamalar ve horizon esasına göre toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır (Soil Survey Division Staff 1993; Dinç ve Şenol 1998). Morfolojik özellikler, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları göz önünde bulundurularak Toprak Taksonomisine göre sınıflama yapılmıştır (Soil Survey Staff 2014). Yaklaşık 67 ha olan çalışma alanında gerçekleştirilen araştırmada 14 toprak profili açılmış ve tanımlanan profillerin tamamının aynı seriden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu nedenle 67 ha alan Ormanardı serisi olarak tanımlanmıştır.

Daha sonra toprak haritası, eğim sınıfları haritası ve arazi kullanım haritası çakıştırılarak harita lejantı oluşturulmuş ve 1/25,000 ölçekli detaylı toprak haritası hazırlanmıştır (Şekil 3.4-3.5).

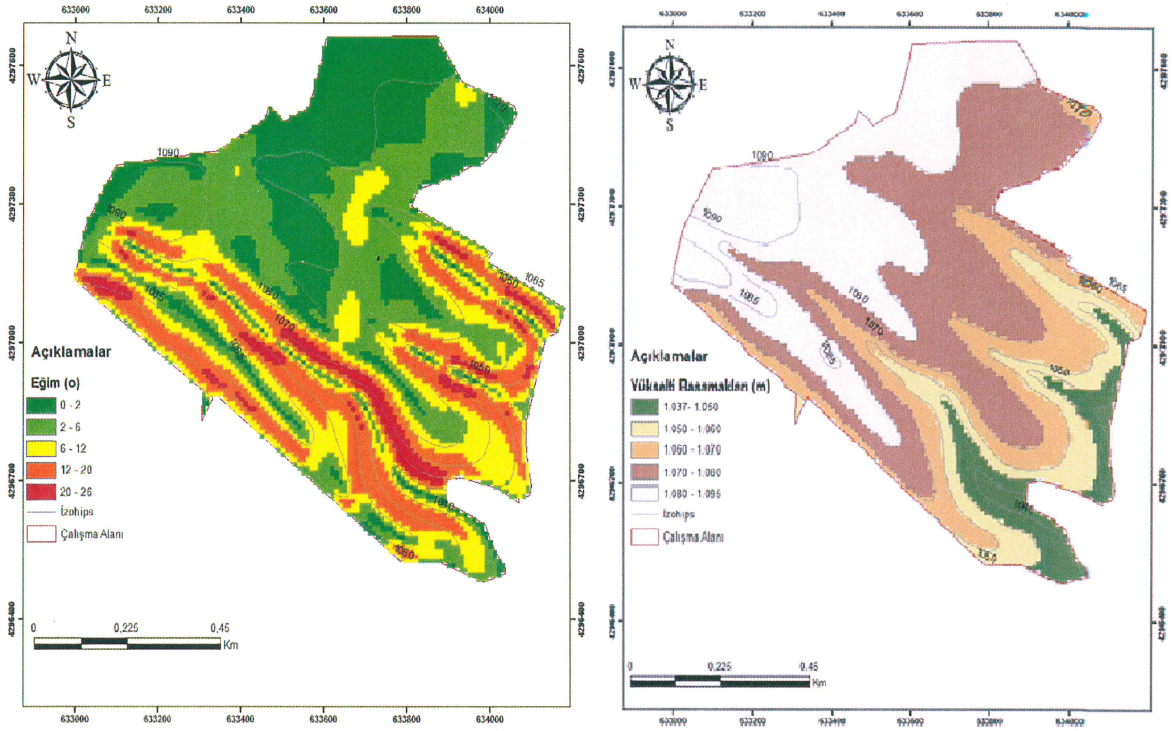


Şekil 3.4. Çalışma alanına ait bakı ve arazi kullanım haritaları

Arazi kullanım haritası incelendiğinde çalışma alanının %55,8'inin sulu tarım ve %44,2'sinin ise kuru tarım arazisi olduğu belirlenmiştir. Bakı haritası incelendiğinde çalışma alanının en fazla %24,7'lik oranla kuzey-doğu yönüne baktığı belirlenmiştir. Çalışma alanının bakı yönleri sırası ile %20,5 güney, %18,3 doğu, %17,2 güney-batı, %14,1 güney-doğu, %3,1 kuzey, %1,1 batı ve %1,0 ise kuzey batı yönünde baktığı belirlenmiştir (Şekil 3.4).

Eğim haritasına göre çalışma alanının toprakların yüzdeleri ve eğim yüzdeleri sırasıyla şu şekildedir; %24,46'sı %0-2 eğime, %30,04'ü %2-6 eğime, %20,73'ü %6-12 eğime, %20,83'ü %12-20 arasında eğime sahiptir ve yer yer toprak erozyonları sonucu çalışma alanının %3,03'ünün ise %20-26'lik eğim sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4).

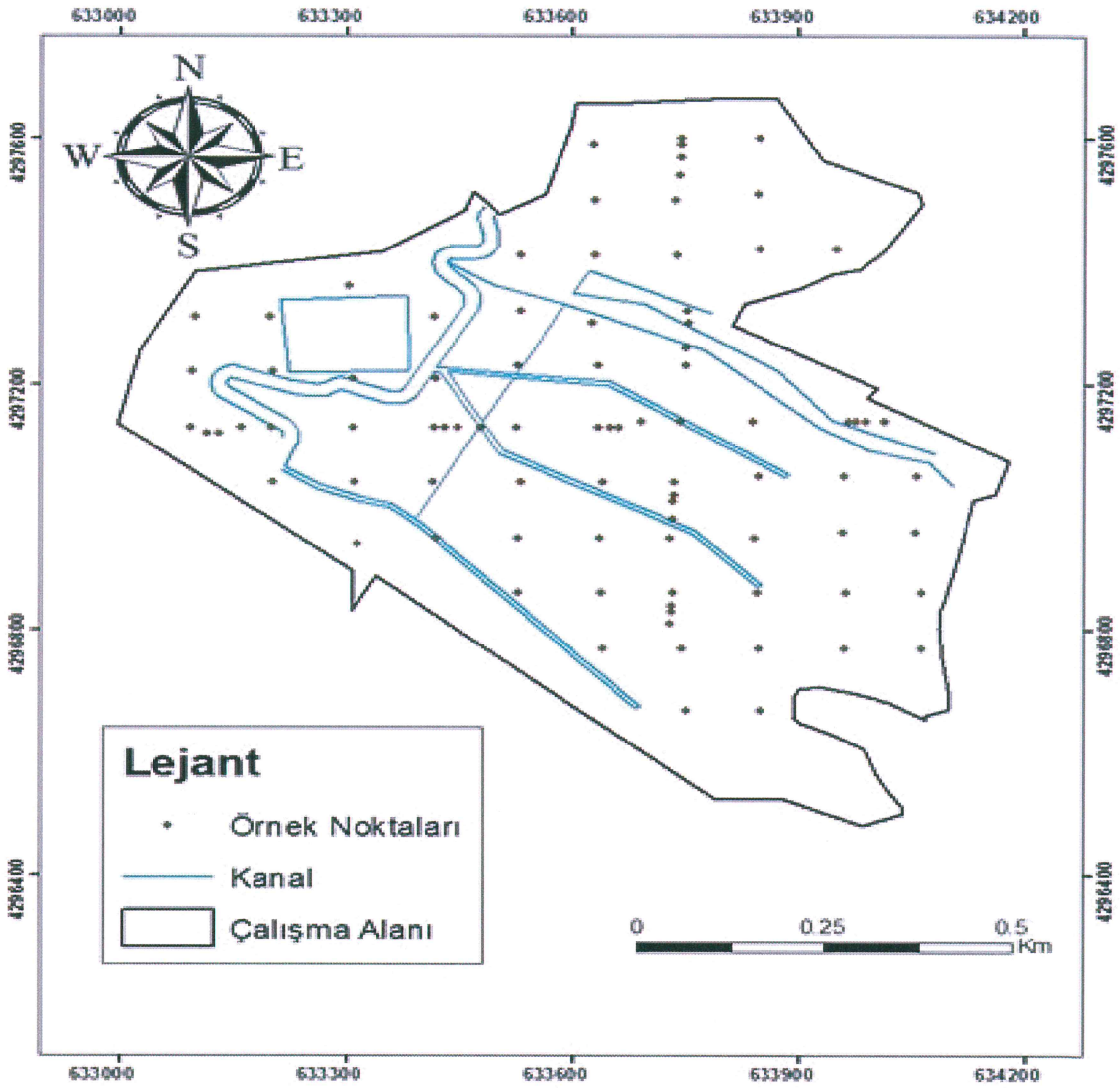
Yükselti haritasında çalışma alanı toprakların sırasıyla yüzdeleri ve yükseltileri şu şekildedir; %33,2'si 1080-1095 m, %32,8'i 1070-1080 m, %16,4'ü 1060-1070 m, %10,4'ü 1050-1060 m ve %7,2'si 1037-1050 m arası yükseltiye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çalışma alanına ait eğim ve yükselti haritaları

3.2.4. Toprak Örneklemesi

Çalışma alanında 14 toprak profili açılıp tanımlandıktan sonra alanda toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerini modellemek için alan 100x100m'lik gridlere bölünmüş ve her gridin köşe noktasından olmak üzere 64 noktadan toprak örneği alınmıştır. Buna ilaveten kısa mesafedeki değişimleri belirlemek için kuzey-güney ve doğu-batı yönünde ara transektler oluşturulmuştur. 5, 25 ve 60m olmak üzere 24 adet ara transekt noktası ile beraber alandan toplamda 88 toprak örneği daha alınarak ve analiz edilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Çalışma alanı toprak örnekleme deseni

3.2.5. Laboratuar Analizler

Toprak örneklerinin kum, kil ve silt oranları Bouyoucus hidrometre metoduna göre belirlenmiştir (Bouyoucus1951). Toprak örnekleri 2 mm'lik elek yardımıyla elenmiş ve 50 g tartılıp 500 ml'lik beherlere konulmuştur. Dispersiyonu sağlamak için10 ml %10'luk kalgon (Sodyum Hekzameta Fosfat) ve 100-150 ml saf su ilave edildikten sonra ağızları kapatılarak bir gün bekletilmiştir. Ayrıca 50 g toprak alınarak 24 saat boyunca 105 °C'de fırında bekletilmiş ve fırın kuru toprak ağırlıkları hesaplanmıştır. Ertesi gün bekletilen çözelti kantitatif olarak miksere konularak karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi bittikten kantitatif olarak 1250 ml lik Bouyoucus silindirine konulmuştur ve ardından saf suyla 1000 ml seviyesine tamamlanmıştır. Bu işlemden sonra hidrometre batırılarak 1130 ml

seviyesine kadar saf ilave edilmiştir. Silindir içerisindeki sıvı karıştırıcı diskle altta hiçbir toprak tanesi kalmayacak biçimde 15-20 defa karıştırılmıştır ve sonra hidrometre silindire konularak 40. Saniye değeri okuması yapılmıştır ve hemen süspansiyon sıcaklığı ölçülmüştür. Ardından 40. Saniyenin saati kontrol edilerek iki saat beklenmiş ve iki saat sonra tekrar hidrometre okuması yapılmıştır. Her iki okumanın ardından ayrıca termometre ile sıvının sıcaklığı kaydedilmiştir.

Önceden hazırlanmış 2 mm'lik elekten elenmiş 100 g toprak tartılıp porselen çanaklara konulmuştur. Otomatik büret sıfırlanmıştır ve büretin içine saf su ilave edilmiştir. Büretteki su porselen çanağa konulan toprağa damla damla eklenirken spatülle karıştırılmıştır. Bu işlem devam edildikçe toprak çamurlaşmış ve daha sonra iyice doyurulmuştur. Bu işlem sona erdiğinde harcanan su miktarı kaydedilmiştir (Bower and Wilcox 1965).

Hazırlanan Satrasyon çamuru bir gün hava almayacak şekilde kapalı bir kap içerisinde bekletilmiş ve bu bekleme sonunda pH metreyle pH değeri belirlenmiştir (Jackson 1958).

Toprakların kireç içeriği Scheibler kalsimetre yöntemi ile belirlenmiştir. 2 mm'lik elekten geçirilmiş 1 g toprak tartılmıştır ve kalsimetre şişesine konulmuştur. Önceden hazırlanmış hidroklorik asit çözeltisi kalsimetre tüpüne konulup kalsimetre şişesinin içine bırakılmıştır. Kalsimetre borusu sıfıra ayarlanıp kalsimetre tüpündeki toprakla hidroklorik asitin temasa girmesi sağlanmıştır. Kalsimetre kabındaki asit ve toprak tepkimeye girdikten sonra hacim okuması yapılmış ve ardından kireç yüzdesi hesaplanmıştır (Çağlar 1949).

Topraklardaki organik madde miktarları Modifiye Walkley Black yöntemi ile belirlenmiştir. 0,5 mm' lik elekten geçirilmiş olan 1 g toprak tartılmıştır, tartılan toprak 500 ml'lik erlenmayerlere konulmuş ve daha sonra 10 ml potasyum dikromat ilave edilmiştir. Toprak kromat çözeltisi ile tamamen ıslatıldıktan sonra üzerine 20 ml derişik sülfürik asit ilave edilmiştir ve 1 dakika çalkalanmıştır. Bu işlemden sonra erlenmayer önceden ısıtılmış 150 ^{0}C ayarlı hot-pleyt üzerine konulmuştur ve 1 dakika ısıtılmıştır. Isıtma işlemi bittikten sonra erlenmayer deki çözelti tuğla kırmızısı rengini almışsa soğumaya bırakılmıştır ve bazı toprak çözeltilerinin rengi koyu olduğundan dolayı 10 ml daha potasyum dikromat daha ilave edilerek istediğimiz renk elde edilmiştir. Daha sonra soğumaya bırakılan çözeltilerin üzerine 200 ml saf su ilave edilmiştir ve ardından 12-13 damla baryum difenilamin sülfat eklenmiş ve hafifçe çalkalanarak karışması sağlanmıştır. Daha sonra

otomatik bürete konulan demir sülfat çözeltisi ile titre edilmiş ve rengin sırayla morumsu-lacivert ve 1-2 damla sonrada yeşil olduğu görülmüştür. Rengin yeşil olduğu an harcanan demir sülfat çözeltisi kaydedilmiş ve bu sayede organik madde hesaplamaları yapılmıştır (Ülgen ve Ateşalp 1972).

Satrasyon çamuru bir gün hava almayacak biçimde kapalı bir kap içerisinde bekletilmiş ve EC metreyle EC değeri ölçülmüştür. Okunan direnç önce elektriksel iletkenliğe çevrilmiş ve ardından hesaplama yoluyla tuzluluk yüzdesi belirlenmiştir (Richards 1954).

Potasyum ve sodyum analizleri için 10 g toprak tartılmış ve 100 ml'lik cam şişelere konulmuştur. Üzerine 25 ml pH'sı 7,0'ye ayarlanmış 1 N amonyum asetat konulmuştur ve bir gece bekletilmiştir. Bekletilen çözelti kaba filtre kâğıdıyla 100 ml erlenmayerlere süzülmüştür ve ardından 3 kez daha 25 ml amonyum asetat ile iyice yıkanarak tüm toprak süzülmüştür. Bu aşamadan sonra fleymfotometre cihazına önce potasyum ve sodyum standartları okutulmuş ardından hazırlanan çözeltilerde fleymfotometre cihazına okutulmuş ve potasyum ile sodyum değerleri belirlenmiştir (Pratt 1965).

Magnezyum ve kalsiyum analizleri için 4 g toprak tartılmış ve üzerine 33 ml pH'ı 8,5 ayarlanmış sodyum asetat çözeltisi ilave edilerek 5 dakika çalkalanmıştır. Çalkalama işleminin ardından 5 dakika santrifürüj yardımıyla sodyum asetatla 3 defa daha temizlenerek balona konulmuş ve ardından 5 ml 'lik çözelti alınarak 50 ml behere konulmuş ve daha sonra üzerine yaklaşık 20 ml saf su ekleyerek 25 ml' lik bir çözelti oluşturmuştur. Bu işlemin ardından 10 damla amonyum klorür-amonyum hidroksit damlatılmıştır ve akabinde 3-5 damla enriochrome Black-T indikatörü damlatılmıştır. Bunun sonucunda şarap rengi bir çözelti elde edilmiştir ve ardından bu çözelti EDTA (Etilen di amin tetra asetik asit) ile titre edilerek renk dönüşümünün sırayla mavi ve yeşile dönüştüğü görülmüştür. Son olarak şarap kırmızı renginin kalıntıları görülmediği an otomatik bürette yazan değer kaydedilmiştir. Bu kaydedilen değerle değişebilir magnezyum ve kalsiyum değeri hesaplanmıştır (Bower 1955).

Fosfor tayini için 5 g toprak tartılmıştır ve 125-150 ml'lik plastik çalkalama kabına konulmuştur üzerine 100 ml sodyum bi karbonat ilave edilmiştir. Plastik çalkalama kaplarının ağzı sıkıca kapatılarak 30 dakika çalkalanmıştır ve ardından Whatman 42 filtre kâğıtlarıyla 100 erlenmayerlere konulmuştur ve ardından süzülen süzükten 5 ml alınmıştır

ve 25 ml balona konulmuştur. Daha sonra üzerine 5 ml'lik amonyum molibdat ilave edilmiştir. Ardından saf su ile yaklaşık 20 ml kadar getirilmiş ve ardından 1 ml kalay klorür çözeltisi eklenmiştir ve balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Bu işlemler sonucunda oluşturulan çözeltiyle spektrofotometre ile okuma yapılarak fosfor miktarı ppm olarak elde edilmiştir (Olsen et al. 1954).

Katyon değişim kapasitesi Amonyum Asetat yöntemi ile yapılmıştır. Kalsiyum ve magnezyum için sodyum asetatla santifürüjlenen toprağı kullanılarak 33 ml etil alkol eklenir ve bu işlem 3 defa tekrarlanarak etil alkol ile yıkanır. Adsorbe olmuş sodyum örneği 33 ml'lik kısımlar halinde amonyum asetat ile 3 defa çalkayıp üst sıvıyı bir balon joje de biriktirilmiştir. Elde edilen çözeltinin sodyum tayini yapılarak katyon değişim kapasitesi hesaplanmıştır (Bower et al. 1952).

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Çalışma yapılan alanların toprak özelliklerine ait tanımlayıcı parametreler en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı, yatıklık ve basıklık değerleri SPSS programı (SPSS 21) yardımı ile hesaplanmıştır.

Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimini belirlemek ve örnek alınan toprak noktalarındaki değerlerden yola çıkarak örnek alınmayan toprak noktaların özelliklerini tahmin etmek için son 25 senedir yaygın olarak kullanılan jeoistatistik yöntemlerinden faydalanılmıştır. Jeoistatistik, örnekler arasındaki ilişkiyi incelemenin yanı sıra modelleme ve haritalama alanlarında kullanılmaktadır (Logsdon and Jaynes 1996; McBratney et al. 2000; Emadi et al. 2008).

Mesafeye bağlılığın belirlenmesi, toprak kalitesi indikatörlerinin alansal dağılımlarının modellenmesi ve haritalanmalarında jeoistatistiksel teknikler kullanılmıştır (Goovaerts, 1999; Mulla and McBratney 2000). Çalışmaların haritalama kısmında ordinarykriging yöntemi kullanılmış, haritalama öncesi normal dağılım göstermeyen parametrelerde uygun dönüşümler yapılmıştır. Ayrıca özelliklerin trend gösterip göstermedikleri belirlenmiş ve trend gösteren özelliklerin trendleri kaldırıldıktan sonra haritalar üretilmiştir. Jeoistatistiksel modellemeler GS+ 7,0 ve ordinarykriging yöntemine göre haritalama işlemleri ArcGIS 9,3 (ESRI 2008) programları ile yapılmıştır.

Çalışma alanına içeren semivariogramlar oluşturulurken en iyi şekilde modellenmesi hedeflenmiş ve bu hedefler göz önüne alınarak semivariogram değerinin sürekliliği takip edilmiş ve daha sonra modelin uygun olup olmadığını gösteren ve ölçüm hatası olarak gösterilen RSS (artık kareler toplamı; (Residual Sum of Squares)) değerleri hesaplanmış ve r^2 değerinin 1,0'e yakın olması ve RSS değerinin ise 0'a yakın olması sağlanmıştır (Yang et al. 2011).

Gerçekleştirilen araştırmalar sırasında deneysel semivaryans değerinin bir sill değerine sabit kalması ve belli olan mesafeler arası devam etmesi incelenmiştir. Eğer sill değerinin sabit kalmadığı görüldüğü takdirde yani sürekli olarak azalıp veya artıyorsa bu değişimleri içine alacak biçimde aktif lag mesafesi azaltılarak en ideal semivariogram modellemesi bulunana kadar bu işlem devam ettirilişmiş ve en ideal semivariogram modeli bulunmuştur (Akbaş 2004).

Tüm değişkenler için ayrı ayrı semivariogram modeline ait Sill (C_o+C), Nugget (C_o), Range değerleri, modelin uygunluğunu belirten r^2 ve ölçüm hatası olarak belirtilen RSS değerleri elde edilmiştir. Buna ilaveten uzaysal bağımlılık derecesi olarak hesaplanan % nugget yani nugget/ sill değeri de hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR

Bu bölümde öncelikle çalışma alanında tanımlanan toprak profilleri ile horizon esasına göre alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları eşliğinde toprak oluşumu belirlenmiştir. İkinci bölümde gridlerden alınan toprak örneklerine ait özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri verilerek hesaplanmıştır. Her bir toprak özelliğinin mesafeye bağlı değişkenliği jeoistatistiksel yöntemler ile modellenmiş ve en uygun modeller seçilerek, alanda örneklenmeyen noktalar için tahminler yapılmıştır. Bu kısmın üçüncü bölümünde ise modellemeler ve haritalamalar ile birlikte toprak özelliklerinin alansal dağılım yapıları incelenmiştir.

4.1. Toprak Oluşumu ve Sınıflaması

4.1.1. Toprak Oluşumu

Çalışma alanı, volkanik kökenli bazalt kayacı üzerinde oluşmuş kolüviyal özelliktedir. Yüzeyde engebelilik bulunmayan çalışma alanı olup dağ eteği konumundadır. Çalışma alanı toprakları tuzsuz, doğal drenajı iyi, doğrusal eğimli ve arazi dik yamaçlardan oluşmaktadır. Ayrıca yüzeyinde yer yer ince çatlaklar görülmektedir. Orta derecede yüzey taşlılığı ile birlikte profilde çakıllar bulunmaktadır. Çalışma alanında yer yer bazaltik kayaçlarda görülmektedir. Bunun yanı sıra alanda hafif derecede su erozyonu görülmektedir.

Toprak profilleri renk, tekstür, strüktür ve özel görünümler gibi özellikler açısından farklı olan toprak horizonları göz önüne alınarak seri tanımlaması yapılmıştır. Tanımlaması yapılan 14 toprak profilinin benzer özellikler gösterdiği tespit edilmiş ve 67 ha'lık alanın tamamı Ormanardı serisi olarak tanımlanmıştır. Etkili toprak derinliği 90 cm ile 149 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Arazinin eğimi %0 ile %35 arasında değişmekte olup horizon dizilimi Ap-Bt-CB-C şeklindedir (Tablo 4.1-4.2-4.3-4.4; Şekil 4.5).

Çalışma alanı toprakları düşük kireç içeriğine sahiptir. Yüzey (A horizonu) horizonunda yıkanan killerin ped yüzeylerinde ve gözeneklerde birikmesi ile bir argilik horizon oluşumu görülmüştür.

Tablo 4.1. Ormanardı serisi toprak profil tanımlaması

Horizon	Derinlik (cm)	Tanımı
Ap	0-20 cm	Kahverengi (7,5 YR 4/4) kuru, Koyu kırmızı kahverengi (5 YR 3/3) nemli; Granül strüktür; kuru iken sert, nemli iken dağınık kıvam ve yaş iken hafif plastik; Kireçsiz; Az taşlı; çok seyrek kazık kök; geçişli ve düz sınır
Bt	20-45 cm	Koyu kırmızı kahverengi (5 YR 3/3) kuru, Koyu kırmızı kahverengi (2,5 YR 2,5/4) nemli; B horizonun sınırları belirlidir; Zayıf strüktür, küçük ve köşe blokludur; kuru iken dağınık, nemli iken gevşek ve yaş iken ise plastiktir; Kireçsiz; taşlıdır ve taşlar arasında hafif kil birikimi vardır. Bir üst horizona göre kil içeriği daha yüksektir.
CB	45-65 cm	Kırmızı kahverengi (5 YR 4/4) kuru, Koyu kırmızı kahverengi (5 YR 3/3) nemli; Kireçsiz; çok taşlı
C	65-149 cm	Sarımsı kırmızı (5 YR 5/6) kuru, Koyu kırmızı kahverengi (5 YR 3/4) nemli; Kireçsiz; çok taşlı

Tablo 4.2. Profilde tanımlanan toprak horizonlarına ait fiziksel özellikler

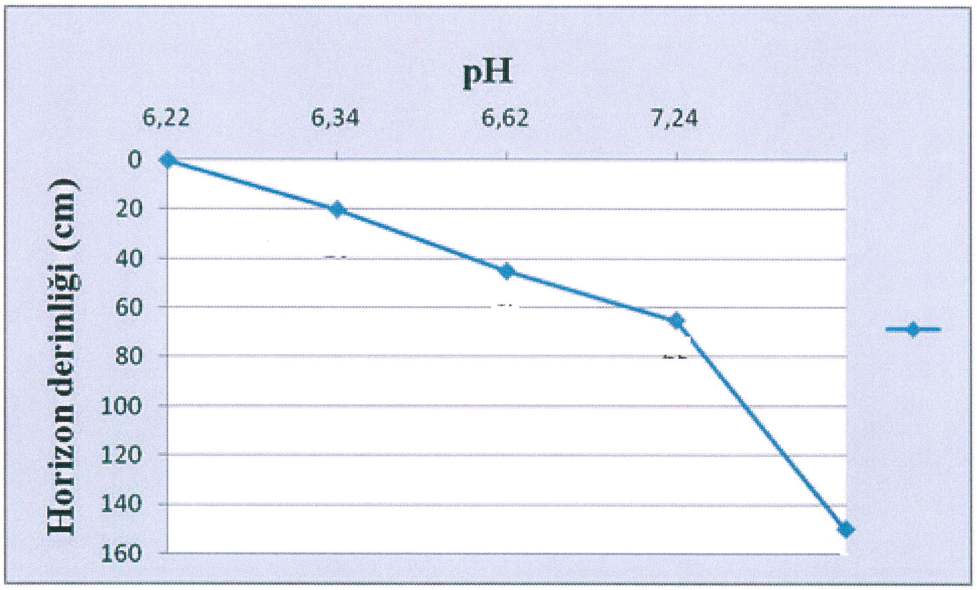
Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstür Sınıfı
		(%)			
Ap	0-20	39,1	26,1	34,8	Killi tın
Bt	20-45	56,5	19,6	23,9	Kil
CB	45-65	50,0	17,4	32,6	Kil
C	65-130	28,3	6,5	65,2	Kumlu Killi Tın

Tablo 4.3. Profilde tanımlanan toprak horizonlarına ait kimyasal özellikler

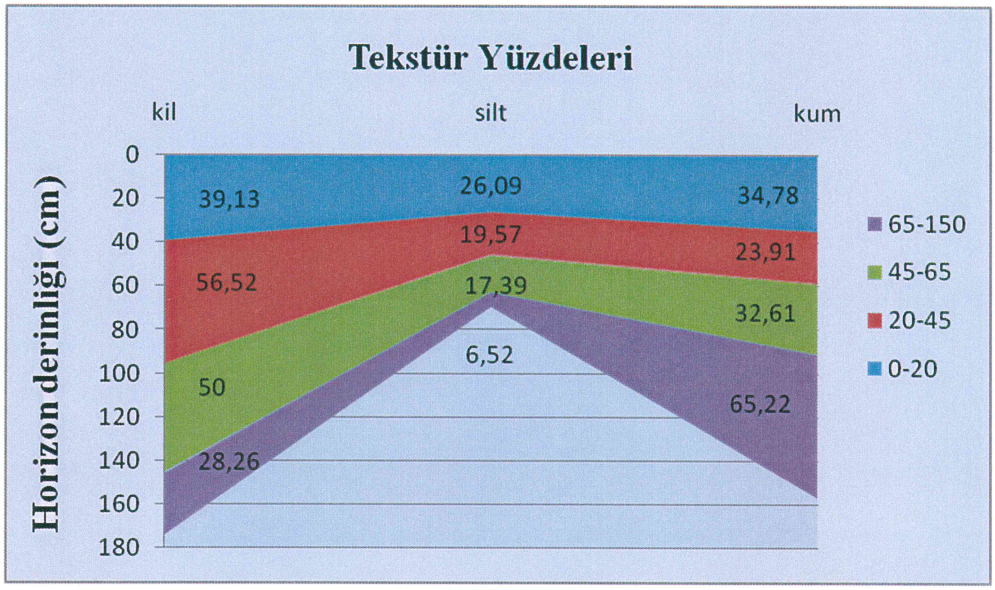
Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P_2O_5 (kg/da)
Ap	0-20	6,22	0,37	2,23	1,63	5,73
Bt	20-45	6,34	0,47	2,14	1,12	8,59
CB	45-65	6,62	0,45	1,87	0,60	6,87
C	65-130	7,24	0,37	1,74	0,32	1,72

Tablo 4.4. Profilde tanımlanan toprak horizonlarına ait değişebilir katyon değerleri

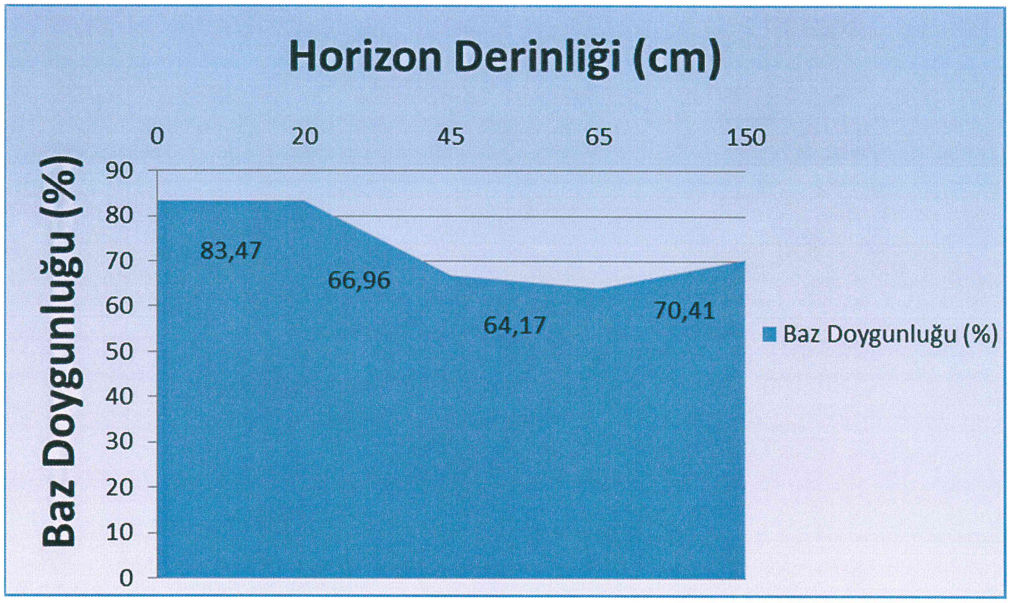
Horizon	Derinlik	K	Na	Ca	Mg	KDK	B.D
	(cm)	(meq/100gr)					(%)
Ap	0-20	0,65	0,65	14,51	18,38	40,96	83,47
Bt	20-45	0,69	0,64	10,16	22,25	50,39	66,96
CB	45-65	0,65	1,01	13,61	15,96	48,67	64,17
C	65-130	0,32	1,39	10,96	18,45	44,20	70,41



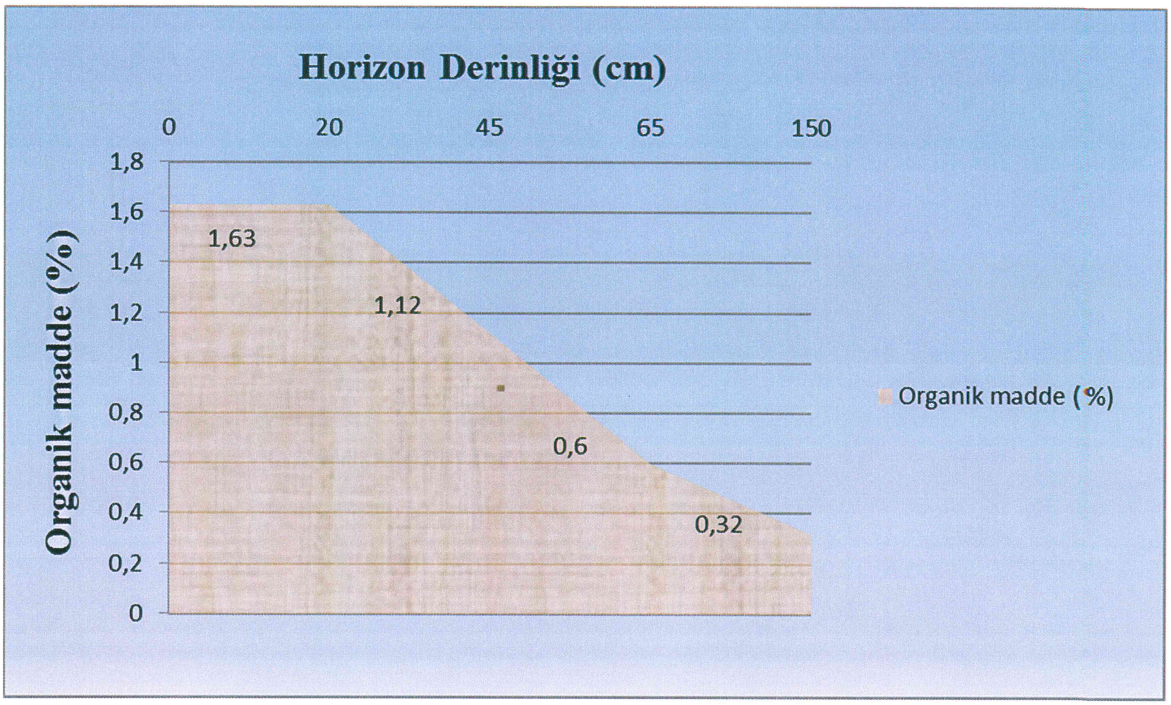
Şekil 4.1. Ormanardı serisine ait pH değerinin derinliğe göre değişimi



Şekil 4.2. Ormanardı serisine ait tekstür yüzdelerinin derinliğe göre değişimi



Şekil 4.3. Ormanardı serisine ait baz doygunluğunun derinliğe göre değişimi



Şekil 4.4. Ormanardı serisine ait organik maddenin derinliğe göre değişimi



Şekil 4.5. Ormanardı serisi topraklarının yer aldığı araziden görüntü



Şekil 4.6. Ormanardı serisi topraklarının yer aldığı araziden görüntü



Şekil 4.7. Ormanardı serisi topraklarının yer aldığı araziden görüntü



Şekil 4.8. Ormanardı serisine ait horizon dizilimleri

4.1.2. Toprak Sınıflaması

Toprak sınıflaması Toprak Taksonomisine uygun bir şekilde yapılmıştır (Soil Survey Staff 2014).

Çalışma alanında yıllık ortalama yağış miktarı 933,9 mm olup nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Ortalama sıcaklığı toprak yüzeyinden 50 cm derinlikte 14,29 °C olduğundan toprak nem rejimi Mesic olarak tanımlanmıştır. Yıllık yağış miktarı yağışın aylara dağılımı ve buharlaşmayla olan ilişkisi dikkate alındığında toprak kontrol nem kesitindeki su bütçesine göre bölgenin nem rejimi Xeric'tir. Açılan toprak profilleri arasında morfolojik olarak bir takım farklılıklar tespit edilmiş olmasına rağmen farklı seri tanımlamak için gerekli kriterler karşılanmadığından dolayı, tüm çalışma alanının tek bir toprak serisinden oluştuğu kanaatine varılmıştır (Şekil 4.4). Tanımlanan serinin sınıflamasına ait detaylar Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Ormanardı Serisi toprakları sınıflandırma detayı

ORMANARDI SERİSİ		
KATEGORİ	**SINIFLAMA**	**GEREKÇE**
Ordo	Mollisol	1. Aşağıda verilen özellikler Mollisol ordosu içerisinde sınıflandırılmasına neden olmuştur: a. Mollic horizon kriterlerini taşıyan bir yüzey horizonun varlığı bu toprakların mollisol olarak sınıflandırılmasına neden olmuştur. b. 7,5 cm'den daha kalın bir Argilic Yüzey altı horizonuna sahiptir. c. Cryic'ten daha sıcak bir toprak sıcaklık rejimine sahiptir.
Alt ordo	Xerolls	a. Alt ordo ayrım düzeyinde toprak nem rejimi dikkate alınmaktadır. Bölgenin nem rejimi Xeric olarak tanımlandığından dolayı alt ordo sınıfı Xeroll olarak belirtilmiştir. b. Üst horizona göre % 20 daha fazla kil bulunduran bir Argilic horizonuna sahiptir. c. Renk skalasında Hue 7,5 YR veya kırmızı, Chroma 5 veya daha fazladır.
Büyük grup	Argixerolls	a. Bir Argilic horizonuna sahiptir. b. Profilde natrik horizonu tanımlanmamıştır. c. İlk 100 cm içerisinde sert bir katmana (Duripan) sahip değildir. d. İlk 150 cm içerisinde bir Petro kalsik, kalsik ve gypsic horizonu tanımlanmamıştır.
Alt Grup	Typic Argixerolls	Xeric nem rejimine sahiptir. Diğer hiçbir kritere sahip olmadığından İlk 100 cm içerisinde 15 cm veya daha fazla mineral bir horizona sahip değildir. İlk 90 cm içerisinde toprak tekstürü killi, killi iskelet, ince taneli ve çok ince taneli yapıya sahiptir. İlk 150 cm içerisinde kumlu, kumlu iskelet yapısına sahip olabilir
Familya	clayey, superactive, mesic Typic Argixerolls	Kil içeriği % 35 veya daha fazladır. Profil boyunca Katyon değişim kapasitesinin kil içeriğine oranı 0,89-1,56 arasında değişim göstermektedir. Toprak sıcaklık rejimi mesic, nem rejimi ise xeric'tir.

4.2. Ormanardı Serisine ait Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

4.2.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Yarı kurak bir iklime sahip ve eğimli bir arazide bulunan volkanik kökenli bazalt ana materyali üzerinde oluşmuş çalışma alanı toprakları genel olarak orta bünyeli bir tekstüre sahiptir. Yüzey topraklarının (0-30 cm) kil içeriği ortalama %33,8 ve kum içeriği ortalama %37,7'dir (Tablo 4.6). Çalışma alanında kum içeriği Kuzey-Batı'dan Güney–Doğu istikametine doğru göreceli olarak artmakta olup Güney Doğu'da kum içeriği %60'lara kadar çıkmıştır.

Tanımlayıcı istatistikte verilerin yayılımı hakkında bilgi sahibi olmak için standart sapma, varyans, yatıklık ve basıklık gibi çeşitli parametreler kullanılmaktadır. Bu parametrelere ait değerlerin birbirleriyle karşılaştırılmaları, toprak özelliklerinin skalaları birbirlerinden farklı olduğundan dolayı mümkün olmamaktadır. Standart sapmanın aritmetik ortalamaya bölünüp 100 ile çarpılması sonucu elde varyasyon katsayısı (%VK), ölçülen değerlerin minimize edilmesinde kullanılan ve değişkenliklerin kıyaslanabilmesini sağlayan önemli bir parametredir. Wilding et al. (1994), VK $\leq$%15 olanlar düşük derecede değişken, %15-35 arası orta derecede değişken ve $\geq$ %35 değerler ise yüksek düzeyde değişken olarak sınıflandırmıştır. Buna göre yüzey topraklarının pH ve kil içeriği düşük derecede değişkenlik gösterirken, silt ve kum içeriği, EC, değişebilir katyonlar (Ca+Mg, Na) ve kireç içeriği orta derecede değişken, OM, P_2O_5 ve K_2O ise yüksek derecede değişkenlik göstermektedir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Ormanardı serisi topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

N=88	Birim	En Küçük	En Yüksek	Ortalama	Std. Sapma	V.K. %	Yatıklık
Kil	%	20,25	43,17	33,83	4,68	13,83	-0,53
Silt	%	11,17	47,33	28,50	5,81	20,40	-0,02
Kum	%	22,00	60,25	37,67	7,48	19,86	0,65
EC	dS/m	0,20	1,03	0,40	0,12	29,96	1,85
pH		6,20	7,16	6,65	0,20	2,98	0,22
OM	%	1,08	5,38	2,49	1,11	44,80	0,95
K_2O	kg/da	13,06	158,11	40,34	23,38	57,95	2,26
Ca+Mg	meq/100g	6,93	35,28	15,60	4,95	31,75	0,99
Fosfor	kg/da	1,72	39,50	12,53	7,97	63,58	1,21
Na	ppm	10,14	29,25	15,01	3,07	20,45	2,19
Kireç	%	0,93	2,32	1,75	0,35	19,97	-0,77

Organik maddenin fazla değişken olmasının temel nedeni çalışma alanının bakı yönünden farklı yamaçlarda oluşmasından kaynaklanmaktadır. Güney yamaçlar kuzey yamaçlara göre daha fazla ısındıklarından dolayı organik maddenin ayrışması fazla olmakta ve toprakta birikimi daha az olmaktadır. Bu nedenle çalışma alanı toprakları aynı ana materyal üzerinde oluştuğu halde değişken bir organik madde içeriğine sahiptir. Çalışma alanının yarısından fazlasında sulu tarım geriye kalan kısmında ise kuru tarım yapılmaktadır. Alanda fosfor içeriğinin çok değişken olmasının temel nedeni ise toprakların farklı kullanımlarından ileri gelmektedir. Özellikle sulu tarımın yapıldığı alanlarda fosfor içeriğinin yüksek kuru tarım yapılan alanlarda ise fosfor içeriğinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Buda sulu tarım yapılan alanlarda aşırı bir fosfor gübrelemesinin yapıldığına işaret etmektedir. Çalışma alanında yüksek derecede değişkenlik gösteren bir diğer özellik ise yarayışlı potasyum (K_2O) konsantrasyonudur. Çalışma alanı toprakları Şeyh Deresinin yaşlı terasları üzerinde oluşmuştur. Şeyh Deresinin getirdiği bazalt ana materyali üzerinde oluşan toprakların yer aldığı arazide farklı yönlere bakan yamaçların olması ana materyalin ayrışma düzeylerinin de farklılaşmasına neden olmuştur. Çalışma alanında ayrışmanın nispeten daha yüksek olduğu güney yamaçlarında yer alan toprakların K_2O konsantrasyonuayrışmanın az olduğu kuzey yamaçlarına oranla daha yüksektir. Çalışma

alanında eğim yönü ve tektürdeki değişimlerin farklı olması nedeniyle K_2O konsantrasyonu da yüksek derecede değişkenlik göstermiştir.

4.2.2. Çalışma Alanı Topraklarının Korelasyon Analizi

İki veya daha fazla değişkeninin birbirleri ile olan ilişkilerin incelenmesinde korelasyon analizi tekniği kullanılmaktadır. Korelasyon analizinde örnekler arası ilişki yorumlanırken korelasyon katsayısına bakılarak ilişkinin derecesi hakkında karar verilir. Korelasyon katsayısı r ile gösterilir ve -1 ile +1 arasında değişen değerler alır. Korelasyon katsayısı (r) = 0 olduğu durumlarda değişkenler arasında bir ilişkinin olmadığı, 0 ile +1 arasında olduğu durumlarda değişkenler arsında pozitif bir ilişkinin var olduğu ve 0 ile -1 arasında olduğu durumlarda ise negatif bir ilişkinin var olduğu sayılmaktadır. Değişkenler arasında pozitif bir ilişkinin varlığı bir değişken artarken diğer değişkenin de artmakta, negatif bir ilişkide de bir değişkenin azalmasına karşılık diğer değişken artış göstermektedir.

Çalışma alanı topraklarına ait fiziksel ve kimyasal özelliklerin birbiri ile ilişkilerini belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir. Buna göre kil içeriği ile değişebilir Ca+Mg ve P_2O_5 arasında $P<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli pozitif bir ilişki söz konusu iken kil içeriği ile kum içeriği ve pH arasında $P< 0,01$ önem seviyesinde negatif bir ilişki söz konusudur. Organik madde ile silt, kum ile pH ve organik madde ile Na ve K_2O arasında $P< 0,01$ önem seviyesinde pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca kum ile Ca+Mg ve fosfor arasında negatif bir ilişki söz konudur.

Korelasyon testi sonuçlarına göre çalışma alanında kil içeriğinin yüksek olduğu arazilerin değişebilir Ca, Mg, Na, P2O5, K2O konsantrasyonları da yüksektir. Özellikle bazik katyonlar ile fosfor bakımından zengin olan mafik özellikteki bazalt kayacının ayrışma ürünü olan topraklarında bu besin elementlerince zengin olması beklenen bir durumdur. Buna ilaveten organik madde içeriğinin de yüksek kil içeriği ile pozitif korelasyona sahip olması, organik maddenin kil mineralleri ile oluşturduğu güçlü bağ sayesinde ayrışmaya karşı dirençli hale gelebildiğini göstermektedir.

Tablo 4.7. Çalışma alanı toprakları arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon analizi

N=88	Silt	Kil	Kum	EC	pH	Org. Mad.	K_2O	Ca+Mg	Fosfor	Na	Kireç
Silt	1										
Kil	0,005	1									
Kum	-0,780**	-0,629**	1								
Sat	0,008	0,053	-0,039*								
Ec	0,202	-0,050	-0,126	1							
Tuz	0,197	-0,060	-0,116	0,799**							
pH	-0,324**	-0,400**	0,502**	-0,141	1						
Org. Mad.	0,380**	0,176	0,185	0,078	0,067	1					
K_2O	-0,119	0,093	0,035	0,039	0,057	0,375**	1				
Ca+Mg	0,244*	0,227*	-0,332**	0,042	-0,220*	-0,133	0,094	1			
Fosfor	0,213*	0,297*	-0,351**	0,058	-0,248*	-0,014	0,178	0,463**	1		
Na	-0,049	0,037	0,014	-0,014	0,083	0,321**	0,746**	0,028	-0,043	1	
Kireç	0,009	0,061	-0,045	0,071	-0,058	0,050	0,134	-0,119	-0,117	0,099	1

** P<0,01 seviyesinde önemli

*P<0.05 seviyesinde önemli

4.3. Toprak Özelliklerinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması

Bu bölümde Ormanardı serisi topraklarının uzaysal dağılımlarına ait elde edilen modeller ve modeller ait parametreler kullanarak ordinarykrigleme sonucu oluşturulan haritalar her bir toprak özelliği için ayrı ayrı hazırlanmış ve tartışılmıştır.

Toprak tekstürü, toprağın fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özelliklerini etkileyen en önemli bileşendir. Tarımsal üretimde toprak tekstürünün mesafeye bağlı olarak değişim göstermesine paralel olarak bitki besin elementlerinin tutma kapasitesi ve yarayışlılığı, su tutma kapasitesi, suyun topraktaki hareketi ve yarayışlılığı, sulama yöntemleri ve gübreleme desenleri de değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle çalışma yapılacak alanlarda toprak tekstür bileşenlerinin mesafeye bağlı değişimleri belirlenip haritalanması uygulanacak amenajmanların planlanması adına oldukça önemlidir.

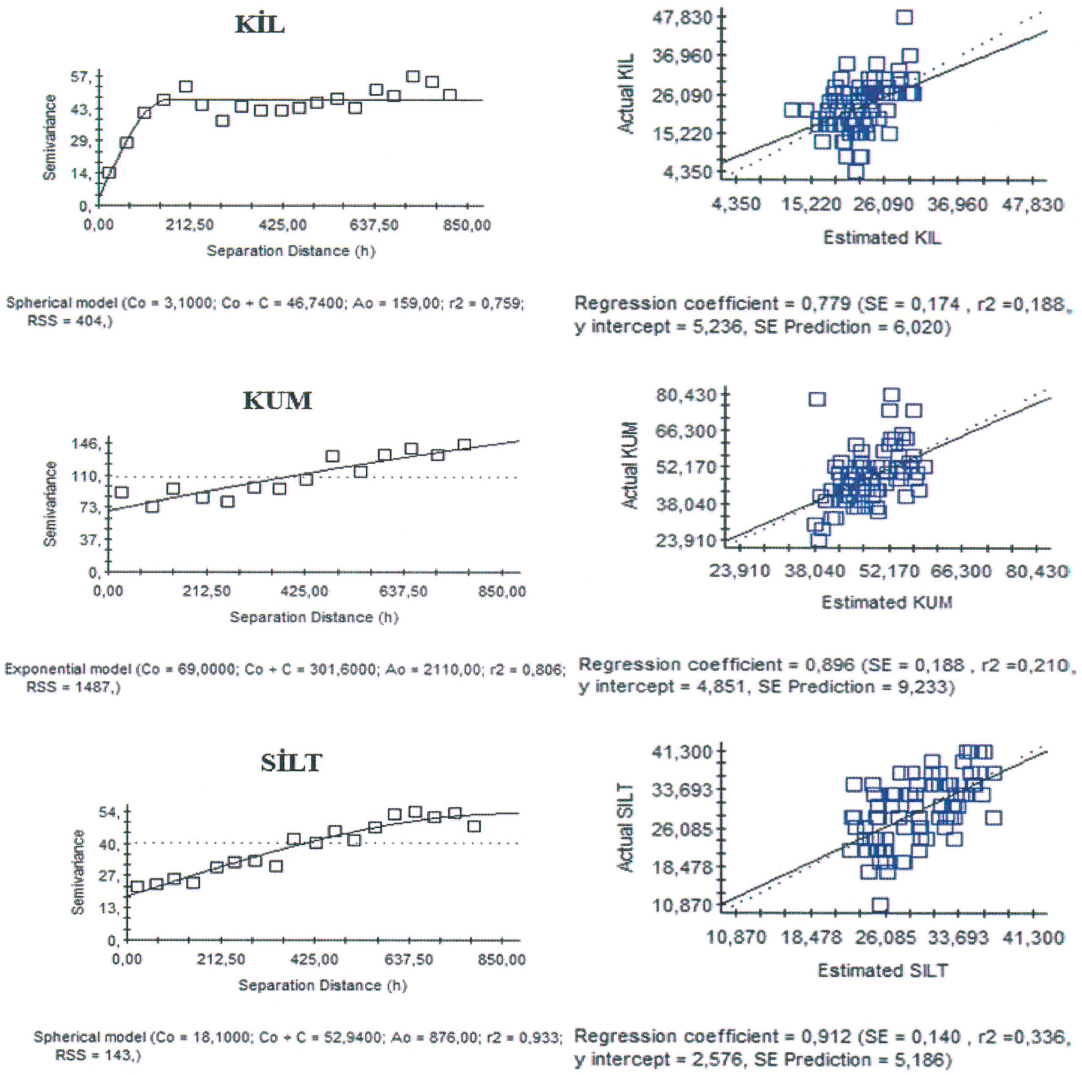
Toprak tekstür bileşenleri için elde edilen model parametreleri Tablo 4.8'de verilmiştir. Kil ve silt içeriği için küresel model mesafeye bağlı değişimi en iyi şekilde tanımlarken kum içeriği için üssel model ile tanımlanmıştır. Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı olarak nasıl değiştiğini belirlemek için uzaysal bağımlılık katsayısı kullanılmaktadır. Uzaysal bağımlılık değeri, nugget semivaryansın toplam semivaryansa (Co/Co+C) bölünüp 100 ile çarpılması ile elde edilmektedir. Uzaysal bağımlılık ≤%25 ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı, %25 ile %75 arasında ise orta derecede uzaysal bağımlı ve bu oran %75'den fazla ise değişken zayıf uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Cambardella and Karlen 1999; Emadi et al. 2008; Yang et al. 2011). Elde edilen verilere göre kum orta derecede uzaysal bağımlılık gösterirken kil ve silt içeriği kuvvetli derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir (Tablo 4.8). Bu durum silt ve kil içeriğinin mesafenin artması ile beraber kum içeriğine göre daha benzer olduğunu göstermektedir.

Modellemelerle elde edilen range değerleri söz konusu özelliğin ölçülen iki nokta arasındaki otokorelasyonun olacağı maksimum mesafeyi göstermektedir (Mulla and McBratney 2000). Dolayısı ile silt içeriği için örnekler arasında 2110 m'ye kadar bir korelasyon söz konusu iken kum içeriği 876 m ve kil içeriği 159 m'lik oto korelasyona sahiptirler.

Kil ve kum içeriği için elde edilen modeller incelendiğinde yaklaşık 250 m'lik range değerinde bir çukur etkisi (hole effect) olduğu tespit edilmiştir. Çukur etkisi görülen semivariogramlar da örnekler arası ilişkiyi gösteren değerler belirli bir sill değerine ulaştıktan sonra önce azalma gösterip sonra tekrar yükselmektedir (Şekil 4.9). Çukur etkisi, değişkenin arazide doğal bir tekrarlanma desenine sahip olduğunu göstermektedir (Pyrcz and Deutsch 2003; Budak 2012).

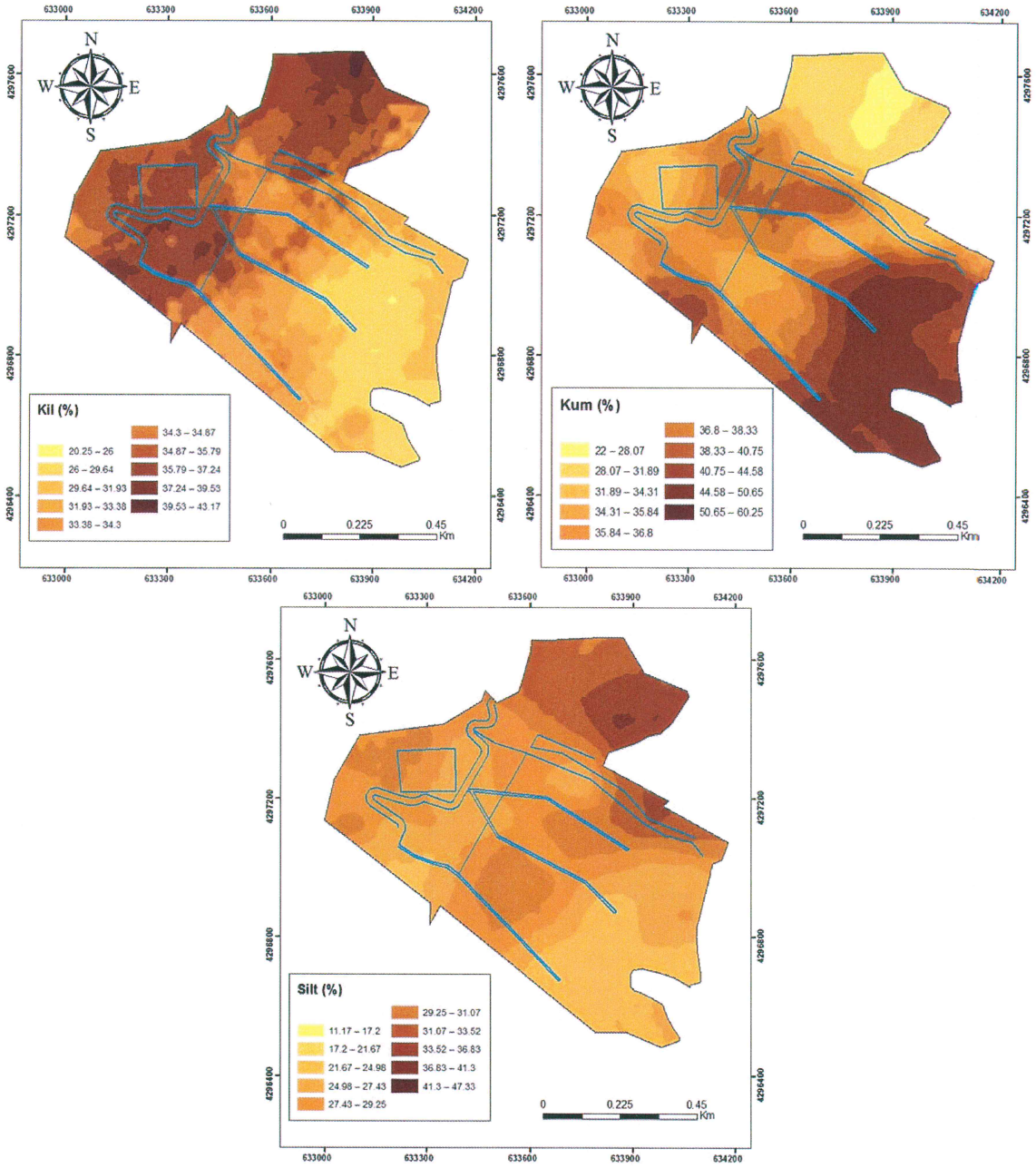
Tablo 4.8. Tekstür bileşenlerine (kil, silt ve kum) ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

Özellik	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r^2	Çapraz Değer (r^2)
Kil	Küresel	3,1	46,74	6,6	159	0,759	0,434
Silt	Küresel	69	301,6	22,9	876	0,806	0,58
Kum	Üssel	18,1	52,94	34,2	2110	0,933	0,458



Şekil 4.9. Tekstür bileşenlerine ait (kil, silt ve kum) ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri

Çalışma alanı topraklarının kil içerikleri %20,25 ile %43,17 arasında, kum içeriği %22 ile 60,25 ve silt içeriği %11,57 ile 47,33 arasında değişim göstermiştir. Kuzey-Batıdan Güney-Doğuya gidildikçe kil içeriği azalmış ve kum içeriği önemli düzeyde bir artış göstermiştir (Şekil 4.7). Çalışma alanında rakım çok değişmemekle beraber alanın üst kısımlarında (1090 m) kil içeriğinin yüksek, alt kısımlarında (1040-1050 m) ise kum içeriğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Toprak bileşenlerine (kil, silt ve kum) ait uzaysal dağılım haritaları

Toprağın pH'ı en önemli kimyasal özelliklerinden biridir. Toprakta yetişebilecek bitkilerin belirlenmesi ve bitkilerin besin elementi alımlarındaki sorunların belirlenmesinde ve bu sorunlara önlemler alınması için pH değerinin bulunduğu aralık dikkate alınmalıdır. Besin elementlerin yarayışlılıklarının en yüksek olduğu pH aralığı 6,5-7,0 arasında olduğu belirtilmektedir (Akıncı 2011).

Çalışma alanındaki toprakların pH'sı için elde edilen model ve parametreler aşağıda gösterilmiştir (Tablo 4.13). Toprak pH'sının uzaysal değişkenliğinin tanımlanmasında en uygun modelin küresel model olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.11). pH'a ait uzaysal bağımlık ise orta derece uzaysal bağımlılık anlamına gelen %30,8 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.13). Oluşturulan semivariogram modelinde oto korelasyon mesafesi 1468 m olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanın pH değeri 6,20 ile 7,16 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.11). Oluşturulan pH haritası incelendiğinde çalışma alanının Ülgen ve Yurtsevere (1995)'e göre %70,65'nin hafif asitli olduğu ve %29,35'de nötr olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.9). Kuzey-Batıdan Güney-Doğuya gidildikçe pH değerinin artığı ve pH'ın hafif asidik durumdan nötr duruma geçtiği görülmektedir. Tekstür haritaları da oluşturulurken de Kuzey-batıdan Güney-doğuya gidildikçe kil ve kum oranlarında görülen değişiklikten dolayı tekstürün pH'ı etkilediği söylenebilir. Korelasyon analizinde elde edilen pH ile kil arasındaki pozitif ve kum arasındaki negatif ilişkileri oluşturulan haritaların kıyaslanması ile de görmek mümkündür.

Tablo 4.9. pH sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever 1995)

Toprak Özeliği	**Sınır değeri**	**Değerlendirme**
pH	<4,5	Kuvvetli asit
	4,6-5,5	Orta asit
	5,6-6,5	Hafif asit
	6,6-7,5	Nötr
	7,6-8,5	Hafif alkali
	>8,5	Kuvvetli alkali

Tablo 4.10. Tuzluluk sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Richards 1954)

Toprak özelliği	Sınır değeri	Değerlendirme
Toplam tuz	0,00-0,15	Tuzsuz
	0,15-0,35	Hafif tuzlu
	0,35-0,65	Orta tuzlu
(%)	0,65+	Çok tuzlu

Elektriksel iletkenlik (EC) topraktaki tuzluğun göstergesi olan en önemli parametredir. Richards (1954)'a göre EC değerlendirildiğinde çalışma alanının toprakların tamamının tuzsuz olduğu görülmektedir (Tablo 4.10). Bu yüksek yağış ve eğimli arazi koşullarında tuzun toprak profilinde birikmemesi tamamen beklenen bir durumdur. EC için elde edilen model ve parametreler Tablo 4.13'te verilmiştir. EC modellemesi için üssel model kullanılmıştır (Şekil 4.11). Oluşturulan semivariogram modelinde oto korelasyon mesafesinin 42 m olduğu ve uzaysal bağımlığın %19,8 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.13). Uzaysal bağımlılık değeri EC'nin çalışma alanındaki uzaysal bağımlılığın kuvvetli olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanında gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda oluşturulan EC haritası incelendiğinde EC'nin 0,2 ile 1,03 dS/m arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.12).

Evaporasyon ile su kaybının çok fazla olduğu kurak ve yarı-kurak iklimlerde kireç ve diğer karbonatlar birikme eğilimindedirler. Yağışın düşük olduğu bu tip arazilerde karbonat mineralleri ayrışma ile topraktan uzaklaştırılmazlar. Bir kısım arazilerde ise toprak profilindeki kireç direk olarak ana materyalden katılım ile toprakta bulunabilmektedir (Günal, 2001). Yıllık ortalama yağış miktarı ülkemizdeki birçok bölgeden daha yüksek olan çalışma alanı toprakları çoğunlukla az kireçlidir. Çalışma alanı Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre %98,93'ü az kireçli ve %1,07'si orta derecede kireçlidir (Tablo4.11). Çalışma alanındaki toprağın kireç içeriği için elde edilen model ve parametreler tablo 4.13 verilmiştir. Kireç için oluşturulan modellemenin küresel olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.11). Oto korelasyon mesafesi 89 m olup uzaysal bağımlığı %5,5 ile kuvvetli uzaysal bağımlıdır. Çalışma alanında kireç içeriği %0,93 ile 2,32 arasında değişmektedir (Şekil 4.12).

Tablo 4.11. Kireç sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever 1995)

Toprak Özeliği	Sınır değeri	Değerlendirme
Kireç (CaCO3) (%)	0-1	Az kireçli
	1-5	Kireçli
	5-15	Orta kireçli
	15-25	Fazla kireçli
	>25	Çok fazla kireçli

Toprağın organik madde içerikleri, ilave olunan organik madde miktarının mineralizasyonla kaybolan miktardan az olduğunda azalma eğilimi gösterir. Geleneksel toprak işlemenin yoğun olarak uygulandığı, anızın yakıldığı ve rotasyonunda yeme bitkilerinin nadiren bulundu Türkiye topraklarında organik madde içeriği genelde oldukça düşüktür ve birçok araştırmacı tarafından %1-2 civarında olduğu rapor edilmiştir (Günal vd. 2008). Çalışma alanının organik madde içeriği Ülgen ve Yurtsever(1995)'e göre %28,08'nin az, %37,47'sinin orta ve %34,45'inin ise iyi derece organik maddeye sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4.12). Organik madde için elde edilen model ve parametreler Tablo 4.13'de verilmiştir. Oluşturulan semivariogram modellemesinde organik maddenin oto korelasyon mesafesinin 48 m olduğu ve uzaysal bağımlığın %13,8 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.13). Bu uzaysal bağımlılık değeri organik maddenin kuvvetli uzaysal bağımlı sınıfında yer aldığını göstermektedir.

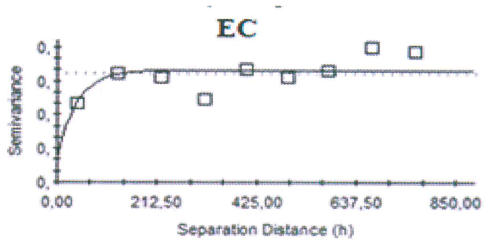
Tablo 4.12. Organik maddenin sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever 1995)

Toprak özelliği	Birim	Sınır değeri	Değerlendirme
Organik madde	%	0-1	Çok az
	%	1-2	Az
	%	2-3	Orta
	%	3-4	İyi
	%	>4	Yüksek

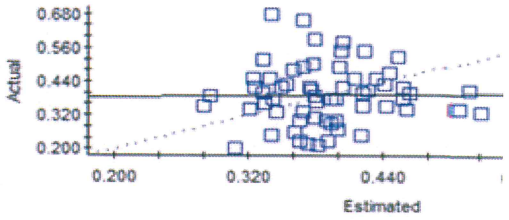
Organik madde haritasına incelendiğinde organik madde içeriğinin %1,08-%5,83 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.12).

Tablo 4.13. Toprağın kimyasal özelliklerine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

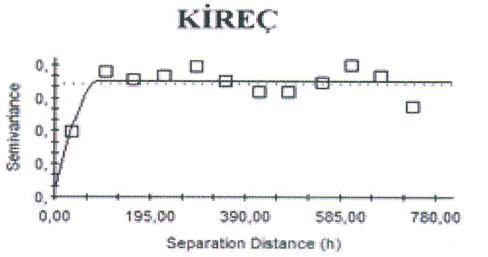
Özellik	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	Uzaysal Bağımlılık %	Range (A) m	r^2	Çapraz Değerlendirme (r^2)
Kireç	Küresel	0,0068	0,1246	5,5	89	0,621	0,348
OM	Üssel	0,175	1,27	13,8	48	0,48	0,214
EC	Üssel	0,0021	0,0106	19,8	42	0,344	
pH	Küresel	0,02	0,0649	30,8	1468	0,951	0,563
K_2O	Üssel	0,0478	0,2826	16,9	121	0,935	0,404
P_2O_5	Küresel	0,191	1,012	18,9	2110	0,921	0,57
Ca+Mg	Üssel	0,0255	0,121	21,1	275	0,886	0,657
Na	Küresel	0,00508	0,02676	19	74,5	0,54	0,346



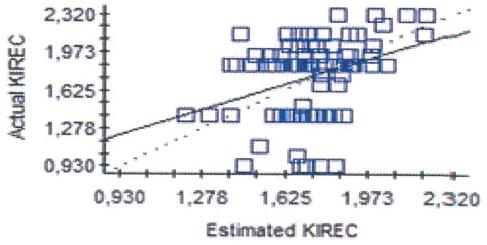
Exponential model (Co = 0,0021; Co + C = 0,0106; Ao = 42,00; r2 = 0,344; RSS = 1,592E-05)



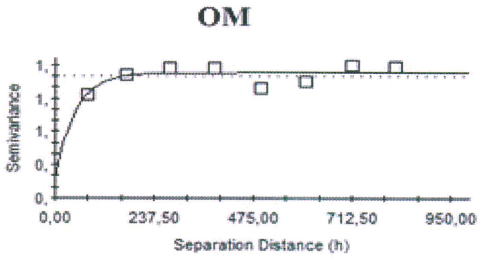
Regression coefficient = 0.033 (SE = 0.247 , r2 =0.000, y intercept = 0.380, SE Prediction = 0.105)



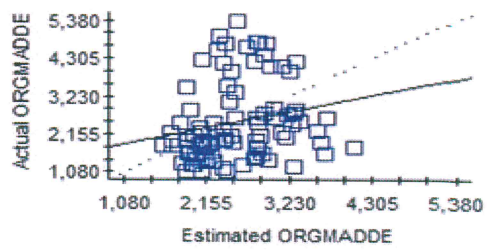
Spherical model (Co = 0,0068; Co + C = 0,1246; Ao = 89,00; r2 = 0,621; RSS = 1,708E-03)



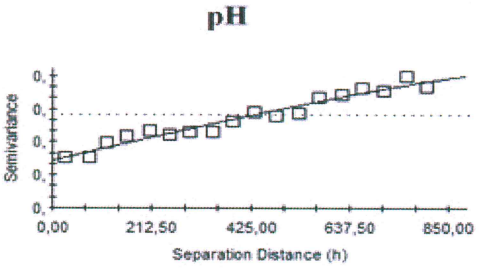
Regression coefficient = 0,662 (SE = 0,193 , r2 =0,121, y intercept = 0,597, SE Prediction = 0,328)



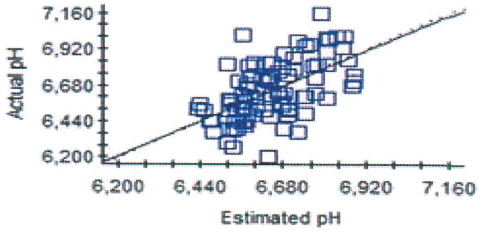
Exponential model (Co = 0,1750; Co + C = 1,2700; Ao = 48,00; r2 = 0,480; RSS = 0,0464)



Regression coefficient = 0,429 (SE = 0,212 , r2 =0,046, y intercept = 1,395, SE Prediction = 1,088)

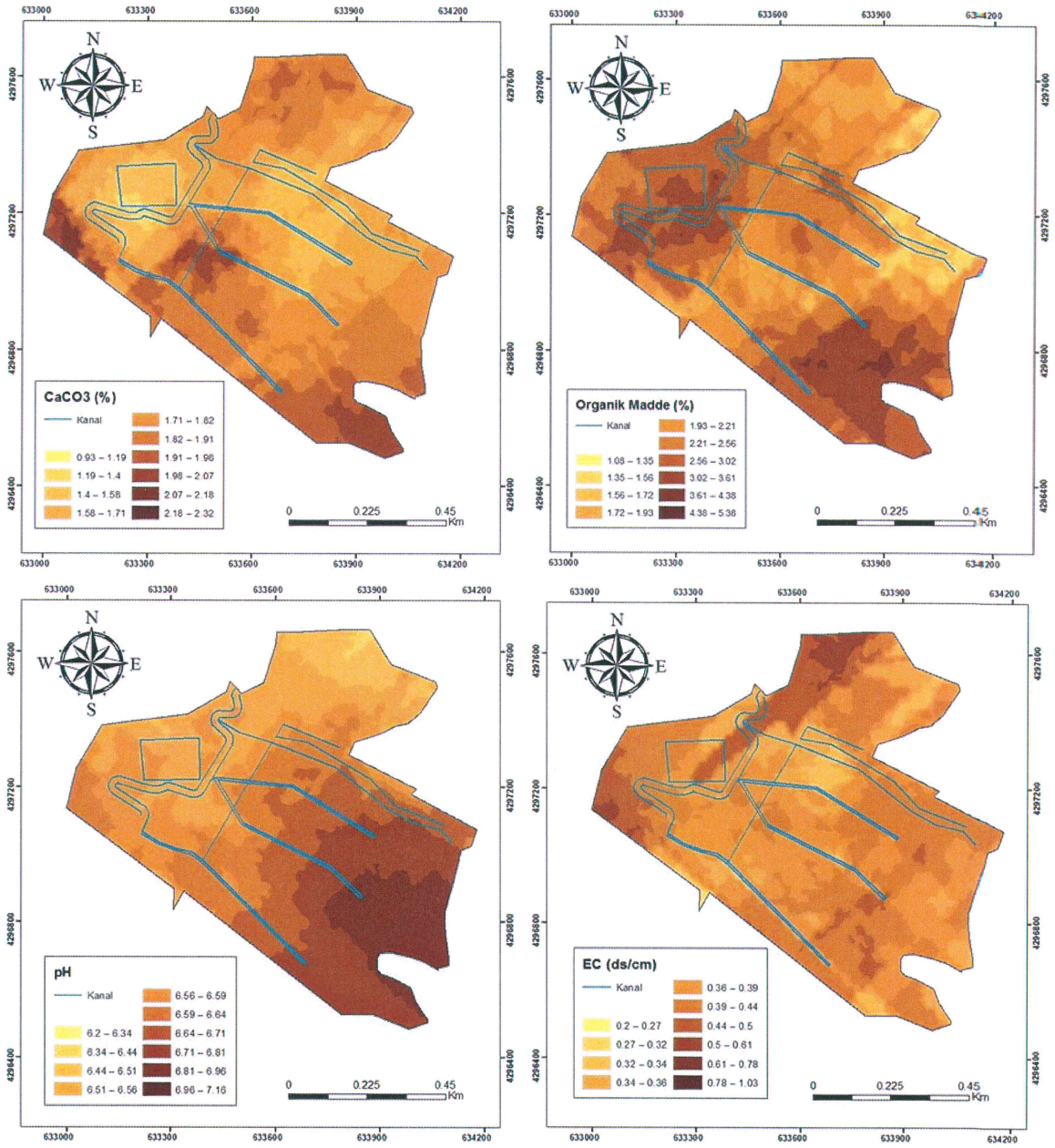


Spherical model (Co = 0,0200; Co + C = 0,0649; Ao = 1468,00; r2 = 0,951; RSS = 8,883E-05)



Regression coefficient = 0,976 (SE = 0,154 , r2 =0,317, y intercept = 0,159, SE Prediction = 0,164)

Şekil 4.11. Bazı kimyasal özelliklere (kireç, organik madde (OM), pH ve elektriksel iletkenlik (EC)) ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri



Şekil 4.12. Kireç, organik madde, toprak reaksiyonu ve elektriksel iletkenliğe ait uzaysal dağılım haritaları

Fosfor (P) bitki büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan önemli elementlerden biridir. Çalışma alanının %2'sinin P konsantrasyonu açısından Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre çok az , %84'ünün az, %13'ünün yeterli ve %1'inin ise fazla fosfora sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.14). Küresel model fosforun alansal değişkenliğini en doğru tanımlayan modeldir (Şekil 4.13) ve oluşturulan modele ait parametreler Tablo 4.13'de verilmiştir. Çalışma alanında fosforun oto korelasyon mesafesi 2110 m, uzaysal bağımlılığı %18,9 ile kuvvetli uzaysal bağımlığa sahiptir.

Tablo 4.14. Alınabilir fosfor (P_2O_5)'un sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever 1995)

Toprak özelliği	**Sınır değeri**	**Değerlendirme**
Alınabilir P_2O_5 (kg/ da)	0-3	Çok az
	3-6	Az
	6-9	Orta
	9-12	İyi
	>12	Yüksek

Yüzey topraklarına ait fosfor haritası incelendiğinde, çalışma alanının kuzey kesimlerinde P düzeyi yüksek iken güneye gidildikçe P konsantrasyonu belirgin bir şekilde azalmaktadır. Bunun nedeninin kuzey kısımlarda gerçekleştirilen tarım faaliyetler ile topraktan kaldırılan P olduğu tahmin edilmektedir. Çalışma alanında bulunan P_2O_5 konsantrasyonu 1,72 ile 39,50 kg/da arasında değişmektedir (Şekil 4.14). Topraktaki P değerinin bu kadar farklılık göstermesinin nedeni arazi kullanımı ve yüzey toprağının tekstüründeki farklılık olduğu düşünülmektedir.

Ülgen ve Yurtsever (1995)'e göre çalışma alandaki K konsantrasyonu açısından %43,18'unun fazla , %21,59'sının yeterli, %20,45'sının orta ve % 14,78'inin az potasyuma sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.15). Çalışma alanının potasyum için elde edilen semivaryogram modeline ait parametreler Tablo 4.13'de verilmiştir. Potasyumun değişkenliğini en iyi açıklayan modelin üssel model olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.13). Potasyumun oto korelasyon mesafesi 121 m, %16,9 ile kuvvetli uzaysal bağımlıdır.
Potasyum haritasına incelendiğinde, çalışma alanında K_2O konsantrasyonunun 13,6 ile 158,11 kg/da arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.14).

Tablo 4.15. Alınabilir potasyum (K_2O)'un sınır değerlerine göre sınıflandırılması (Ülgen ve Yurtsever 1995)

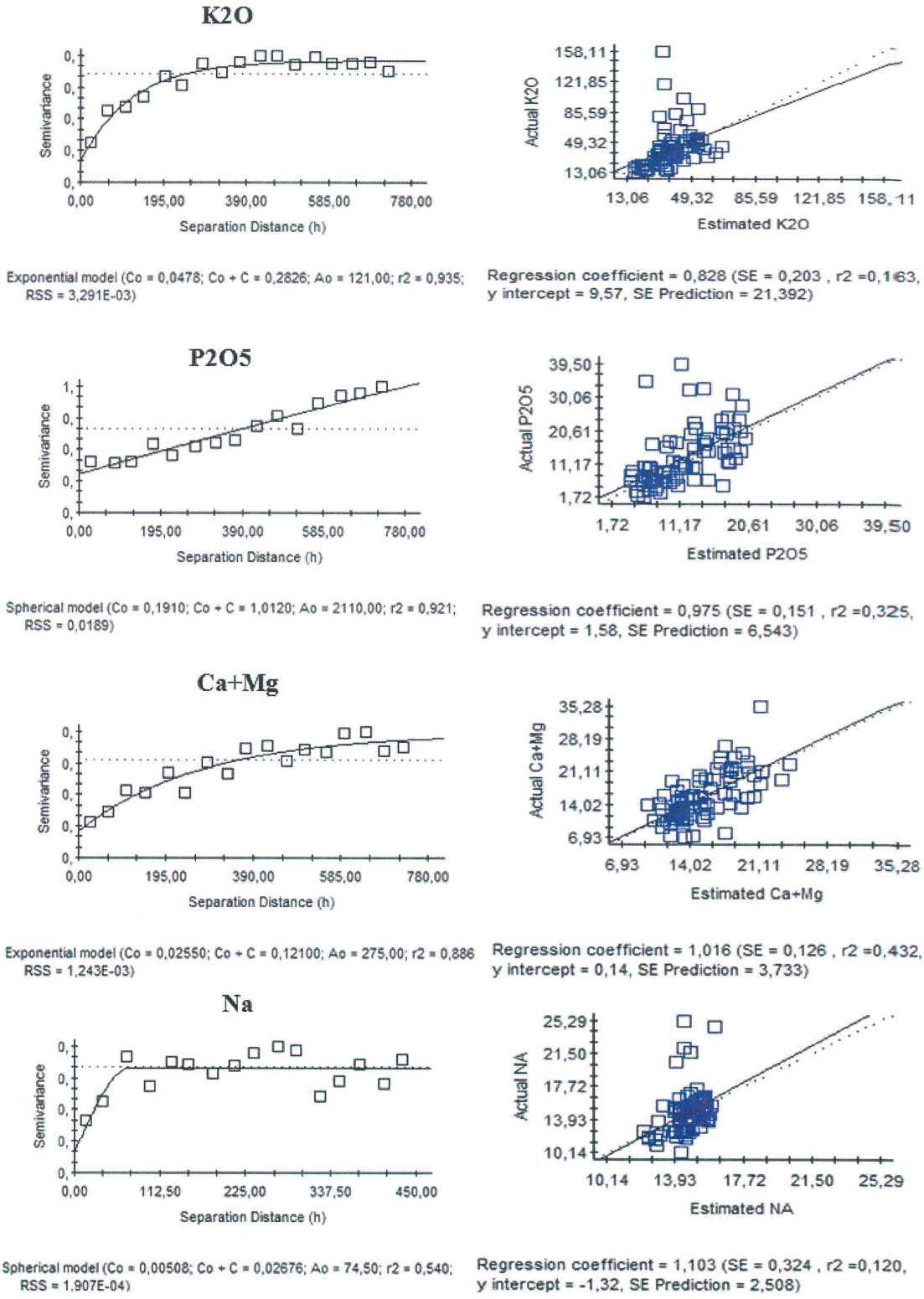
Toprak Özelliği	Sınır Değeri	Değerlendirme
Alınabilir K_2O kg/da	0-20	Az
	20-30	Orta
	30-40	Yeter
	>40	Fazla

Çalışma alanındaki Ca+Mg için elde edilen model ve parametreler Tablo 4.13'de verilmiştir. Ca+Mg modellemesinde üssel modelleme kullanılmıştır (Şekil 4.13). Oluşturulan semivariogram modellemesinde Ca+Mg'un korelasyon mesafesinin 275 m'dir. Ca+Mg için hesaplanan uzaysal bağımlılık yüzdesinin %21,1 olup kuvvetli uzaysal bağımlıdır. Çalışma alanında gerçekleştirilen analizler sonucunda Ca+Mg değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir, bunun sebebinin ise; OM, Ca+Mg'un durağan olmasından dolayı OM oksidasyona uğramaması ve birikmiş olmasından dolayıdır (Bayramin 2007).

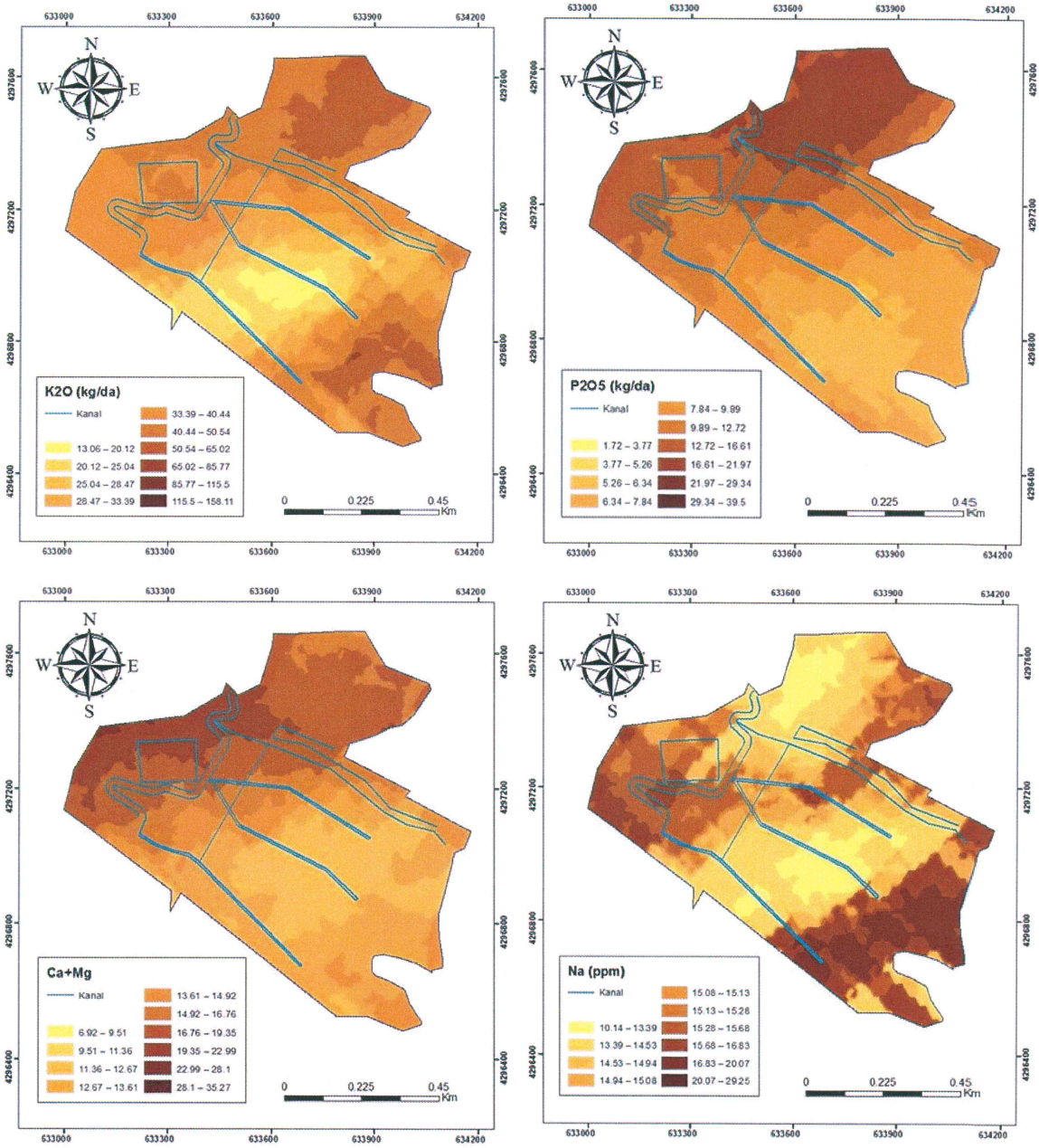
Oluşturulan Ca+Mg haritası incelendiğinde, kuzeyde Ca+Mg düzeyi yüksek iken güneye gidildikçe belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Çalışma alanında Ca+Mg konsantrasyonu6,93 ile 35,28 meq/100g arasında değişmektedir (Şekil 4.14).

Çalışma alanındaki Na için elde edilen model ve parametreler Tablo 4.13'de verilmiştir. Na modellemesinde küresel modelleme kullanılmıştır (Şekil 4.13).Oluşturulan semivariogram modellemesinde sodyumun korelasyon mesafesinin 74,5 m olduğu tablo 4.13'de verilmiştir. Na için hesaplanan uzaysal bağımlılık yüzdesinin %19 olduğu bulunmuştur (Tablo 4.13) ve bu yüzdenin değişken kuvvetli uzaysal bağımlı sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Çalışma alanında gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda oluşturulan Na haritasına bakıldığında alanın kuzey doğu ve güneyinde sodyum değerinin fazla olduğu görülürken geriye kalan kısımlarda sodyum değeri azdır. Çalışma alanında bulunan Na 10,14-29,25 ppm arasında değişmektedir (Şekil4.14).



Şekil 4.13. Bazı kimyasal özelliklere (K2O, P2O5, Ca+Mg ve Na) ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri



Şekil 4.14. K2O, P2O5, Ca+Mg ve Na içeriklerine ait uzaysal dağılım haritaları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanında açılan 14 toprak profili, benzer ana materyal ve benzer toprak profili özeliklerine sahip olduklarından tamamı Ormanardı serisi altında tanımlanmışlardır. Ormanardı serisine ait toprak profilindeki horizon dizilimi Ap-Bt-CB-C şeklinde ve clayey, superative, mesic Typic Argixerolls olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanında mesafeye bağlı değişkenliğin modellenmesi adına yapılan yüzey (0-30 cm) toprak örneklemesi ile elde edilen verilere göre çalışma alanının %77,27'si killi tın , %12,5'i kumlu killi tın, %6,82'si kil ve %3,41'i ise tın tekstürüne sahiptir. Toprak tekstüründe kuzey batıdan güney doğuya gidildikçe kil içeriği azalmakta buna paralel olarak kum içeriği artmaktadır. Çalışma alanındaki pH'sı 6,2 ile 7,16 arasında değişmektedir ve toprakların %70,65 hafif asitli iken %29,35'i nötr durumdadır. Çalışma alanının EC'si 0,20 ile 1,03 ds/m arasında değişmektedir ve tamamı tuzsuzdur. Çalışma alanının organik madde içeriğinin ise %1,08 ile 5,38 arasında değişmektedir.Çalışma alanının %34,45'i organik madde bakımından yeterli, %37,47'si orta düzeyde ve %28,08'i ise az organik maddeye sahiptir. Çalışma alanının % 92,57'sinde yeterli azot bulunurken %7,42 sinde fazla azot olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanın tamamında potasyum miktarı yetersizdir. Çalışma alanı kireçsiz bir yapıya sahiptir. Çalışma alanının fosfor miktarın az olduğu bulunmuştur.

Çalışma alanındaki toprak özelliklerinin değişkenliğini ifade %VK'ya göre en yüksek VK değişkenliğim %63,58'le fosfor ve en düşük değişkenliğin ise %2,98'le pH ait olduğu belirlenmiştir. Sürücü vd (2013) yapmış olduğu araştırmada pH bakımında sonuçlarımızı desteklemektedir.

Çalışma alanının yüzey topraklarının çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiyi test etmek için kullanılan korelasyon analizine göre silt ile organik madde arasında $P<0,01$ düzeyinde pozitif bir ilişki var iken silt ile kum ve pH arasında $P<0,01$

düzeyinde negatif bir ilişki vardır. Ayrıca $P<0,05$ düzeyinde silt ile Ca+Mg ve fosfor arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kil ile kum ve pH arasında $P<0,01$ düzeyinde negatif bir ilişki var iken $P<0,05$ düzeyinde Ca+Mg ve fosfor ile pozitif bir ilişki vardır. Kum ile satrasyon değeri, Ca+Mg ve fosfor arasında $p<0,01$ düzeyinde negatif bir ilişki var iken pH ile $p<0,01$ düzeyinde pozitif bir ilişki vardır. EC ile tuzluluk arasında $p<0,01$ düzeyinde pozitif bir ilişki vardır. pH ile Ca+Mg ve fosfor arasında $p<0,05$ düzeyinde negatif bir ilişki vardır. Organik madde ile potasyum ve sodyum arasında $p<0,01$ düzeyinde pozitif bir ilişki vardır. Potasyum ile sodyum arasında $p<0,01$ düzeyinde pozitif bir ilişki vardır. Ca+Mg ile fosfor arasında $p<0,01$ düzeyinde pozitif bir ilişki vardır.

Çalışma alanındaki toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimi modellenmiş ve alansal dağılım haritaları üretilmiştir. En yüksek korelasyon mesafesi fosfora (2110 m) ve en küçük korelasyon mesafesinin ise EC (42 m)'ye ait olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uzaysal bağımlılığa bakıldığında kireç, organik madde, EC, K_2O, P_2O_5, Ca+Mg ve Na kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterir iken, pH orta derecede uzaysal bağımlılık göstermiştir. Çalışma alanın da gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda alanın pH, EC ve organik maddesine bakıldığında çalışma alanının tarım uygulamaları için tamamen elverişli olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca topraktaki organik maddenin organik tarım için yeterli olduğundan bu alanlarda organik tarım yapılabilir. Ayrıca eğimli alanlarında çok yıllık bitki ekimine uygun olduğu ve bu şekilde değerlendirilebileceğini söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

Akbaş, F., "Entisol Ordosuna Ait Bir Arazide Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Geleneksel ve Jeoistatiksel Yöntemlerle Belirlenmesi", Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112s, 2004.

Akgül, M., "Daphan Ovası Topraklarının Arazi Kullanım Yetenek Sınıflaması", Atatürk Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi, 25(17): 14-29, 1994.

Akıncı, Ş., "Hümik Asitler, Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı", Derleme/Review. Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Dergisi, 23(1): 46-56, 2011.

Aksoy, E., Şenol, S. ve Dinç, U., " Amanos Dağlarında Yoğun Orman Örtüsü Altında Oluşmuş Toprakların Genesisleri ve Sınıflandırılması", International Symposium on Arid Region Soil, S: 736-743, 1998, İzmir.

Bayramin, İ. "Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması", Ders Notları, 2007.

Bohling, G., " Introduction to Geostatistics and Variogram Analysis", Kansas Geological Survey , 864-2093, 2005.

Bower, C. A., And Wilcox, L. L., "Soluble Salt Methods of Soil Analysis", Methods of Soil Analaysis Part 2, Am. Soc. Argon. No: 9 Madison, Wilconsin USA, S: 933-940, 1965.

Bower, C.A., "Determination of exchangeable magnesium in soils containing dolomite", Soil Sci Soc Proc, 19-40, 1955.

Bower, C.A., Reitemeir R.F., and Fıreman M., "Exchangeable Cation Analysis of Saline and Alkali Soils", Soil Science, 73:251-261,1952.

Brady, N.C., " Geographic İnformation Systems. The Nature And Properties of Soils. Tenth Edition.", Macmillan Publishing Company. Chemistry Department, University of California, Davis Ca 95616, Usa And Office of Environmental Health And Safety, University of California, Riverside, Ca 92521, Usa, pp:759- 788, 1990.

Budak,M., " Tuzlu Alkali Toprakların Oluşumu, Sınıflandırılması ve Klasik Toprak Etüd ve Jeoistatistik Yöntemlerle Haritalanması", Doktora, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 236, 2012.

Buol, S. W., Hole, F. D. and Mc Cracken, R. J. "Soil Genesis and Classification", The Iowa State Univer. Press. Ame. 360 p,1973.

Burrough, P. Van Gaans P. F. M., Hootsmans R., "Continuous Classification in Soil Survey", Uzaysal Correlation, Confusion, and Boundaries. Geoderma, 2-4(77): 115-135, 1997.

Cambardella C.A., Karlen D.L., "Spatial Analysis of Soil Fertility Parameters", Precis. Agr.,1: 5–14, 1999.

Canpolat, O., "Türkiye Topraklarının Tarımsal Kullanıma yoğunluk Bakımından İncelenmesi", DSİ, Toprak ve Su kaynaklarının Geliştirtmesi Konferansı Bildirileri, Cilt 1: S. 60-87, 1981.

Çağlar, K.Ö., "Toprak Bilgisi", A.Ü.Z.F. Yayınları, No:10, 1949.

Demir, Y., Doğan Demir, A., Meral., R., Yüksel,A., " Bingöl Ovası İklim Tipinin Thornthwaite ve Erinç İndisine Göre Belirlenmesi", Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2(4): 332–337, 2015.

Dengiz, O., Başkan, O., Cebel, H. "Ankara Çatalkaya Havzası Temel Toprak Özellikleri ve Sınıflaması", Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 3(1): 16-31, 2015.

Dengiz, O., Erel, A., Erkoçak, A., Durmuş, M.,"Kuşkonağı Havzası temel toprak özellikleri, sınıflandırılması ve haritalanması", Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 71–82, 2012.

Dengiz, O., Gülser, C., İç, S., Kara, Z."Aşağıaksu Havzası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Haritalanması", Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 24(1): 34-43, 2009.

Dent, D. Young, A. ,"Soil Survey and Land Evaluation", George Allen & Unwin, 1981, London.

Di, H.J., Trangmar B.B., Kemp R.A., "Use of Geostatistics in Designing Sapmling Strategies for Soil Survey", Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 1163-1167, 1989.

Dikici, H.,"Toprak Biliminde Kullanılan Bazı Jeoistatistik Yöntemleri", Tarımda Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu, S: 76-82, 2001.

Dinç, U. ve Şenol, S. "Toprak Etüt ve Haritalama Ders Kitabı", Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 161, Ders Kitapları Yayın No: 50, S: 235, 1997, Adana.

Durak, A., Sürücü, A., "Soil Formation on Different Land Scape in a Semi-Humid Region of Turkey", Journal of Agronomy (ISI) , 191-195 pp., 2005.

Emadi, M., Baghernejad M., Emadi, M., Maftoun M., "Assessment of Some Soil Properties by Spatial Variability In Saline And Sodic Affected Soils In Arsanjan Plain, Fars Province, Southern Iran", Pakistan Journal of Biological Sciences 11(2): 238-243, 2008.

Ersoy, A. ve Yünsel, T. Y., "Üretim ve işletme planlaması için maden tenörlerinin ve rezervlerinin, jeoistatistik yöntemlerle modellenmesi ve değerlendirilmesi", Mehmet Kemal Dedeman Araştırma ve Geliştirme Proje Yarışması, Madencilik Sektörü 3. Ödülü, 57 S, 2006.

Erşahin, S. "Alüviyal Bir Tarlada Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özelliklerinin Uzaysal (Spatial) Değişkenliğinin Belirlenmesi", S.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi. 13(19): 34-41, 1999.

ESRI.,ArcGIS 9.3, " Environmental System Research Institute", 2008. Redland CA, USA

FAO, "A framework for land evaluation", FAO Soils Bulletin , 32, 1976.

Gallichnad, J., Buckland, G. D., Marcotte, D. ve Hendry, M. J., "Spatial Interpolation of Soil Salinity and Sodicity for a Saline Soil in Southern Alberta", Can. J. Soil Sci, 72: 503-516, 1992.

Goovaerts, P., "Geostatistics in Soil Science: State of the Art and Perspectives", Geoderma, 89:12, 1-45, 1999.

Göl, C. Dengiz, O., "Amasya (Kapaklı) Orman Fidanlığı Topraklarının Sınıflandırması ve Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri", OMÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(3): 330-339, 2006.

Günal, H. " Clay illuviation and calcium carbonate accumulation along a precipitation gradient in Kansas", (Doktora Tezi) Kansas State University. 2001, Manhattan, USA.

Günal, H., Akbaş, F., Özgöz E., Ünlükara A., Yıldız H., Kurunç A., Çetin M., Erşahin S., "Kazova'da Sürdürülebilir Tarımsal Üretim için Gerekli Güncel Veri Tabanının Oluşturulması", Tübitak Projesi , Proje No 105O607, 2008.

Günal, H., "Ardışık iki topoğrafyada yer alan toprakların oluşumları ve sınıflandırılmaları", Gaziosmanpaşa Üniversitesi Zir.Fak. Dergisi, 23:2, 59-68, 2006.

Gündoğan, R., Yılmaz, K., Demirkıran, A.R., Yakupoğlu, T., "Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü topraklarının özellikleri, oluşumu, sınıflandırılması ve kullanımı", III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim, Tokat, S. 238-245, 2013.

Hergert, G.W. Ferguson, R.B.. Shapiro, C.A Penas, E.J ve Anderson. F.B., "Classical Statistical And Geostatistical Analysis of Soil Nitrate-N Spatial Variability", P 175-187. In Robert, P. C. R. H. Rust, And W. E. Larson(Eds). Site Specific Management For Agricultural Systems. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, 1995.

Irmak, S., Sürücü, A.K., Aydoğdu I.H., "Effects of Different Parent Material On The Mineral Characteristics of Soils In The Arid Region of Turkey", Pakistan Journal of Biological Sciences , 528-536 pp., 2007.

Irmak, S., Sürücü, A.K., "The Some Characteristics of Soils On The Man MadeTumulus In The Harran Plain of Turkey.", Pakistan Journal of Biological Sciences , 4375-4382 pp., 2007.

Jackson, M.L., "Soil chemical analysis prentice hall", Inc Englewood, Cliffs,NJ, 1958.

Jiang, Y., Yuan D., Zhang C., "Impact of Land-Use Change on Soil Pproperties in a Typical Karst Agricultural Region of Southwest China", Environ Geol, 50(6): 911–918, 2006.

Journel, A.G., Huijbregts, Ch. J., "Mining Geostatistics", Academic Press, London, p: 600, 1978.

Kızılgöz, İ., Kızılkaya, R., Seyrek, A., Kaptan, H., Sürücü, A., "Harran Ovası Topraklarının Besin Maddesi Statüsü ve Bazı Toprak Özellikleriyle İlişkisi", Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 71-80 pp., 1998.

Kızılkaya, R., Sürücü, A., Arcak, S., "Samsun, Alaçam Orman Topraklarının Bazı Biyolojik ve Kimyasal Özellikleri", XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi. 240-254 pp., Samsun, Türkiye, Eylül, 1998.

Krige, D.G., "A Statistical Approach to Some Basic Mine Valuation Problems on the Witwatersrand", Chemical Metallurgical and Mining Society of South Africa Journal, no: 52, p:119-139, 1951.

Logsdon, S. D. ve Jaynes, D. B. "Spatial Variability of Hydraulic Conductivity in a Cultivated Field at Different Times", Soil Science Society of America Journal, 60,703-709, 1996.

Matheron, G., " Principles of Geostatistics. Economic Geology", 58, 1246-1266, 1963.

McBratney, A.B., Odeh, I.O.A., Bishop T.F.A., Dunbar M.S., Shatar T.M., "An Overwiev of Pedometric Techniques for Use in Soil Survey", Geoderma 97, 293-327, 2000.

McBratney, A.B., Pringle M.J., "Spatial Variability in Soil: Implications for Precision Agriculture", Spatial Variability in Soil and Crop, J. V., Stafford (Ed.) Precision Agriculture 1997. Volume I: Bios Scientific Publisher Ltd. 3-31 Oxford, UK, 1997.

Merdun, H., Meral, R., Demirkiran, A.R., "Effect of the initial soil moisture content on the spatial distribution of the water retention", Eurasian Soil Science (ISI), 41(10): 1098-1106 pp., 2008.

Mulla, D. J. ve McBratney A B., "Soil Spatial Variability", Chapter -9. In: Sumner, M. E. (ed.), Handbooh of Soil Science. CRC Press, pp. A321-A352. Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Page, A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R. (Ed) 2nd Ed. SSS of Am. Inc. Pub., Madison, Wisconsin, 2000.

Oakes, H., "Türkiye Toprakları", Yük. Zir. Müh. Birliği Yayınları, Sayı: 18, Ege Üniv. Matb., İzmir, 1958.

Oğuz, İ., Durak, A., Susam, T., Güleç, H., "Uğrak havzası arazisinin toprak etüd, haritalama ve sınıflandırılması", Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 95-103, 2005.

Olsen, S.R., "Estimation of available phosphorous is soil by extraction with sodium bi carbonate", USDA Circular no:939, Washington, USA, 1954.

Ozsoy, G. and E. Aksoy, "Soils of the Uludag University campus area, their genesis and classification, in International Soil Congress on Natural Resources Management for Sustainable Development", June 7–10, Erzurum, Turkey, 2004.

Özdoğan, N., Yüksel, M., "Bayanpınarı Köyü arazilerinin (Çankırı-Kızılırmak) detaylı etüd ve haritalanması", Tarım Bilimleri Dergisi, 10(1): 1-8, 2004.

Özyazıcı, G., Özyazıcı, M.A., Özdemir , O., Sürücü, A., "Some physical and chemical properties of tea grown soils in Rize ad Artvin provices", Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi , 94-99 pp., 2010.

Pratt, P. F.,"Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties", Ed. C. A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Pub. Agron. Series No: 9, Madison, Wisconsin, USA, 1965.

Pyrcz, M. J., Deutsch, C.V., "The Whole Story on the Hole Effect", Searston, S. (ed) Geostatistical Association of Australasia, Newsletter, 2003.

Richards, A., "Diagnosis and improvement of saline and alkali soils", Agri. Handbooh. No.60, USDA, Washington. USA Agri, 1954.

Robertson, G.P., Freckman D.W.,"The Uzaysal Distribution of Nematode Ttrophic Groups Across a Cultivated Ecosystem", Ecology 76: 1425-1432, 1995.

Saraçoğlu M., Taş, M., Koşar, İ., Yetim, S., Sürücü, A., "Şanlıurfa ili Bozova İlçesi Topraklarının Bitki Besin elementi Kapsamlarının Belirlenmesi", IX Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi . 255 pp., Nevşehir, Türkiye, Ekim, 2009.

Saraçoğlu, M., Polat, H., Taş, M., Koşar, İ., Yetim, S., Sürücü, A., "Şanlıurfa İli Harran İlçesi Kuru alanlardaki Toprakların bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi", I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Konferansı. 911-917 pp., Eskişehir, Türkiye, Haziran, 2010.

Saraçoğlu, M., Koşar, İ., Taş, M., Kara, H., Sürücü A., " Şanlıurfa İli Hilvan İlçesi Sulu Tarım Alanlarının Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi", I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi,. 905-910 pp., Eskişehir, Türkiye, Haziran, 2010.

Saraçoğlu, M., Sürücü, A., Aydoğdu, M., Koşar, İ., Taş, M., Kara, H., "Şanlıurfa ili Halfeti ilçesi topraklarının bazı özellikleri ve bitki besin elementi kapsamlarının belirlenmesi ", III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi . 181-188 pp., Tokat, Ekim, 2013.

Soil Survey Division Staff, "Soil Survey Manual", U.S. Dept. Agri. Soil Conservation Services. U.S. Gov. Printing Office Washington D.C. 1993.

Soil Survey Staff " Keys to Soil Taxonomy", 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. USA, 2014.

Sürücü, A., "Alaçam-Gebze Arası Kıyı Bölgesinde Oluşmuş Toprakların Profil incelemesi,Toprak Genesisi ve Sınıflandırma", Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı,110, 1999.

Sürücü, A., Günal, H., Acir, N.., "Importance of Spatial Distribution in Reclamation of Boron Toxic Soils from Central Anatolia of Turkey", Fresenius Environmental Bulletin (ISI) , 3111-3122 pp., 2013.

Şenol, H., Özaytekin, HH., Akgül, M.,Alaboz, P., " Yarı Kurak Şartlarda Trakit/Trakiandezit Ana Materyal Üzerinde Oluşan Toprakların Ayrışma Oranları ve Kil Mineralojisine Bakının Etkisi ", Tarım Bilimleri Dergisi,20: 288-301, 2014.

Trangmar, B. B., Yost, R. S. ve Uehara, G., "Application of Geostatistics to Spatial Studies of Soil Properties", Adv. Agron. 38: 45–94, 1985.

Trangmar, B.B, Yost. R.S, Wade. M.K, Uehara. G, Sudjadi. M., "Spatial Variation of Soil Properties and Rice Yield in Recently Cleared Land", Soil Sci. Soc. Am. J., 51: 668-674, 1987.

Upchurch D.R. and Edmons. W.J, "Stastical Procedures for Spesific Observations", p 49-73. In Mausbach, M.J. and L.P. Wilding. Spatial variability of soils and landforms. SSSA special publication number 28. Soil science society of America, inc. Madison, Wisconsin, USA, 1991.

Ülgen, N. ve Ateşalp, M. "Toprakta organik madde tayini", Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi No: 23, Ankara, 1972.

Ülgen, N., Yurtsever, N., "Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi" (4. Baskı), T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara, 1995.

Webster, R., ve Oliver, M. A., "Geostatistics for Environmental Scientisits", John Willer, and Sons, England, 2004.

Wilding, L.P., Bouma, J., Goss ,D.W.,"Impact of Spatial Variability on Interpretative Modelling", 65-75, In: Quantitve Modelling of Soil Forming Processes. R.B. Bryant and Arnold R.W. (eds) Soil Sci. Soc. Am. J Special Publication Number 39, Madison Wisconsin, USA,1994.

Yang, F., Zhang G., Yin X., Liu Z., " Field-Scale Spatial Variation of Saline-Sodic Soil and Its Relation with Environmental Factors in Western Songnen Plain of China",

International Journal of Environmental Research and Public Health ISSN 1660-4601, 2011.

Yıldırım, M.,Yıldırım, M., Altun,S., Candan,Y.E, "Bingöl İl Çevre Durum Raporu", Bingöl Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,162, 2011.

Yılmaz, K., Gundogan, R., Demirkiran, A. R., "Pedogenesis and classification of soils in Kahramanmaraş Province", International Symposium on Desertification (ISD) Proceedings, pp. 517–524. Konya, Turkey, 2000.

Yost, R.S., Uehara G., Fox R.L., "Geostatistical Analysis of Soil Chemaical Properties of Large Land Areas", II Kriging. Soil Sci.Soc. Am. J. 46: 1033-1037, 1982.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Bingöl'de doğdu. İlk ve ortaokulu Bingöl'de, liseyi Bingöl Rekabet Kurumu Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında mezun oldu. 2013 yılında, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programına başladı.