ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ULUDAĞ GÖKNARI VE ULUDAĞ GÖKNARI-SARIÇAM MEŞCERELERİNDE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN UZAYSAL DEĞİŞKENLİĞİ

FATİH GÜREL

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2020

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

ÖZET

Doktora Tezi

ULUDAĞ GÖKNARI VE ULUDAĞ GÖKNARI-SARIÇAM MEŞCERELERİNDE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN UZAYSAL DEĞİŞKENLİĞİ

Fatih GÜREL

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN

Toprak değişkenliğinin uzaysal bir yapı göstermesi halinde jeoistatistiksel yöntemlerle analiz edilmesi klasik istatistiksel yöntemlere göre önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada Ilgaz Dağı doğal orman alanlarında birbirine bitişik Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana subsp. Bormülleriana* Mattf.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) –Uludağ Göknarı karışımı iki meşcerede 0-15 ve 15-30 cm toprak derinliklerinde bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Toplam 428 adet toprak düzensiz grid yöntemine göre herbir meşcereden 210x240 m boyutlarındaki alanlardan örnekleme yapılmıştır. Toprak özelliklerinin deneysel semivaryogramları modellendikten sonra, bayağı (ordinary) krigleme tahminleri yapılmıştır. Karışık meşcerede üssel modelin saf meşcerede ise küresel modelin genellikle toprak özelliklerinin uzaysal yapısını daha iyi tanımladığı belirlenmiştir. Nugget etkisi %0,03 ve %100 arasında değişen değerler almış olup, genelde her iki meşcerede de yüksek olması, toprakların kısa mesafelerde fazla değişken olduğunu göstermektedir. Jeoistatistiksel verilerden range (Ao) değerleri ise genellikle kısa olup, 4,38 ile 167,03 m arasında değişmektedir. Ao değerleri bakımından meşcere tipi ve toprak derinlikleri arasında sistematik bir farklılık bulunamamıştır. Her iki meşcerede de toprak özelliklerinin uzaysal bağımlılığı 0-15 cm derinlikte daha düşük bulunmuştur. Toprak özelliklerinin kısa mesafelerde aşırı değişken olması nedeniyle krigleme entepolasyonundan başarılı sonuçlar alınamamıştır. İleride yapılacak benzer çalışmalarda bu hususun özellikle dikkate alınarak örnekleme aralıklarının daha kısa tutulması önerilmektedir.

2020, 108 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Nugget etkisi, semivaryogram, orman toprakları, uzaysal değişim, jeoistatistik, toprak kimyasal özellikleri,

ABSTRACT

PhD. Thesis

SPATIAL VARIABILITY OF SOME SOIL PROPERTIES IN PURE ABIES AND ABIES – PINUS SYLVESTRIS MIXED STANDS

Fatih GÜREL

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Professor Sabit ERŞAHİN

Use of geostatistical methods to analyze soil variation when systematic variability is the case provides great advantages over classical statistical techniques. In this study, spatial variability of some soil properties were compared in 0-15 and 15-30 cm depth of soils on a pure stand of Abies (*Abies nordmanniana subsp. bormülleriana* mattf.) and on a mixed stand of Abies and (*Pinus sylvestris L.*) In total 428 soil samples were taken based irregular grid system from 210x240 study pasels located in each of stand. Experimental semivariograms for soil properties were modelled and ordinary kriging interpolations were made. In general, exponential model described the experimental semivariograms for soil attributes most properly in the mixed stand and spherical model in the pure stand. Nugget effect ranged from 0.03% to 100% and it was generally high in both of the stands, indicating high short-range variability of soil attributes. Geostatistical range (Ao) was between 4.30 m to 167.03 m and no consistent differences occurred in Ao neither between stands nor soil depths. Performance of kriging interpolations was generally poor due to high short-range variation of soil properties, and this should be considered in determination of sampling intervals in similar prospective studies.

2020, 108 pages

Key Words: Nugget effect, semivariogram, forest soils, spatial distribution, geostatistics, soil chemical properties

TEŞEKKÜR

"Uludağ Göknarı ve Uludağ Göknarı-Sarıçam Meşcerelerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Uzaysal Değişkenliği" adlı bu çalışma 2014-2020 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü' nde "Doktora" tezi olarak sunulmuş olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi Proje Yönetim Birimi tarafından OF061218D06 nolu proje ile desteklenmiştir.

Araştırma konusunun seçiminde ve araştırmalarımın her aşamasında yoğun programına rağmen vakit ayıran, her türlü desteği sağlayan, yol gösteren ve önerileri ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN'e sonsuz teşekkür ederim. Tez çalışmalarım süresince yardım ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim değerlerli tez izleme komitesi üyeleri; Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ; Çankırı Karatekin Üniveritesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Nuri ÖNER; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Hikmet GÜNAL ve Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL 'e teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımda toprak örneklerinin alınmasında ve örneklerin laboratuvar analilerinde yardımcı olan ve maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Ülkü YILMAZ, Arş. Gör. Dr. Seval Sünal KAVAKLIGİL, Arş. Gör. Ferhat BOLAT, Arş. Gör. Sinan BULUT, Kutay KAYA ve Mustafa GEZİCİ'ye teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarımda ve tezimin yazım aşamasında yardımcı olup sabır gösteren ve maddi manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Serpil ÖZTÜRK GÜREL'e sonsuz teşekkür ederim.

Fatih GÜREL

Çankırı, Ağustos 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **4**
2.1 Toprak Değişkenliği **4**
2.2 Klasik İstatistiksel Yötemler **5**
2.3 Jeoistatistik **11**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **19**
3.1 Materyal **19**
3.1.1 Araştırma alanı **19**
3.1.2 Araştırma alanının iklimi **20**
3.1.3 Thorntwaite yöntemi **21**
3.1.4 Araştırma alanının jeolojisi **25**
3.2 Yöntemler **26**
3.2.1 Çalışma alanında toprak profillerinin tanımlanması **26**
3.2.2 Örnekleme planı ve toprak örneklerinin alınması **29**
3.2.3 Laboratuar analizleri **30**
3.2.3.1 Toprağın fiziksel özellikleri **30**
3.2.3.2 Toprağın kimyasal özellikleri **30**
3.3 İstatistiksel Analizler **31**
3.4 Jeoistatistiksel Analizler **32**
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **34**
4.1 Tanımsal İstatistikler **34**
4.2 Normalite Testi **39**
4.2.1 Toprak özelliklerine ilişkin ortlamaların meşcere tipi ve derinlik açısından gruplandırılması **42**
4.3 Jeoistatistiksel Analizler **43**
4.3.1 Hacim ağırlığı **43**
4.3.2 pH **51**
4.3.3 Elektriksel İletkenlik (EC) **55**
4.3.4 Kum içeriği **57**
4.3.5 Kil içeriği **60**
4.3.6 Silt içeriği **64**
4.3.7 $CaCO_3$ içeriği **66**
4.3.8 Organik madde **69**
4.3.9 Alınabilir fosfor içeriği **72**
4.3.10 Tarla kapasitesini **74**
4.3.11 Solma noktası **76**
4.3.12 Yarayışlı su içeriği **78**
5. SONUÇLARve ÖNERİLER **82**

KAYNAKLAR **84**
EKLER **93**
EK 1. Karışık meşcerede alınan toprak örneklerine ilişkin analiz sonuçları **94**
EK 2. Saf meşcerede alınan toprak örneklerine ilişkin analiz sonuçları **100**
ÖZGEÇMİŞ **107**

SİMGELER DİZİNİ

>	Büyüktür
x	Çarpım
'	Dakika
°	Derece
µs/cm	Mikrosimens centimeter
EC	Elektriksel İletkenlik
$\sum_{i=1}^{n}$	Epsilom
gr	Gram
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
HA	Hacim Ağırlığı
ha	Hektar
KM	Karışık Meşcere
$CaCO_3$	Kireç
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
<	Küçüktür
km	Kilometre
MTA	Maden Tetkik Arama
m	Metre
m^2	Metrekare
mm	Milimetre
n	Örnek sayısı
sa	Saat
SM	Saf Meşcere
"	Saniye
°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
SN	Solma noktası
VK	Varyasyon Katsayısı
var.	Varyete
vd.	ve diğerleri
YSİ	Yarayışlı Su İçeriği
%	Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu (üstte ve altta solda) ve örnekleme noktalarının çalışma alanındaki konumları (altta sağda)..... 19
Şekil 3.2 Çalışma alanından arazi çalışmasından bazı görüntüler (Orijinal 2018)..... 20
Şekil 3.3 Çalışma alanında aylara göre ortalama sıcaklık 21
Şekil 3.4 Çalışma alanında aylara göre ortalama yağış..……22
Şekil 3.5 Çalışma alanında yağışın mevsimlere göre dağılımı……...22
Şekil 3.6 Thorntwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu……23
Şekil 3.7 Çalışma alanı ve yakın çevresi jeoloji haritası(Anonim, 2011)……..25
Şekil 3.8 Saf meşcere ormanından bir görüntü (üstte) ve toprak profili tanımlaması (altta)(orijinal)……...…27
Şekil 3.9 Karışık meşcere ormanından bir görüntü (üstte) ve toprak profili tanımlaması (altta) (orijinal).……..……28
Şekil 3.10 Örnekleme noktalarının çalışma alanındaki dağılımı…..…….. 30
Şekil 4.1 Toprak hacim ağırlığının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları..... 44
Şekil 4.2 Çalışma alanında toprak hacim ağırlığının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir..... 48
Şekil 4.3 Toprak pH'sının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları 52
Şekil 4.4 Çalışma alanında toprak pH'sının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm), meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir..... 54
Şekil 4.5 Toprak EC'sinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları 56
Şekil 4.6 Toprak kum içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları 58
Şekil 4.7 Çalışma alanında kum içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm), meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir..... 60
Şekil 4.8 Toprak kil içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları. 61
Şekil 4.9 Çalışma alanında toprak kil içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir…..……...61 3
Şekil 4.10 Toprak silt içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları……..65

Şekil 4.11 Toprak $CaCO_3$'inin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları……..67
Şekil 4.12 Çalışma alanında toprak $CaCO_3$'inininin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm), meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir…….69
Şekil 4.13 Toprak organik maddesinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları…….70
Şekil 4.14 Toprak alınabilir fosfor kapsamının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları.……...73
Şekil 4.15 Tarla kapasitesinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları……..75
Şekil 4.16 Solma noktasının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları……77
Şekil 4.17 Yarayışlı su içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları…….……...….79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Farklı araştırıcılar tarafından toprak özelliklerine ilişkin belirlenen varyasyon katsayısı değerleri 8
Çizelge 2.2 Farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen jeoistatistiksel parametreler.. 15
Çizelge 3.1 Thorntwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu……24
Çizelge 4.1 Karışık meşcerede 0-15 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri 35
Çizelge 4.2 Karışık meşcerede 15-30 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri 35
Çizelge 4.3 Saf meşcerede 0-15 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri 36
Çizelge 4.4 Saf meşcerede 15-30 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri 36
Çizelge 4.5 Toprak özellilerine ilişkin varyasyon katsayısı değerlerinin meşcere ve derinlikler için dağılımı..... 39
Çizelge 4.6 Toprak özelliklerine ilişkin normalite testi sonuçları 40
Çizelge 4.7 Toprak özelliklerine ilişkin semivaryogram parametreleri ve modelleme performans göstergeleri..... 45
Çizelge 4.8 Toprak hacim ağırlığının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin karşılaştırılması……457
Çizelge 4.9 Toprak pH'sının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması 53
Çizelge 4.10 Toprak EC'sinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması 57
Çizelge 4.11 Toprak kum içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerleri ve krigleme performans kriterleri 59
Çizelge 4.12 Toprak kil içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerler ve krigleme performans göstergeleri..... 62
Çizelge 4.13 Toprak silt içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerler ve modelleme performans göstergeleri 65
Çizelge 4.14 Toprak $CaCO_3$'inin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerler ve krigleme başarı ölçütleri 68
Çizelge 4.15 Toprak organik maddesinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması..... 71
Çizelge 4.16 Toprak alınabilir fosfor kapsamının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması..... 74
Çizelge 4.17 Tarla kapasitesinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması 76
Çizelge 4.18 Solma noktasının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması 78
Çizelge 4.19 Yarayışlı su içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması……..80

1. GİRİŞ

Topraklar, ana materyal iklim, topografya ve canlıların zamanla etkilerinin bir sonucu olarak oluşmuşlardır. Her bir faktörün toprak özelliklerinin şekillenmesindeki etkisi faklı olup, toprak özellikleri de uzaysal ve zamansal olarak farklılıklar göstermektedir. Değişim dikey ve yatay yönde olmaktadır. Dikey yönde toprak değişkenliğinin başlıca nedeni toprak oluşumunun bir sonucu olarak ortaya çıkan toprak horizonlarıdır. Topraklar, bu horizonların organik madde içeriği, hacim ağırlığı, renk, tekstür, strüktür, baz doygunluğu, pH ve EC gibi fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından farklılık göstermesi nedeniyle dikey yönde değişkenlik göstermektedir (Trangmar et al. 1985). Toprakların yatay yönde değişkenliği ise büyük ölçüde iklim, rölyef ve ana materyaldeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Toprak-bitkiler arasındaki etkileşim ve geri beslemelerin bir sonucu olarak uzaysal olarak değişkenlik gösterirler. Değişkenliğin uzaysal yapısı diğer toprak oluşum faktörleri ve bitki örtüsünün toprak üzerine göreceli etkisinin bir sonucu olarak şekillenir. Örneğin, bir orman ve mera ekosistem birlikte değerlendirildiğinde toprak-bitkiler arasındaki etkileşim karşılıklı geri beslemelerin şekli ve şiddeti oldukça farklıdır. Bitkiler ve toprak arasındaki besin elementi döngüsü şekli, bitki kök derinliği, bitkilerin diğer bitki, hayvan ve mikroorganizmalar ile olan etkileşim şekli toprak özelliklerinin zamansal ve uzaysal olarak değişmesine neden olur. Ancak bu değişim yukarıda da belirtildiği üzere, farklı ekosistemlerde son derece farklı olabilir. Buradaki uzaysal etkileşimin tam olarak anlaşılması; faklı iklim, toprak ve topografya ile uzaysal ve zamansal ölçeklerde çok sayıda çalışmanın yapılmasını gerektirir (Trangmar et al. 1985, Wilding et al. 1994).

Toprak değişkenliğinin analizinde klasik istatistik yöntemler uzunca bir zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır. Klasik istatistik, arazi üzerindeki her bir noktadan alınan örneklerin birbirinden bağımsız olduğu ve örneklenen bir değişkenin ortalamasının arazinin her yerinde aynı olduğunu kabul eder. Ancak, yapılan birçok çalışma arazi üzerinde birbirlerine daha yakın örneklerin toprak özellikleri açısından daha benzer olduğunu ve bu benzerliğin mesafenin bir fonksiyonu olarak giderek

azaldığı ve belirli bir mesafeden sonra ise tamamen yok olduğunu göstermekte olup, bu olay otokorelasyon olarak adlandırılmaktadır. Otokorelasyonu dikkate almadan yapılan çalışmalarda; klasik istatistiksel yöntemler, ilgili değişkenin uzaysal değişim yapısını analizde yetersiz kaldığından, jeoistatistiksel yöntemler tercih edilmektedir (Erşahin 1999).

Jeoistatistik, ölçülmüş bir özelliğin uzaysal yapısını ve uzaysal bağımlılığını sayısallaştıran ve elde edilen ilişkiyi kullanarak ilgili özelliğin bilinmeyen noktadaki değerini tahmin eden uygulamalı istatistik olup, uzaysal modelleme (variogram) ve uzaysal enterpolasyon (krigleme) olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır (Isaaks and Srivastava 1989, Mulla and McBratney 2001). Jeoistatistik, herhangi bir değişkenin arazideki otokorelasyonunu dikkate alarak, ilgili değişkenin uzaysal yapısının modellenmesine imkan sağlar (Isaaks and Srivastava 1989; Cambardella et al. 1994; Erşahin 1999). Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin tanımlanması toprak ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılması açısından son derece önemlidir (Goovaerts 1998; Gül and Erşahin 2019).

Jeoistatistik, toprak özelliklerinin uzaysal bağımlılığının modellenmesi ve kullanımı için yöntemler sağlamaktadır. Bu sayede toprak özelliklerinin uzaysal yapısı hem araştırma hem de haritalama amaçlı kullanılabilmektedir. Haritalama amaçlı kullanılan uzaysal enterpolasyon ilk olarak D. Krige (1951) tarafından geliştirilmiş, krigleme (kriging) olarak adlandırılmakta olup, herhangi bir özelliğin arazi üzerindeki tahmininde tahmin varyansının minimum olmasını öngörür (Nash et al. 1988). Yapılan çok sayıdaki jeoistatistiksel çalışma (örneğin, Trangmar et al. 1985, Warrick et al. 1986, Journel and Huijbregts, 1991, Needelman et al. 2001, Wu et al. 2002, Sun et al. 2003, Akbaş 2004, Jennifer et al. 2005, Boruvka et al. 2007, Gül and Erşahin 2019), toprak özelliklerinin uzaysal olarak otokorele olduğunu ve jeoistatistiksel yöntemlerin bu özelliklerinin uzaysal analizinde başarıyla kullanıldığını göstermektedir. Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel analizi üzerine çok sayıda açıklayıcı derlemelerde de (örneğin, Trangmar et al. 1985, Webster 1985, Warrick et al. 1986, Goovaerts 1998, Mulla and McBratney 2001) jeoistatistiksel yöntemlerin kullanımı tartışılmıştır.

Orman topraklarının uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel yöntemlerle analizi üzerine diğer ülkelerde çok sayıda araştırma yapılmıştır (Ovalles and Collins 1988, Geypens et al. 1999, Cambardella and Karlen 1999, Castrignano et al. 2000, Needelman et al. 2001, Wu et al. 2002, Payn et al. 1999, Gallardo 2003, Sun et al. 2003, Jennifer et al. 2005, Boruvka et al. 2007, Gallardo and Parama 2007). Yapılan bu çalışmalarda orman topraklarının sistematik değişkenlik gösterdikleri rapor edilmiştir. Ancak literatür çalışmaları, ülkemizde orman topraklarının jeoistatistiksel yöntemlerle uzaysal değişkenliğinin analizine ilişkin çalışma sayısının oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir (Başaran 2005, Gül and Erşahin 2019).

Çalışma alanı Kastamonu iline 30 km mesafede, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Bostan İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almakta olup, Ilgaz dağı doğal orman alanı özelliği taşıyan 10 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Çalışma alanının içinde yer aldığı Ilgaz Dağı İç Anadolu ve Batı Karadeniz Bölgeleri arasında kalan geçiş bölgesinde yer almakta olup her iki bölgede yayılış gösteren bazı bitki türleri ile birlikte birçok endemik bitki türlerini barındırmaktadır. Çalışma alanındaki hakim bitki örtüsü ise Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bormülleriana* mattf.) ve Göknar+Sarıçam meşcerelerinden oluşmaktadır (Sıvacıoğlu vd. 2007, Topaçoğlu vd. 2007, Turfan vd. 2016).

Bu çalışma ile çalışma alanında eğim, bakı, yöney yönünden benzer olan birbirine bitişik yaklaşık 5 ha göknar ve 5 ha göknar-sarıçam karışık meşcerelerde toprak kum, kil, silt, $CaCO_3$, alınabilir fosfor, organik madde içeriği ve yarayışlı su içeriği ile tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı, pH ve EC'nin uzaysal değişkenliği jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Toprak Değişkenliği

Topraklar iklim, bitki örtüsü, organizmalar ve zamanın farklı topoğrafyalardaki jeolojik ana materyal üzerine etkileri sonucu oluşmuşlardır. Toprak canlı olup, milyonlarca organizmayı içinde barındırır. Yaşayan her canlı gibi toprak da, oluştuğu çevreden etkilenir ve zamanla değişime uğrar. Toprağı oluşturan süreçlerin karmaşık etkileşimi toprağın uzaysal ve zamansal olarak değişkenliğini sonuçlar (Journel and Huijbregts 1991). Toprak oluşum faktörlerinin etkisi ile topraklar, üzerinde oluştukları ana materyalden (lös, buzul birikintileri veya tortul kayaçlar gibi) farklılaşırlar ve ayırt edici horizonlar oluşur. Horizonlar; organik madde içeriği, renk, tekstür, strüktür, pH, baz doygunluğu, katyon değişim kapasitesi, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi ve diğer bazı fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından birbirinden oldukça farklı olabilmektedir (Mulla and McBratney 2001).

Toprakların birçok özelliği uzay ve zamana bağlı olarak değişken olup (Heuveklink and Webster 2001), bu değişkenlik hem derinlik hem de mesafe ile görülmektedir. Birçok çalışmada toprakların arazide dar alanlarda bile önemli ölçüde değiştiği ve bu değişkenliğin sadece tek bir toprak serisi üzerinde dahi görülebildiği belirlenmiştir. Toprak serisi bazında toprak özelliklerinin değişkenliği genellikle topoğrafyadaki farklılıklarından sonuçlanmaktadır (Mulla and McBratney 2001).

İklim ve topografya toprak değişkenliğine etki eden önemli faktörler olup, özellikle iklimin iki önemli özelliği olan sıcaklık ve yağış, topraklarda değişkenliğe bölgesel düzeyde etki eder. Topografyadaki farklılıklar da toprak özelliklerinde farklılıklara neden olur. Toprak sistemi içinde fiziksel ve kimyasal süreçler dikey ve yatay yönde değişkenliğe neden olur. Toprakta cereyan eden biyolojik olaylar da lokal değişkenliği arttırmaktadır. Toprak değişkenliğini arttıran bir diğer faktör de amenajmandır. Aynı seriye dahil olan topraklar, uygulanan farklı amenajman sistemleri nedeniyle zamanla oldukça farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bunun yanında farklı serilere dahil

olmasına karşın aynı amenajman altında özellikleri zamanla benzeşen topraklar da bulunmaktadır. Tarım yapılan arazilerde hayvan atıkları, gübre, toprak işleme, arazi tesviyesi ve sulama suyu kullanımı toprak değişkenliğine neden olabilmektedir (Goderya 1998).

Toprak değişkenliğinin analizi çalışmalarında klasik istatistiksel ve jeoistatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Klasik istatistik arazi üzerindeki her bir noktadan alınan örneklerin birbirinden bağımsız olduğu ve örneklenen bir değişkenin ortalamasının arazinin her yerinde aynı olduğunu kabul eder. Ancak, yapılan birçok çalışma arazi üzerinde birbirlerine daha yakın örneklerin daha benzer olduğu ve benzerliğin mesafenin bir fonksiyonu olarak giderek azaldığı ve belirli bir mesafeden sonra ise tamamen yok olduğunu göstermekte olup bu olay, otokorelasyon olarak adlandırılmaktadır (Erşahin 1999).

2.2 Klasik İstatistiksel Yöntemler

Varyasyon katsayısı (VK) populasyon değişkenliğinin önemli bir göstergesidir. Varyasyon katsayısı yüksek ise toprak özellikleri fazla değişken, düşük ise az değişkendir (Mulla and McBratney 2001). Wilding and Drees (1983) değişebilir kalsiyum, potasyum ve magnezyum için varyasyon katsayısının %50 ile %160 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kravchenko (2003a.) ise 20 ha'lık bir alanda 30 m'lik mesafede düzenli grid yöntemiyle aldığı toprak örneklerinin varyasyon katsayısının %12 ile %67 arasında değiştiğini bildirmiştir. Turgut ve Öztaş (2012) 1680 m'de 100 ha'lık bir çalışma alanında 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin varyasyon katsayısının %1 ile %87 arasında değiştiğini bildirilmektedirler.

Toprakta en az değişken olan toprak özellikleri, toprak renginin hue ve value değerleri, hacim ağırlığı ve plastik limit olup; likid limit, A horizonu kalınlığı, tuz içeriği, su tutma kapasitesi, baz doygunluğu, toprak renginin kroma değeri, KDK ve karbonat birikimine olan derinlik orta derecede değişim göstermektedir (Wilding et al. 1983). Aynı araştırmacılara göre en yüksek derecede değişkenlik gösteren toprak özellikleri ise renk

beneklerinin derinliği, organik madde içeriği, plastiklik indeksi, toprak kalınlığı, değişebilir katyonlar (Ca, K ve Mg) ve hidrolik değerleridir. Akbaş (2004) tarafından 400 x 800 m'lik bir alanda 512 adet toprak örneği ile yapılan bir çalışmada organik madde içeriğinin en yüksek (VK= %37), toprak pH'sının ise en düşük (VK=%2) değişkenlik gösterdiğini belirlemiştir. Aynı araştırmada; değişebilir Ca, KDK ve pH düşük değişkenlik gösterirken; $CaCO_3$, değişebilir Na, K, EC, Mg, kil, silt, ve kumun ise orta derecede değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Wilding et al. (1983) toprak dinamik özelliklerinin yüksek derecede değişkenlik gösterirken, statik özelliklerin ise daha düşük düzeylerde değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Toprağın oluştuğu ana materyal dikkate alındığında oluşan toprakların değişkenliğinin lös> till>fluviyal depozitler>piroklastik, tektonik kayaçlar > bozulmuş materyaller şeklinde sıralandığı belirtilmiştir (Wilding 1985).

Yetkin (2004) alüviyal ve kolüviyal ana materyalden oluşmuş yaklaşık 3 ha'lık bir meyve bahçesinden 0-30 cm derinlik için $CaCO_3$ (%42) ve doymuş hidrolik iletkenliğin (%60) yüksek düzeyde, toprak pH'sının (%1) ise düşük düzeyde değişken olduğunu belirtmiştir.

Erşahin ve Karaman (2000) tarafından yapılan bir çalışmada alt toprakların genellikle üst topraklara göre daha değişken olduğu; üst topraklarda KDK (% VK= 28.07), alt topraklarda ise organik madde kapsamının (% VK= 59.72) en yüksek değişkenlik gösteren toprak özellikleri olduğu belirtilmiştir. Ongun (2008) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da alt toprakların üst topraklara göre daha değişken olduğu rapor edilmiştir.

Çalışmalar arazı kullanımının toprak değişkenliğini etkilediğini göstermektedir. Nitekim Gül and Erşahin (2019) tarafından çam, meşe ve tarım alanlarının bulunduğu 1000 ha'lık alanda yapılan bir çalışmada, özellikle meşe ve çam alanlarında organik madde değişkenliğinin tarım alanlarındakine nazaran daha yüksek olduğunu ve bunun

nedeninin ölü örtü tabakasının kalınlığı ve ölü örtünün ayrışma derecesi, meşcere tipi, meşcere kapalılığı ve topoğrafyadaki farklılıklardan kaynaklandığını belirtmektedirler.

Aynı toprak özelliği farklı alanlarda benzer uzaysal değişkenlik gösterebilir. Nitekim Ayoubi et al. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada EC'nin değişkenliğinin tarım alanı, orman alanı ve servi ağaçlandırma alanlarında benzer olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, aynı çalışma alanlarında organik madde ve pH'nın uzaysal yapısının ise farklı olduğu rapor edilmiştir.

Gollardo (2003) tarafından Kuzeybatı İspanya'da sel baskını altında kalan ormanlardaki toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği üzerine yapılan çalışmada; azot, fosfor, organik madde ve toplam karbonun yüksek düzeyde; Si, Al ve Ti'un ise düşük düzeyde değişkenlik gösterdikleri belirtilmiştir. Sun et al. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, 0-15 cm toprak derinliğinde en yüksek değişkenlik katsayısının fosfor için en düşük değişkenlik katsayısının ise toprak pH'sı için belirlendiği rapor edilmiştir.

Varyasyon katsayısı bir toprak özelliğinin değişkenliğinin belirlenmesinde en önemli faktördür (Zhou et al. 2010). Varyasyon katsayısı değerlerinin %15'in altında olması incelenen özelliğin değişkenliğinin düşük olduğu, bu değerlerin %100'e yakın olması durumunda ise değişkenliğin yüksek olduğu söylenebilir (Wang et al. 2008). Sun et al. (2003) ve Barbizzi et al. (2004) inceledikleri toprak özellikleri içerisinde en fazla varyasyon katsayısını alınabilir fosforda, en düşük varyasyon katsayısını ise pH'da hesapladıklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Turgut ve Öztaş (2012) ise en yüksek varyasyon katsayısını değişebilir fosforda (VK=%87,60) en düşük varyasyon katsayısını ise pH'da (VK=%0,41) bulduklarını bildirmişlerdir. İmamoğlu vd. (2016) ise 0-15 cm derinliğindeki orman topraklarındaki kum miktarının (%47-73), kil miktarının (%11-35), silt miktarının (%15-17), kireç miktarının ise (%1-11) arasında değişkenlik gösterdiğini bildirilmişlerdir.

Arazi kullanım şekli toprakların toprak değişkenliğinin önemli bir kaynağıdır. Nitekim Sparling and Scihipper (2002), Yeni Zelanda'nın beş farklı bölgesinde 12 toprak ordosu ve 9 arazi kullanım kategorisi ile yaptıkları bir çalışmada arazi kullanımının üst topraklarda değişkenliği önemli derecede etkilediğini belirmişlerdir. Başlıca toprak özelliklerine ilişkin bazı araştırmacılar tarafından belirlenen varyasyon katsayısı değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Farklı araştırıcılar tarafından toprak özelliklerine ilişkin belirlenen varyasyon katsayısı değerleri

Toprak özelliği	Değişkenlik derecesi	VK (%)	Kaynak
pH (1:2,5)	Düşük	2-15	Mulla and McBratney (2001)
	Düşük	2-13	Goderya (1998)
	Düşük	5-15	Wilding et al. (1994)
	Düşük	7-11	Ameyan (1986)
	Düşük	8-13	Brejda et al. (2000)
	Düşük	7,4	Sun et al. (2003)
	Düşük	3	Erşahin (1999)
	Düşük	2	Dikmen vd. (2012)
	Düşük	3	Ongun (2008)
	Düşük	1	Yetkin (2004)
	Düşük	7	Başaran vd. (2005)
	Düşük	12	Gül (2015)
	Düşük	2,5	Sünal (2018)
	Düşük	7	Başaran vd. (2005)
	Düşük	7,9	Sun et al. (2003)
	Orta	16-19	Cambardella and Karlen (1999)
Hacim Ağırlığı (g/cm^3)	Düşük	12	Başaran vd. (2005)
	Düşük	6,8	Dikmen vd. (2012)
	Düşük	8	Ongun (2008)
	Düşük	13	Yetkin (2004)
	Düşük	12	Başaran vd. (2005)
	Düşük-Orta	3-26	Mulla and McBratney (2001)
	Orta	21	Gül (2015)

Çizelge 2.1 Farklı araştırıcılar tarafından toprak özelliklerine ilişkin belirlenen varyasyon katsayısı değerleri (devam)

Toprak özelliği	Değişkenlik derecesi	VK (%)	Kaynak
Kum içeriği (%)	Düşük	2	Başaran vd. (2005)
	Düşük-Orta	3-37	Mulla and McBratney (2001)
	Düşük-Orta-Yüksek	3-55	Goderya (1998)
	Düşük-Orta-Yüksek	8-46	Wilding et al. (1994)
	Düşük-Orta-Yüksek	12-124	Brejda et al. (2000)
	Orta	18	Erşahin (1999)
	Orta-Yüksek	25-54	Ameyan (1986)
	Orta	20	Ongun (2008)
	Orta	20	Yetkin (2004)
	Orta	25	Gül (2015)
	Yüksek	39	Sünal (2018)
	Yüksek	41	Dikmen vd. (2012)
Kil içeriği (%)	Düşük-Orta-Yüksek	10-61	Wilding et al. (1994)
	Düşük	10	Erşahin (1999)
	Düşük	13	Ongun (2008)
	Düşük	15	Yetkin (2004)
	Orta	20	Gül (2015)
	Orta	33	Başaran vd. (2005)
	Orta-Yüksek	16-53	Mulla and McBratney (2001)
	Orta-Yüksek	16-39	Goderya (1998)
	Orta-Yüksek	35-43	Brejda et al. (2000)
	Yüksek	45	Sünal (2018)
	Yüksek	55	Dikmen vd. (2012)
	Yüksek	44-61	Ameyan (1986)
EC (µS/cm)	Orta	21	Yetkin (2004)
	Yüksek	91-263	Mulla and McBratney (2001)
	Yüksek	51	Cambardella and Karlen (1994)
	Yüksek	675	Dikmen (2013)
	Yüksek	95	Sünal (2018)
	Yüksek	91	Gül (2015)

Çizelge 2.1 Farklı araştırıcılar tarafından toprak özelliklerine ilişkin belirlenen varyasyon katsayısı değerleri (devam)

Toprak özelliği	Değişkenlik derecesi	VK (%)	Kaynak
Organik madde içeriği (%)	Orta	21	Erşahin (1999)
	Orta	20	Yetkin (2004)
	Orta-Yüksek	21-41	Mulla and McBratney (2001)
	Orta-Yüksek	25-46	Goderya (1998)
	Orta-Yüksek	20-61	Wilding et al. (1994)
	Yüksek	45	Dikmen (2013)
	Yüksek	44	Ongun (2008)
	Yüksek	49	Sünal (2018)
	Yüksek	38	Başaran vd. (2005)
	Yüksek	67	Gül (2015)
	Yüksek	49	Sünal (2018)
	Yüksek	50	Dikmen (2013)
	Yüksek	38	Başaran vd. (2005)
	Yüksek	58	Sun et al. (2003)
	Yüksek	53	Sun et al. (2003)
Silt içeriği (%)	Düşük	12	Erşahin (1999)
	Düşük	15	Ongun (2008)
	Düşük	13	Yetkin (2004)
	Düşük-Orta-Yüksek	15-49	Brejda et al. (2000)
	Orta	23	Gül (2015)
	Orta-Yüksek	25-63	Ameyan (1986)
	Yüksek	41	Dikmen vd. (2012)
	Yüksek	57	Sünal (2018)
	Yüksek	28	Dikmen (2013)
$CaCO_3$ içeriği (%)	Düşük	12	Ongun (2008)
	Orta	39	Sünal (2018)
	Orta	17	Erşahin (1999)
	Yüksek	39	Dikmen vd. (2012)
	Yüksek	39	Sünal (2018)
	Yüksek	42	Yetkin (2004)
	Yüksek	193	Gül (2015)
	Yüksek	53	Dikmen vd. (2012)

Çizelge 2.1. Farklı araştırıcılar tarafından toprak özelliklerine ilişkin belirlenen varyasyon katsayısı değerleri (devam)

Toprak özelliği	Değişkenlik derecesi	VK (%)	Kaynak
Alınabilir fosfor (mg/lt)	Yüksek	39-157	Mulla and McBratney (2001)
	Yüksek	48	Ongun (2008)
	Yüksek	302	Sun et al. (2003)
	Yüksek	203	Sun et al. (2003)
Tarla kapasitesi (%)	Düşük	7	Ongun (2008)
	Düşük	11	Yetkin (2004)
	Orta	20	Sünal (2018)
	Orta	13	Dikmen vd. (2012)
	Orta	17	Gül (2015)
	Orta	25	Dikmen (2013)
Solma noktası (%)	Düşük	9	Ongun (2008)
	Düşük	13	Yetkin (2004)
	Orta	23	Sünal (2018)
	Orta	23	Gül (2015)
	Orta	23	Sünal (2018)
	Orta	30	Dikmen (2013)
Yarayışlı su içeriği (%)	Orta	17	Ongun (2008)
	Orta	19	Yetkin (2004)
	Orta	23	Gül (2015)
	Yüksek	53	Dikmen (2013)
	Yüksek	56	Sünal (2018)

2.3 Jeoistatistik

Toprak değişkenliği teorik ve pratik açıdan son derece önemli olup, çok sayıda araştırmacı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenlik gösterdiğini (Warrick 1980, Trangmar et al. 1985, Webster and Oliver 2001) ve uzaysal yapının analizinde jeoistatistiksel yöntemlerin kullanılmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Journel and Huijbregts 1991). Bu bağlamda toprak özelliklerinin arazide mesafe ile otokorelasyonunu dikkate alan jeoistatistiksel yöntemler, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Cambell 1978, Yost et al. 1982, Trangmar et al. 1986, Ameyan

1986, McBratney and Webster 1986, Trangmar et al. 1987, Ovalles and Collins 1988, Miller et al. 1988, West et al. 1989, Gaston et al. 1990, Berndtsson et al. 1993, Rahman et al. 1996, White et al. 1997, Mahmoudjafari et al. 1997, Ortaç ve Berkman 1997, Öztaş et al. 1998, Oberthur et al. 1999, Geypens et al. 1999, Cambardella and Karlen 1999, Castrignano et al. 2000, Needelman et al. 2001, Wu et al. 2002, Sun et al. 2003, Boruvka et al. 2007, Jennifer et al. 2015, Gül and Erşahin 2019). Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel analizi üzerine çok sayıda derleme de yayımlanmıştır (Trangmar et al. 1985, Webster 1985, Warrick et al. 1986, Goovaerts 1998, Mulla and McBratney 2001).

Jeoistatistik, uzaysal modelleme ve uzaysal enterpolasyon olmak üzere iki aşamalı olup, ilkinde ilgili özelliğin uzaysal yapısı modellenirken, ikincisinde ise eğer uzaysal yapı uygun ise krigleme ile örneklenmemiş noktalarda ilgili değişkenin tahmini yapılarak haritası oluşturulur (Çetin ve Tülücü 1998, Mulla and McBratney 2001).

Jeoistatistiğin diğer önemli avantajı ise, ilgili değişkenin uzaysal değişim parametrelerini örnekleme yapılan noktalardaki değerleri ile kullanarak, örnekleme yapılamayan noktalardaki değerlerin tahmin edebilmesidir (Webster and Oliver 2007, Webster 2008). Sık sık krigleme olarak da adlandırılan jeoistatistiksel enterpolasyon toprak bilimi yanısıra doğa ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Mulla and McBratney 2001). Nugget etkisi (nugget oranı) krigleme başarısını etkileyen önemli bir faktördür (Isaaks and Srivastava 1989). Diğer taraftan Kravchenko (2003b.) örnek sayısı, örnekleme noktaları arasındaki mesafe ve kullanılan enterpolasyon yönteminin jeoistatistiksel enterpolasyonda başarıyı etkileyen önemli faktörler olduğu belirtilmiştir.

Mahinakbarzadeh et al. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, toprak organik madde içeriğinin diğer toprak özelliklerine göre daha az değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Turgut ve Öztaş (2012) tarafından alüviyal bir arazide (1760 m yükseklikte) toprak özelliklerinin kısa mesafelerde değiştiğini, toprakların kil içeriği ile kum içeriği arasında ters orantı olduğu ve kireç içeriği ile pH arasında ise doğrusal ilişki olduğu rapor

edilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada jeoistatistiksel range mesafesi en düşük pH (196 m), en yüksek ise organik madde (864 m) için bulunmuştur.

Nugget etkisi, nugget varyansın sill'e oranı olarak tanımlanmış olup uzaysal bağımlılığın bir göstergesi olarak da kullanılmaktadır (Cambardella et al. 1994). Şayet nugget etkisi <%25 ise ilgili özelliğin kuvvetli uzaysal bağımlı, %25-75 arasında ise orta düzeyde uzaysal bağımlı ve %75< ise zayıf uzaysal bağımlı olduğu belirtilmiştir (Cambardella et al. 1994). Alüviyal ve kolüvyal materyal karışımı olan yaklaşık 1750 hektarlık bir arazide 0-20 cm derinliliğinde kum, kil, silt içeriği, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, pH, elektriksel iletkenlik ve toplam organik karbonun kuvvetli uzaysal bağımlı olduğu bildirilmiştir (Sağlam 2008). Sünal vd. (2018) EC ve kireç için kuvvetli uzaysal bağımlılık pH, KDK ve OM için ise orta düzeyde uzaysal bağımlılık olduğunu bildirmişlerdir. Gül and Erşahin (2019) tarafından çam, meşe ve tarım alanlarının bulunduğu 1000 ha'lık tarım ve orman kullanımı altındaki bir alanda yapılan bir çalışmada, çölleşme indeksininin tarım arazilerinde orta uzaysal bağımlı, meşe ve çam ormanlarında ise kuvvetli uzaysal bağımlı olduğu rapor edilmiştir.

Toprakların uzaysal değişkenliğinin modellenmesinde en fazla uygunluk gösteren modellerin küresel, üssel ve gausiyan modellerin olduğu belirtilmektedir (Sun et al. 2003). Alüviyal ve kolüvyal ana materyalden oluşmuş 1440 ha alanda 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde organik madde, kireç, EC, pH ve KDK'nın uzaysal değişkenliğinin incelendiği bir başka çalışmada, toprak uzaysal değişkenlerinin küresel ve guassian model ile modellendiği bildirilmiştir (Sünal vd. 2018). Gül and Erşahin (2019) üssel modelin tarım, meşe ormanı ve çam ormanlarında çölleşme indeksinin uzaysal yapısını en iyi tanımladığını rapor etmiştir. Bir diğer çalışmada toprak özelliklerinin modellenmesinde üssel ve küresel modellerin daha fazla uyum gösterdiği rapor edilmiştir (Ongun 2008).

Jeoistatistiksel range mesafesi ilgili değişken için uzaysal bağımlılığın devam ettiği maksimum mesafeyi bildirir (Isaaks and Sriastava 1989). Yetkin (2004) tarafından alüviyal ve kolüviyal materyal karışımı olan yaklaşık 3 ha'lık bir meyve baçesinde 0-30

cm toprak derinliğinde yapılan bir çalışmada en uzun uzaysal range mesafesi gözeneklilik için (137,50 m), en kısa uzaysal range mesafesi ise (24,9 m) hidrolik iletkenlik için bulunmuştur. Gallardo (2003) ise ormanlık bir alanda toprak özellikleri için jeoistatistiksel range mesafesinin 18,1 m ve 3,86 m arasında değişen değerler aldığını rapor etmiştir. Yaklaşık 1750 hektarlık tarım alanında yapılan bir çalışmada (Sağlam 2008) 0-20 cm toprak derinliğinde toprak özelliklerinin yöne bağlı değişim göstermediği ve en yüksek range mesafesinin 1981 m ile EC'de, en düşük range mesafesinin ise 1054 m ile hacim ağırlığında olduğu belirtilmiştir. Brubaker et al. (1989) tarafından topoğrafik pozisyonlarda toprak özelliklerinin değişiminin çok kısa mesafede olduğu, pH için 42 m olarak bulunurken ortalama toprak örnekleme aralığı ise 65 m olarak bulunmuştur. Çizelge 2.2 jeoistatistiksel parametreler çizelgesinde range mesafesinin aynı özellik için oldukça farklı değerler alabildiğini göstermektedir.

Boruvka et al. (2007) tarafından Çek Cumhuriyet'inde karışık meşcerede yapılan bir çalışmada; yüzeyden alınan alınan toprak örneklerinin az da olsa daha fazla değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Gonzalez and Donald (1994) tarafından dağlık bir alanda yapılan bir çalışmada; range mesafesinin toprak değişkenlerinin çoğu için 24 m'den daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Robertson et al. (1993) toprak değişkenlerinin range mesafesinin 7 m ile 108 m arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Sobieraj et al. (2002) tropikal yağmur ormanları katena boyunca yüksek kil içeriği bulunan bir transekt boyunca 20, 30, 50 ve 90 cm derinliklerinde doymuş hidrolik iletkenliği (K_{sat}) ölçtükleri bir çalışmada K_{sat} için jeoistatistiksel range mesafesinin 25 m'nin altında olduğunu belirlemişlerdir.

Farklı araştırmacılar tarafından literatürde rapor edilmiş jeostatistiksel çalışmalarda elde edilen jeoistatistiksel parametreler Çizelge 2.2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde iki önemli husus öne çıkmaktadır: biricisi, aynı toprak özelliğine ilişkin nugget etkisi, uzaysal bağımlılık ve uzaysal etki mesafesinin oldukça faklı değerler aldığı; ikincisi ise farklı toprak özelliklerinin gerek aynı çalışma gerekse farklı çalışmalarda aldıkları değerlernin oldukça faklı olduğudur. Örnekleme sıklığı ve şekli, arazi genişliği, arazi

kullanım şekli ve toprak derinliği (0-20, 20-40, vb.) jeoistatistiksel çalışmalarda elde edilen sonuçların yorumlanmasında dikkate alınması gereken önemli faktörlerdendir.

Çizelge 2.2 Farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen jeoistatistiksel parametreler

Kaynak	Toprak özelliği	Derinlik (cm)	Co/Co+C x100	Uzaysal bağımlılık	Etki aralığı Ao (m)	Alan (ha)
Erşahin (1999)	HA	0-30	46	Orta	520	8,5
	HA	30-60	4	Kuvvetli	550	
Duffera et al. (2006)	HA	4-12	91	Zayıf	70	12
	HA	19-27	0,1	Kuvvetli		
Sağlam (2008)	HA	0-20	19	Kuvvetli	1054	1750
Sun et al. (2003)	pH	0-15	24	Kuvvetli	757	112
	pH	0-15	7	Kuvvetli	184	112
Yetgin (2004)	pH	0-30	21,83	Kuvvetli	114,8	3
Akbaş (2004)	pH	0-30	17	Kuvvetli	62,1	32
Kılıç and Kılıç (2006)	pH	0-30	12	Kuvvetli	169	0,5
Cemek et. al. (2006)	pH	0-30	9	Kuvvetli	1340	8187
Sağlam (2008)	pH	0-20	12	Kuvvetli	1295	1750
Erşahin (1999)	Kum içeriği	0-30	20	Kuvvetli	320	8,5
	Kum içeriği	30-60	24	Kuvvetli	310	
Yetgin (2004)	Kum içeriği	0-30	0,04	Kuvvetli	127,9	3
Akbaş (2004)	Kum içeriği	0-30	8,41	Kuvvetli	341	32
Virgilio et al. (2006)	Kum içeriği	0-30	16	Kuvvetli	220	4,8
Kılıç and Kılıç (2006)	Kum içeriği	0-30	12,4	Kuvvetli	62	0,5
Duffera et al. (2006)	Kum içeriği	4-12	0,1	Kuvvetli	81	12
	Kum içeriği	19-27	0,1	Kuvvetli	79	
Ongun (2008)	Kum içeriği	0-30	46,22	Orta	75,69	98
Yetgin (2004)	HA	0-30	35,2	Orta	60	3
Başaran vd. (2005)	HA	0-10	56	Orta	137	24
Başaran vd. (2005)	Kum içeriği	0-10	51	Orta	130	24
Ongun (2008)	HA	0-30	45,96	Orta	79,5	98
Virgilio et al. (2006)	pH	0-30	63	Orta	190	4,8
Ongun (2008)	pH	0-30	49,71	Orta	263,1	98
Miao et al. (2006)	pH	üst	51	Orta	357	
Erşahin (1999)	pH	0-30	44	Orta	250	8,5
		30-60	38	Orta	400	
Sünal (2018)	pH	A horizonu	234	Zayıf	41,5	82

Çizelge 2.2. Farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen jeoistatistiksel parametreler (devam)

Kaynak	Toprak özelliği	Derinlik (cm)	Co/Co+C x100	Uzaysal bağımlılık	Etki aralığı Ao (m)	Alan (ha)
Sünal (2018)	Kum içeriği	A horizonu	16,45	Kuvvetli	86,9	82
Yetgin (2004)	Kil içeriği	0-30	10,96	Kuvvetli	74,3	3
Akbaş (2004)	Kil içeriği	0-30	9,54	Kuvvetli	185	32
Kılıç and Kılıç (2006)	Kil içeriği	0-30	6,17	Kuvvetli	62	0,5
Duffera et al. (2006)	Kil içeriği	4.Ara	0,1	Kuvvetli	86	12
	Kil içeriği	19-27	3	Kuvvetli	75	
Sağlam, (2008)	Kil içeriği	0-20	1	Kuvvetli	1594	1750
Sünal (2018)	Kil içeriği	A horizonu	0,13	Kuvvetli	27,8	82
Erşahin (1999)	Silt içeriği	0-30	20	Kuvvetli	380	8,5
	Silt içeriği	30-60	80	Zayıf	380	
Yetgin (2004)	Silt içeriği	0-30	21,3	Kuvvetli	90	3
Akbaş (2004)	Silt içeriği	0-30	9,54	Kuvvetli	185	32
Kılıç and Kılıç (2006)	Silt içeriği	0-30	17,37	Kuvvetli	62	0,5
Duffera et al. (2006)	Silt içeriği	4-12	0,2	Kuvvetli	76	12
	Silt içeriği	19-27	0,2	Kuvvetli	64	
Sağlam (2008)	Silt içeriği	0-20	3	Kuvvetli	1769	1750
Sünal (2018)	Silt içeriği	A horizonu	6,27	Kuvvetli	23,5	82
Yetgin (2004)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	2,24	Kuvvetli	70,8	3
Akbaş (2004)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	1,67	Kuvvetli	316,6	32
Kılıç and Kılıç (2006)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	0,6	Kuvvetli	62	0,5
Sunal (2018)	$CaCO_3$ içeriği	A horizonu	25,09	Kuvvetli	51,9	82
Erşahin (1999)	Organik madde	0-30	83	Zayıf	320	8,5
	Organik madde	30-60	67	Orta	500	
Erşahin (1999)	Kil içeriği	0-30	71	Orta	180	8,5
	Kil içeriği	30-60	71	Orta	200	
Başaran vd. (2005)	Kil çeriği	0-10	51	Orta	120	24
Virgilio et al. (2006)	Kil içeriği	0-30	44	Orta	250	4,8
Ongun, (2008)	Kil içeriği	0-30	45,84	Orta	73,8	98
Virgilio et al. (2006)	Silt içeriği	0-30	55	Orta	178	4,8
Ongun (2008)	Silt içeriği	0-30	49,8	Orta	19,39	98
Ongun (2008)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	49,96	Orta	799,8	98
Erşahin (1999)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	25	Orta	290	8,5
		30-60	58	Orta	400	

Çizelge 2.2 Farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen jeoistatistiksel parametreler (devam)

Kaynak	Toprak özelliği	Derinlik (cm)	Co/Co+C x100	Uzaysal bağımlılık	Etki aralığı Ao (m)	Alan (ha)
Yetgin (2004)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	2,24	Kuvvetli	70,8	3
Akbaş (2004)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	1,67	Kuvvetli	316,6	32
Kılıç and Kılıç (2006)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	0,6	Kuvvetli	62	0,5
Sunal (2018)	$CaCO_3$ içeriği	A horizonu	25,09	Kuvvetli	51,9	82
Akbaş (2004)	Organik madde	0-30	8,41	Kuvvetli	341	32
Kılıç and Kılıç (2006)	Organik madde	0-30	0,07	Kuvvetli	210	0,5
Sünal (2018)	Organik madde	A horizonu	1,69	Kuvvetli	79,8	82
Ongun (2008)	Tarla kapasitesi	0-30	14,81	Kuvvetli	32,4	98
Yetgin (2004)	Tarla kapasitesi	0-30	24,6	Kuvvetli	27,2	3
Sağlam (2008)	Tarla kapasitesi	0-20	7,38	Kuvvetli	1220	1750
Ongun (2008)	Solma noktası	0-30	7,79	Kuvvetli	41,1	98
Sağlam (2008)	Solma noktası	0-20	5,51	Kuvvetli	1121	1750
Yetgin (2004)	Solma noktası	0-30	22,35	Kuvvetli	123,3	3
Sünal (2018)	Solma noktası	A horizonu	12,2	Kuvvetli	603,2	82
Ongun (2008)	Yarayışlı su içeriği	0-30	17,48	Kuvvetli	23,1	98
Yetgin (2004)	Yarayışlı su içeriği	0-30	8,36	Kuvvetli	53,5	3
Sünal (2018)	Yarayışlı su içeriği	A horizonu	41,6	Orta	276	82
Ongun (2008)	Elektriksel iletkenlik	0-20	43,3	Orta	477,6	98
Sünal (2018)	Tarla kapasitesi	A horizonu	27,2	Orta	663	82
Ongun (2008)	Organik madde	0-30	38,81	Orta	286,5	98
Başaran vd. (2005)	Organik madde	0-10	44	Orta	330	24
Virgilio et al. (2006)	Organik madde	0-30	63	Orta	253	4,8
Yetgin (2004)	Organik madde	0-30	31,42	Orta	126,7	3
Ongun (2008)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	49,96	Orta	799,8	98
Sun et al (2003)	Organik madde	0-15	45	Orta	597	112
	Organik madde	0-15	57	Orta	551	
Erşahin (1999)	$CaCO_3$ içeriği	0-30	25	Orta	290	8,5
		30-60	58	Orta	400	
Yetgin (2004)	Elektriksel iletkenlik	0-30	40,94	Orta	101,9	3
Erşahin (1999)	Organik madde	30-60	67	Orta	500	8,5
		0-30	83	Zayıf	320	

Çizelge 2.2 Farklı araştırmacılar tarafından rapor edilen jeoistatistiksel parametreler (devam)

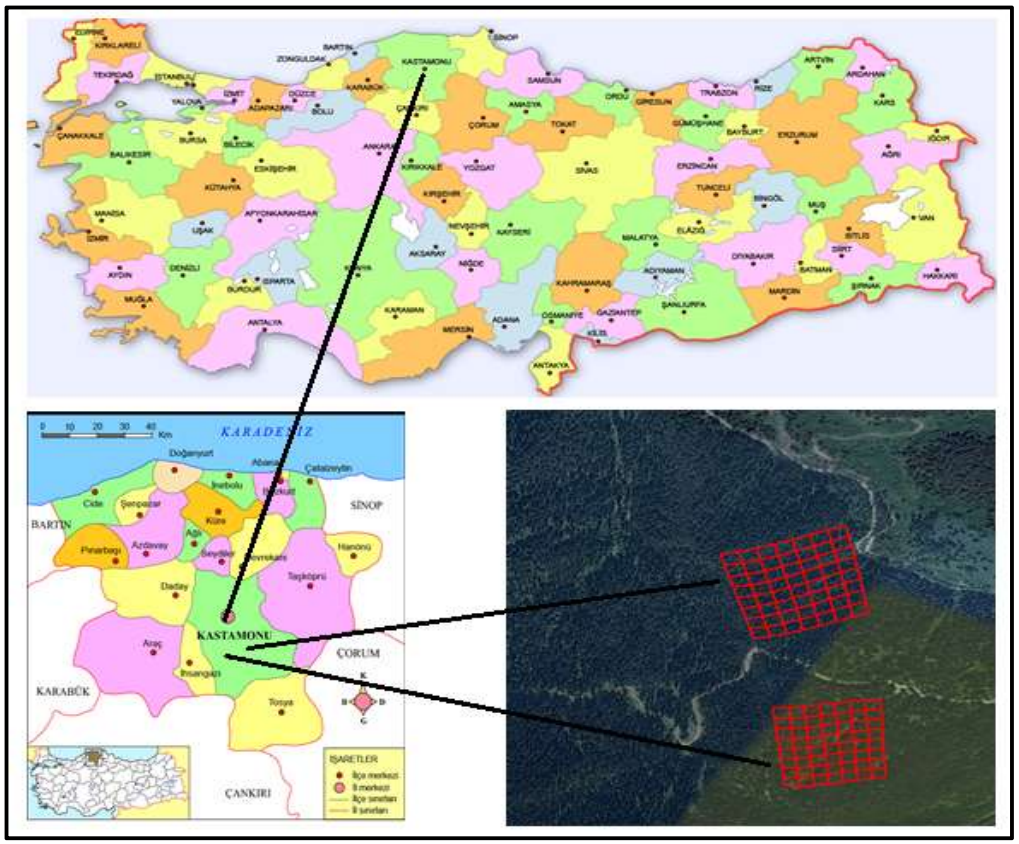
Kaynak	Toprak özelliği	Derinlik (cm)	Co/Co+C x100	Uzaysal bağımlılık	Etki aralığı Ao (m)	Alan (ha)
Sünal (2018)	Elektriksel iletkenlik	A horizonu	6,75	Kuvvetli	303	
Sun et al. (2003)	Fosfor içeriği	0-15	30	Orta	639	112
	Fosfor içeriği	0-15	45	Orta	497	112
Gallardo and Parama (2007)	Fosfor içeriği	0-10	43	Zayıf		200

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma alanı

Çalışma alanı, Kastamonu iline yaklaşık 30 km mesafede bulunan Ilgaz dağı doğal orman alanlarındaki Orman İşletme Müdürlüğü'nün Bostan İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı Ilgaz dağının kuzeye bakan yamaçlarda yer almakta olup, denizden yüksekliği 1284-1560 m arasında değişmektedir. Arazi yapısı genellikle engebeli ve eğimlidir. Orman sınırı üzerinde Ilgaz Dağı'nın zirveleri olan Büyük Hacet Tepesi (2587 m) ve Küçük Hacet Tepesi (2546 m) en yüksek yükseltiye sahip olup, yamaçları sarp ve kayalıktır. Çalışma alanı 33°49′40″ – 33°50′02″ doğu boylamları ile 41°09′01″- 41°09′23″ kuzey paralelleri arasındadır (Şekil 3.1 ve 3.2).



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu (üstte ve altta solda) ve örnekleme noktalarının çalışma alanındaki konumları (altta sağda)



Şekil 3.2 Çalışma alanından arazi çalışmasından bazı görüntüler (Orijinal 2018)

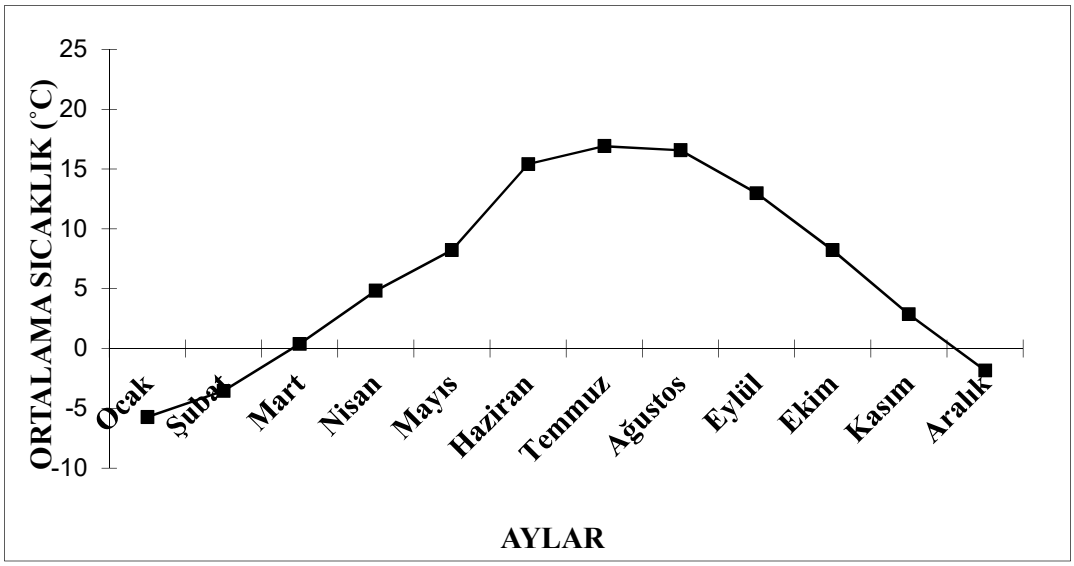
3.1.2 Araştırma alanının iklimi

Araştırma alanı iklimi Thorntwaite yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma alanının yer aldığı Kastamonu ili Ilgaz dağı bölgesinde meteoroloji istasyonu 2010 yılında kurulması nedeniyle uzun yıllar iklim verileri bulunmamaktadır. Bu nedenle Thorntwaite yönteminde çalışma alanına ait iklim verileri Kastamonu İli'ne ait iklim verileri (Anonim 2016) enterpole edilerek hesaplanmıştır. İlgili meteoroloji istasyonu, çalışma alanı ile aynı bakıda yer almaktadır (Çepel 1995; Kılınç vd. 2006). Enterpolasyon 800 m yükseklikten 1420 m yükseklik için gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışma alanı için ortalama sıcaklık 6,28 ºC'dir. Aylık ortalama sıcaklıklar en düşük -5,7 ºC (Ocak) en yüksek 16,9 ºC (Temmuz) arasında değişmektedir. Sıcaklık Ocak, Şubat ve Aralık aylarında sıfırın altına düşmekte Mart ayından itibaren artmaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 836,4 mm olup, en fazla yağış 123,1 mm ile Mayıs ayında, en az yağış ise 46,4 mm ile Şubat ayındadır.

3.1.3 Thorntwaite yöntemi

Sıcaklık

Enterpole edilmiş iklim verilerine göre araştırma alanı için yıllık ortalama sıcaklık 6,2 ºC, en düşük sıcaklık -5,7 ºC ile Ocak ayında, en yüksek sıcaklık ise 16,9 ºC ile Temmuz ayında tahmin edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Çalışma alanında aylara göre ortalama sıcaklık

Vejetasyon süresi olarak Rubner (1949) 'in orman vejetasyon periyodu için +10 ºC sınır olarak kabul edildiğinde araştırma alanının vejetasyon süresi Haziran ve Eylül ayları arasında 4 aydır (Rubner 1949). Wiersma (1963) 'nın vejetasyon süresi formülüne göre, araştırma alanı (1420 m yükselti) için vejetasyon süresi Eşitlik 1 kullanılarak 193 gün (6 ay) olarak hesaplanmıştır.

$$N = 510 - 5{,}75(L + \frac{H}{100}) \qquad [1]$$

Eşitlik 1'de;

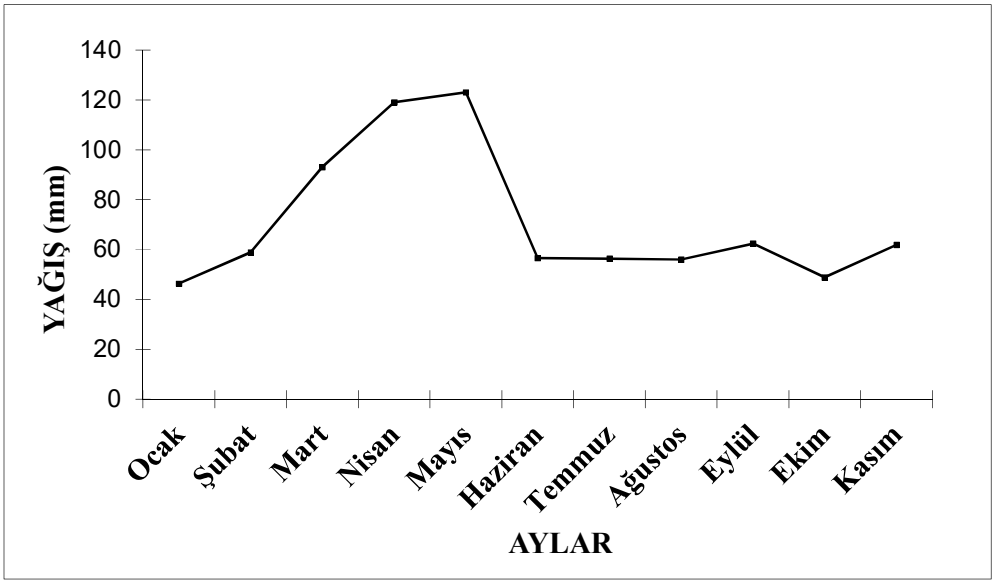
N= Vejetasyon süresi (ortalama sıcaklık +6 ºC 'nin üzerinde olan gün sayısı)

L=Enlem derecesi (Desimal)

H= Yükseklik (m).

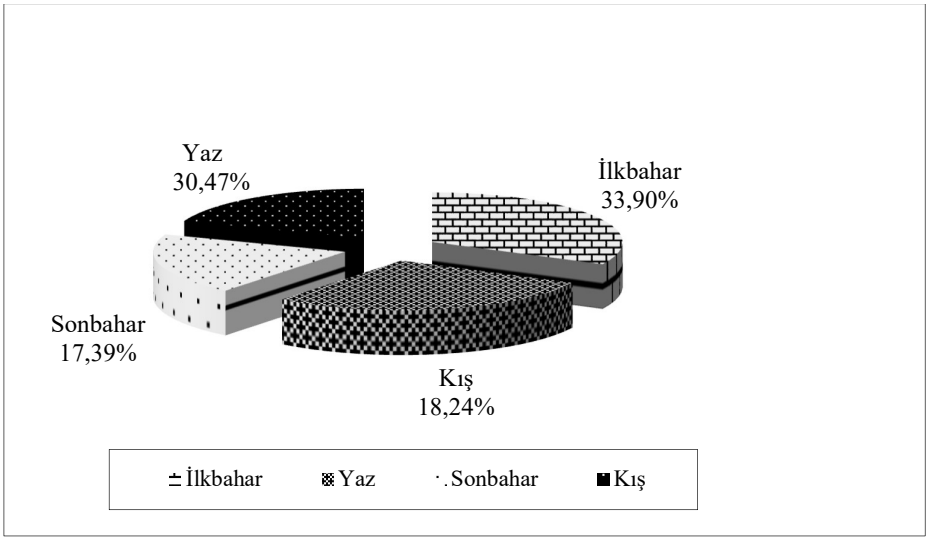
Yağış

Enterpole edilmiş iklim verilerine göre, çalışma alanı için yağış en yüksek Haziran (123,1 mm), en düşük Ocak (46,4 mm) ayında olduğu görülmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Çalışma alanında aylara göre ortalama yağış

Yağışın mevsimlere göre dağılımı ve yıllık yağış içerisindeki yüzdeleri Şekil 3.5'te verilmiştir.

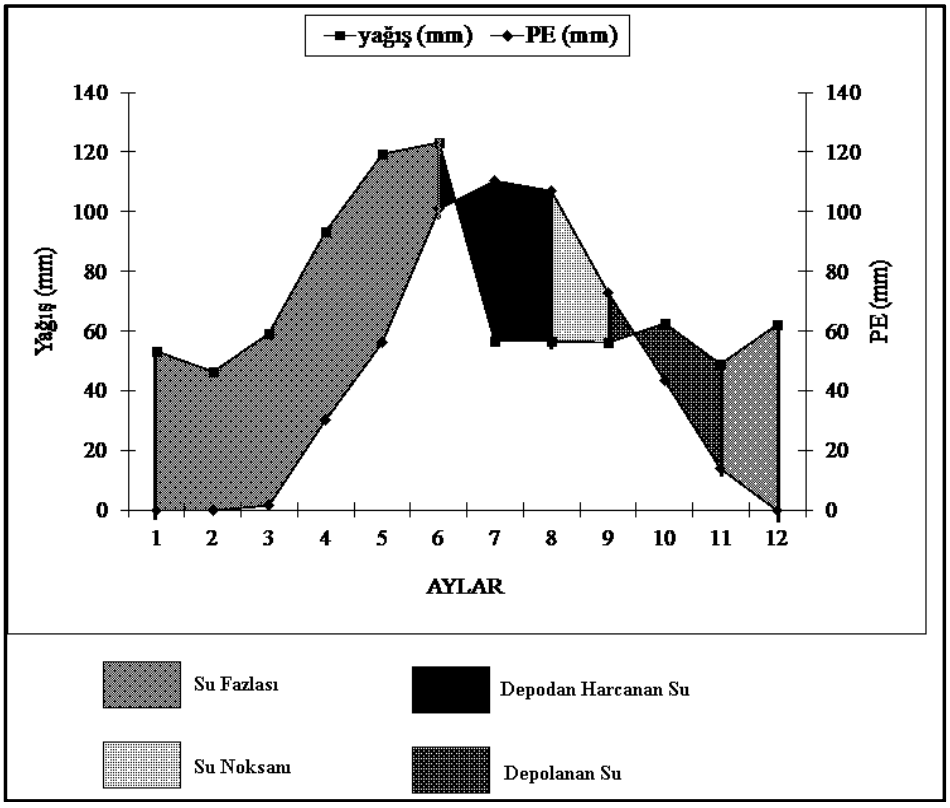


Şekil 3.5 Çalışma alanında yağışın mevsimlere göre dağılımı

İklim tipi

Thornthwaite yöntemi ile bir yerin iklim tipinin belirlenmesi için aylık ortalama sıcaklık ve aylık yağış miktarı bilinmelidir. Thornthwaite yöntemi, yağış etkenliği ile birlikte toprağın nemlilik derecesi, yüzey akışı ve su ihtiyacı gibi çok önemli hususları ortaya koymaktadır (Çepel 1995, Kantarcı 2000).

Thorntwaite yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu çizelgesi düzenlenerek grafiği çizilmiştir. Su bilançosu Çizelge 3.1' de, grafiği ise Şekil 3.6'da verilmiştir. Çalışma alanı Thornthwaite yöntemine göre; BC'rw_2 simgeleri ile gösterilen "Nemli, mikrotermal, su eksiği yok veya pek az, yazın çok kuvvetli su eksiği bulunan nemli" bir iklim tipine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.6 Thorntwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu

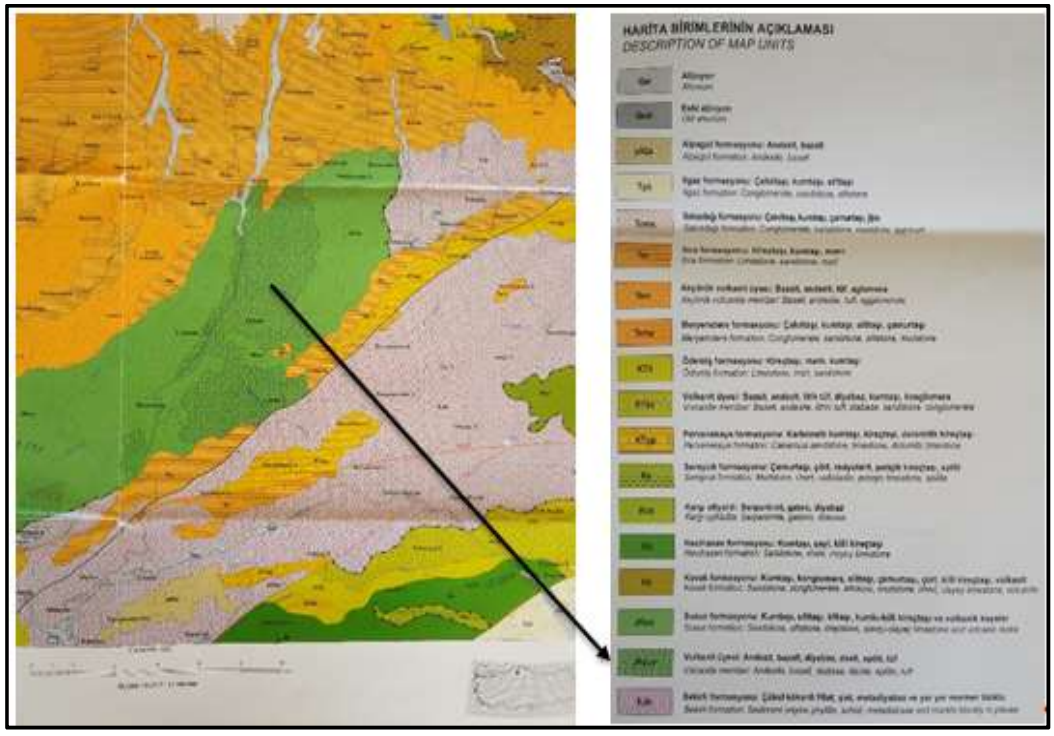
Çizelge 3.1 Thorntwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu

Bilanço Elemanları	AYLAR												
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**Yıllık**
Sıcaklık (^{0}C)	-5,72	-3,53	0,39	4,82	8,22	15,42	16,91	16,58	12,98	8,22	2,86	-1,84	**6,28**
Sıcaklık indisi	0	0	0,02	0,94	2,12	5,49	6,32	6,15	4,25	2,12	0,44	0	**27,85**
Düzetilmemiş PE(mm)	0	0	1,5	27	45	80	87	90	70	45	17	0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0	0	1,5	29,97	56,25	100,8	110,49	107,10	72,80	43,20	13,94	0	**536,05**
Yağış (mm)	53,2	46,4	59	93,2	119,1	123,1	56,7	56,4	56,0	62,5	48,9	61,9	**836,40**
Depo Değişikliği (mm)	0	0	0	0	0	0	53,79	46,21	0	19,3	34,96	45,74	
Depolama (mm)	100	100	100	100	100	100	46,21	0	0	19,3	54,26	100	
Gerçek Ev-Tr (mm)	0	0	1,5	29,97	56,25	100,8	110,49	102,61	56	43,20	13,94	0	**514,76**
Su Noksanı (mm)	0	0	0	0	0	0	0	4,49	16,8	0	0	0	**21,29**
Su Fazlası (mm)	53,2	46,4	57,5	63,23	62,85	22,3	0	0	0	0	16,16	321,64	**321,64**

3.1.4 Araştırma alanının jeolojisi

Çalışma alanının jeolojik verileri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünün Türkiye Jeoloji Haritaları Kastamonu F 31 paftasından alınmıştır (Anonim, 2011). Orta Anadolu'dan Kuzey Anadolu'ya geçiş kuşağında yükselen Ilgaz Dağları'nın arazi yapısı genellikle serpantinler, şistler ve volkanik kayalardan meydana gelmektedir. Ülkemizin en uzun ve en hareketli kırık hattı olan Kuzey Anadolu Fayı, Ilgaz Dağının güney eteklerinden geçmekte olup bu nedenle arazi değişik karekterli vadiler, sırtlar ve dorukları içeren farklı jeomorfolojik bir yapıya sahiptir (Pehlivan 2007).

Çalışma alanı genel olarak kahve, yeşil, boz renkli, kırıklı ve eklemli özellikler gösteren birimdeki hakim kayalar andezit, bazalt, diyabaz, dasit, spilit, tüf ve bunları kesen granodiyorit, diyorit, dasit, diyabaz dayklarından oluşmaktadır (Pehlivan vd. 1987).



Şekil 3.7 Çalışma alanı ve yakın çevresi jeoloji haritası (Anonim, 2011)

3.2 Yöntemler

3.2.1 Çalışma alanında toprak profillerinin tanımlanması

Çalışma alanında yer alan farklı meşcere ormanlarında genel toprak özelliklerini belirlemek amacıyla, saf ve karışık ormanı temsilen birer adet olmak üzere toplam 2 adet toprak profili açılmıştır. Toprak profilleri arazi durumunu en iyi temsil edebileceği noktalarda açılmıştır. Prado et al. (2007) tarafından da belirtildiği üzere toprak profillerinin morfolojik özelliklerinde asıl etkili faktör topoğrafyadır. Toprak profillerine ilişkin tanımlamalar aşağıda verilmiştir.

Bitki Örtüsü	**: Uludağ göknar ormanı**
Yeri	: Kastamonu Ilgaz Dağı
Koordinat	: WGS 84 (6 derecelik) dilim sisteminde 41˚ 09' 07.74" kuzey enlemi ile 33˚ 49' 54.08" doğu boylamı
Rakım (m)	: 1465
Bakı	: Kuzey
Fizyografi	: Dağlık arazi
Eğim	: %48
Kapalılık	: % 40-70
Yaş sınıfı	: 60-80 yaş arası
Ana materyal	: Volkanit üyesi (andezit, bazalt, diyabaz, dasit, spilit, tüf). (Anonim 2011)
Taşlılık	: Yüzeyde bol miktarda organik madde, 0-15 cm az miktarda çakıl, 15-30 cm'de ise derinlere doğru artış gösteren orta miktarda çakıl





Horizon	Derinlik (cm)	Tanımlama
O_{fibric} O_{hemic} O_{sabric}	0-5 5-10 10-16	Yaprak, kozalak ve dal artıkları gözle görülebilir. Az ayrışmış organik madde. İleri düzeyde ayrışmış organik madde.
A	17-21	Koyu kahverengi (10 YR 4/3, nemli), kumlu tın; ince, zayıf, granüler strüktür; geçirgen, az-orta silindirik tubular porlar; orta ince kılcal kökler; yumuşak kıvam, orta plastik, orta yapışkan; köpürme yok; belirgin dalgalı sınır.
C	22-51	Koyu sarımsı kahverengi (10 YR 5/4, nemli), killi tın; orta, orta, granüler strüktür; geçirgen, az, orta silindirik tubular porlar; orta ince saçak kökler; yumuşak kıvam, orta plastik, orta yapışkan; köpürme yok.

Şekil 3.8 Saf meşcereden bir görüntü (üstte) ve toprak profili tanımlaması (altta) (Orijinal)

Orman Bitki Örtüsü **: Uludağ göknarı + sarı çam karışık orman**
Yeri : Kastamonu Ilgaz Dağı
Koordinat : WGS 84 (6 derecelik) dilim sisteminde 41˚ 09' 15.16" kuzey enlemi ile 33˚ 49' 43.01" doğu boylamı
Rakım (m) :1382
Bakı : Kuzey
Fizyografi : Dağlık arazi
Eğim : %25
Kapalılık : %71 ve üzeri
Yaş sınıfı : 100-120 yaş
Ana materyal : Volkanit üyesi (andezit, bazalt, dasit). (Anonim 2011)
Taşlılık : Yüzeyde bol miktarda organik madde, 0-15 cm az miktarda çakıl, 15-30 cm de ise derinlere doğru artış gösteren orta miktarda çakıl



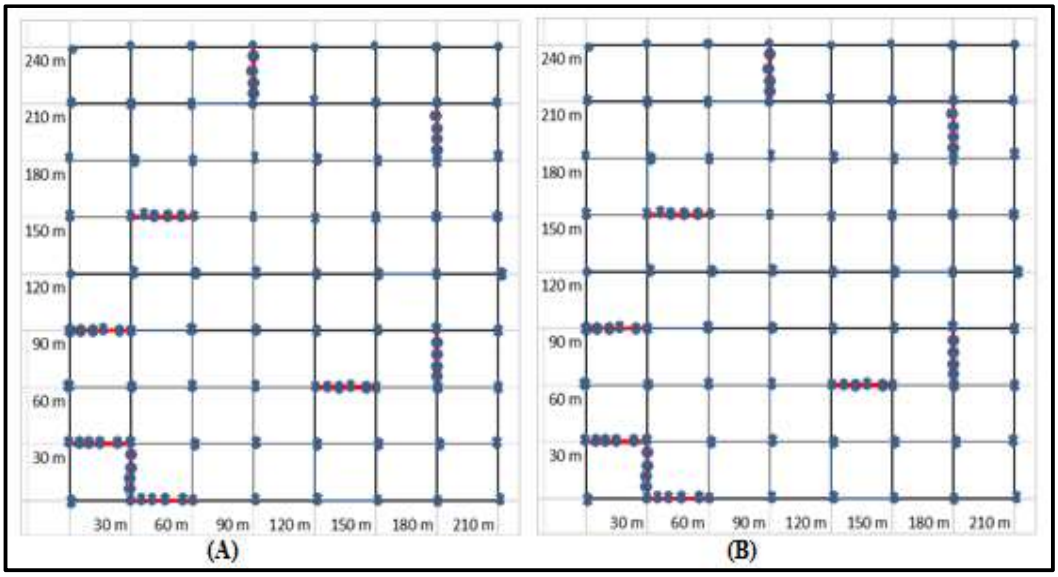


Horizon	Derinlik (cm)	Tanımlama
O_{fibric} O_{hemic} O_{sabric}	0-5 5-10 10-15	Yaprak, kozalak ve dal artıkları gözle görülebilir. Az ayrışmış organik madde. İleri düzeyde ayrışmış organik madde.
A	16-40	Koyu kahverengi (7.5 YR 4/4, nemli), killi tın; orta, orta granüler strüktür; geçirgen, az-orta silindirik tubular porlar; orta ince kılcal kökler; yumuşak kıvam, orta plastik, orta yapışkan; köpürme yok; belirgin, dalgalı sınır.
C	41-80	Koyu sarımsı kahverengi (10 YR 5/1, nemli), kumlu killi; kaba, kuvvetli, yarı köşeli blok strüktür; geçirgen, az-orta silindirik tubular porlar; orta ince saçak kökler; yumuşak kıvam, orta plastik, orta yapışkan; köpürme yok; dalgalı horizon sınırı.

Şekil 3.9 Karışık meşcereden bir görüntü (üstte) ve toprak profili tanımlaması (altta) (Orijinal)

3.2.2 Örnekleme planı ve toprak örneklerinin alınması

Çalışma Ilgaz dağı doğal orman alanlarındaki yaklaşık 10 hektarlık bir alanda WGS 84 (6 derecelik) dilim sisteminde y=569000 ile x=4555000 koordinatları arasında birbirine bitişik yaklaşık 5 ha uludağ göknarı ve 5 ha uludağ göknarı-sarıçam karışık meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin incelenmesi ve karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür. Bu bağlamda Ilgaz dağı doğal orman alanlarında eğim, bakı, yükseklik yönünden benzer ve her ikisi de kuzeye bakan bir ormanlık yamaç belirlenmiştir. Ormanlık yamaç doğu-batı yönünde (eğime dik) 210 m, kuzey-güney yönünde (eğime paralel) 240 m olacak şekilde iki kısma ayrılmıştır. Çalışma alanları 30 x 30 m aralıklar ile kare gridlere ayrılıp, gridlerin köşelerinde yer alan örnekleme noktalarının koordinatları uzaysal değişimin analiz edilmesi için arazide GPS kullanılarak kayıt edildi ve her bir kare gridin köşesinden 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Arazide, grid mesafesi olarak belirlenen 30 m'den daha kısa mesafelerdeki değişkenlikleri analiz edebilmek (semivaryogramların kısa mesafelerdeki davranışlarının modellenebilmesi için) için bazı gridlerin üzerinde ara hatlar oluşturuldu (sık örnekleme hatları) ve bu hatlar meşcerelerde dikey ve yatay olarak gelişigüzel dağıtılmıştır. Bu şekilde her bir meşcerede, 30 m'lik düzenli hatlara ilaveten 9 hat üzerinde (başlangıç noktasından sonra 5, 15, 20, 25 m) mesafelerden olacak şekilde 0-15 cm ve 15-30 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.10) A, B). Bu durumda, meşcere başına örneklenen nokta sayısı 72+36=108 ve alınan örnek sayısı 216 olup çalışma için alınması planlanan toplam örnek sayısı ise 216+216 = 432 dir. Ancak, arazinin bazı kısımlarının uçurum/kayalık olması nedeniyle 0-15 cm'den 205 adet ve 15-30 cm den ise 206 adet toprak örneği alınabilmiştir.



Şekil 3.10 Örnekleme noktalarının çalışma alanındaki dağılımı (A) Uludağ göknarı meşceresi (B) Uludağ göknarı-sarıçam meşçeresi

3.2.3 Laboratuar analizleri

Toprak örnekleri laboratuvara nakledilerek hava kuru hale getirilmiş, daha sonra 2 mm'lik elekten geçirilerek analizler için hazırlanmıştır.

3.2.3.1 Toprak fiziksel özellikleri

- **Toprak Tekstürü:** Toprakların tekstürü, hidrometre yöntemine göre belirlenen kum, silt ve kil içerikleri (Gee and Bauder 1986) tekstür üçgeni ile kullanılarak belirlenmiştir (Soil Survey Staff 1993).
- **Tarla Kapasitesi (TK):** Basınçlı kaplar düzeneğinde seramik levhalar üzerine yerleştirilmiş suyla doygun bozulmamış toprak örneğine 0,33 bar hava basıncı uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Cassel and Nielsen 1986).
- **Solma Noktası (SN):** Basınçlı kaplar düzeneğinde seramik levha üzerine yerleştirilmiş suyla doygun bozulmuş toprak örneği üzerine 15 bar hava basıncı uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Cassel and Nielsen 1986).
- **Yarayışlı Su İçeriği (YSİ):** Tarla kapasitesi ve solma noktası verileri kullanılarak hesaplanmıştır (Cassel and Nielsen 1986).

- **Hacim Ağırlığı (HA):** Hacmi belli (100 cm^3) çelik silindirler ile alınmış bozulmamış toprak örnekleri üzerinden belirlenmiştir (Blake and Hartage 1986).

3.2.3.2 Toprak kimyasal özellikleri

- **Toprak Reaksiyonu (pH):** Toprak örneklerinden 20 gram alınıp 50 ml saf su ile (1:2,5 oranında) sulandırılıp süspansiyon cam baget ile ara ara karıştırılarak 30 dakika bekledikten sonra cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Hendershot et al. 1993).
- **Elektriksel İletkenlik (EC):** pH ölçümü yapıldıktan sonra aynı süspansiyonda dijital EC metre ile ölçülmüştür (Janzen 1993).
- **Organik Madde İçeriği:** Modifiye Walkley - Black yaş yakma yöntemiyle dikromat yükseltgenmesi esasına göre belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).
- **Kireç ($CaCO_3$):** Toprak örneklerinden 0,5 gr alınıp tartılarak ve % 10'luk hidroklorik asitle muamale edilerek Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkış hacmine göre belirlenmiştir (Kacar 1996).
- **Alınabilir Fosfor:** Alınabilir fosfor içeriği nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakma metodu sonucunda elde edilen filtrattaki fosfor vanadomolibdofosforik sarı rengin şiddeti ölçülerek tayin edilmiştir (Kacar ve Kovancı 1982).

3.3 İstatistiksel Analizler

Toprak özellikleri için tanımsal istatistikler (aritmetik ortalama, maksimum değer, minimum değer, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık ve basıklık katsayıları) IBM SPSS 15 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Dağılımın normal olmadığı koşullarda parametrik olmayan testler yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun göstergelerinden olan çarpıklık ve basıklık değerleri Çizelge 4.1 ve 4.4'de verilmiştir. Veriler Webster (2001)'e göre normalleştirilmiştir. Normalite testi için, örnek sayısı 50'den küçük veya eşit olduğunda Shapiro-Wilks, örnek sayısı 50'den fazla olduğunda ise Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmaktadır (SPPS 2000) Normalite testinde 0.05 önem düzeyi esas alınmıştır.

3.4 Jeoistatistiksel Analizler

Jeoistatistiksel analiz uzaysal yapının modellenmesi ve krigleme olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Toprak özelliklerinin uzaysal yapısı semivaryogram kullanılarak modellenmiştir. Modellemede modelin uygunluğuna karar verilierken çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r), determinasyon katsayısı (R^2) ve hata kareler toplamı (residual sum of squares (RSS) değerlerine bakılmıştır (Li and Heap 2011). En uygun modelin oluşturulmasında değişken lag aralıkları ve aktif lag mesafesinin farklı kombinasyonları da denenmiştir.

Uzaysal bağımlılığın derecesi yüzde nugget (nugget/sill x 100) değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Uzaysal bağımlılık değeri %25'den düşük ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı, %25-75 arasında orta derecede uzaysal bağımlı ve %75'den fazla ise zayıf uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Cambardella et al. 1994).

Krigleme, semivaryogramın yapısal özelliklerini ve örneklenmiş noktaları kullanarak örnek alınmamış lokasyonlardaki noktaları tahmin etmede kullanılan bir jeoistatistiksel enterpolasyon yöntemidir (Trangmar et al. 1985). İlgili semivaryograma ilişkin sill, nugget ve range değerleri bayağı (ordinary) krigleme ile kullanılarak toprak özelliğinin örneklenmeyen noktalardaki değerleri tahmin edilmiştir. Krigleme başarısının değerlendiririlmesinde çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, ve nispi hata kareler karekökü ortalaması (RRMSE) değerleri kullanılmıştır. Kriglemede en uygun r, ve RRMSE değerini veren komşu sayısı ve etki alanında karar kılınmıştır. Ancak, komşu sayısı minimum 10 maksimum 16 ile sınırlandırılmıştır. Etki alanının yarıçapının ise range değerinden düşük olmasına dikkat edilmiştir. Kriglemede önce ilgili özellik için yönsellik olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yönselliğin belirlenmesinde ise maksimum range/minimum range oranına bakılmıştır. İlgili oranın 1,3'den olması durumunda anizotropik modelleme yapılmıştır.

Jeostatistiksel analize başlamadan önce toprak değişkenlerinin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Bu bağlamda, Webster (2001) tarafından yapılan öneriler dikkate alınarak tanımsal istatistikler hesaplanmış ve ilgili özelliğin çarpıklık değerine bakılmışıtr. Çarpıklık değeri 0-0.5 (mutlak değer olarak) arasında olan değişkenlerin normal dağılım gösterdiği varsayılarak bu değişkenlere herhangi bir dönüşüm uygulanmamıştır. Çarpıklık değeri 0.5 ve 1.0 arasında olanlar için karekök dönüşümü, 1.0'in üzerinde olanlar için ise logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Dönüşümler uygulandığı halde hala normal dağılıma yaklaşmayan veri setlerinden bazı uç değerler traşlanarak normal dağılıma yaklaşmaları sağlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Tanımsal İstatistikler

Çalışma alanının genelinde toprak özelliklerine ilişkin tanımsal istatistikler incelendiğinde, en yüksek değişkenliğin alınabilir fosforda en düşük değişkenliğin ise toprak pH'sında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1-4.4). Toprak tekstürünün değişkenliği meşcereler ve derinlikler arasında çok farklı bulunmamıştır (Çizelge 4.1-4.4). Çizelge 4.1- 4.4'den toprak özelliklerinin büyük bir kısmına ilişkin değişkenliğin de tıpkı toprak tekstür bileşenlerinde olduğu gibi toprak derinlikleri ve meşcereler arasında benzer davrandığı görülmektedir. Ancak, önemli bir dağılım ölçüsü olarak kabul edilen çarpıklığın (Ott 1993) meşcere ve derinlikler bakımından farklı değerler aldığı görülmüştür Örneğin, saf meşcerede 0-15 cm derinlikte hacim ağırlığı şiddetli sola çarpık ve yayvan (Webster 2001) iken diğer üç veri setinde normale yakın bir dağılım göstermektedir. Benzer durum silt, OM, TK ve YSİ için de söylenebilir (Çizelge 4.1-4.4).

Genellikle toprak özelliklerinin her iki meşcerede de 0-15 cm derinlikte daha değişken olduğu söylenebilir. Burada bitki örtüsünden kaynaklanan değişkenliğin ve mikro topografyanın neden olduğu taşınma-birikme süreçlerinin üst topraklarda (0-15 cm), alt topraklara (15-30 cm) göre daha etkili olduğu düşülmektedir. Nitekim arazi çalışması esnasında, mikro topografyanın etkisinin, özellikle ölü örtü ayrışması ve taşınma-birikme olaylarının neden olduğu heterojenliğin derinlikle azaldığının tarafımızdan gözlenmiş olması bu görüşü desteklemektedir. Gül and Erşahin (2019) tarafından çam ormanı, meşe ormanı ve tarım alanlarının bulunduğu 1000 ha'lık alanda yapılan bir çalışmada özellikle meşe ve çam alanlarında organik madde değişkenliğinin yüksek olmasında ölü örtü tabakasının kalınlığı ve miktarı, ölü örtünün ayrışma derecesi, örnekleme noktalarının bulunduğu meşcere tipi, meşcere kapalılığı ve topoğrafyanın etkili olduğu belirtilmiştir. Üst toprağın daha değişken olması, özellikle orman ve mera alanlarına özgü olup tarım alanlarında toprak işlemenin etkisi nedeniyle tersi bir durum gözlenebilir. Örneğin, Erşahin ve Brohi (2006) Kazova'da (Tokat) işlenen bir tarım arazisinde yapmış oldukları bir çalışmada toprak özelliklerinin 30-60 cm derinliğindeki

Çizelge 4.1 Karışık meşcerede 0-15 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak Özellikleri	N	Min.	Max.	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyans	Çar.	Bas.	VK %
HA (g/cm³)	106	0,70	1,70	1,14	0,21	0,04	0,23	-0,14	18,42
pH (1:2.5)	105	4,49	7,21	5,48	0,58	0,34	0,85	0,89	10,58
EC (µs/cm)	105	73,70	437,00	163,36	69,70	4857,44	1,75	3,23	42,67
Kum (%)	105	25,50	63,00	43,34	7,12	50,08	0,47	0,20	16,43
Kil (%)	105	24,05	54,75	36,46	5,19	26,99	0,44	0,78	14,23
Silt (%)	105	8,85	35,45	20,18	4,45	19,84	-0,03	3,71	22,05
$CaCO_3$ (%)	106	1,40	4,40	2,17	0,43	0,18	2,48	8,45	19,82
OM (%)	106	3,27	13,33	9,68	2,20	4,86	-0,36	-0,05	22,73
P (mg/lt)	105	0,03	0,46	0,15	0,08	0,007	1,53	3,14	53,33
TK (%)	105	16,45	47,30	28,80	7,27	52,88	0,28	-0,48	25,24
SN (%)	105	3,37	29,42	15,75	4,48	20,06	0,08	0,71	28,44
YSİ (%)	105	1,88	29,36	13,04	5,77	33,35	0,29	-0,11	44,25

N: Örnek sayısı, HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, $CaCO_3$: Kireç İçeriği, OM: Organik Madde, P: Alınabilir Fosfor içeriği:TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YSİ: Yarayışlı Su içeriği, Min: Minumum, Max: Maksimum Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelge 4.2 Karışık meşcerede 15-30 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak Özellikleri	N	Min.	Max.	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyans	Çar.	Bas.	V.K. %
HA (g/cm^3)	106	0,80	1,81	1,34	0,19	0,04	-0,05	0,37	14,18
pH (1:2.5)	106	4,36	7,16	5,36	0,57	0,33	0,94	0,95	10,63
EC(µs/cm)	106	12,00	354,00	108,49	59,14	3497,06	2,31	5,99	54,51
Kum (%)	106	25,50	58,00	38,71	6,32	40,02	0,60	0,52	16,33
Kil (%)	106	6,10	52,50	39,50	5,60	31,40	-0,80	8,43	14,18
Silt (%)	106	9,50	58,40	21,77	6,02	36,26	2,09	11,74	27,65
$CaCO_3$ (%)	106	1,60	4,00	2,15	0,29	0,08	2,96	16,35	13,49
OM (%)	106	2,60	12,71	6,48	1,94	3,77	0,76	1,06	29,94
P (mg/lt)	106	0,02	0,53	0,10	0,07	0,01	2,91	12,63	70,00
TK (%)	106	14,36	46,62	25,88	6,14	37,74	0,62	0,54	23,72
SN (%)	106	4,04	27,32	13,78	4,05	16,36	0,55	0,89	29,39
YSİ (%)	106	1,69	25,08	12,10	5,31	28,18	0,29	-0,41	43,88

N: Örnek sayısı, HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, $CaCO_3$: Kireç İçeriği, OM: Organik Madde, P: Alınabilir Fosfor içeriği:TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YSİ: Yarayışlı Su içeriği, Min: Minumum, Max: Maksimum, Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelge 4.3 Saf meşcerede 0-15 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak Özellikleri	N	Min.	Max.	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyans	Çar.	Bas.	V.K. %
HA (g/cm^3)	108	0,28	1,37	1,04	0,17	0,03	-1,05	2,54	16,35
pH (1:2.5)	108	4,53	7,08	5,52	0,54	0,29	0,27	-0,46	9,78
EC(µs/cm)	108	76,80	509,00	181,40	70,83	5017,32	1,43	3,75	39,05
Kum (%)	107	28,90	65,50	47,80	6,35	40,34	-0,14	0,23	13,28
Kil (%)	107	18,60	52,00	33,38	4,79	22,96	0,30	1,87	14,35
Silt (%)	107	9,55	31,80	18,82	4,06	16,54	0,29	0,58	21,57
$CaCO_3$ (%)	108	1,30	3,80	2,39	0,39	0,15	1,17	3,09	16,32
OM (%)	108	1,53	13,45	10,90	2,74	7,52	-1,58	2,41	25,14
P (mg/lt)	106	0,03	0,93	0,16	0,11	0,01	3,83	23,35	68,75
TK (%)	106	11,92	56,98	29,41	8,78	77,03	0,68	0,51	29,85
SN (%)	106	0,90	28,31	17,76	5,07	25,66	-0,51	0,59	28,55
YSİ (%)	106	2,16	38,83	11,65	6,68	44,62	1,39	2,84	57,34

N: Örnek sayısı, HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, $CaCO_3$: Kireç İçeriği, OM: Organik Madde, P: Alınabilir Fosfor içeriği:TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YSİ: Yarayışlı Su içeriği, Min: Minumum, Max:Maksimum Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelge 4.4 Saf meşcerede 15-30 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak Özellikleri	N	Min.	Max.	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyans	Çar.	Bas.	VK %
HA (g/cm_3)	108	0,75	1,65	1,18	0,17	0,03	-0,09	-0,05	14,41
pH (1:2.5)	107	4,57	6,86	5,40	0,50	0,25	0,49	-0,30	9,26
EC(µs/cm)	107	58,60	350,00	146,04	63,24	3999,86	1,15	1,01	43,30
Kum (%)	108	13,00	60,50	45,30	6,95	48,43	-0,82	3,47	15,34
Kil (%)	108	21,10	45,00	35,15	4,76	22,68	-0,28	0,28	13,54
Silt (%)	108	7,50	45,45	19,54	4,82	23,28	0,81	6,65	24,67
$CaCO_3$ (%)	108	1,80	4,30	2,36	0,39	0,15	1,69	5,34	16,53
OM (%)	108	2,76	13,45	8,86	2,53	6,41	-0,24	-0,48	28,56
P (mg/lt)	108	0,04	0,48	0,13	0,08	0,01	1,96	4,83	61,54
TK (%)	107	10,16	55,71	26,12	6,76	45,65	1,15	3,27	25,88
SN (%)	107	0,80	34,29	15,22	4,96	24,58	-0,04	2,49	32,59
YSİ (%)	107	1,71	31,85	10,90	5,07	25,66	0,98	2,02	46,51

N: Örnek sayısı, HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, $CaCO_3$: Kireç İçeriği, OM: Organik Madde, P: Alınabilir Fosfor içeriği:TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YSİ: Yarayışlı Su içeriği, Min: Minumum, Max:Maksimum Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, VK: Varyasyon Katsayısı

değişkenliğinin 0-30 cm toprak derinliktekine kıyasla daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer durum Ongun (2008) tarafından Menemen (İzmir) ovasında yapılan

bir çalışma sonucunda da rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen varyasyon katsayısı (VK) değerleri literatürde birçok çalışmada rapor edilen değerlerle uyumludur (Mulla and McBratney 2000, Başaran vd. 2005, Gül 2015).

Tokat-Kazova'da alivüyal ovada toprakların uzaysal değişkenliğinin belirlendiği araştırmada, (VK) en düşük pH için, en yüksek ise KDK için bulunmuştur (Erşahin 1999). Yine benzer şekilde Çankırı-İndağı mevkiinde karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) plantasyonunda yapılan bir çalışmada (VK) en düşük kum ve pH için belirlenmiştir (Başaran vd. 2005). Ayrıca pH'nın düşük düzeyde değişken olduğu birçok araştırıcı tarafından da rapor edilmiştir (Tsegaye and Hill 1998, Mulla and McBratney, 2001, Ardahanlıoğlu et al. 2003).

Aritmetik ortalama her zaman verilerin dağılımın değerlendirilmesinde tek başına yeterli olamamaktadır. Ortalama ile birlikte varyans, standart sapma, basıklık, çarpıklık ve varyasyon katsayısının da hesaplanması gerekmektedir. Standart sapma veri setinin birimi ile aynı olduğundan varyansa göre daha fazla kullanılmaktadır. Standart sapma ne kadar yüksek ise verilerin değişkenliği o kadar yüksek demektir. Ancak, farklı özelliklere ilişkin değişkenliğin kıyaslanmasında standart sapmanın aritmetik ortlamaya oranlanması ile hesaplanan varyasyon katsayısının kullanılması daha mantıklı sonuçlar vermektedir. Literatürde toprak özelliklerinin değişkenliği varyasyon katsayılarına göre üç gruba ayırılmıştır. Varyasyon katsayısı (%15 den küçük olanlar) az değişken, (%16-35 arası olanlar) orta derecede değişken ve (%36 dan büyük olanlar) ise yüksek derecede değişken olarak sınıflandırmışlardır (Wilding 1985, Mulla ve McBratney 2001). Buna göre 0-15 cm derinlik için toprak değişkenlerinden pH ve kil az değişken; kum, silt, hacim ağırlığı, kireç, organik madde, tarla kapasitesi ve solma noktası orta derecede değişken; alınabilir fosfor ise fazla değişkendir.

Toprak değişkenlerinin normal dağılıma uyumluluğunun göstergelerinden olan çarpıklık ve basıklık değerleri Çizelge 4.1-4.4' de verilmiştir. Çarpıklık katsayısı veri setlerinin ortalama etrafında dağılım simetrisinin bir göstergesidir. Toprak değişkenliklerine ilişkin çarpıklık katsayısı sıfır ise dağılımın normal (mükemmel), sıfırdan büyük ise

sağa çarpık (sağa kuyruklu), sıfırdan küçük ise sola çarpık (sola kuyruklu) olduğunu gösterir (Günal vd. 2008). Çizelgelerden EC ile $CaCO_3$ ve P içeriğinin her dört veri setinde de şiddetli düzeyde sağa çarpık (çarpıklık > 1.0) olduğu görülmektedir. Aynı özellikler her dört durumda da yayvan bir dağılım (kurtosis <0) göstermektedirler.

Çarpıklık değerlerine göre uygun dönüşümler yapılarak veriler normal dağılıma benzetilmektedir. Çarpıklık değeri 0,5'e kadar dağılım normal kabul edilmekte ve 0,5 ile 1 arası olduğunda karekök, 1 'den fazla olduğunda log-dönüşümler yapılarak verilerin normal dağılıma benzetilebilir (Webster 2001). Çalışmamızda verilerin normal dağılıma yaklaştırılması için karakök ve log- dönüşümler uygulanmıştır. Ancak çarpıklık değeri eksi (-) olan toprak değişkenlerinde çarpıklık değeri mutlak değer 1'in altına düşürülememiştir.

Basıklık değeri değişkenlerin ortalama etrafındaki dağılım şeklinin bir göstergesidir. Basıklık katsayısı 3 olduğunda değişkenlerin normal dağılım, 3'ten büyük olduğunda yayvan, 3'te küçük olduğunda ise sivri bir dağılım gösterdiğini ifade etmektedir. Yani verilerin ortalama etrafında toplanmaları sivri dağılıma işaret ederken, yayvan dağılım ortalamadan uzaklaşmaya işaret eder (Orhunbilge 2000). Çizelge 4.1'den çalışmamızda basıklık katsayısı en yüksek $CaCO_3$ (%8,45) olup, yayvan bir dağılım göstermediği anlaşılmaktadır. Diğer toprak özellikleri ise çoğunlukla sivri bir dağılım göstermektedir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, değişkenlik şiddetinin derinlik ve meşcere tipi boyunca tutarlı davrandığı anlaşılmaktadır. Örneğin, alınabilir fosfor, yarayışlı su içeriği ve EC'nin her iki alanda da yüksek derecede değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.5). Kil, organik madde, tarla kapasitesi ve yarayışlı su içeriği ise tüm alanlarda orta derecede değişkenlik göstermektedir. Yapılan birçok çalışmada araştırıcılar tarafından da benzer sonuçlar bulunmuştur (Erşahin 1999, Akbaş 2004, Yetgin 2004, Ongun 2008, Sağlam 2008, Sünal 2018).

Çizelge 4.5 Toprak özellilerine ilişkin varyasyon katsayısı değerlerinin meşcere ve derinlikler için dağılımı

Toprak Değişkenliği	Karışık Meşcere (0-15)	Karışık Meşcere (15-30)	Saf Meşcere (0-15)	Saf Meşcere (15-30)
HA (g/cm^3)	++	+	++	+
pH (1:2.5)	+	+	+	+
EC (µs/cm)	+++	+++	+++	+++
Kum (%)	++	++	+	++
Kil (%)	++	++	++	++
Silt (%)	++	+++	++	++
$CaCO_3$ (%)	++	+	++	++
OM (%)	++	++	++	++
P (ml/lt)	+++	+++	+++	+++
TK (%)	++	++	++	++
SN (%)	++	++	++	++
YSİ (%)	+++	+++	+++	+++

+ Az değişken; ++ orta derecede değişken; +++ fazla değişken

4.2 Normalite Testi Sonuçları

Toprak değişkenlerinin normal dağılım göstermesi uygulanacak istatistiksel teknikler açısından büyük önem taşımaktadır. Uygulanacak istatistiksel tekniğin seçiminde verinin dağılımı büyük önem taşımaktadır. Klasik istatistiksel teknikler (örneğin ANOVA testi), önem testleri ve güven sınırlarının hesaplanması dağılımların normal olduğu varsayımı ile yapılmakta ve sonuçların kabulü bu koşullarda sağlanmaktadır. Dağılım normal olmadığında parametrik olmayan testlerin yapılması tavsiye edilmektedir (Young et al. 1999).

Tanıtıcı istatistikleri Çizelge 4.1-4.4'te verilen her bir derinliğin dağılım analizi yapılarak toprak değişkenlerinin normal dağılım gösterip göstermediği test edilmiştir. Normalite testi için örnek sayısı 50'den fazla olması nedeniyle Kolmogorov-smimov testi uygulanmıştır (SPSS 2000). Çizelge 4.6'da tüm alan için yapılan normalite testi sonucu elde edilen D istatistik değerleri ve bunlara karşılık gelen Lilliefors düzeltmesi yapılmış P değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.6 Toprak özelliklerine ilişkin normalite testi sonuçları

Toprak Değişkenliği	Toprak Derinliği	D	Örnek Sayısı	P Değeri
HA (g/cm^3)	Karışık Meşcere (0-15)	0,054	105	0,200(*)
	Karışık Meşcere (15-30)	0,051	106	0,200(*)
	Saf Meşcere (0-15)	0,113	106	0,002
	Saf Meşcere (15-30)	0,068	106	0,200(*)
pH (1:2,5)	Karışık Meşcere (0-15)	0,095	105	0,022
	Karışık Meşcere (15-30)	0,086	106	0,054
	Saf Meşcere (0-15)	0,079	106	0,107
	Saf Meşcere (15-30)	0,101	106	0,010
EC (µs/cm)	Karışık Meşcere (0-15)	0,167	105	0,000
	Karışık Meşcere (15-30)	0,222	106	0,000
	Saf Meşcere (0-15)	0,113	106	0,002
	Saf Meşcere (15-30)	0,127	106	0,000
Kum (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,109	105	0,004
	Karışık Meşcere (15-30)	0,122	106	0,001
	Saf Meşcere (0-15)	0,085	106	0,056
	Saf Meşcere (15-30)	0,084	106	0,065
Kil (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,104	105	0,007
	Karışık Meşcere (15-30)	0,212	106	0,000
	Saf Meşcere (0-15)	0,104	106	0,006
	Saf Meşcere (15-30)	0,120	106	0,001
Silt (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,173	105	0,000
	Karışık Meşcere (15-30)	0,170	106	0,000
	Saf Meşcere (0-15)	0,159	106	0,000
	Saf Meşcere (15-30)	0,200	106	0,000
$CaCO_3$ (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,288	105	0,000
	Karışık Meşcere (15-30)	0,228	106	0,000
	Saf Meşcere (0-15)	0,166	106	0,000
	Saf Meşcere (15-30)	0,188	106	0,000
OM (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,062	105	0,200(*)
	Karışık Meşcere (15-30)	0,084	106	0,062
	Saf Meşcere (0-15)	0,177	106	0,000
	Saf Meşcere (15-30)	0,073	106	0,200(*)
P /ml/lt)	Karışık Meşcere (0-15)	0,106	105	0,006
	Karışık Meşcere (15-30)	0,183	106	0,000
	Saf Meşcere (0-15)	0,173	106	0,000
	Saf Meşcere (15-30)	0,152	106	0,000
TK (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,083	105	0,075
	Karışık Meşcere (15-30)	0,077	106	0,144
	Saf Meşcere (0-15)	0,093	106	0,024
	Saf Meşcere (15-30)	0,099	106	0,012
SN (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,058	105	0,200(*)
	Karışık Meşcere (15-30)	0,074	106	0,188
	Saf Meşcere (0-15)	0,062	106	0,200(*)
	Saf Meşcere (15-30)	0,106	106	0,005
YSİ (%)	Karışık Meşcere (0-15)	0,070	105	0,200(*)
	Karışık Meşcere (15-30)	0,065	106	0,200(*)
	Saf Meşcere (0-15)	0,113	106	0,002
	Saf Meşcere (15-30)	0,079	106	0,098

HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, $CaCO_3$: Kireç İçeriği, OM: Organik Madde, P: Alınabilir Fosfor içeriği: TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YSİ: Yarayışlı Su içeriği, **D:** istatistik değeri, **P:** D istatistik değerine karşılık gelen kritik değer

*p>0,05 ise 0,05 düzeyde normal dağılım göstermektedir.

Çizelge 4.6'dan, hacim ağırlığı, yarayışlı su içeriği ve organik madde içeriğinin karışık meşcerede 0-15 cm ve saf meşcerede 15-30 cm'de ve solma noktasının karışık ve saf meşcerede 0-15 cm'de normal dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Diğer veri setlerinin ise normal dağılımdan saptğı anlaşılmaktadır. Çizelge 4.1-4.4'te verilen tanıtıcı istatistiklere bakıldığında normalite testi sonucu normal dağılım gösteren değişkenlerin çarpıklık değerlerinin 0'a yakın olması ile bu sonuçların uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda toprak değişkenlerinden hacim ağırlığı, pH, organik madde, solma noktası ve yarayışlı su içeriği hariç diğerleri normal dağılım göstermemiş olup bunun nedeni çalışma alanınındaki gözlemlemlerimize göre bölgede rölyefin ve bitki örtüsünün çok sık değişmesine ve çalışma alanının topografyası ile anamateryaldeki faklılıklara bağlanabilir. Literatürde toprak özelliklerinin genelde normal dağılım göstermediği rapor edilmiştir. Parsel ve tarla ölçeğinde yapılan çalışmalarda toprak değişkenlerinin genellikle normal dağılım göstermediği birçok çalışmada bildirilmiştir. Örneğin ABD'de 4 farklı bölgede oldukça geniş bir alanda yürütülen bir çalışmada (Brejda et al. 2000) 17 toprak özelliğinden sadece toprak pH'sı dört alandan 3'ünde normal dağılım gösterdiği, diğer toprak özelliklerinin ise normal dağılım göstermediği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada toprak özelliklerinin bölgesel düzeyde normal dağılım göstermediği sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada ise (Young et al. (1999) 40 ha 'lik bir alanda yürütülen bir çalışmada incelenen 60 özellikten 55 tanesinin normal dağılım göstermediği belirtilmiştir. Benzer şekilde Edmonds and Lentner (1987) tarafınan 4 farklı ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda yapılan bir çalışmada 34 toprak değişkeninin büyük bir kısmının normal dağılım göstermediğini belirtmişlerdir. Young et al. (1992) tarafından yapılan çalışmada ise, 12 adet toprak özelliğinin tamamının normal dağılım göstermediği rapor edilmiş ve bunun nedeni çalışma alanındaki depozitlenmeden kaynaklandığına bağlanmıştır. Farklı toprak serilerini içeren bir alanda yapılan bir çalışmada normal dağılım gösteren tek toprak özelliğinin sadece değişebilir K olduğu belirtilerek, bunun nedeni çalışma alanının farklı zamanlarda depolanmış materyallerden oluşmasına bağlanmıştır (Akbaş 2004). Camberdella et al. (1994) 36 ve 96 ha'lık iki farklı alanda yürüttükleri çalışmada 27

toprak değişkeninin sadece 2 tanesinin ve 14 toprak değişkeninin de 4 tanesinin normal dağılım gösterdiğini bildirmektedirler.

4.2.1 Toprak özelliklerine ilişkin ortlamaların meşcere tipi ve derinlik açısından gruplandırılması

ANOVA'yı takiben yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.6'da toplu olarak verilmiştir. Bazı toprak özellikleri (örneğin hacim ağırlığı) hem meşcere tipi hem de toprak derinliği ile farklılık gösterirken, diğer bazı toprak özellikleri (örneğin, $CaCO_3$ içeriği) sadece derinlik ile ve diğer bazıları da (örneğin P içeriği) meşcere tipine göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.6. ANOVA ve LSD testleri sonucu toprak değişkenliklerinin ortalamalarının gruplandırılması

Meşcere	HA	pH	EC	Kum	Kil	Silt	$CaCO_3$	OM	P	TK	SN	YSİ
KM (0-15)	1,14 b	5,48ab	163,36 b	43,34 b	37,11 b	19,55ab	2,17a	9,68c	0,15 b	28,80 b	15,75c	13,04b
KM(15-30)	1,34c	5,36a	108,49a	38,46a	41,09c	20,45b	2,15a	6,48a	0,10a	25,88a	13,78a	12,10ab
SM (0-15)	1,04a	5,52b	181,40c	47,80c	34,16 b	18,04a	2,39b	10,90 d	0,16c	29,41 b	17,76 b	11,65ab
SM (15-30)	1,18 b	5,40ab	146,04 b	44,80 b	36,46a	18,74ab	2,36b	8,86b	0,13 b	26,12a	15,22c	10,90a

HA: Hacim Ağırlığı(g/cm^3), pH: Toprak reaksiyonu(1:2.5),EC: Elektriksel İletkenlik(µs/cm), $CaCO_3$: Kireç İçeriği(%), OM: Organik Madde(%), P: Alınabilir Fosfor içeriği(gr(lt): TK: Tarla Kapasitesi(%), SN: Solma Noktası(%), YSİ: Yarayışlı Su içeriği(%), KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Toprak özellikleri genellikle derinlikle düzenli olarak artan ya da azalan değerler alırken, meşcereler arasında bir genelleme yapmak zordur. Hacim ağırlığı ve kil içeriği derinlikle birlikte her iki meşcerede de artarken; pH, EC, kum, $CaCO_3$, yarıyışlı P, OM içerikleri ile TK, SN ve YSI azalmaktadır. HA, kum, silt, P, SN ve YSİ KM'de daha yüksek iken; pH, EC, kum içeriği, $CaCO_3$ içeriği ve TK ise SM'de daha yüksek bulunmuştur.

4.3 Jeoistatistiksel Analizler

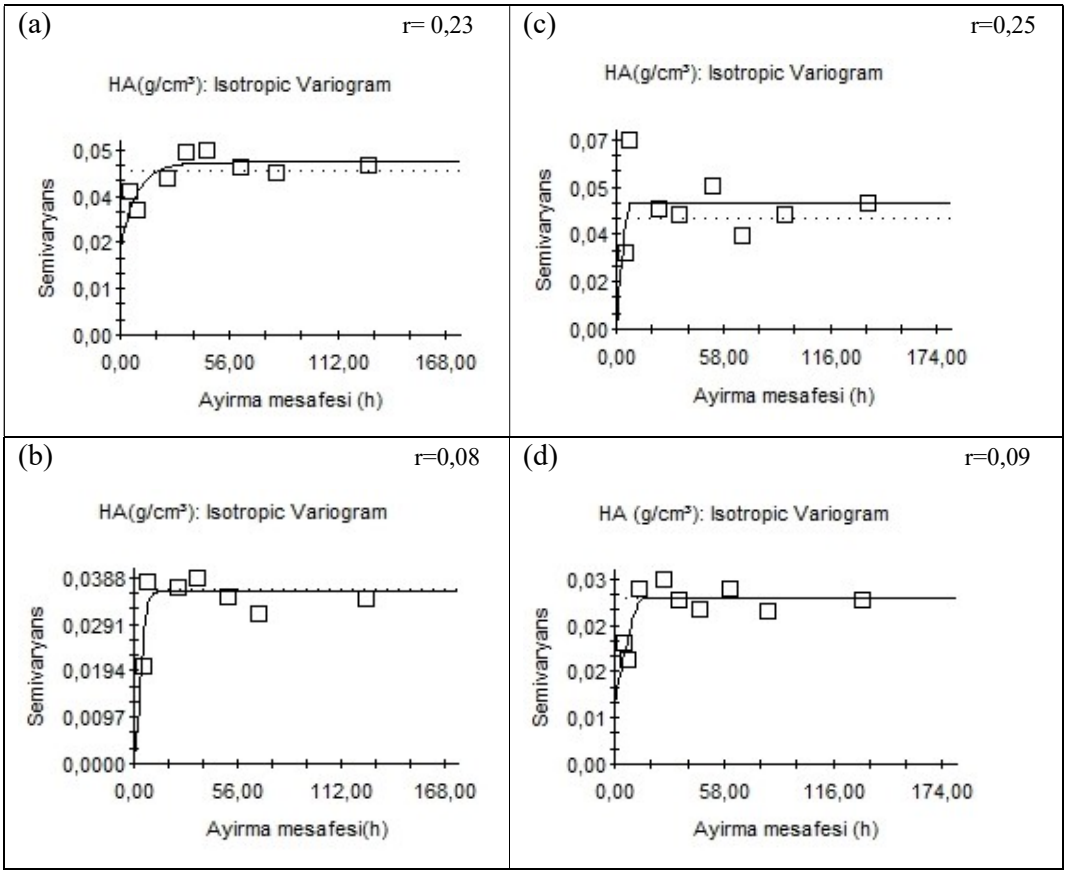
Toprak özelliklerinin uzaysal yapısı her iki alan ve derinlikte de farklılık göstermektedir. Karışık meşcerede toprak özelliklerinin deneysel semivaryogramlarının modellenmesinde üssel model daha iyi uyum gösterirken, saf meşcerede küresel modelin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Karışık meşceredeki 24 deneysel semivaryogramdan 7'si küresel, 8'i üssel, 7'si Gaussian ve 2 adedi de saf nugget model ile modellenirken; saf meşcerede 11'i küresel, 7'si üssel, 5'i Gaussian ve 1 adedi de saf nugget model ile modellenmiştir. Diğer taraftan, 0-15 cm toprak derinliğinde üssel model deneysel semivargoramların %50'sinin, 15-30 cm derinliğinde ise küresel model %54'ünün modellenmesinde kullanılmıştır. Gaussian model ise daha az sayıda deneysel semivaryograma uyumlu bulunmuştur (Çizelge 4.7).

4.3.1 Hacim ağırlığı

Hacim ağırlığı (HA) için yapılan analizde elde edilen sonuçlarlar Çizelgeler 4.7 ve 4.8 ile Şekiller 4.1 ve 4.2'de görülmektedir. Çizelge ve şekillerden HA'na ilişkin uzaysal yapının hem meşcere hem de derinliklerde farklı olduğu görülmektedir. HA için uzysal yapının modellenmesinde karışık meşcerenin 0-15 cm derinliğinde (KM0-15) üssel model daha başarılı sonuç verirken, KM15-30'da Guassian model daha başarılı bulunmuştur. Üssel model orijin yakınlarında linear davranır ve daha sonra hızla yükselir ve asimptotik olarak sill değerine yaklaşır (Isaaks and Srivastava 1989). Gausiyan model ise orijin yakınlarında parabolik davranır ve tıpkı üssel modelde olduğu gibi asimptotik olarak sill değerine yaklaşır (Isaaks and Srivastava 1989). Saf meşcerenin 0-15 (SM0-15) ve 15-30 (SM15-30) derinliklerinde küresel model başarılı bulunmuştur. Küresel model de tıpkı üssel modelde olduğu gibi orijin yakınlarında doğrusal (linear) davranır, ancak daha sonra hızla yükselir ve bir sill değerine ulaşır.

Hacim ağırlığı için range mesafesi KM0-15'te SM15-30'da olduğundan daha yüksektir. Ancak jeoistatistiksel range (Ao) mesafeleri incelendiğinde uzaysal bağımlılığın

genelde kısa mesafeli olduğu söylenebilir (Çizelge 4.7, Şekil 4.1). Nugget etkisi nugget varyansın sill'e oranı olarak tanımlanmış olup uzaysal bağımlılığın bir göstergesi olarak da kullanılmaktadır (Cambardella et al. 1994). Şayet nugget etkisi <%25 ise ilgili özelliğin kuvvetli uzaysal bağımlı, %25-75 arasında ise orta düzeyde uzaysal bağımlı ve %75'ten büyük ise zayıf uzaysal bağımlı olduğu belirtilmiştir (Cambardella et al. 1994). HA SM0-15 ve KM15-30'da kuvvetli uzaysal bağımlı (%0,21 ve %0,56) iken, KM0-15 ve SM15-30'da ise orta düzeyde uzaysal bağımlıdır (%48,89 ve %36,24). Deneysel semivaryogramın modellenmesinde R^2 0.86 ile en yüksek karışık meşcede (15-30) en düşük ise 0.52 ile saf meşcerede (0-15 cm) elde edilmiştir. Çapraz değerlendirmede elde edilen korelasyon katsayısının düşük olması (Çizelge 4.7), her dört durumda da elde edilen teorik semivaryogramların deneysel semivaryogramları sınırlı düzeyde temsil edebildiğini göstermektedir.



Şekil 4.1 Toprak hacim ağırlığının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çizelge 4.7 Toprak özelliklerine ilişkin semivaryogram parametreleri ve modelleme performans göstergeleri

Özellik	Meşcere Tipi	ALM	Lag aralıkları	Model	C	Cs	Ao (m)	Co/(Cs) x 100	R^2	r	RSS
HA	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 50, 70, 90 m	Exponential	0,02321	0,04652	25,50	49,89	0,608	0,23	$8,51x10^{-5}$
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Guassian	0,0020	0,359	8,31	0,56	0,732	0,08	$6,61 x10^{-5}$
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 25, 40, 60, 80, 100 m	Spherical	0,0001	0,0474	8,0	0,21	0,268	0,25	$8,61 x10^{-4}$
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 15, 30, 40, 50, 70, 90 m	Spherical	0,01064	0,02928	16,20	36,34	0,674	0,09	$5,64 x10^{-5}$
pH	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 50, 70, 90 m	Exponential	0,00718	0,01446	29,70	49,65	0,744	0,10	$5,62 x10^{-6}$
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Guassian	0,00001	0,01482	5,60	0,07	0,584	0,10	$8,09 x10^{-5}$
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 25, 30, 40, 60, 80 m	Exponential	0,1372	0,2754	47,10	49,82	0,674	0,18	$3,65 x10^{-3}$
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 50, 60, 70 m	Guassian	0,0001	0,2432	7,62	0,04	0,136	0,002	$7,62 x10^{-3}$
EC	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 50 70, 90, 100 m	**Saf nugget**	14,231	14,231	Geçerli değil	100	0,415	0,05	$2,88 x10^{-3}$
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Guassian	0,0001	0,2012	7,96	0,05	0,377	0,19	0,0181
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 25, 30, 40, 60, 80 m	Exponential	0,0548	0,1386	7,20	39,54	0,711	0,10	$4,63 x10^{-5}$
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 50, 60, 70 m	Spherical	0,0001	0,1752	8,70	0,06	0,670	0,16	$1,59 x10^{-3}$
Kum	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 15, 25, 40, 60, 100 m	Guassion	16,28	47,01	37,58	34,63	0,959	0,26	47,2
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 50, 60, 80, 100 m	Exponential	6,78	38,03	68,40	17,83	0,913	0,46	67,8
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 25, 30, 40, 60, 80 m	Exponential	18,46	42,27	109,5	43,67	0,955	0,32	17,6
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 m	Spherical	0,90	37,29	13,60	2,41	0,735	0,32	134,
Kil	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 15, 25, 40, 60, 100 m	Guassian	6,54	28,32	17,49	23,09	0,788	0,25	84,1
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 15, 30, 40, 50, 60, 80 m	Spherical	0,01	30,77	8,60	0,03	0,340	0,03	6,63
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 25, 30, 40, 60, 80 m	Guassian	0,01	23,25	9,17	0,04	0,652	0,08	85,2
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80, 100 m	Spherical	14,95	31,80	25,0	47,01	0,684	0,27	81,4
Silt	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 15, 30, 45, 50, 65, 80 m	Exponential	7,93	17,98	60,60	44,10	0,629	0,03	32,0
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 25, 40, 60, 70, 90 m	Spherical	0,0001	0,0912	8,40	0,11	0,291	0,18	$8,23 x10^{-3}$
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 15, 30, 45, 60, 75, 90 m	Exponential	7,89	15,79	89,4	49,97	0,688	0,44	25,6
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80, 100 m	Spherical	0,10	18,970	9,87	0,53	0,608	0,002	86
$CaCO_3$	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 15, 25, 40, 60, 90, 100 m	**Saf nugget**	0,36924	0,3694	geçerli değil	99,96	0,254	0,03	$1,81 x10^{-3}$
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80, 100 m	Spherical	0,0342	0,0763	24,20	44,82	0,738	0,06	$3,77 x10^{-4}$
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 15, 25, 40, 60, 80 m	Exponential	0,01111	0,02232	27,0	49,78	0,488	0,37	$3,51 x10^{-5}$
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Spherical	0,00001	0,02492	8,00	0,04	0,230	0,23	$4,94 x10^{-4}$
OM	KM (0-15 cm)	168 m.	5, 10, 15, 25, 40, 60, 90, 100 m	Spherical	0,30000	4,631001	10,10	6,48	0,841	0,16	0,419
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 15, 30, 40, 50, 60, 80 m	Guassian	0,0001	0,1352	10,21	0,07	0,605	0,05	$6,25 x10^{-3}$
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 15, 25, 40, 60, 80 m	Exponential	1,480	6,712	4,38	22,05	0,838	0,24	3,40
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Spherical	0,84	6,34	11,90	13,25	0,828	0,18	1,13

Çizelge 4.7 Toprak özelliklerine ilişkin semivaryogram parametreleri ve modelleme performans göstergeleri (devam)

Özellik	Meşcere Tipi	ALM	Lag aralıkları	Model	C	Co	Ao (m)	Co/(Cs) x 100	R^2	r	RSS
P	KM (0-15 cm)	105 m.	5, 10, 15, 30, 40, 50, 75, 90 m	Guassion	0,0631	0,2392	16,62	26,37	0,751	0,23	6,54 $x10^{-3}$
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80, 100 m	Exponential	0,0855	0,3540	48,30	24,15	0,879	0,18	6,16 $x10^{-3}$
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 25, 40, 60, 80, 100 m	Spherical	0,1239	0,2928	46,70	42,32	0,949	0,25	1,42 $x10^{-3}$
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Guassian	0,001	0,318	9,87	0,31	0,723	0,42	0,0143
TK	KM (0-15 cm)	105 m.	5, 10, 25, 40, 50, 70, 90 m	Exponential	7,00	46,69	16,50	14,99	0,742	0,31	84,2
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Spherical	0,001	0,323	8,50	0,31	0,374	0,07	0,0332
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 15, 30, 50, 70, 90 m	Exponential	18,90	70,69	30,9	26,74	0,812	0,27	268
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 15, 30, 40, 60, 80 m	Guassain	0,0001	0,0766	8,31	0,13	0,487	0,11	1,66 $x10^{-3}$
SN	KM (0-15 cm)	105 m.	5, 10, 25, 40, 60, 80, 100 m	Spherical	3,260000	19,00	9,10	17,16	0,237	0,028	57,01
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Spherical	0,01000	13,96	8,30	0,07	0,306	0,039	94,6
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 15, 30, 50, 70, 90 m	Spherical	0,010	27,21	8,4	0,04	0,493	0,036	138
	SM (15-30 cm)	249 m.	5, 10, 15, 25, 35, 45, 55 m	Spherical	0,01	30,090	80,10	0,03	0,242	0,009	1314,
YSİ	KM (0-15 cm)	105 m.	5, 10, 25, 40, 50, 70, 90 m	Exponential	6,96	32,41	10,10	21,7	0,839	0,39	48,9
	KM (15-30 cm)	168 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80 m	Exponential	12,48	26,23	46,50	47,58	0,743	0,30	41,7
	SM (0-15 cm)	174 m.	5, 10, 15, 30, 50, 70, 90 m	Guassian	0,0001	0,2922	8,66	0,03	0,756	0,15	5,29 $x10^{-3}$
	SM (15-30 cm)	174 m.	5, 10, 30, 40, 60, 80, 100 m	**Saf nugget**	0,6281	0,6281	167,03	100	0,667	0,76	0,0104

Ao: Range (m), C: Yapısal semivaryans, Co: Külçe (nugget) varyans, R^2=Regresyon determinasyon katsayısı, r = Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RSS: Hata kareler toplamı, ALM; Aktif lag mesafesi, SM: Saf meşcere, KM: Karışık meşcere, Co/(Co+C)x100=Nugget etkisi

Yapılan bazı çalışmalarda HA'nın değişik Ao değerleri aldığı rapor edilmiştir. Bunun nedeninin HA'nın arazide aşırı değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Trangmar et al.1985, Warrick et al. 1986). Örneğin, yapılan bazı çalışmalarda hacim ağırlığı için range değerleri 55,2 m (Dikmen vd. 2013), 1054 m (Sağlam 2008), 60 m (Yetgin 2004) ve 196 m (Ongun 2008) olarak rapor edilmiştir. Çalışma alanına yakın mesafede olan Çankırı-İndağı'nda 400 x 600 m genişliğindeki karaçam (*Pinus nigra Arnold*) plantasyonunda, düzensiz aralıklarla toplam 52 noktadan 0-15 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde HA'nın range mesafesinin 137 m olduğu rapor edilmiştir (Başaran 2005). Bizim çalışmamızda HA'ya ilişkin Ao 25-8 m arasında değişik değerler almış olup bunun nedeni çalışma alanındaki orman topraklarının aşırı değişkenlik göstermesine bağlanmıştır. Nitekim Boruvka et al. (2007) orman topraklarında genellikle meşcere etkisinin çok karmaşık olması nedeniyle değişkenliğe etki eden faktörlerin tek tek etkilerinin açıklanmasının zor olduğunu belirtmektedir. Hacim ağırlığına toprağın organik maddesi, eğim, yüzey altı su akışlarının şiddeti ve hızı ile toprak tekstürü direkt etkilidir (Çepel 1995).

Çizelge 4.7'deki hacim ağırlığı için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Çizelge 4.8'de görülmektedir. Kriglemede Ao içerisine düşen en yakın 16 komşu değer kullanılmıştır. Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

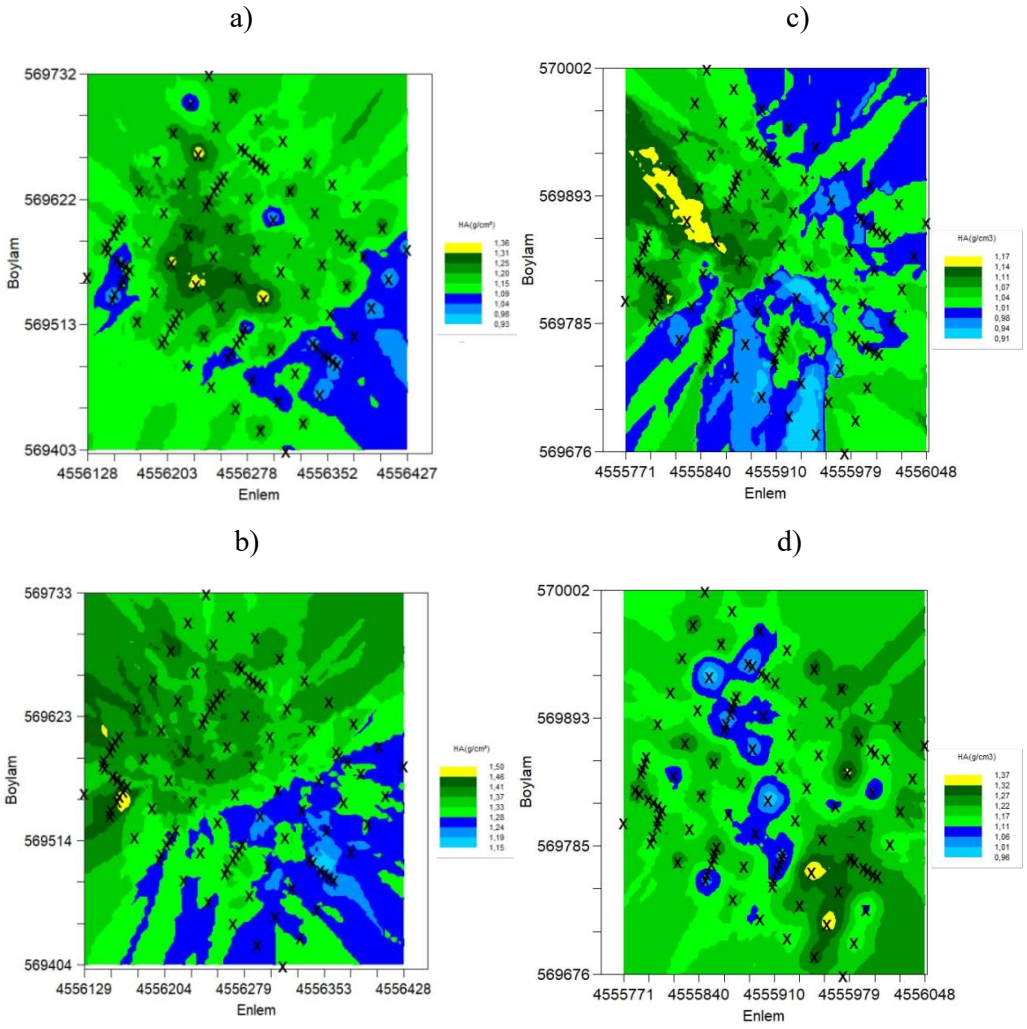
Çizelge 4.8 Toprak hacim ağırlığının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15 cm)	1,14	1,14	0,21	0,0028	18,42	0,24	0,23	18,93
KM (15-30 cm)	1,34	1,33	0,19	0,0034	14,18	0,26	0,08	11,87
SM (0-15 cm)	1,04	1,03	0,17	0,0019	16,35	0,19	0,25	14,02
SM (15-30 cm)	1,18	1,18	0,17	0,0021	14,41	0,18	0,09	11,65

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da oldukça birbirlerine yakın bulunmuştur. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri

tahmin edilen değerler için çok daha düşük olup, bu durumun modelin tahminde düşük değerleri yüksek, yüksek değerleri ise daha düşük tahmin etme eğiliminden kaynaklandığı söylenebilir. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük olmasına karşın, nispi ortalama mutlak hatanın KM0-15 ve SM15-30 için %10 civarında olmasından, bu konular için yapılan tahminin tatminkar olduğu söylenebilir.



Şekil 4.2 Çalışma alanında toprak hacim ağırlığının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir

Şekil 4.2'den, hacim ağırlığının krigleme ile tahmin edilen değerlerinin uzaysal değişim deseninin KM0-15 ve SM0-15'te benzer davrandığı görülmektedir. Arazi üzerindeki gözlemlerimizden KM0-15 ve SM0-15'te mikro topografyadaki faklılığın neden olduğu yüzey erozyonu nedeniyle aşınma bölgelerinde üst toprağın sığ olduğu kısımlarda HA'nın yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak, KM 15-30 ve SM15-30'da HA'nın uzaysal değişim deseninin oldukça farklı olduğu söyleneblir.

Jeoistatistiksel range mesafesi (Ao) bir değişkenin uzaysal olarak otokorele olduğu maksimum mesafeyi bildirir. Genellikle her iki meşcerede de Ao 0-15 cm derinlikte, 15-30 cm derinlikte olduğundan daha yüksektir. Benzer örnekleme deseni ve sıklığı kullanılarak yapılan diğer çalışmalarla (Erşahin 1999, Akbaş 2004, Sağlam 2008, Gül 2015) karşılaştırıldığında bu çalışmada elde edilen jeoistatistiksel range değerlerinin genellikle çok daha düşük olduğu görülmekte olup, bunun nedeni diğer çalışmaların düz veya düze yakın tarım alanlarında, bu çalışmanın ise engebeli orman alanında yapılmış olmasına bağlanabilir. Nitekim Gül (2019) tarafından çam, meşe ve tarım alanlarının bulunduğu 1000 ha'lık alanda yapılan bir çalışmada, benzer örnekleme deseni ve sıklığında çölleşme riski (environmmental sensitivity index) için uzaysal range mesafesi tarım arazisinde 666 m, meşe ormanlarında 75 m ve çam ormanlarında ise 96 m bulunmuştur. Kuzeybatı İspanya'da farklı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin araştırıldığı ormanlık bir alanda, Ao'ın kısa olup, 3,86 m ile 18,51 m arasında değiştiği rapor edilmiştir (Gallardo, 2003). Fundalık ve mera bitki topluluklarının karşılaştırıldığı bir çalışmada iki farklı bitki topluluğu altındaki arazilerde 0-10 cm toprak derinliğinden alınan fosfor için Ao'ın 20,91 m olduğu belirtilmiştir (Gallardo et al. 2007). Buradan hareketle toprak özellikleri için Ao'ın bitki örtüsü, topografya ve arazi kullanımı tarafından oldukça etkilendiği düşünülebilir. Bu bağlamda, yapılacak karşılaştırmalarda örnekleme deseni ve sıklığının Ao üzerine etkisi de mutlaka dikkate alınmalıdır.

Nugget varyans, mevcut örnekleme sıklığı ve deseninde mesafeye bağlı olarak açıklanamayan varyans olarak tanımlanmıştır (Isaaks and Srivastava 1989). Nugget varyans, örnekleme aralıklarının yeterince kısa tutulmaması, mikro topoğrafyadaki sık ve ani değişiklikler, örneklerin laboratuvar analizinde yapılan hatalar ve GPS koordinatlarının alınmasında yapılan kaydırmalar da dahil olmak üzere birçok faktörden

kaynaklanabilir (Mualla and McBratney 2000, Gregory et al. 2006). Nugget etkisi nugget varyansın sill'e oranı olup, yüzde olarak ifade edilir. Bizim çalışmamızda, toprak özelliklerine ilişkin nugget etkisi genelde yüksek olup, bunun nedeni mikro topoğrafyanın son derece değişken olması ve buna bağlı olarak orman altı bitki örtüsünün kısa mesafelerde aşırı değişken olmasına bağlanabilir. Özellikle nugget etkisinin her iki meşcerede de 0-15 cm derinlikte pH, EC, kum, silt, $CaCO_3$ ve TK için çok daha yüksek olması bu tezimizi desteklemektedir. Ancak nugget etkisi bakımından meşcereler arasında sistematik bir farklılık gözlenmemiştir.

Semivaryogramın Ao değerine karşılık aldığı değer sill olarak adlandırılır. Sill, tıpkı Ao değerlerinde olduğu gibi 0-15 cm'de genellikle yüksek değerler almıştır. Ancak, toprak özelliklerine ilişkin sill değerlerinin genel varyans değerinin altında olması, toprak özellikleri için uzaysal yapıda global (genel) bir trend olmadığını göstermektedir (Trangmar et al. 1985, Sünal vd. 2017). Diğer taraftan, toprak özelliklerine ilişkin izotropik semivaryogramlar için hesaplanan Ao değerlerinin çalışma alanlarının en kısa ekseni olan, karışık meşcerede 105 m ve saf meşcerede 120 m'den daha kısa olması, seçilen çalışma alanının hedeflenen çalışma için yeterince geniş olduğunu göstermektedir.

Nugget etkisi aynı zamanda ilgili özelliğin uzaysal bağımlılık şiddetinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Cambardella et al. 1994). Cambardella et al. (1994) tarafından önerilen sınıflamaya göre, şayet nugget etkisi <%25 ise ilgili özelliğin kuvvetli uzaysal bağımlı, %25 ve %75 arasında ise orta uzaysal bağımlı ve %75 ve üzerinde ise zayıf uzaysal bağımlı olduğuna karar verilir. Bu bağlamda, toprak özelliklerinin üst topraklarda (0-15 cm) genellikle orta ve zayıf uzaysal bağımlı, 15-30 cm derinlikte ise kuvvetli ve orta uzaysal bağımlı olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.7). Üst toprakta uzaysal bağımlılığın daha düşük olmasının ise vejetasyon ile mikro topografya etkileşiminin 0-15 cm toprak derinliğinde daha belirleyici olmasına bağlanabilir. Nitekim bitki örtüsünün türü, yaşı ve sıklığı, toprağa giren organik maddenin miktarını ve niteliğini; toprakların ana materyal farklılıkları ve toprak taşınmasının şiddetinin ise toprak tekstür bileşenlerinin değişkenliğini önemli derecede

etkilediği belirtilmiştir (Charles and Garten 2002). Uzaysal bağımlılığın şiddeti açısından meşcereler arasında ise bir genelleme yapmak zordur.

Modelleme çalışmalarında en başarılı modelin elde edilmesine yönelik birçok alternatif denenmesine karşın, toprak özelliklerinin birçoğu için deneysel semivaryogramların modellenmesinde yeterince başarı elde edilememiştir. Çizelge 4.7'de modelleme performans ölçütleri (R^2, r ve RSS) birlikte değerlendirildiğinde, çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r) ve determinasyon katsayısı (R^2) nın genelde düşük olduğu görülmektedir. Buradan, teorik semivaryogramların ilgili deneysel semivaryogramları yeterince temsil edemediği söylenebilir. Bunun başlıca iki nedeninin olduğu düşünülmektedir. Verinin fazla değişken ve nugget etkisinin yüksek olması. Nitekim Li and Heap (2011) ilgili özelliğin değişkenliği ve örnekleme yoğunluğu ile örnekleme deseninin tahmin başarısını etkileyen en önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Daha önce de belirtildiği üzere, nugget etkisinin yüksek olması bu alanda daha sık bir örnekleme yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

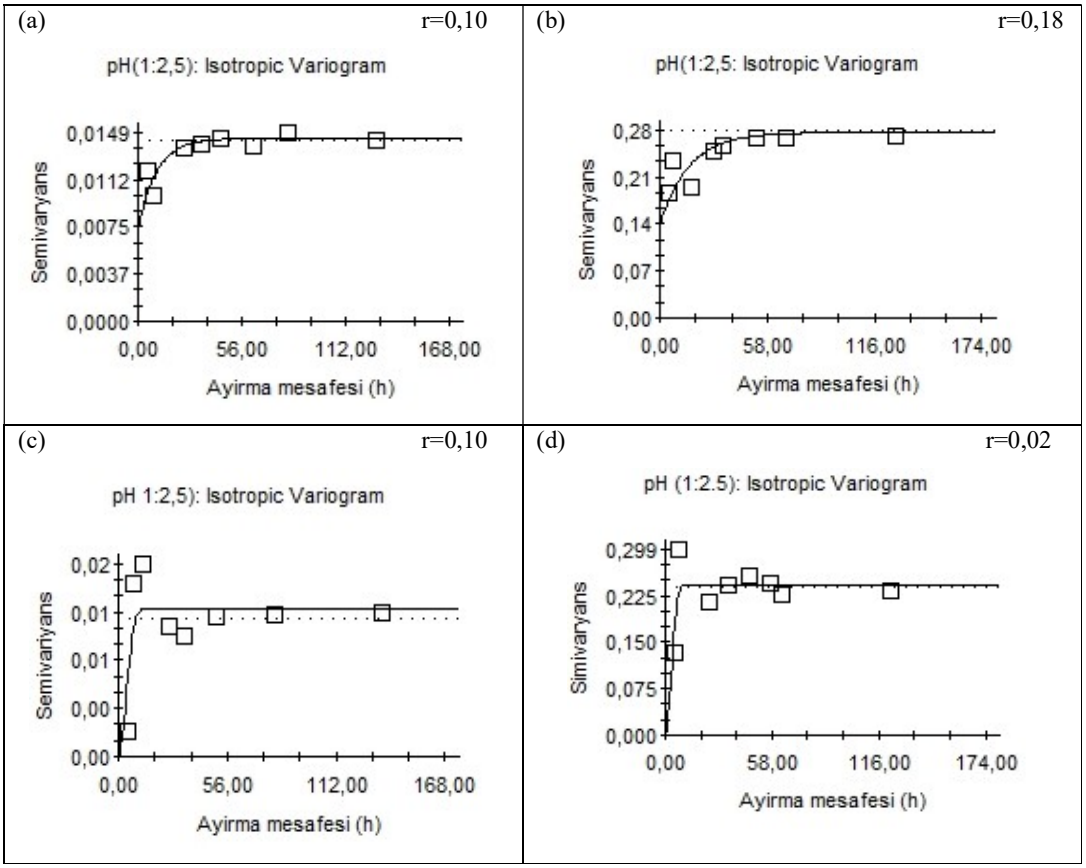
4.3.2 pH

Çalışmada pH için yapılan analizde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de şekiller ise Şekiller 4.3 ve 4.4'te görülmektedir. Karışık meşcerede (0-15 cm) semivaryogram için aktif lag mesafesi 168 m ve lag aralıkları 5, 10, 30, 40, 50, 70, 90 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin Üssel model olduğu görülmüştür (Şekil 4.3a). Semivayogramın modellenmesinde uyumu bozan bir değer dışarıda bırakılmıştır (Ek 1).

Saf meşcere için (0-15 cm) en uygun aktif lag mesafesi 174 m ve lag aralıkları 5, 10, 25, 30, 40, 60, 80 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin Exponential model olduğu görülmüştür (Şekil 4.3b). Tıpkı 0-15 cm derinlik için olduğu gibi burada da uyumu bozan bir değer çıkarılmıştır (Ek 1).

Karışık meşcere için (15-30 cm) aktif lag mesafesi 168 m ve lag aralıkları 5, 10, 15, 25, 40, 50, 70, 80, 95 m olarak belirlenmiş ve uyumu bozan üç değer çıkarılarak (Ek 1) semivayogram modellenmiştir. En uygun modelin ise Guassian model olduğu görülmüştür (Şekil 4.3c).

Saf meşcerede 15-30 cm için aktif lag mesafesi 174 m ve lag aralıkları 5, 10, 30, 40, 50, 60, 70 m olarak belirlenmiştir. Uyumu bozan iki değer çıkartılarak yapılan deneysel semivaryogramın modellenmesinde tıpkı SM15-30'de olduğu gibi en uygun modelin Guassian model olduğu görülmüştür (Şekil 4.3d). Teorik semivaryograma ilişkin hesaplanan parametreler verilerek semivaryogramın uygunluğu çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiştir (Çizelge 4.7). Yapılan yönsel analizden anizotropi (yönsellik) olmadığı anlaşıldığından izotropik analize devam edilmiştir.



Şekil 4.3 Toprak pH'sının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Tıpkı HA'da olduğu gibi pH için de range mesafesi her iki meşcerede de 0-15 cm derinlikte yüksek olup, 15-30 cm derinlikte daha düşüktür. Ancak, genel olarak range mesafelerine bakıldığında uzaysal bağımlılığın kısa mesafeli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.3). Aynı şekilde, tıpkı HA'da olduğu gibi, range mesafesi ile nuget etkisi arasında doğru orantılı bir seyir bulunmaktadır. Uzaysal bağımlılık tıpkı HA'daki gibi her iki meçcere için üst topraklarda kuvvetli iken, alt topraklarda ortadır (Çizelge 4.7). Deneysel semivaryogramın medellenmesinde en yüksek R^2 0.744 ile KM0-15 en düşük ise 0.136 ile SM15-30 için elde edilmiştir. Hacim ağırlığında olduğu gibi çapraz değerlendirme sonucunda elde edilen korelasyon katsayısının düşük olması (Çizelge 4.7), her dört durumda da elde edilen teorik semivaryogramların deneysel semivaryogramları yeterince temsil edemediğini göstermektedir.

Yapılan birçok çalışmada pH için oldukça farklı jeoistatistiksel range değerleri rapor edilmiştir. Örneğin, 1295 m (Sağlam 2008), 114 m (Yetgin 2004), 263 m (Ongun 2008), 62 m (Akbaş 2004), 96 m (Gül 2015) bunlardan bazılarıdır. Nugget etkisi üst topraklarda alt topraklara nazaran çok daha yüksek olup (Çizelge 4.7), bunun nedeni tıpkı HA için olduğu bitki örtüsünün pH üzerindeki etkisinin üst taporaklarda çok daha belirgin olmasına bağlanmıştır.

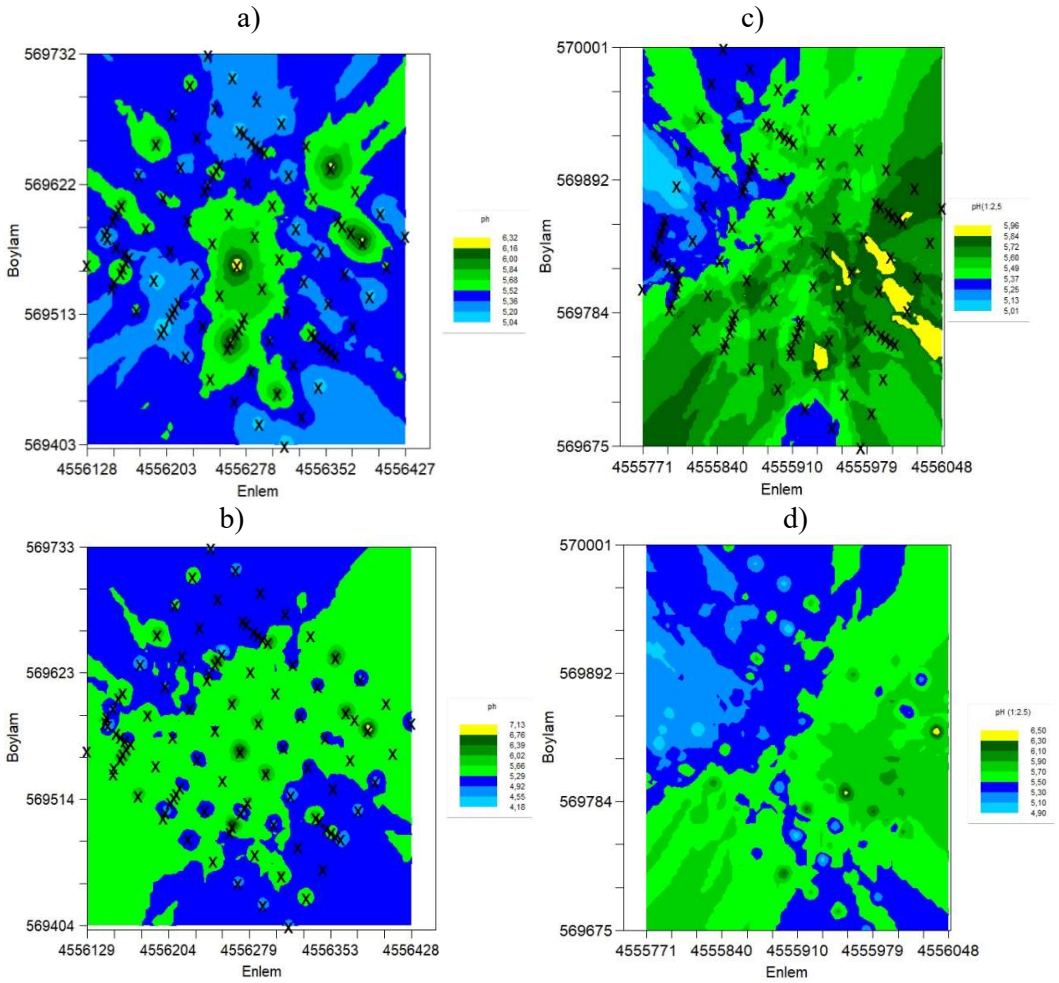
Çizelge 4.7'deki pH için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.3 ve 4.4'te görülmektir. Kriglemede Ao mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.

Çizelge 4.9 Toprak pH'sının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	5,48	5,45	0,58	0,1893	10,58	3,47	0,10	8,22
KM (15-30)	5,36	5,34	0,57	0,0290	10,63	0,54	0,10	7,91
SM (0-15)	5,52	5,53	0,54	0,0439	9,78	0,79	0,18	7,99
SM (15-30)	5,40	5,94	0,50	0,0207	9,26	0,35	0,02	8,02

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RMAE: Hata kareler ortalamasının karekökü RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da oldukça birbirlerine yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşük olup, bu durumun modelin tahminde küçük değerleri yüksek yüksek değerleri ise daha düşük tahmin etme eğiliminden kaynaklandığı söylenebilir. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük olmasına karşın, tüm çalışma alanında nispi ortalama mutlak hatanın %10'un altında olmasından yapılan tahminin başarılı olarak kabul edilebileceği düşünülmektedir.

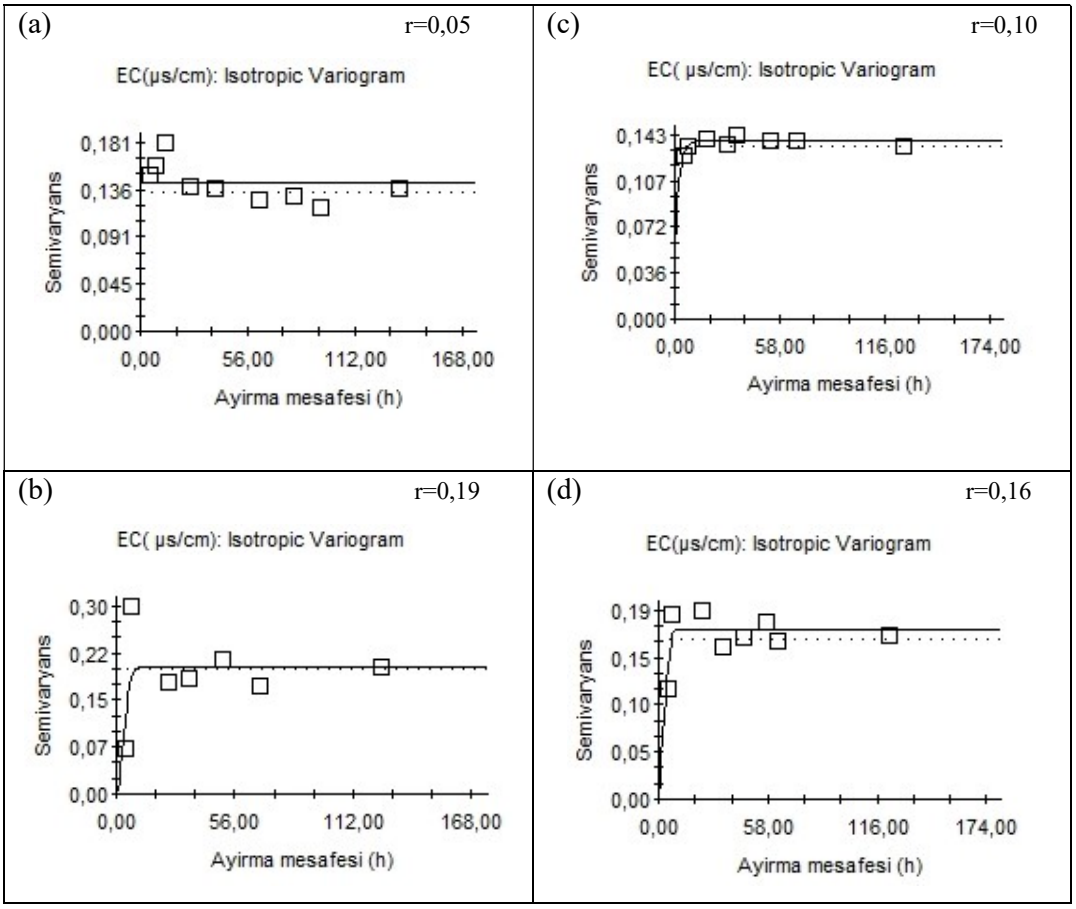


Şekil 4.4 Çalışma alanında toprak pH'sının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm), meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir

Şekil 4.4'den, toprak pH'sının krigleme ile tahmin edilen değerlerinin uzaysal değişim deseninin, karışık meşcerenin tersine, saf meşcerenin alt ve üst topraklarında benzer davrandığı görülmektedir. Karışık meşcerede 0-15 cm derinliğinde ise çalışma alanının güneyi ve doğusunda (şekle göre) lokal bölgedelerde pH azalmıştır. PH değerindeki azalmanın lokal erozyondan ileri geldiği düşünülmektedir. Bu nedenle aşınan alanda ölü örtü tabakası da nispeten azalmaktadır.

4.3.3 Elektriksel İletkenlik (EC)

EC için yapılan analizde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de ve şekiller 4.5 ve 4.6 de görülmektedir. Her 4 konu için en uygun modelleme sonucunu veren aktif lag mesafesi ve lag aralıkları farklıdır (Çizelge 4.7). EC için KM0-15'de saf nugget model uygun iken, diğer konularda farklı modeller daha başarılı sonuçlar vermiştir. A_o değerleri KM0-15 dışındaki konular için düşük ve oldukça yakın değerler almıştır. EC'nin kısa mesafelerde değişken olması bitki örtüsünün EC üzerindeki kuvvetli etkisi ile açıklanabilir. Bitki örtüsündeki kısa mesafeli değişim, ölü örtü ve ölü örtünün ayrışmasının son derece değişken olması ölü örtünden toprağa geçen tuzların birikme ve yıkanmasını yakından kontrol etmiş olabilir. Determinasyon katsayısı ve r'nin değerlerine bakıldığında semivaryogramların modellenmesinde ilgili modellerin yeterince başarılı olduğu söylenemez. Özellikle nugget etkisinin oldukça düşük olduğu konularda bile modelleme başarısı düşüktür. KM15-30 için ise aktif lag mesafesi 168 m ve lag aralıkları 5, 10, 30, 40, 60, 80 m olarak belirlenmiştir. Modellemede tıpkı HA ve pH için olduğu gibi uyumu bozan üç değer değerlendirme dışında (EK 1) tutulmuştur. KM0-15 için deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin Guassian model olduğu görülmüştür (Şekil 4.5b). SM0-15 için aktif lag mesafesi 174 m ve lag aralıkları 5, 10, 25, 30, 40, 60, 80 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin exponential model olduğu görülmüştür (Şekil 4.5c). SM15-30 için ise aktif lag mesafesi (ayırma mesafesi) 174 m ve lag aralıkları 5, 10, 30, 40, 50, 60 70 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin spherical model olduğu görülmüştür (Şekil 4.5d). EC değerinin yöne bağlı (anisotropik) analizi sonucu anizotropi (yönsellik) olmadığı anlaşıldığından izotropik analize devam edilmiştir.



Şekil 4.5 Toprak EC'sinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çizelge 4.7'deki EC için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.5'de görülmektir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır. Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da oldukça birbirlerine yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşük olup, bu durumun modelin tahminde küçük değerleri yüksek, yüksek değerleri ise daha düşük tahmin etme eğiliminden kaynaklandığı söylenebilir. Karışık meşcerenin 0-15 cm derinliğinde saf nuget etkisi olması nedeniyle, çapraz

değerlendirme korelasyon katsayısı çok düşüktür. Range mesafesi ise nugget etkisinin olmadığı SM0-15'de derine doğru (15-30 cm) artış gösterirken nugget etkisi de azalmıştır (Çizelge 4.10). Nispi ortalama mutlak hatanın %32-44 civarlarında olması yapılan tahminin iyi olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, EC için yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

Çizelge 4.10 Toprak EC'sinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

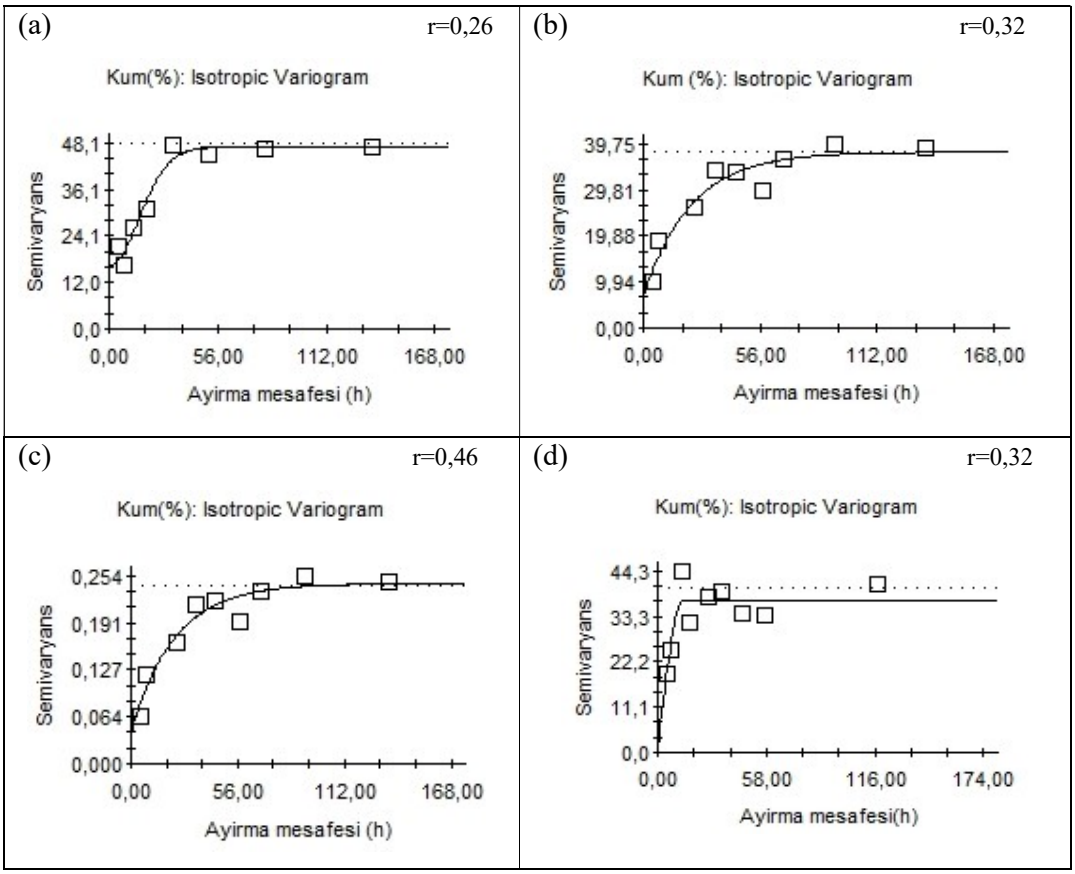
Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	163,36	164,18	69,70	219,7783	42,67	133,86	0,05	44,64
KM (15-30)	108,49	108,98	59,14	252,4711	54,51	231,67	0,19	39,56
SM (0-15)	181,40	182,34	70,83	344,1896	39,05	188,76	0,10	32,64
SM (15-30)	146,04	146,67	63,24	315,4562	43,30	215,08	0,16	34,14

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

4.3.4 Kum içeriği

Kum içeriğine ilişkin aktif lag masefesi ve lag aralıkları meşcere ve toprak derinlikleri açısından oldukça farklıdır (Çizelge, 4.7). Aynı şekilde model tipi, Ao ve nugget etkisinin de konular arasında farklı olduğu görülmektedir (Çizelge, 4.7 ve Şekil 4.7). Semivaryogramın modellenmesinde karışık meşcerenin 0-15 cm derinliğinde uyumu bozan 4 değer, 15-30 cm derinliğinde 3 değer ve saf meşcerinin 15-30 cm derinliğinde ise 3 değer değerlendirme dışında bırakılmıştır (EK 1). Her dört semivaryogramın da genel varyansın altında bir sill değerine ulaşmış olması, kum için bir global trendin olmadığını göstermekte olup, seçilen alanın jeoistatistiksel analiz için yeterince geniş olduğunu göstermektedir. Ancak, her 4 konu için de r değerlerinin düşük olması meçcerelerde kum için daha sık ya da faklı bir örnekleme deseninin uygulanması gerektiğini göstermektedir. Şekil 4.7'den saf meşcerinin 15-30 cm derinliği için semivaryogramın diğerlerinden oldukça faklı olduğu görülmekte olup bu durumun daha çok ana materyalin uzaysal yapısı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Hacim ağırlığında olduğu gibi kum içeriği için de range mesafesi saf meşcerede 0-15 cm derinlikte yüksek

olup, 15-30 cm derinlikte azalmaktadır. Fakat karışık meşcerede tersi bir durum söz konusudur.



Şekil 4.6 Toprak kum içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Bizim çalışmamızda kum için uzaysal bağımlılık mesafesi en kısa saf meşcerede (15-30 cm) 13,60 m, en uzun ise saf meşcerede (0-15 cm) 109,5 m olduğu görülmüştür. Yapılan birçok çalışmada kum içeriğinin oldukça farklı jeoistatistiksel range değerleri aldığı rapor edilmiştir (Yetgin 2004, Akbaş 2004, Başaran 2005, Kılınç vd. 2006, Sağlam 2008, Ongun 2008, Sünal 2018).

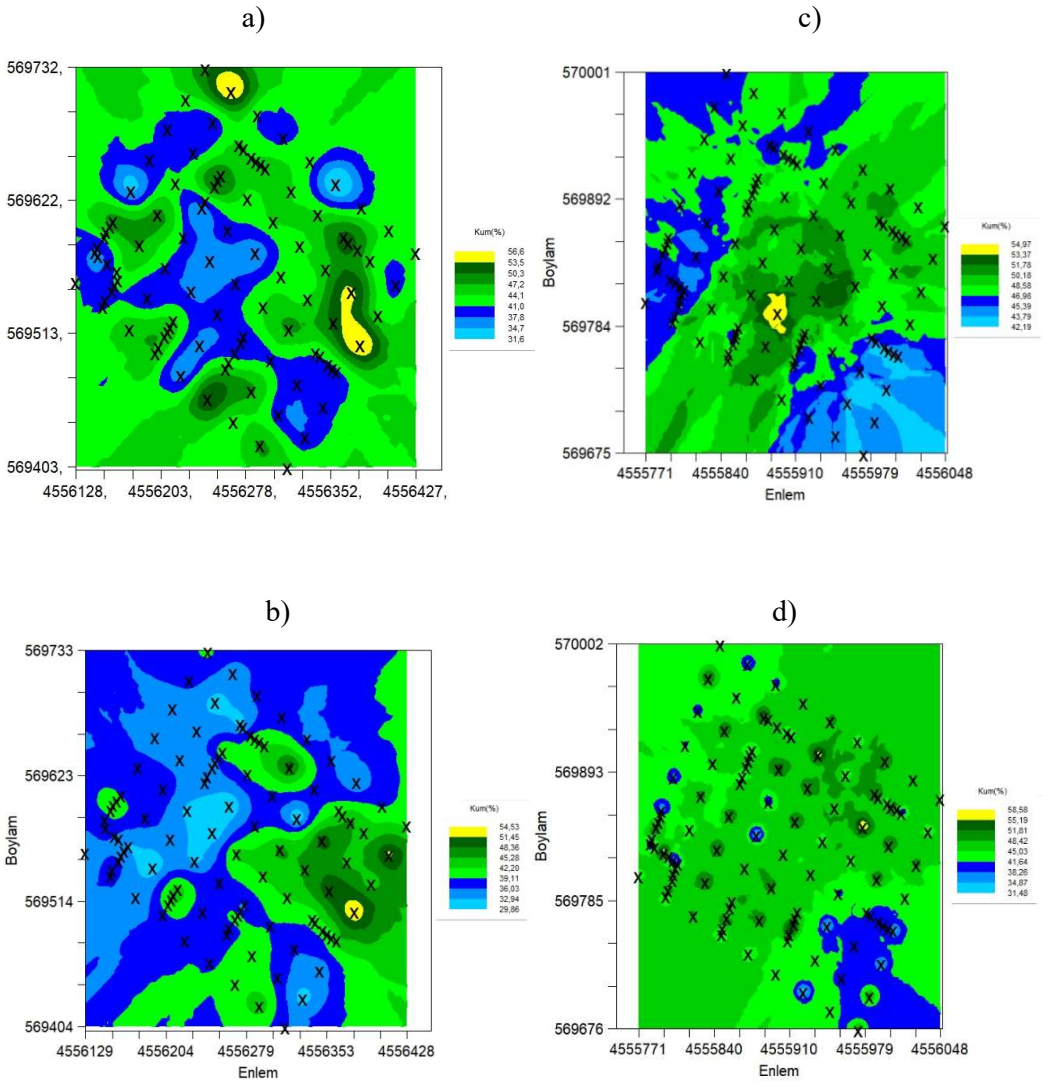
Çizelge 4.7'deki kum içeriği için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.6 ve 4.7'de görülmektir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır. Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.81 Toprak kum içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerleri ve krigleme performans kriterleri

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	43,34	43,01	7,12	12,1629	16,43	28,28	0,26	13,39
KM (15-30)	38,71	38,53	6,32	14,2664	16,33	37,03	0,46	18,69
SM (0-15)	47,80	47,45	6,35	10,5068	13,28	22,14	0,32	10,19
SM (15-30)	45,30	45,37	6,95	6,0524	15,34	13,34	0,32	13,28

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da oldukça birbirlerine yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşük olup, bu durumun modelin tahminde küçük değerleri yüksek yüksek değerleri ise daha düşük tahmin etme eğiliminde olduğunu gösterir. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük olmasına karşın, nispi ortalama mutlak hatanın karışık KM15-30 haricinde (%18,69) diğerlerinde %10 civarında olması yapılan tahminin tatminkar olduğunu göstermektedir. Yüzey haritalarından kum içeriğinin üst ve alt topraklardaki uzaysal dağılım deseninin nispeten benzer olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, SM15-30 için nugget etkisinin düşük olmasının yüzey haritasına da yansıdığı ve diğer üç yüzey haritasında görülen yamalı yapının saf meşcerinin 15-30 cm için olan haritada çok daha düşük düzeyde ortaya çıktığı görülmektedir.

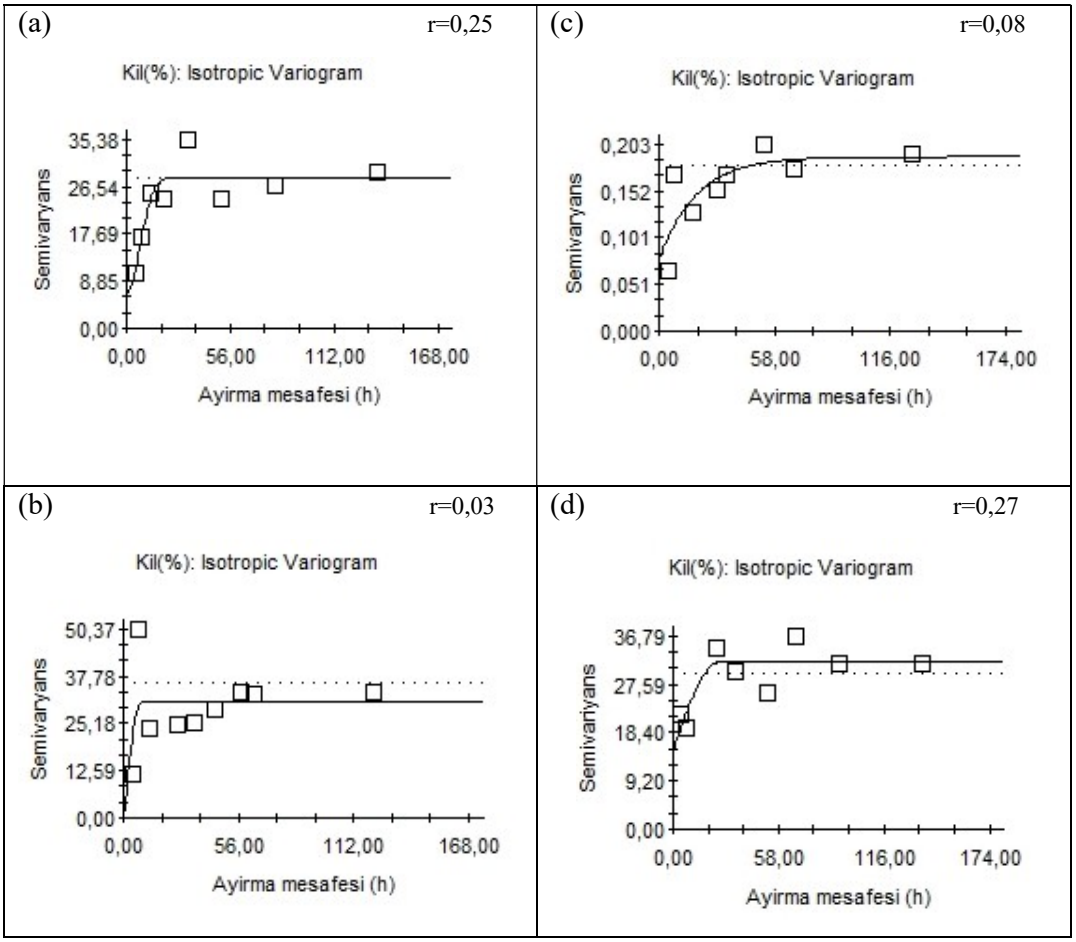


Şekil 4.7 Çalışma alanında kum içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm), meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir

4.3.5 Kil içeriği

Kil içeriğine ilişkin semivaryogramlar konular arasında model tipi, Ao ve nugget etkisi açısından oldukça farklıdırlar (Çizelge, 4.7 ve Şekil 4.8). Karışık meşcere 15-30 ve saf meşcere 0-15 cm derinlik için semivaryogramlar nugget etkisi ve Ao açısından benzer olmalarına karşın model tipi olarak faklıdırlar. Semivaryogramın modellenmesinde KM0-15'de uyumu bozan 3 değer ve SM0-15'de 1 değer değerlendirme dışında

bırakılmıştır (EK 1). Şekil 4.9'dan tıpkı kum içeriğinde olduğu gibi çalışma konusu meşcere ve derinliklerde kil içeriğinde global trendin olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.8 Toprak kil içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çapraz değerlendirme sonucunda ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasında en fazla benzerlik %27 ile SM15-30 için görülürken en az benzerlik %0,03 ile KM15-30 için oluşmuştur. Çalışmamızda en düşük Ao değeri KM15-30, en yüksek Ao saf SM15-30 için bulunmuştur. Range mesafeleri karışık meşcerede yüzeyden (0-15 cm) derine (15-30 cm) inildikçe azalmakta iken, saf meşcerede artmaktadır.

Değişik çalışmalarda (Yetgin 2004, Akbaş 2004, Başaran 2005, Kılınç vd. 2006, Sağlam 2008, Ongun 2008, Sünal 2018) kil içeriğinin oldukça farklı Ao değerleri aldığı rapor edilmiştir.

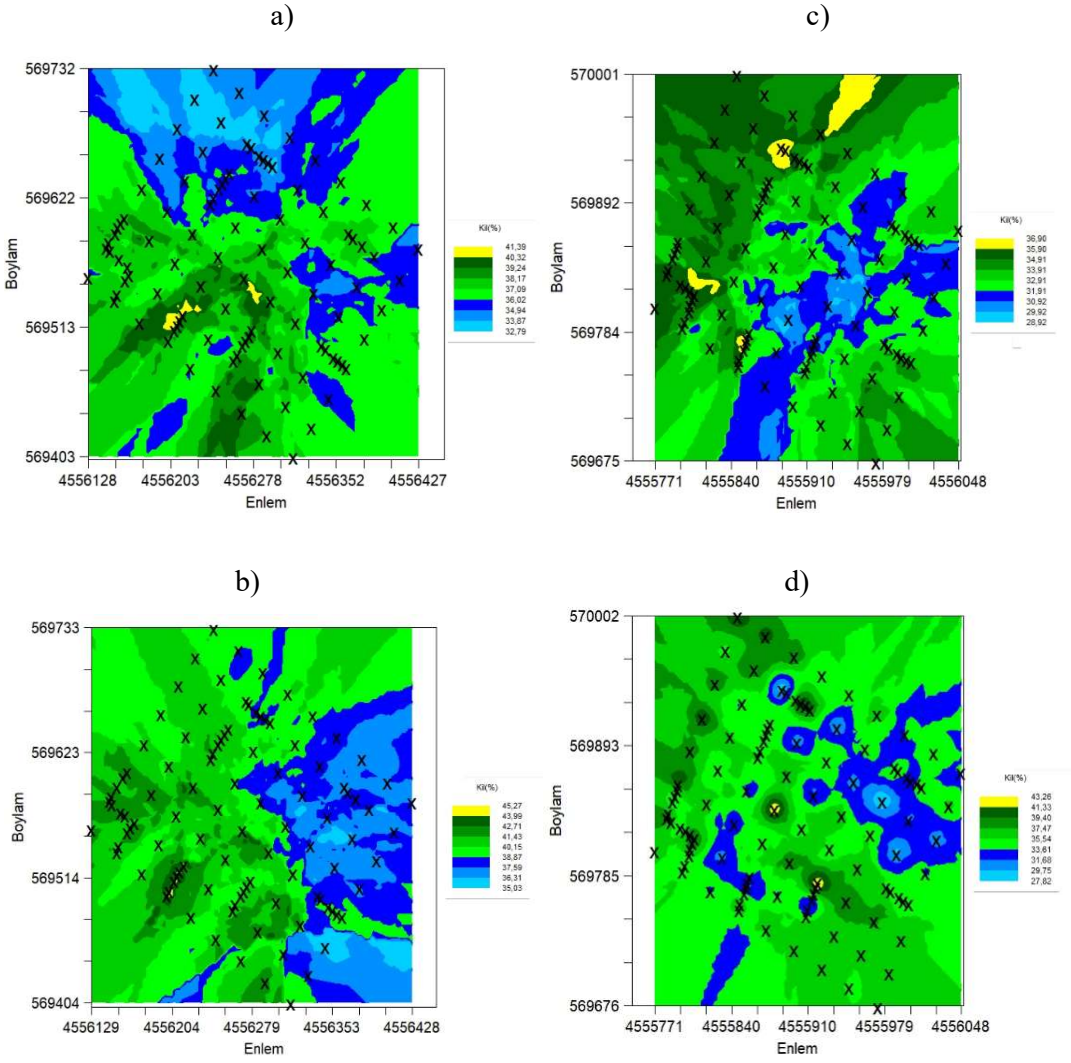
Çizelge 4.7'deki kil içeriği için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.8 ve 4.9'da görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu değer kullanılmıştır.

Çizelge 4.92 Toprak kil içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerler ve krigleme performans göstergeleri

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	36,46	36,85	5,19	4,2482	14,23	11,53	0,25	11,05
KM (15-30)	39,50	39,49	5,60	2,8345	14,88	7,18	0,03	10,51
SM (0-15)	33,38	33,44	4,79	3,3126	14,35	9,91	0,08	11,97
SM (15-30)	35,15	35,26	4,76	3,1021	13,54	8,80	0,27	11,06

r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Tıpkı HA, pH, EC ve kum içeriğinde olduğu gibi ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalamasının her dört durumda da oldukça birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşüktür. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük olmasına karşın, nispi ortalama mutlak hatanın %10 civarında olması yapılan tahminin Li and Heap (2011)'e göre tatminkar kabul edilebileceğini göstermektedir.



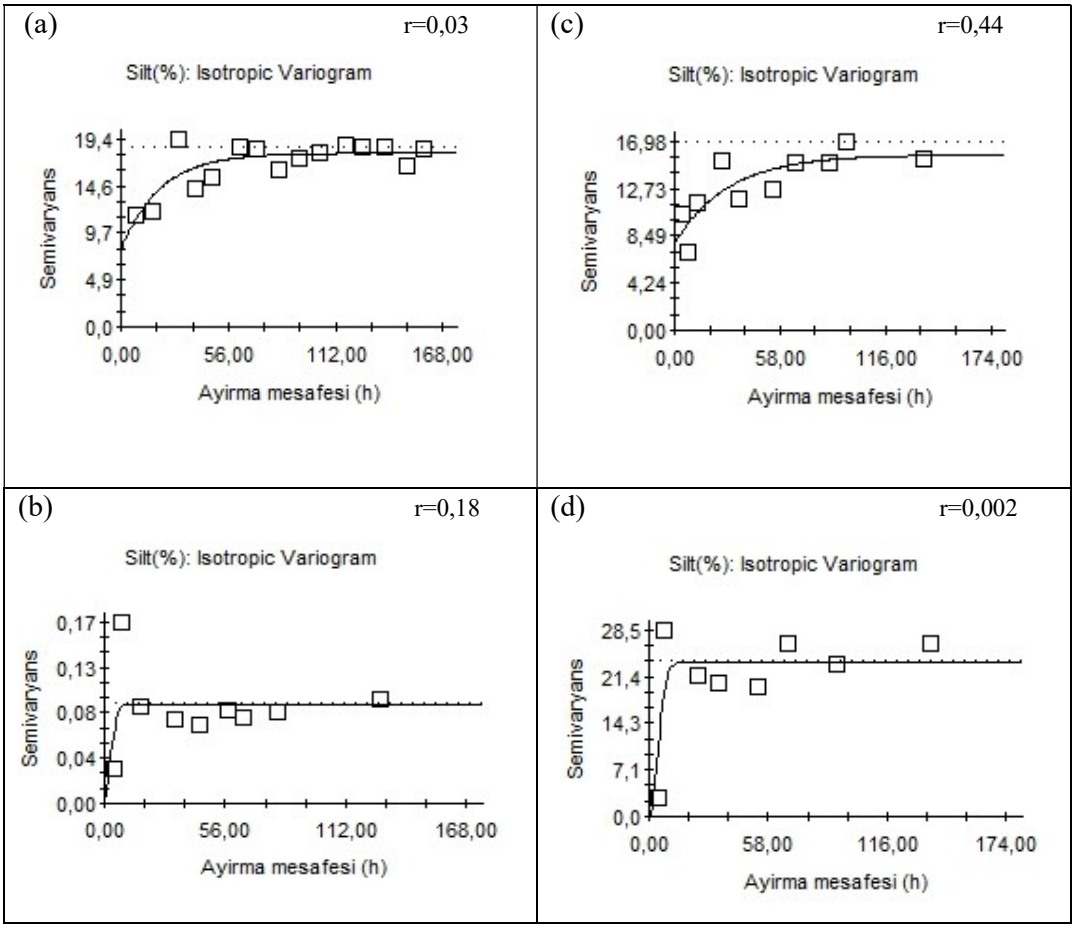
Şekil 4.9 Çalışma alanında toprak kil içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir

Şekil 4.9 incelendiğinde kil içeriğinin krigleme ile tahmin edilen değerlerinin uzaysal değişim deseninin gerek meşcereler gerekse derinlikler bakımından farklı olduğu görülmektedir. Ancak, Çizelge 4.12 incelendiğinde kil içeriğine ilişkin ortalamaların konular arasında benzer olduğu görülmektedir.

4.3.6 Silt içeriği

Silt içeriğine ilişkin semivaryogramların modellemesinde uygun aktif lag mesafeleri ve lag aralıkları konular arasında farklılık göstermiştir (Çizelge, 4.7). Her iki meşcerede de üst topraklar için üssel alt topraklar için ise küresel model uygun bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.10). Aynı şekilde Ao ve nugget etkisi üst topraklarda çok daha yüksek değerler almıştır. Şekil 4.10'dan üst ve alt topraklardaki semivaryogramların benzer olduğu görülmektedir. Kil ve kum içeriğinden farklı olarak silt içeriği için semivaryogramların toprak derinliği açısından benzer olduğu söylenebilir. Ancak, R^2 ve r değerlerine bakıldığında tıpkı kum ve kil içeriğinde olduğu gibi silt için de semivaryogram modellemesinin başarılı olduğu söylenemez. Uzaysal bağımlılık her iki meçcere için üst topraklarda orta iken alt topraklarda kuvvetlidir (Çizelge 4.7). En düşük nugget etkisis KM15-30 için en yüksek ise SM0-15 için bulunmuştur.

Çizelge 4.7'deki silt içeriği için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.10'da görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.



Şekil 4.10 Toprak silt içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramlar

Çizelge 4.103 Toprak silt içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerler ve modelleme performans göstergeleri

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	20,18	20,12	4,45	2,9572	22,05	14,70	0,03	17,63
KM (15-30)	21,77	21,58	6,02	4,9015	27,65	22,71	0,18	18,56
SM (0-15)	18,82	18,86	4,06	4,6140	21,57	24,46	0,44	15,78
SM (15-30)	19,54	19,20	4,82	2,8383	24,67	14,78	0,02	17,47

r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

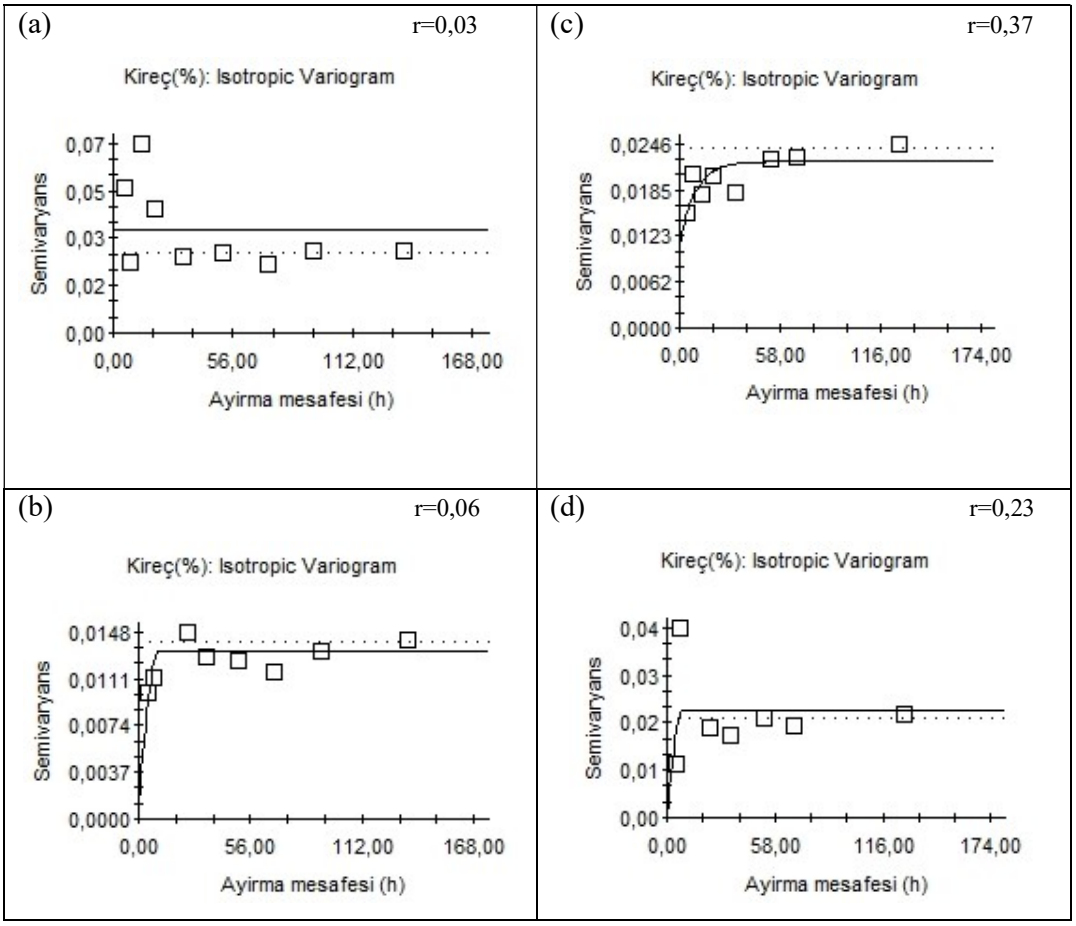
Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Kum ve kil içeriğinde olduğu gibi ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da birbirlerine oldukça yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşüktür. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük ve nispi ortalama mutlak hatanın %10'dan çok yüksek olması yapılan tahminin başarılı olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, silt için yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

4.3.7 $CaCO_3$ içeriği

$CaCO_3$ içeriği için semivaryogramların modellenmesinde en uygun aktif lag mesafeleri ve lag aralıkları benzerdir (Çizelge 4.7). Ancak model tipi açısından farklılıklar vardır. Üst topraklarda saf nugget ve üssel model en uygun sonucu verirken, alt toprakların her ikisinde de küresel model daha başarılı bulunmuştur. Nugget etkisi %100 ile %0.04 arasında ve Ao 27 ve 8 m arasında değişen değerler almışlardır. Range mesafeleri farklılık arz etmekte olup alt toprakta azalmaktadır. Şekil 4.10 incelendiğinde konulara ilişkin semivaryogramların yapı olarak oldukça farklı oldukları anlaşılmaktadır. KM15-30 dışında semivaryogramların modellenmesinde başarılı olunduğu söylenemez. Özellikle nugget etkisinin oldukça düşük olduğu konularda bile modelleme başarısı düşüktür.

Araştırma alanında nugget etkisi en düşük SM15-30 için, en yüksek ise SM0-15 için bulunmuştur. Nugget etkisi dikkate alındığında (Çizelge 4.7) araştırma konularında uzaysal bağımlılık Cambardella et al. (1994)'a göre kuvvetli ve orta arasında değişmektedir.

$CaCO_3$ değerinin yöne bağlı (anisotropik) değişimleri incelenerek oluşturulan isotropik variogram modeli çapraz doğrulama ile kontrol edilmiştir. Yönsel analizden anizotropi (yönsellik) olmadığı anlaşıldığından izotropik analize devam edilmiştir.



Şekil 4.11 Toprak $CaCO_3$'inin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Yapılan diğer bazı çalışmalarda $CaCO_3$'ün uzaysal bağımlığının oldukça değişik değerler aldığı rapor edilmiş ve bunun nedeninin $CaCO_3$'ün kısa mesafelerde aşırı değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Trangmar et al. 1985, Warrick et al. 1986).

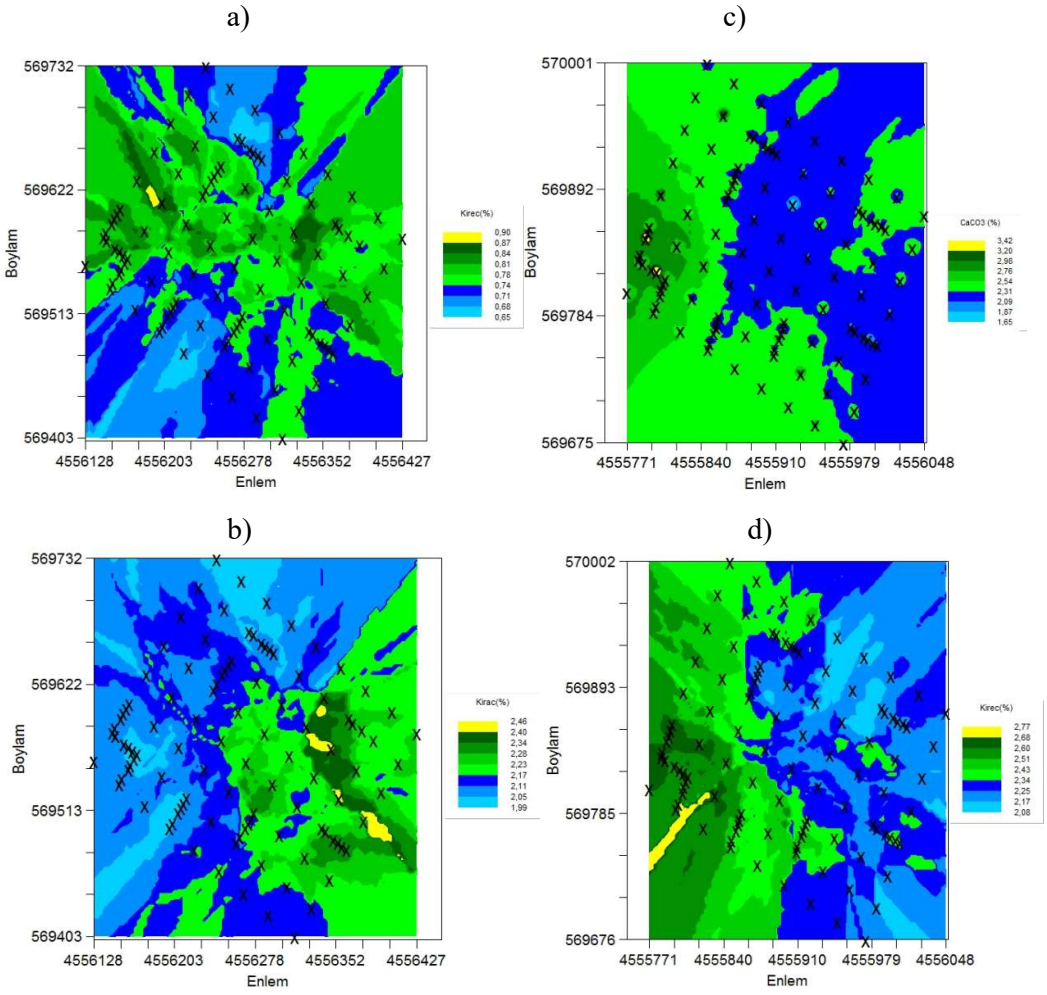
Çizelge 4.7'deki kireç için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.11 ve 4.12'de görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu değer kullanılmıştır.

Çizelge 4.114 Toprak $CaCO_3$'inin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerler ve krigleme başarı ölçütleri

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	2,17	2,16	0,43	0,0094	19,82	0,44	0,03	12,36
KM (15-30)	2,15	2,15	0,29	0,0119	13,49	0,55	0,06	9,17
SM (0-15)	2,39	2,37	0,39	0,0248	16,32	1,05	0,37	10,45
SM (15-30)	2,36	2,35	0,39	0,0218	16,53	0,93	0,23	11,84

r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da birbirlerine oldukça yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşüktür. KM0-15'de saf nuget etkisi olması nedeniyle, çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı çok düşük olmasına rağmen nispi ortalama mutlak hatanın %9-12 olması yapılan tahminin tatminkar olduğunu göstermektedir.



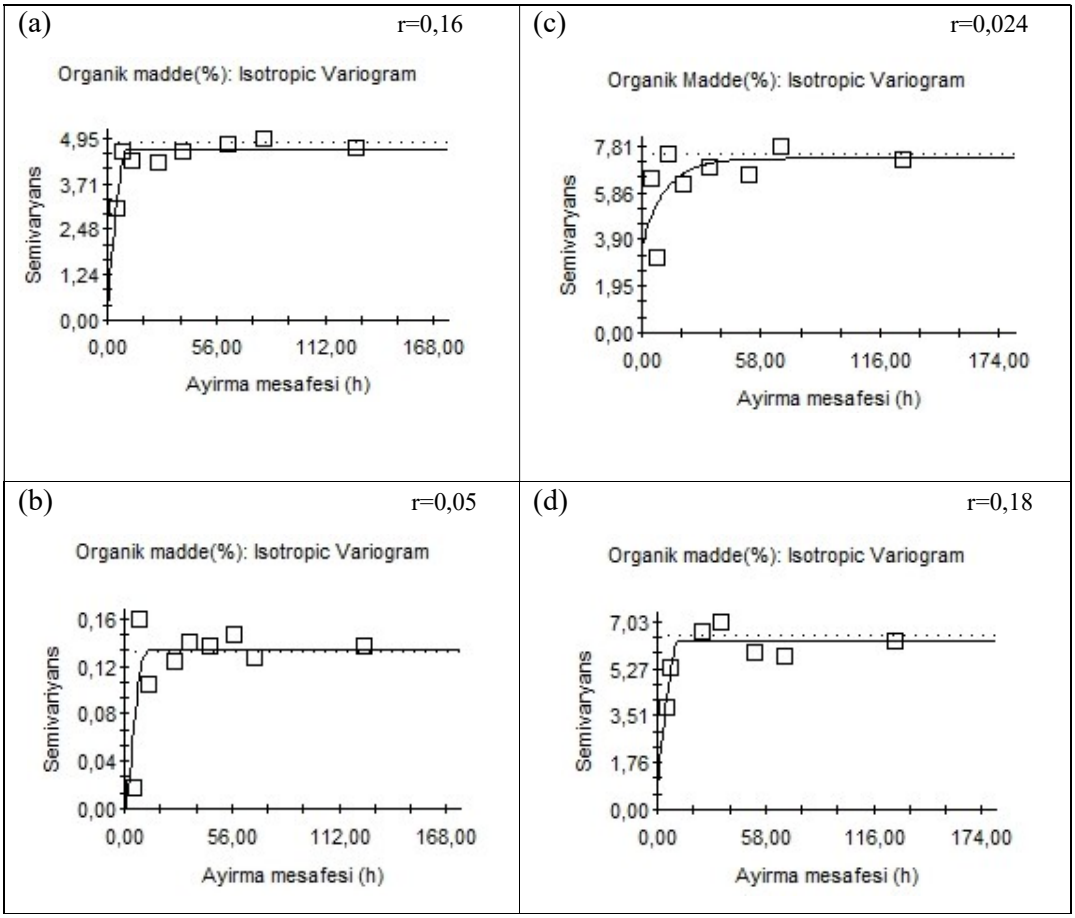
Şekil 4.12 Çalışma alanında toprak $CaCO_3$ (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm), (d)=saf (15-30 cm), meşcerelerde uzaysal değişim deseni. Haritalardaki "x" işareti örnekleme noktalarını göstermektedir

4.3.8 Organik madde

Semivaryogramın modellenmesinde karışık meşcerenin 0-15 cm derinliğinde uyumu bozan 1 değer, 15-30 cm derinliğinde 3 değer, saf meşcerenin 0-15 cm derinliğinde 1 değer ile 15-30 cm derinliğinde ise 4 değer değerlendirme dışında (Ek 1) tutulmuştur. Organik maddenin yöne bağlı (anizotropi) değişimleri incelenerek oluşturulan isotropik variogram modeli çapraz doğrulama ile kontrol edilmiştir. Organik madde içeriğine ilişkin semivaryogramların modellemesinde uygun aktif lag mesafeleri ve lag aralıkları

konular arasında farklılık göstermiştir (Çizelge, 4.7). Range değerleri ise SM0-15 hariç diğerlerinde 10 metre civarında bulunmuş olup nugget etkisi üst topraklarda çok daha yüksek değerler almıştır. Şekil 4.13'den üst ve alt topraklardaki semivaryogramların benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7'deki organik madde için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.13'de görülmekte olup, kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.



Şekil 4.13 Toprak organik maddesinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Organik madde için uzaysal bağımlılık her iki meçcerede de kuvvetlidir (Çizelge 4.7). Araştırma alanında nugget etkisi en düşük %0,07 ile karışık meşcerede 15-30 cm derinlikte bulunurken en yüksek yaklaşık %22 ile saf meşcerede 0-15 cm derinlikte tespit edilmiştir.

Ayrıca range mesafesinden yola çıkarak korelasyon bölgesinin çapı ise sırasıyla 8,76 ve 22,05 metredir. Yapılan diğer bazı çalışmalarda organik maddenin uzaysal bağımlığının oldukça değişik değerler aldığı rapor edilmiştir (örneğin 126 m (Yetgin 2004), 286 m (Ongun 2008), 341 m (Akbaş 2004), 320 m (Erşahin 1999), 253 m (Virgilio et al. 2006). Ayrıca (Sünal 2018) A horizonunda organik madde için Ao'ın 79 m olduğunu belirtmektedir. Kuzeybatı İspanya'da ormanlık bir alanda organik maddenin range mesafesi 9,76 m (Gallardo 2003), çalışma alanına yakın mesafede olan Çankırı-İndağı mevkisinde ise 330 m belirtilmiştir (Başaran 2005). Model tipi karışık 0-15 cm ve saf meşcere 15-30 cm de spherical iken, diğerlerinde farklıdır (Çizelge 4.7). Nugget etkisinin alt topraklarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Organik madde her iki meşcerede de kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde R^2 0.84 ile en yüksek karışık meşcede (0-15 cm) en düşük ise 0.60 ile karışık meşcerede (15-30 cm) elde edilmiştir. Çapraz değerlendirme sonucunda elde edilen korelasyon katsayısının düşük olması (Çizelge 4.7), burada her dört durumda da elde edilen teorik semivaryogramların deneysel semivaryogramları yeterince temsil edemediğini göstermektedir.

Çizelge 4.125 Toprak organik maddesinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

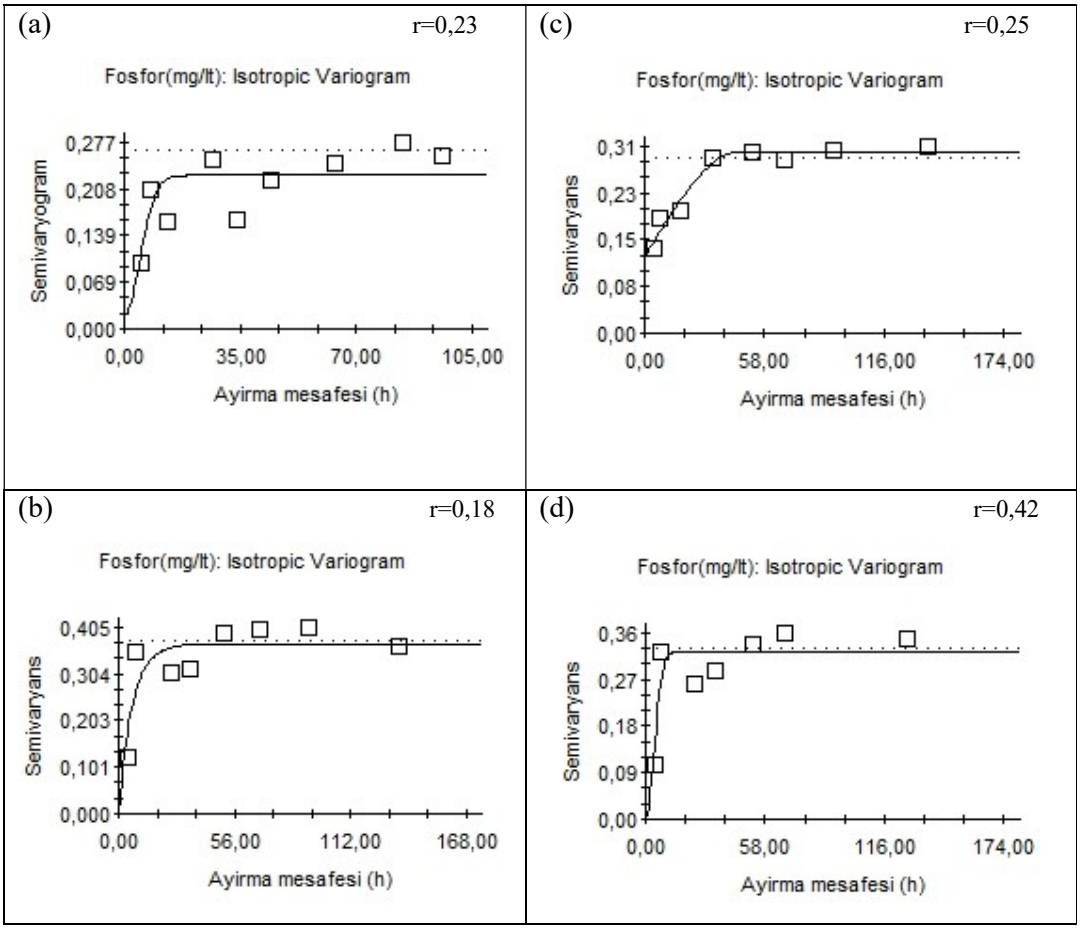
Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	9,68	9,51	2,0	0,5958	22,73	6,26	0,16	18,43
KM (15-30)	6,48	6,53	1,94	0,4266	29,94	6,53	0,05	23,28
SM (0-15)	10,90	10,98	2,74	1,9472	25,14	17,74	0,24	20,24
SM (15-30)	8,86	8,81	2,53	0,8306	28,56	9,43	0,18	22,73

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması, kum, kil, silt ve kireç içeriğinde olduğu üzere her dört durumda da birbirlerine yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşüktür. Bu durumun, modelin tahminde küçük değerleri yüksek yüksek değerleri ise daha düşük tahmin etme eğiliminden kaynakladığı söylenebilir. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük seviyede ve nispi ortalama mutlak hatanın ise yüksek (%20 civarında) olması yapılan tahminin yetersiz olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, organik madde için yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

4.3.9 Alınabilir fosfor içeriği

Fosfora ilişkin aktif lag masefesi saf meşcerede aynı iken karışık meşcerede farklılıklar göstermiştir. Lag aralıkları meşcere ve toprak derinlikleri açısından oldukça farklıdır (Çizelge, 4.7). Aynı şekilde model tipi, Ao ve nugget etkisinin de konular arasında farklı olduğu görülmektedir (Çizelge, 4.7 ve Şekil 4.14). Semivaryogramın modellenmesinde KM0-15'de uyumu bozan 4 değer, KM15-30'da ise 3 değer değerlendirme dışında bırakılmıştır (EK 1). Her dört semivaryogramın da genel varyansın altında bir sill değerine ulaşmış olması fosfor için bir golabal trendin olmadığını göstermekte olup, seçilen alanın jeoistatistiksel analiz için yeterince geniş olduğunu göstermektedir. Ancak, her 4 konu için de r değerlerinin düşük olması meçcerelerde fosfor için daha sık ya da faklı bir örnekleme deseninin uygulanması gerektiğini göstermektedir. Şekil 4.7'den SM15-30 için semivaryogramın diğerlerinden oldukça faklı olduğu görülmekte olup bu durumun daha çok ana materyalin uzaysal yapısı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Range mesafesi 48,3 (KM15-30) ve 9,9 (SM15-30) arında değişmektedir. Çeşitli çalışmalarda P için farklı jeoistatistiksel range mesafesleri; örneğin, 300 m (Sun et al. 2003) ve 43 m (Gallardo and Parama 2007) rapor edilmiştir.



Şekil 4.14 Toprak alınabilir fosfor kapsamının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çizelge 4.7'deki alınabilir fosfor kapsamı için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.14'de görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.

Uzaysal bağımlılık sadece SM15-30 cm için kuvvetli olup diğerlerinde ortadır. (Çizelge 4.7). Araştırma alanında nugget etkisi en düşük %0,18 ile KM15-30 için bulunurken en yüksek yaklaşık %42 SM15-30'da olduğu belirlenmiştir. Nugget etkisi fosfor için saf meşcerede range ile doğru orantılı bir seyir göstermektedir. Model tipi KM0-15 ve saf SM15-30 için guassian iken, diğerlerinde farklıdır (Çizelge 4.7). Nugget etkisinin alt topraklarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın

modellenmesinde R^2 0.94 ile en yüksek SM0-15 en düşük ise 0.72 ile s SM15-30 için edilmiştir.

Çizelge 4.136 Toprak alınabilir fosfor kapsamının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	0,15	0,14	0,08	0,0009	53,33	0,67	0,23	40,46
KM (15-30)	0,10	0,10	0,07	0,0004	70,00	0,47	0,18	42,63
SM (0-15)	0,16	0,17	0,11	0,0046	68,75	2,73	0,25	41,78
SM (15-30)	0,13	0,13	0,08	0,0010	61,54	0,78	0,42	43,23

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Krigleme ile tahmin edilen ve ölçülen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Tıpkı diğer toprak özelliklerinde olduğu gibi, ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da oldukça birbirlerine yakındır. Ancak ölçülen ve tahmin edilen veri setlerine ilişkin varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri oldukça faklıdır. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük ve nispi ortalama mutlak hatanın %40 gibi çok yüksek değerlerde olması yapılan tahminin başarılı olmadığını göstermektedir. Bu nedenle fosfor için yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

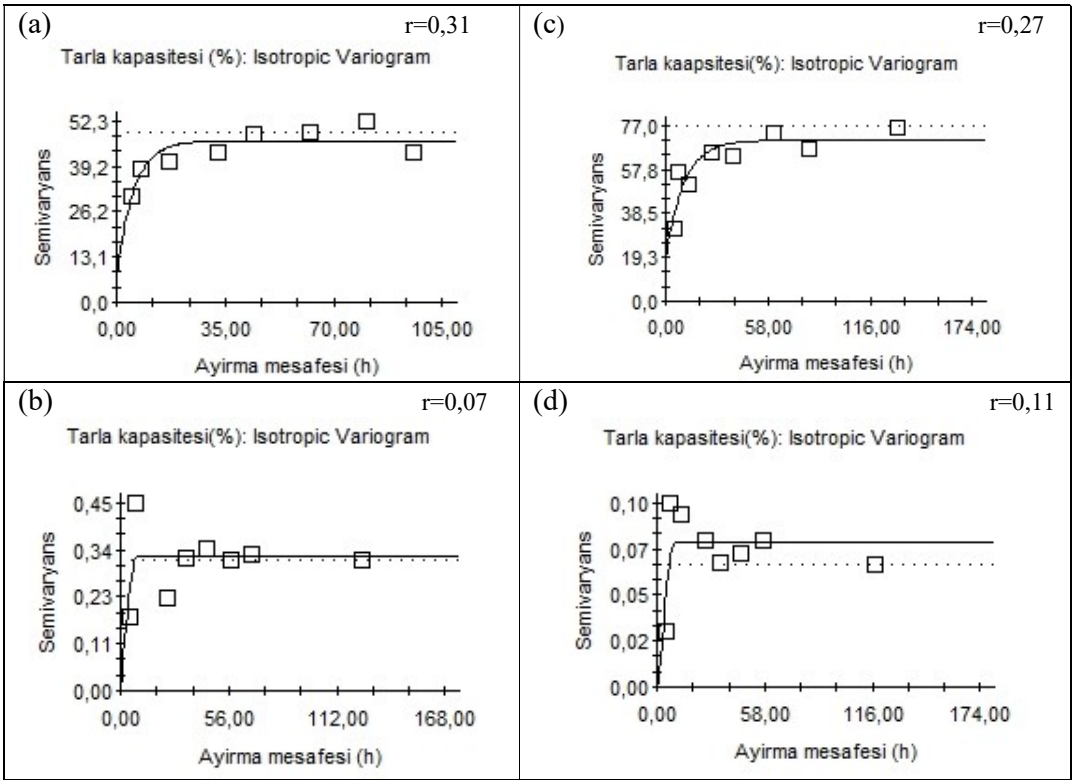
Toprakta fosfor fiksasyonuna kil tipi ve miktarı, toprak strüktürü, toprak pH'sı, organik madde ve kireç gibi etmenler etki etmektedir. Ayrıca fosfor toprak reaksiyonundan en fazla etkilenen bitki besin elementidir (Sezen 1981, Sezen 1991). Schachtschabel et al. (1976) yöntemine göre çalışma alanı bütününde toprak pH'sı 4,36 (kuvvetli asit) ile 7,16 (nötr) arasında değişmektedir.

4.3.10 Tarla kapasitesi

Tarla kapasitesi için yapılan analizde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de ve Şekil 4.15'de görülmektedir. KM0-15'de semivaryogram için aktif lag mesafesi 105 m ve lag

aralıkları 5, 10, 25, 40, 50, 70, 90 m olarak belirlenmiş olup modellemede uyumu bozan 3 değer değerlendirme dışında (Ek 1) bırakılmıştır. KM0-15'de ise aktif lag mesafesi 168 m olup, uyumu bozan 3 değer değerlendirme dışında (Ek 1) tutulmuştur. SM0-15 ve SM15-30'da ise lag mesafeleri eşittir. Ancak SM15-30'da uyumu bozan 3 değer değerlendirme dışında tutulmuştur (Ek 1).

Her iki meşcerede de yüzey topraklarında (0-15 cm) deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin üssel model olduğu görülmüştür. Teorik semivaryogramın geçerliliği çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiştir (Çizelge 4.7). Yönsel analiz sonuçlar tarla kapasitesinin uzaysal yapısının isotropik olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.15 Tarla kapasitesinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çizelge 4.7'deki tarla kapasitesi için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.15'de görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.

Tarla kapasitesi için range mesafesi kısa, nugget etkisi ise genelde düşüktür. Nugget etkisinin düşük olduğu SM0-15'de modelleme başarılı bulunmuştur. Diğer üç durumda da elde edilen teorik semivaryogramların deneysel semivaryogramları yeterince temsil edemediği söylenebilir. Tarla kapasitesi toprak tekstürü ve toprak organik maddesinden doğrudan etkilenmektedir. Özellikle kum, kil ve organik maddeki kısa mesafeli değişkenllikler tarla kapasitesinde de etkisini göstermiş olabilir. Uzaysal bağımlılık mesafesi en kısa SM15-30 için en uzun ise SM0-15 için belirlenmiştir.

Çizelge 4.147 Tarla kapasitesinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	28,80	28,43	7,27	4,8564	25,24	17,08	0,31	20,24
KM (15-30)	25,88	25,52	6,14	3,6524	23,72	14,31	0,07	18,32
SM (0-15)	29,41	29,96	8,78	11,9049	29,85	39,73	0,27	24,38
SM (15-30)	26,12	26,39	6,76	4,5399	25,88	17,20	0,11	18,92

Not: r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

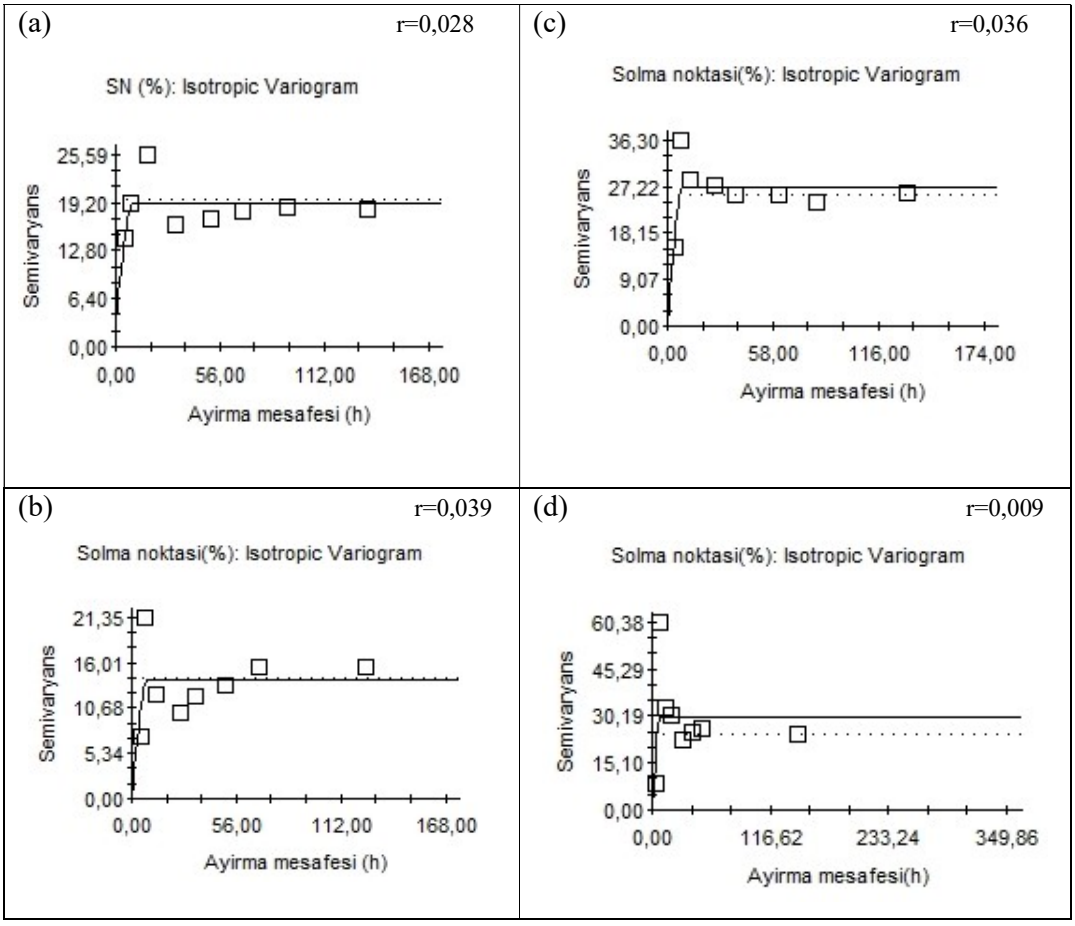
Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük ve nispi ortalama mutlak hatanın yüksek (%20 civarında) olması yapılan tahminin başarılı olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, tarla kapasitesi için yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

4.3.11 Solma noktası

Solma noktası için semivaryogramların modellemesinde uygun aktif lag mesafeleri ve lag aralıkları karışık meşcerede aynı iken, saf meşcerede farkılıklar göstermiştir (Çizelge, 4.7). Her iki meşcerede de küresel model uygun bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.16). Nugget etkisi tarla kapasitesinde olduğu gibi üst topraklarda çok daha yüksek değerler almıştır. Ao (range mesafesi) ise tarla kapasitesinden farklı olarak karışık meşcerede üst topraklarda yüksek iken, saf meşcerede ise alt topraklarda daha

yüksek olarak bulunmuştur. Değişik çalışmalarda (Yetgin 2004, Ongun 2008, Sağlam, 2008, Sünal 2018) solma noktasının oldukça farklı Ao değerleri aldığı rapor edilmiştir.

Şekil 4.16'dan üst ve alt topraklardaki semivaryogramların benzer olduğu görülmektedir. R^2 ve r değerlerine bakıldığında tıpkı tarla kapasitesinde olduğu gibi solma noktası için de semivaryogram modellemesinin yeterince başarılı olduğu söylenemez. Özellikle nugget etkisinin oldukça düşük olduğu konularda bile modelleme başarısı düşüktür. Yönsel analizden anizotropi (yönsellik) olmadığı anlaşıldığından izotropik analize devam edilmiştir. Uzaysal bağımlılık her iki meşcerede de kuvvetli olup 15-30 cm derinlikte artmaktadır (Çizelge 4.7).



Şekil 4.16 Solma noktasının (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çizelge 4.7'deki solma noktası için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.16'da görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.

Çizelge 4.158 Solma noktasının karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	15,75	15,60	4,48	3,0097	28,44	19,30	0,03	21,26
KM (15-30)	13,78	13,75	4,05	1,6468	29,39	11,98	0,04	23,09
SM (0-15)	17,76	18,09	5,07	2,8712	28,55	15,87	0,04	23,13
SM (15-30)	15,22	15,50	4,96	2,2058	32,59	14,23	0,01	23,80

r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

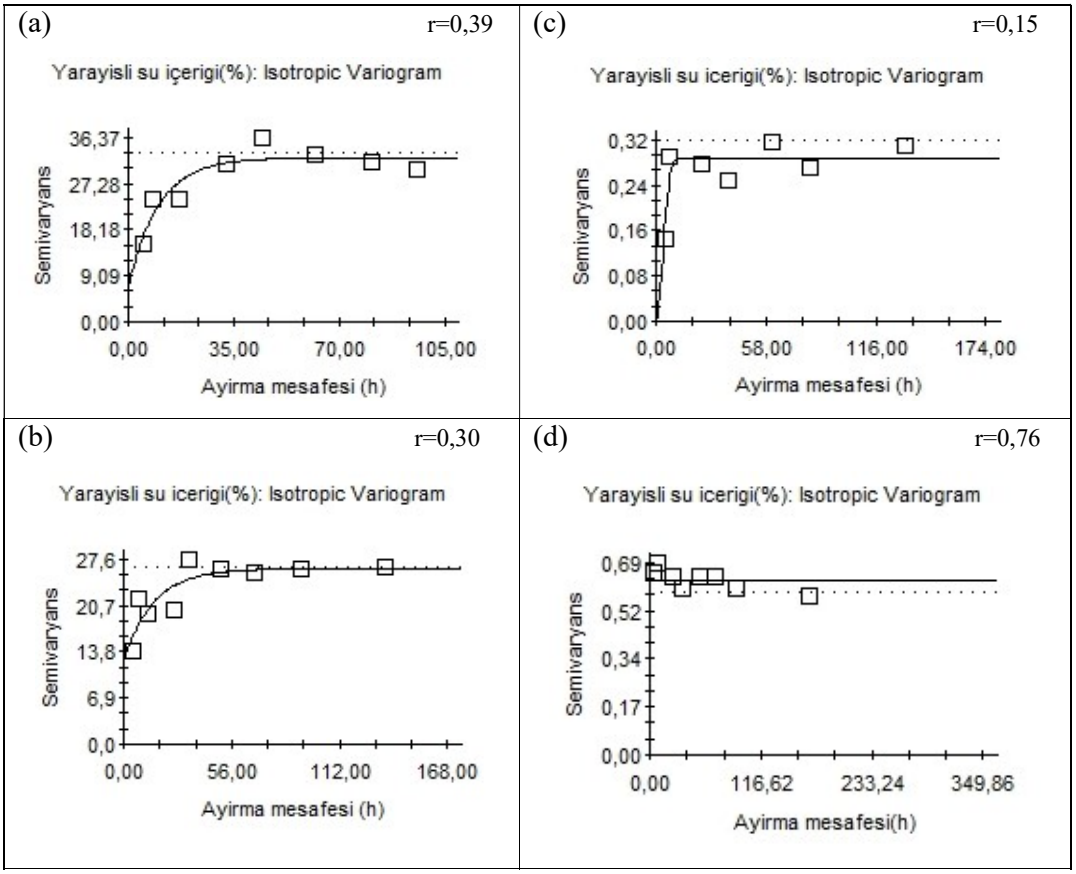
Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük olmasına karşın, tıpkı organik madde ve tarla kapasitesinde olduğu gibi nispi ortalama mutlak hatanın %21-23 civarında olması yapılan tahminin doğru olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, solma noktası için yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

4.3.12 Yarayışlı su içeriği

Yarayışlı su içeriğ için yapılan analizde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de ve şekiller 4.17'da görülmektedir. Her 4 konu için en uygun modelleme sonucunu veren aktif lag mesafesi saf meşcerede aynı (174 m) iken karışık meşcerede farklıdır (105 m ve 168 m) ve lag aralıkları her dört konuda da farklıdır (Çizelge 4.7). Semivaryogramın modellenmesinde KM15-30'da uyumu bozan 4 değer, SM0-15'de 2 değer ve SM15-30'da bir veri değerlendirme dışında bırakılmıştır (EK 1).

Semivaryogramın modellenmesinde en uygun model tipi konular arasında genellikle farklıdır (Çizelge 4.7). A_o değerleri KM15-30 dışındaki konular için düşük ve oldukça yakın değerler almış olup 15-30 cm derinlik için daha yüksek değerler almıştır. Değişik

çalışmalarda (Yetgin 2004, Ongun 2008, Sünal 2018) yarayışlı su içeriğinin oldukça farklı Ao değerleri aldığı rapor edilmiştir. Determinasyon katsayısı (R^2) >0,70 olmasına karşın, çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı r'nin değerlerine bakıldığında semivaryogramların modellenmesinde ilgili modellerin yeterince başarılı olduğu söylenemez. Yapılan yönsellik analizinde yönsellik çıkmadığı için yarayışlı su içeriğine ilişkin uzaysal yapı tıpkı diğerlerinde olduğu aniztropik semivaryogramlar kullanılarak modellenmiştir.



Şekil 4.17 Yarayışlı su içeriğinin (a)=karışık (0-15 cm), (b)=karışık (15-30 cm), (c)=saf (0-15 cm) ve (d)=saf (15-30 cm) meşcerelerde deneysel (boş kareler) ve teorik (sürekli çizgi) isotropik variogramları

Çizelge 4.7'deki yarayışlı su içeriği için semivaryogram parametreleri kullanılarak yapılan krigleme sonuçları Şekil 4.17'da görülmektedir. Kriglemede range mesafesi içerisine düşen en yakın 16 komşu kullanılmıştır.

Çizelge 4.19 Yarayışlı su içeriğinin karışık ve saf meşcerelerde ölçülen ve krigleme ile tahmin edilen değerlerinin kaşılaştırılması

Meşcere	Aritmetik ortalama		Standart sapma		Varyasyon katsayısı		Krigleme başarı ölçütleri	
	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	Ölçülen	Tahmin edilen	r	RRMSE
KM (0-15)	13,04	12,41	5,77	5,2391	44,25	42,22	0,39	34,11
KM (15-30)	12,10	11,38	5,31	3,5554	43,88	31,25	0,30	34,34
SM (0-15)	11,65	11,90	6,68	7,0554	57,34	59,31	0,15	37,92
SM (15-30)	10,90	10,84	5,07	0,9070	46,51	8,37	0,76	40,07

r: Çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı, RRMSE: Nisbi hata kareler ortalamasının karekökü, KM: Karışık meşcere, SM: Saf meşcere

Ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin tanımsal istatistikler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.19'de verilmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktasında olduğu gibi ölçülen ve tahmin edilen değerlerin aritmetik ortalaması her dört durumda da oldukça birbirlerine yakındır. Ancak varyasyon katsayısı ve standart sapma değerleri tahmin edilen değerler için çok daha düşüktür. Tahmin edilen ve ölçülen değerlerin benzerliğinin bir göstergesi olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı genellikle düşük ve tıpkı organik madde ve tarla kapasitesinde olduğu gibi nispi ortalama mutlak hatanın %30-35 civarında olması yapılan tahminin yeterli olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, yüzey haritaları oluşturulmamıştır.

Uzaysal enterpolasyon, yani krigleme (kriging), jeoistatistiksel çalışmalarda önemli bir yere sahiptir. Krigleme ile ilgili değişkeninin örneklenmeyen noktalardaki değerleri hesaplanarak yüzey haritası oluşturulur ve uzaysal değişim deseni analiz edilir. Uzaysal enterpolasyonda krigleleme tahmin başarısının belirlenmesinde birçok farklı ölçüt kullanılmaktadır. Bunlar arasında aynı değişkene ilişkin ölçülen ve tahmin edilen verilerin dağılım ölçütlerinin karşılaştırılması (Isaaks and Srivastava 1989) ve nispi mutlak hata ortalaması (RMAE), nispi mutlak hata karekökleri ortalaması (RRME) ve çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r) yaygın olarak kullanılmaktadır (Li and Heap 2011). Tıpkı semivaryogramın modellenmesinde olduğu gibi krigleme tahmininde de genellikle yeterince başarı elde edilememiştir. Çizelge 4.8-4.19 incelendiğinde, toprak özelliklerine ilişkin ortalamaların tahmininde bayağı kriglemenin oldukça başarılı olduğu, ancak diğer dağılım ölçütlerine (standart sapma ve varyasyon katsayısı) bakıldığında buradaki başarının aslında yanıltıcı olduğu görülmektedir. Başarılı bir

tahmin için sadece ölçülen ve tahmin edilen değerlerin ortalamalarının benzer olması yetmez, diğer dağılım ölçütlerinin de benzer olması gerekir.

Özellikle, RMAE'nin %10'un altına düştüğü tahminler başarılı sayıldığında (Li and Heap 2011), Çizelge 3'den az sayıda toprak özelliğinin krigleme tahmininin başarılı sayılabileceği anlaşılmaktadır. Bunun nedeni ise daha önce de değinildiği gibi, değişkenlere ilişkin nugget varyans değerlerinin yüksek olmasıdır (Isaaks and Srivastava 1989, Li and Heap 2011). Kaldı ki, krigleme başarı ölçütü olarak kabul edilen çapraz değerlendirme korelasyon katsayısı (r) değerlerinin de genelde düşük olduğu dikkat çekmektedir. Aslında, r değerlerinin yorumlanmasında oldukça temkinli davranılmalıdır. Çünkü r, veri setleri arasındaki benzerlikten ziyade ilişkinin derecesini ölçmektedir. Yani, x değişkeninin yüksek değerlerine karşı y değeri de yüksek değerler alıyorsa aradaki ilişki pozitif ve yüksek düzeyde ilişkili (kuvvetli) demektir (Ott 1993). Burada x ve y değişkenleri arasındaki doğrunun eğimi 1'den çok daha farklı olsa bile ilişki kuvvetli olabilir. Yine de bir genelleme yapıldığında, kriglemenin az da olsa 15-30 cm derinlikte daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir.

5. SONUÇVE ÖNERİLER

Bu çalışmayla Kastamonu ili Ilgaz doğal orman alanı içinde yaklaşık 5'er ha genişliğinde, uludağ göknarı ve uludağ göknarı – sarıçam karışık meşcerede 0-15 ve 15-30 cm derinliklerdeki toprakların bazı toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin uzaysal bağımlılığı incelenmiştir. Bu kapsamda meşcerelerde toprakların uzaysal değişkenliklerinin gerek meşcere tipi bakımından gerek toprak derinliği bakımından farklı olduğu belirlenmiştir. Uzaysal bağımlılık 0-15 cm'de 15-30 cm'de olduğundan daha düşüktür. Bu farkın mikro topografya ve orman altı bitki örtüsü etkileşimin etkisinin 0-15 cm'de daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği arasında meşcere tipine bağlı olarak sistematik bir farkın olmaması, 0-15 cm için topografya ve özellikle de mikro topografyadaki farklılığın meşcere tipinden kaynaklanan değişkenliği baskıladığını düşündürmektedir. Nitekim arazi çalışması esnasında çalışma alanının mikro topoğrafyası ve orman altı bitki örtüsünün çok sık değiştiği gözlenmiştir. Çalışma alanının eğimli olması ve taşınma birikme olaylarının sürekliliği dikkate alındığında, 15-30 cm derinlikte de, 0-15 cm deki kadar olmasa bile, yine topografyanın etkisinin bitki örtüsüne (meşcere tipi) göre daha baskın olduğu söylenebilir.

Toprak özelliklerinin deneysel semivaryogramlarının modellenmesinde küresel model genellikle başarılı sonuçlar vermiştir. Varyasyon katsayısı değerlerine göre karışık meşcerede en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliği fosfor, en düşük değişkenlik gösteren toprak özelliği ise pH'dır. Sonuçlar orman alanlarında toprak değişkenliğinin 10 ha'lık bir alanda dahi oldukça yüksek olduğunu göstermiştir.

Sonuçlar her iki meçcere topraklarının topografyadan kaynaklanan nedenlerden dolayı oldukça değişken olduğunu götermiştir. Çalışmada kullanılan en düşük lag mesafesi olan 5 m birçok toprak özelliğinin uzaysal yapının belirlenmesi yeterince küçük değildir. İleride yapılacak benzer çalışmalarda daha kısa mesafeli lagların örnekleme sistemine dahil edilmesi önerilmektedir. Birçok toprak özelliğinin uzaysal enterpolasyonunda istenen başarının elde edilememiş olması, toprakların kısa mesafelerde aşırı değişken olması ve mevcut örnekleme deseni ve sıklığı ile bu

değişkenliğin yakalanamamasına bağlanmıştır. İleride yapılacak benzer çalışmalarda bu hususa özellikle dikkat edilmelidir. Diğer taraftan örnekleme derinliğinin 0-5, 5-10, 10-20 cm şeklinde daha kısa kademelerle yapılmasının toprak özelliklerinin uzaysal yapısının modellenmesinde daha isabetli sonuçlar alınabileceğini düşündürmektedir. Toprak örneklerinin eş yükselti eğrilerine paralel alınmasının alınması toprafyadan kaynaklanan değişkenliği azaltabilir.

KAYNAKLAR

Akbaş, F. 2004. Entisol ordosuna ait bir arazide bazı toprak özelliklerinin değişiminin geleneksel ve jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 38-85 s., Tokat.

Anonim. 2016. Kastamonu meteoroloji bülteni. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.

Anonim. 2011. MTA Genel Müdürlüğü. Türkiye jeoloji haritaları. Kastamonu F31 paftası, 15-40 s., Ankara.

Ameyan, N. O. 1986. Surface soil variability of a map unit on niger river allivum. Soil. Sci. Soc. Am. J. 50, 1289-1293.

Ardahanlıoğlu, O., Öztaş, T., Evren S., Yılmaz, S., Yıldırım Z.N. 2003. spatial variability of exchangeable sodium, electrical conductivity, soil and boron content in- salt and sodium- affected areas ofthe Igdır plain (Turkey). Journal of Arid Environments, 54, 495-503.

Ayoubi, S., Khormali, F., Sahrawat, K. L. and Rodrigues De Lima, A. C. 2011. Assessing impacts of land use change on soil quality indicators in a loessial soil in golestan province, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology, 13, 727-742.

Başaran, M., Özcan, A.U., Erpul, G., Çanga, M. 2005. Çankırı-İndağı Karaçam (*Pinus Nigra* Arnold.) plantasyon alanında mineral üst toprağın organik madde kapsamı ve bazı özelliklerinin konumsal değişimleri. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 5(2), 128-141.

Barbizzi, S., Zorzi, P.D., Belli, M. and Pati, A. 2004. Characterization of a reference sit for quantifying uncertainties related to soil sampling environ. Pollut, 127, 131-135.

Berndtsson, R., Bahri, A., Jinno, K. 1993. Spatial dependence of geochemical elements in a semiarid agricultural fields: II. geostatistical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 57, 1323-1329.

Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods Of Soil Analysis, Part 1. Am. Soc. Agron., Monograph 9, Pp., 363–375.

Brejda, J.J., Moormaan, T.B., Smith, J.L., Karlen, D.L., Allan, D. L., Dao, T.H. 2000. Distribution and variability of surface soil properties at a regional scale. Soil. Sci. Soc. Am. J. 64, 974-982.

Brubaker, L.B, Graumlich L.J, Grier C.C. 1989. Long-Term Trends in Forest Net Primary Productivity: Cascade Mountains, Washington. Ecology, 70(2), 405-410.https://doi.org/10.2307/1937545

Boruvka, L., Mladkova L., Penizek, V., Drabek, O., Vasat, R. 2007. Forest soil acidification assesment using principal component analysis and geostatistics. 140,374-382.

Cambell, J.B. 1978. Sapatial variation of sand content and within single contiguous delineations of two soil mapping units. Soil Sci. Soc. Am. J. 42, 460-464.

Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. And Konopka, A.E. 1994. Field scale variability of soil properties in central ıowa soils. Soil Science Society Of America Journal, (58), 1501-1511.

Cambardella, C, A, and Karlen L.D. 1999. Spatial analysis of soil fertility parameters. Precision Agriculture 1, 5-14.

Cassel, D.K. and Nielsen, D.R. 1986. Field Capacity And Available Water Capacity, Pp. 901–926, A. Klute (Ed.), Methods Of Soil Analysis, Part 1, (2nd Edn). ASA and SSSA, Madison.

Castrignano, A.L, Giugliarini, R, Risaliti and Martinelli, N. 2000. Stuy of sparial relationships among some soil physico- chemical properties of a field in central İtaly using multi variate geotattistics. Geoderma, 97, 39-60.

Charles, T., Garten, Jr. 2002. Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in tennessee and south Colorina. USA, Biomas And Bioenergy, 23,93-102.

Cemek, B., Güler M., Kılıç, K., Demir, Y., Arslan, H. 2006. Assesment of spatial variability some soil properties as related to soil salinity and alkalinity in Bafra plain in northern Turkey. Environ Monit Assess, 124, 223-234.

Çepel, N. 1995. Orman ekolojisi. Ünv. Yayın No: 3886. ISBN 975-404-398-1, İstanbul.

Çetin, M, Tülücü K. 1998. Doğu akdeniz bölgesinde aylık yağışların yersel değişimlerinin jeostatistik yöntemle incelenmesi. Turkish Journal Of Engineering And Environmental Science, 22, 279-288.

Dikmen, Ü. İptaş, S. Erşahin, S. 2012. Yarı-kurak eğimli bir merada toprak özellikleri ve bitki çeşitliliğinin uzaysal dağılım ilişkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi Issn: 1308-3945, E-Issn: 1308-027x., 5(2), 91-97.

Dikmen, Ü. 2013. Yarı kurak merelarda bitki ve toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karatekin Üniversitesi, 46-52., Çankırı.

Duffera, M., White, J.G. And Weisz, R. 2006. Spatial variability of southeastern U.S. coastal plain soil physical properties: implication for site-specific management. Geoderma, doi:10.1016/j.geoderma.2006.08.018.

Erşahin, S. 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (spatial) degişkenliğinin belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 13 (19), 34-41.

Erşahin, S. ve Karaman, M.R. 2000. Toprak değişkenliğinin yere özgü amenajman ve toprak verimliliği çalışmaları için değerlendirilmesinde faktör analizinin kullanılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2),76-81.

Erşahin, S., Brohi, A. R. 2006. Spatial variation of soil water content in topsoil and subsoil of a typic ustifluvent. Agricultural Water Management 83, 79-86.

Gallardo, A. 2003. Sapatial variability of soil properties in a floodplain forest in northwest Spain. 6, 564-576.

Gallardo, A. and Parama, R. 2007. Spatial variability of soil elements in two plant communities of nw Spain. 139,199-208.

Gaston, L., Nkedi-Kizza, P., Sawka, G., Rao, P.S.C. 1990. Spatial variability of morphological properties at a florida flatwoods site. Soil Sci. Soc. Am. J. 54,527-533.

Gee, G. W. And Bauder, J. W. 1986. Particle-Size Analysis. P. 383 - 411. In A.L. Page (Ed.). Methods Of Soil Analysis, Part1, Physical And Mineralogical Methods. Second Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy, Madison, WI.

Geypens, M., Vanongeval, L., Vogels, N., Meykens, J. 1999. Spatial variability of agricultural soil fertilty parameters in a gleyic podzol of Belgium. Precision Agriculture, 1,319-326.

Gregory, J.H, Dukes, M.D, Jones, P.H, Miller, G.L. 2006. Effect of urban soil compaction on infiltration rate. Journal Of Soil Water Conservation 61(3), 117-124.

Goderya, F.S., 1998. Field scale variations in soils properties for spatially variable control: a riew. Journal Of Soil Contamination, 7(2), 243-264.

Gollardo, A., 2003. Spatial variability of soil properties in a floodplain forest in northwest Spain.

Gonzalez, J.O., and Donald, R.Z. 1994. Geostatistical analysis of soil propeties in a secondary tropical dry forest. St. Lucia, West Indies. Plant and Soil, 163, 45-54.

Goovaerts, P. 1998. Geostatistical tolls for characterizing the spatialvariability of microbiolocial and physicchemical soil properties. Biol. Fertil. Soils, 27, 315-334.

Gül, E., (2015). Yarı-Kurak Alanlarda Çölleşme Risk Haritasının Oluşturulması: Sarıkaya Örneği. Doktora Tezi, Karatekin Üniversitesi, 108-118 s., Çankırı.

Gül E. and Erşahin S. 2019. Evaluating the desertification vulnerability of a semiarid landscape under different desertification vulnerability of a semiarid landscape under different land uses with the environmental sensitivity index. Land Degrad Dev. 2019;1–13. https://doi.org/10.1002/ldr.3269 (yayınlanmamış makale).

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

Hendershot, W. H., Lalende, H., Duquette, M. 1993. Soil reaction and exhangeable acidity. In Soil Sampling And Methods Of Analysis (Eds.M.R Carter), Canadian Society Of Soil Science.

Heuveklink, G.B.M. and Webster, R. 2001. Modelling soil variation: past, present and future. Geoderma, 100, 269-301.

Isaaks, H.E. And Srivastava, R.M. 1989. An ıntroduction to applied geostatistics. Oxford University Press, N.Y, 10016.

Janzen, H.H. 1993. Soluble salts in soil sampling and methods of analysis. Carter M.R. (Ed) Canadian Society of Soil Science, CRC Pres Inc. Boca Raton, Florida. U.S.A

Jennifer. M., Turner, G. M., Person, M, G., Dixon. P. 2005. Effects of past land use on spatial heterogeneity of soil nutrients in southern appalachian forests.Ecological monographs, 75(2), 215-230.

Journel A,G. and Huijbregts Ch, J. 1991. Mining geostatstics. academic press. 600 s., New York.

Kacar, B. ve Kovancı, İ. 1982. Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 354.

Kacar, B. (1996). Bitki ve toprak analizleri 3. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3., Ankara.

Kantarcı, M.D. 2000. Toprak ilmi. Orman Fakültesi Fakülte Yayın No:462, İstanbul Üniversitesi Yayın No:4261, ISBN: 975-404-588-7, İstanbul.

Kravchenko, A.N. 2003a. Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methots. Soil Sci. Soc. Am. J.İ 67, 1564-1571.

Kravchenko, A.N., Thelen, D.G., Bullock, D.G. and Miler, N.R. 2003b. Relation among crop grain yield topography and soil electrical conductiity studied with cross-corelograms. Department of Crop And Soil Sci., Michigan State Unv. of Illinois, Urbana. 95, 1132-1139. U.S.A

Kılınç, M., Kutbay, G., Yalçın, E. ve Bilgin, A. 2006. Bitki ekolojisi ve bitki sosyolojisi uygulamaları. Palme Yayınevi, ISBN: 975-8982-98-2. Ankara.

Kılıç, K. and Kılıç, S. 2006. Spatial variability of salinity and alkalinity of a field having salination risk in semi-arid climate in northern turkey. Environ Monit Assess 127, 55-65.

Krige, D. G. 1951. A review of the development of geostatistics in south Africa. In Advanced Geostatistics in the Mining Industry, p.,279-293, Springer Netherlands.

Li, J. And Heap, A.D. 2011. A Review of Comparative Studies of Spatial Interpolation Methods in Environmental Sciences: Performance And İmpact Factors. Elsevier, V:3, İssue:3-4, 228-241. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2010.12.003

Mahmoudjafari, M., Kluitenberg, G.J., Havlin, J.L., Sisson, J.L., Schwab, A.P. 1997. Spatial variability of nitrojen mineralization at the field scale. Soil Sci. Soc. Am.J. 61, 1214-1221.

Mahinakbarzadeh, M., Simkins, S. and Veneman, P.L.M. 1991. Spatial variability of organic matter content in selected massachusetts map units. p., 231-242.

McBratney, A.B., Webster, R. 1986 Choosing funtions for semi-variograms of soil properties and fitting them to sampling estimates. Journal of Soil Sci. 37, 617-639.

Miao, Y., Mulla, D.J., Robert, P.C. 2006. Spatial variabiliy o f soil properties, corn quality and yield in two illions, USA fields: implations for precision cor management. Precision Agric., 7, 5-20.

Miller, M.P., Singer, M.J., Nielsen, D.R. 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, 1133-1141.

Mulla, D.J., McBratney, A.B., 2001. Soil spatial variability. A-321-A351, in: Handbook Of Soil Science, Malcom E. Summer (Ed. in chief) CRS Press, p., 321-352.

Nash, M.H., Daugherty, L.A., Gutjahr, A., Wierenge, P.J., Nance, S.A. 1988. Horizontal and vertical kriking of soil properties along a transect in southern new water properties. Hilgardia. 42, 215-260.

Needelman, B.A., Guburek, W.J. , Sharpley A.N., Petersen, G.W. 2001. Environmental management of soil phosphours: modelling spatial variability in small fields. Soil Sci. Soc. Am. J., 65, 1516-1552.

Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, And Organic Matter. In: Page, A.L. (Ed.) Methods Of Soil Analysis. Part 2, 2nd Ed. Agron. Monogr. 9. ASA. Madison, WI , p.,539-579.

Oberthur, T., Goovaerts, P., Doberman, A. 1999. Mapping soil texture classes using field texturing, particle size distribution and local knowledge by both conventional and geostatistical methods. European Journal Of Soil Science, 50, 457-479.

Ongun, R. 2008. Gökhöyük tarım işletmesinde yaygın toprak serilerinde bazı kalite göstergelerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, s., 32-79, Ankara.

Orhunbilge, N. 2000. Tanimsal istatistik olasılık ve olasılık dağılımları: İstanbul Üniversitesi.

Ortaç, İ. ve Berkman, A. 1997. Bir jeoistatistiksel tekniğin toprak hacim ağırlığı ve nem içeriği araştırmalarında kullanım olanaklarının irdelenmesi. T. Jour. of. Agri. And Forestry, 21, 523-529.

Ott, R.L. 1993. An introduction to statistical methods and data analysis. Belmont, CA: Wadsworth. In An introduction to statistical methods and data analysis. Belmont, CA: Wadsworth: Inc.

Ovalles, F.A. and Collins, M.E. 1988. Evaluation of soil variability in nortwest florida using geostatistics. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:1702-1708.

Öztaş, T., Akgül, M., Canbolat, M.Y., Barık, K. 1998. Comparison of spatial distribution patterns of selected soil properties with mapping units boundaries. In M. Şefik Yeşilsoy International Symposium On Arid Region Soil Pp., 56-61, Menemen, İzmir.

Payn, W.T., Hill, B.R., Höck, K. B., Skinner, F.M., Thorn, J.A., Rijkse, C.W. 1999. Potantial foor the use of gıs and spatial analysis thecniques as tolls for monitoring chances in forest productivity and nutrition a new zealland example. 122,187-196.

Pehlivan, Ş., Başkurt. M.Y., Bilginer, E., Can, B., Dağer, Z., Örçen, S. 1987. Ilgaz kuzeydoğusu-Boyalı-Kurşunlu dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No:8171 (Yayımlanmamış).

Pehlivan, G. 2007. Ilgaz dağı milli parkı florası. Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 123 s., Ankara.

Prado, B., Duwig, C., Hidalgo, C., Gómez, D., Yee, H., Prat, C., Esteves, M. and Etchevers, J.D. 2007. Characterization, functioning and classification of two volcanic soil profiles under different land uses in central mexico. Geoderma, 139, 300–313.

Rahman, S., Munn, L.C., Zhang, R., Vance, G.F. 1996. Rocky mountain forest soil: evaluating spatial variability using conventional statistics and geostatistics. Can. J. Soil Sci., 76,501-507.

Robertson, P., James, R., Boyd, E. 1993. The spatial of soil resources foolowing long-term disturbance. Oecologia (19939), 96,451-456.

Rubner, K., 1949. Die Waldgesellschaften İn Bayern Forstwirtschaftliche Praxis Heft 4, München

Sağlam, M. 2008. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin jeoistatistiksel yöntemlerle uzaysal değişkenliğinin saptanması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, 70-117., İzmir.

Sparling, G.P. and Scihipper, L.A. 2002. Soil quality at a national scale in New Zeland. Journal of Environmental Quality, 31, 1848-1857.

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

Schachtschabel, P., et al. 1976. Some chemical parameter relations in a population of German forest soils. Geoderma, 64(3-4), 309-326.

Sezen, Y. 1981. Asit topraklara kireç ilavesinin fosfor ve potasyum elverişliliğine etkisi. Atatürk Ünv. Ziraat Fak. Dergisi, 12, 71-83.

Sezen, Y. 1991. Toprak kimyası. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No : 127, 120-122.

Sıvacıoğlu, A, Sezgin, A. Öner, N. 2007. Ulusal çevre sempozyumu. 18–21 Nisan 2007. Bildiriler Kitabı (CD), 9 s., Mersin.

Sobieraj, J.A., Elsenbeer, H., Coelho, R.M., Newton, B. 2002. Spatial variability of soil hdraulic conductiviyt along a tropical rainforest catena. Geoderma, 108, 79-90.

Soil Survey Staff, 1993. Keys to soil taxonomy, 8.Th Etition, USDA Natural Resources Conservation Service, US Goverment Printing Office, Washington, DC, 326 p.

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

Sünal, S. 2018. Yarı-kurak orta anadolu koşullarında tepe-eğim hidropedolojisi. Doktora Tezi, Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, 185-190 s., Çankırı

Sünal, S., Dikmen, Ü., Erşahin, S., Aşkın, T., Özenç, D.B., Tarakcıoğlu C., Korkmaz, K., Kutlu, T. 2018. Orta Karadeniz bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Dergisi, 6(1), 61-66.

Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G. 1985. Aplication of geostatistic to spatial studies of soil properties. Advances in Agronomy, 38, 45-94.

Trangmar, B. B., Yost, R.S., Uehara, G. 1986. Spatial dependence and interpolation of soil properties in west sumartra. İndonesia: I. Anisotropic Variation. Soil Sci. Soc. Am. J., 50, 1391-1395.

Trangmar, B.B., Yost, R.S., Wade, M.K., Uehara, G., Sudjadı, M. 1987. Spatial variation of soil properties and rice yield on recently cleared land. Soil Sci. Soc. Am. J., 51, 668-674.

Tsegaye, T., and Hill, R.L. 1998. Intensive tillage effects on spatial variability of soil test, plant growth and nutrient uptake measurement. Soil Sci., 163, 155-165.

Topaçoğlu, O., Güney K., Bozkuş, H.F. 2007. Ilgaz dağı kuzey bakıda subalpin ve yüksek montan yükselti basamağındaki bazı meşcere kuruluşlarının silvikültürel özellikleri. Kastamonu Ünv. Orman Fak. Dergisi, 8(1), 1-13.

Turfan, N., Savacı, G., Sarıyıldız, T. 2016. Uludağ göknarı ve sarıçam ibrelerinin bazı kimyasal bileşiklerinin meşcere yaşına ve bazı toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi. Kastamonu Ünv., Orman Fakültesi Dergisi, 16(2), 583-598.

Turgut, B. ve Öztaş, T. 2012. Penatrasyon direncini etkileyen bazı toprak özelliklerinin yersel değişiminin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18, 115-122.

Virgilio, D.N., Monti, A., Venturi, G. 2006. Spatial variability of switchgrass (*panicum virgatum l*.) yield as related to soil parameters in a small field. Field Crops Research, Volume 101, Issue 2, 232-239.

Yetgin, B. 2004. Toprak fiziksel özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin jeoistatistiksel yöntemlerle analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 33-80 s., Tokat.

Yost, R.S., Uehara, G., Fox, R.L. 1982a. Geostatistical analysis of soil chemical properties of large land areas. Il Kriging. Soil Sci. Soc. Am.J. 46:1028-1037.

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

Young, F.J., Hammer, R.D., Maatta, J.M. 1992. Confidence ıntervals for soil properties based on differing statistical assumptions. In:G.A. Millikin And J.R. Schwenke(Ed) Applied Statistics İn Agriculture 4th Annual Kansas State Univ. Con. Manhattan. Kansas, 27-28 Apr. 1992 Dep. Of Sta. Kansas State Uni. Manhattan, Ks.

Wang, Y.G., Li, Y., and Xiao, D.N. 2008. Catchment scale spatial variability of soil salt content in agricultural oasis, norhwest China. Environ. Geol., 56(2), 439-446.

Warrick, A, W. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel Aplication Of Soil Physics. Acedemik Press., p., 319-344.

Warrick, A. W., Myers, D.E., Nielsen, D.R. 1986. Geotatistical methods applied to soil sciences methods of soil analysis. Part I. Physical And Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No:9 (Second Edition) p., 53-82.

Webster, R. 1985. Quantitative Spatial Analysis Of Soil İn The Field. Adv. Soil Sci., 3, 1-70.

Webster, R. 2008. Soil science and geostatistics. 1-11. soil geopraphy and geostatistics-european commission. Krasilnikov, P, Carre, F And Montanarella, L. Eds), European Commission, Joint Research Centre, Institute For Environmental And Sustainability.

Webster, R. 2001. Statistics to support soil research and their presentation. European Journal Of Soil Science, 52(5), 331-340.

Webster, R. and Oliver , M.A. 200l. Geostatistics for environmental scientists (Statistics İn Practive).

Webster, R. and Oliver, M. A. 2007. Geostatistics for environmental scientists. John Wiley&Sons.

West, C.P., Mallarino, A.P., Wedin, W.P., Marx, D.B. 1989. Spatial variability of soil chemical properties in grazed pastures. Soil Sci. Soc. Am. J. 53, 784-789.

White, J.G., Welch, R.M., Norvell, W.A. 1997. Soil zinc map of the usa using geostatistics and deographic information systems. Soil Sci. Soc. Am. J., 53,784-789.

Wiersma, J. H. 1963. A new method of dealing with results of provanencetest. Silvaegenetica 12.

Wilding, L.P. and Drees, L.R. 1983. Spatial variability and pedology. In: Wilding, L, P., Smeck, N.E., Hall, (Eds.) Pedogenesis And Soil Taxonomy: Concepts And İnteractions, Vol.1, Elsevier, p. 83-116, Amsterdam, The Netherlands

Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. ın spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. Soil spatial variability. Workshop, 166-194 p.,

Wilding, L.P., Bouma, J., Goss, D.W. 1994. Impact of spatial variability on ınterpretative modelling. 65-75, In: Ouantitative Modelling Of Soil Forming Processes R.B. Bryant And Arnold R. W. (Eds) SSSA Special Publication Number 39, SSSA, Inc. Madison Wisconsin, U.S.A.

Wu, J., Norvell, W.A., Hopkings, D.G, Welch, R.M. 2002. Spatial variability of grain cadmium and soil characteristics in a durum wheat field. Soil Csi. Soc. Am. J., 66, 268-275.

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

EKLER

Ek 1. Karışık meşcerede alınan toprak örneklerine ilişkin analiz sonuçları
Ek 2. Saf meşcerede alınan toprak örneklerine ilişkin analiz sonuçları

EK 1. Karışık meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
1	0-15	4556128	569556	1,28	5,84	149,0	41,40	33,15	25,45	2,00	10,82	0,139	33,15	15,97	17,18
2	15-30	4556129	569557	1,74	5,62	116,1	31,85	42,25	25,90	2,10	6,26	0,050	33,28	11,80	21,48
3	0-15	4556145	569581	1,44	4,98	95,6	33,90	40,65	25,45	2,00	8,16	0,126	29,21	12,55	16,66
4	15-30	4556146	569582	1,74	5,31	39,3	28,90	43,60	27,50	2,00	4,61	0,067	23,99	9,77	14,22
5	0-15	4556161	569606	1,13	5,93	324,0	53,90	28,60	17,50	1,80	13,12	0,179	38,01	23,95	14,06
6	15-30	4556162	569607	1,03	5,66	84,2	33,90	42,25	23,85	2,00	4,67	0,200	24,24	9,12	15,12
7	0-15	4556177	569631	1,30	5,07	88,5	29,35	47,25	23,40	2,40	7,47	0,138	41,40	18,87	22,53
8	15-30	4556178	569632	1,49	4,42	55,7	38,00	41,10	20,90	2,20	3,67	0,095	16,71	12,70	4,01
9	0-15	4556193	569657	0,95	6,17	188,5	40,50	34,50	25,00	3,00	10,87	0,438	31,04	21,63	9,41
10	15-30	4556194	569658	1,03	6,06	183,6	33,00	41,55	25,45	2,00	7,29	0,046	21,31	13,71	7,60
11	0-15	4556209	569682	1,31	5,28	125,0	38,00	39,05	22,95	2,00	7,28	0,070	30,12	14,75	15,37
12	15-30	4556210	569683	1,39	5,37	94,9	33,90	36,55	29,55	1,90	6,71	0,044	25,33	19,62	5,72
13	0-15	4556225	569707	0,86	5,79	240,0	43,00	32,70	24,30	2,00	11,86	0,130	37,21	26,88	10,33
14	15-30	4556226	569708	1,10	5,50	111,6	38,00	37,00	25,00	2,00	7,49	0,063	24,22	15,83	8,39
15	0-15	4556242	569732	1,19	5,40	131,9	51,40	28,60	20,00	2,20	9,76	0,068	27,54	12,84	14,71
16	15-30	4556243	569733	1,36	4,82	53,6	41,40	37,25	21,35	2,20	4,08	0,027	21,49	9,22	12,28
17	0-15	4556265	569713	1,29	4,91	105,5	63,00	28,15	8,85	1,80	9,33	0,104	21,98	10,39	11,59
18	15-30	4556266	569714	1,68	4,69	42,6	33,90	43,60	22,50	2,00	2,60	0,063	22,09	10,33	11,76
19	0-15	4556249	569688	1,12	5,41	116,7	35,50	39,50	25,00	2,00	10,54	0,101	34,87	16,61	18,25
20	15-30	4556250	569689	1,40	5,14	47,7	30,50	40,20	29,30	2,00	2,89	0,041	26,18	16,30	9,88
21	0-15	4556232	569663	1,70	5,33	117,5	38,00	37,70	24,30	2,00	8,30	0,075	28,25	11,75	16,50
22	15-30	4556233	569664	1,25	5,08	54,2	33,00	37,70	29,30	2,00	7,60	0,054	16,17	10,80	5,38
23	0-15	4556216	569638	1,18	5,01	153,9	41,40	36,10	22,50	2,20	3,95	0,102	29,42	18,16	11,26
24	15-30	4556217	569639	1,61	5,07	94,2	33,90	43,60	22,50	2,20	7,01	0,068	30,02	11,09	18,93
25	0-15	4556200	569612	1,02	5,51	192,8	51,40	28,60	20,00	2,30	13,33	0,069	31,93	19,26	12,67
26	15-30	4556201	569613	1,41	4,85	119,0	39,35	39,75	20,90	2,20	9,09	0,067	17,80	10,78	7,02
27	0-15	4556184	569587	1,08	5,73	274,0	48,90	33,60	17,50	2,40	13,32	0,238	38,37	21,82	16,54
28	15-30	4556185	569588	1,60	5,76	147,7	38,00	37,00	25,00	1,80	9,93	0,103	31,20	16,78	14,42
29	0-15	4556168	569562	1,06	5,11	187,2	58,00	28,60	13,40	2,00	11,67	0,209	38,75	18,73	20,02
30	15-30	4556169	569563	1,25	5,30	88,4	31,85	42,25	25,90	2,30	5,86	0,136	30,63	10,96	19,67
32	0-15	4556152	569536	0,83	5,21	165,1	40,50	36,10	23,40	2,00	10,14	0,102	35,25	16,10	19,15
32	15-30	4556153	569537	0,80	5,58	89,8	38,00	47,50	14,50	2,10	5,83	0,108	27,22	15,31	11,92
33	0-15	4556175	569517	1,40	5,90	164,8	48,00	31,10	20,90	1,80	7,82	0,067	21,14	17,59	3,55
34	15-30	4556176	569518	1,81	5,93	72,9	31,40	42,70	25,90	2,00	4,11	0,029	19,44	11,84	7,60
35	0-15	4556191	569543	1,02	4,67	119,2	35,95	49,50	14,55	2,10	8,08	0,109	22,51	14,89	7,63
36	15-30	4556192	569544	1,38	5,32	117,7	28,00	49,50	22,50	1,80	5,52	0,053	22,44	16,68	5,76

Ek:1. Karışık meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
37	0-15	4556207	569568	1,59	5,49	124,8	40,50	37,70	21,80	2,60	6,28	0,103	27,22	19,47	7,75
38	**15-30**	4556208	569569	1,26	5,27	85,6	36,40	42,25	21,35	2,10	5,69	0,057	22,70	11,41	11,29
39	0-15	4556223	569593	1,40	5,54	138,8	40,50	36,10	23,40	2,10	8,45	0,191	22,28	7,37	14,91
40	**15-30**	4556224	569594	1,46	5,08	77,2	31,40	42,70	25,90	2,20	5,63	0,200	24,94	13,70	11,24
41	0-15	4556239	569618	1,12	5,56	193,1	33,00	37,70	29,30	2,80	9,71	0,117	28,61	21,07	7,54
42	**15-30**	4556240	569619	1,25	5,39	117,5	34,35	39,75	25,90	2,40	7,87	0,078	27,20	24,00	3,20
43	0-15	4556256	569644	0,83	6,73	437,0	48,00	34,50	17,50	1,40	12,30	0,132	21,46	16,01	5,45
44	**15-30**	4556257	569645	1,15	6,96	304,0	45,50	39,50	15,00	1,80	8,88	0,109	25,96	14,65	11,31
45	0-15	4556272	569669	1,07	4,82	112,3	46,85	31,10	22,05	2,00	11,71	0,064	36,33	20,33	16,00
46	**15-30**	4556273	569670	1,18	4,93	71,7	29,80	43,60	26,60	2,00	6,09	0,044	28,29	12,33	15,95
47	0-15	4556288	569694	1,03	5,46	164,9	38,90	35,20	25,90	2,00	9,81	0,099	35,33	18,65	16,68
48	**15-30**	4556289	569695	1,07	5,10	78,2	38,00	38,15	23,85	2,00	6,54	0,075	21,41	17,49	3,92
49	0-15	4556311	569675	1,09	4,73	96,8	38,00	35,20	26,80	2,00	9,26	0,042	32,83	19,92	12,90
50	**15-30**	4556312	569676	1,26	4,90	76,1	35,50	37,00	27,50	1,60	5,16	0,077	23,17	14,47	8,71
51	0-15	4556295	569650	1,07	6,20	219,0	48,00	34,05	17,95	2,20	8,60	0,094	23,97	16,14	7,83
52	**15-30**	4556296	569651	1,51	6,18	181,9	43,00	36,55	20,45	2,00	7,59	0,069	21,92	14,75	7,17
53	0-15	4556279	569625	1,22	5,31	121,0	43,00	37,00	20,00	2,00	10,78	0,125	22,47	14,92	7,56
54	**15-30**	4556280	569626	1,26	5,40	82,0	40,50	37,70	21,80	2,00	7,00	0,059	24,69	11,85	12,84
55	0-15	4556262	569599	1,42	5,65	110,8	40,50	41,55	17,95	2,00	8,13	0,068	26,01	14,29	11,72
56	**15-30**	4556263	569598	1,48	5,83	73,0	28,00	47,00	25,00	2,00	5,25	0,132	18,52	14,93	3,60
57	0-15	4556246	569574	0,99	5,50	124,2	33,00	40,20	26,80	2,10	9,59	0,185	20,75	14,32	6,42
58	**15-30**	4556247	569575	1,33	5,22	103,8	28,00	42,70	29,30	2,00	7,87	0,216	23,66	17,51	6,15
59	0-15	4556230	569549	1,48	4,87	132,8	35,50	42,00	22,50	2,00	10,02	0,042	24,21	19,69	4,52
60	**15-30**	4556231	569550	1,43	5,07	74,8	30,50	44,05	25,45	2,00	5,48	0,021	24,80	11,74	13,07
61	0-15	4556214	569524	1,18	5,43	191,7	45,95	29,50	24,55	1,60	10,72	0,088	32,95	19,48	13,47
62	**15-30**	4556215	569525	1,33	5,22	120,4	45,50	34,05	20,45	2,20	10,24	0,075	29,75	20,25	9,50
63	0-15	4556198	569498	1,22	5,15	143,3	53,00	31,55	15,45	1,90	11,87	0,119	24,28	15,85	8,43
64	**15-30**	4556199	569499	1,50	5,24	70,2	50,50	30,20	19,30	2,20	4,83	0,049	19,72	16,54	3,18
65	0-15	4556221	569479	1,02	4,98	88,8	31,85	44,75	23,40	2,20	5,97	0,213	19,26	16,84	2,42
66	**15-30**	4556222	569480	1,27	4,96	164,4	38,00	41,10	20,90	1,80	12,71	0,167	28,29	19,26	9,03
67	0-15	4556237	569504	1,45	5,28	126,1	34,35	54,75	10,90	2,10	10,36	0,086	32,41	13,07	19,34
68	**15-30**	4556238	569505	1,40	5,12	110,4	36,40	41,10	22,50	2,20	7,14	0,071	30,54	14,30	16,24
69	0-15	4556253	569530	1,30	5,64	184,2	39,35	39,75	20,90	2,10	10,91	0,184	33,04	15,00	18,04
70	**15-30**	4556254	569531	1,36	5,51	136,8	37,30	46,10	16,60	2,20	9,43	0,076	34,21	18,80	15,42
71	0-15	4556269	569555	1,35	7,21	243,0	38,00	47,50	14,50	2,80	8,64	0,092	27,26	13,41	13,85
72	**15-30**	4556270	569556	1,16	6,83	279,0	45,50	35,20	19,30	2,20	11,84	0,143	30,77	21,40	9,37

Ek:1. Karışık meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
73	0-15	4556286	569580	1,19	5,82	159,1	33,00	40,20	26,80	2,80	11,09	0,061	29,09	13,00	16,09
74	**15-30**	4556287	569581	1,23	5,83	108,6	38,00	42,70	19,30	2,50	6,72	0,031	22,43	12,29	10,14
75	0-15	4556302	569606	0,73	5,87	128,1	45,50	34,05	20,45	2,00	11,02	0,100	36,22	22,46	13,77
76	**15-30**	4556303	569607	1,37	5,67	110,3	38,00	35,20	26,80	2,20	7,88	0,050	21,00	13,26	7,74
77	0-15	4556318	569631	1,41	4,83	104,8	44,35	34,75	20,90	2,60	4,35	0,050	19,03	13,24	5,79
78	**15-30**	4556319	569632	1,48	5,18	176,1	54,35	29,75	15,90	2,30	4,83	0,023	16,58	5,25	11,33
79	0-15	4556334	569656	1,21	5,67	114,9	43,00	39,05	17,95	1,80	6,65	0,061	20,38	13,48	6,90
80	**15-30**	4556335	569657	1,35	5,46	69,8	33,90	41,10	25,00	2,10	5,29	0,025	25,75	14,49	11,26
81	0-15	4556357	569637	1,05	7,12	315,0	25,50	39,05	35,45	2,50	3,27	0,065	24,59	17,09	7,50
82	**15-30**	4556358	569638	1,43	6,45	303,0	35,50	46,55	17,95	2,20	9,00	0,069	20,31	15,78	4,52
83	0-15	4556341	569612	1,25	5,52	167,6	45,50	42,50	12,00	2,10	10,53	0,172	19,54	12,20	7,33
84	**15-30**	4556342	569613	1,21	4,93	88,6	38,00	41,55	20,45	1,90	5,57	0,090	19,78	12,07	7,71
85	0-15	4556325	569586	0,98	4,54	88,4	43,00	35,20	21,80	2,00	6,73	0,100	25,57	16,30	9,27
86	**15-30**	4556326	569587	1,37	4,91	57,4	25,50	29,50	45,00	2,20	5,45	0,066	23,46	18,69	4,77
87	0-15	4556309	569561	1,05	5,64	155,0	43,00	36,10	20,90	2,00	8,08	0,070	32,05	16,20	15,85
88	**15-30**	4556310	569560	1,16	5,09	84,1	48,00	32,70	19,30	2,90	6,78	0,059	24,16	13,70	10,46
89	0-15	4556293	569536	1,69	5,69	118,6	45,50	37,00	17,50	2,10	10,51	0,068	22,49	14,26	8,23
90	**15-30**	4556294	569537	1,62	6,23	92,7	43,00	37,70	19,30	2,00	3,91	0,028	18,73	10,94	7,79
91	0-15	4556276	569511.	0,70	5,97	236,0	40,50	37,70	21,80	2,20	10,24	0,256	28,02	15,16	12,86
92	**15-30**	4556277	569512	1,46	5,70	96,2	36,40	42,70	20,90	2,20	5,30	0,067	25,08	13,97	11,12
93	0-15	4556260	569485	0,91	6,03	192,9	48,90	28,60	22,50	2,00	12,05	0,093	35,66	21,29	14,37
94	**15-30**	4556261	569486	1,03	5,66	105,0	38,00	36,10	25,90	2,20	8,24	0,085	30,01	15,67	14,34
95	0-15	4556244	569460	1,12	5,84	167,2	58,00	28,60	13,40	2,20	13,19	0,143	22,33	20,44	1,88
96	**15-30**	4556245	569461	1,37	5,62	108,5	38,00	40,00	22,00	1,80	6,98	0,040	21,92	14,93	6,99
97	0-15	4556267	569441	1,22	5,27	140,5	42,30	38,60	19,10	2,10	9,73	0,082	29,61	14,08	15,54
98	**15-30**	4556268	569442	1,35	4,66	81,8	41,40	39,75	18,85	2,40	5,39	0,112	25,14	11,89	13,25
99	0-15	4556283	569466	0,91	5,34	192,2	50,50	34,50	15,00	2,10	12,70	0,236	26,12	13,23	12,89
100	**15-30**	4556284	569467	1,20	5,49	78,5	43,00	37,70	19,30	2,20	6,54	0,169	25,12	11,98	13,14
101	0-15	4556300	569492	1,43	4,85	112,7	39,35	39,75	20,90	2,20	7,31	0,125	30,16	14,74	15,42
102	**15-30**	4556301	569493	1,29	4,81	58,7	38,90	42,70	18,40	2,00	4,31	0,096	16,84	15,14	1,69
103	0-15	4556316	569517	1,11	5,50	148,9	50,50	31,55	17,95	2,40	8,22	0,059	21,67	14,09	7,58
104	**15-30**	4556317	569518	1,15	4,61	107,8	43,00	39,50	17,50	3,00	4,86	0,041	25,21	11,78	13,43
105	0-15	4556332	569542	1,23	5,17	101,8	41,85	39,75	18,40	2,40	7,92	0,153	31,24	11,47	19,77
106	**15-30**	4556333	569543	1,34	5,05	59,9	45,50	32,70	21,80	2,50	5,64	0,108	28,01	9,78	18,23
107	0-15	4556348	569567	1,20	5,06	114,9	45,50	35,20	19,30	2,00	9,45	0,180	24,45	12,29	12,16
108	**15-30**	4556349	569568	1,17	5,15	106,0	53,00	34,05	12,95	2,00	5,48	0,100	27,72	8,50	19,22

Ek:1. Karışık meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
109	0-15	4556364	569593	1,26	5,04	107,8	54,35	29,75	15,90	2,20	9,46	0,078	32,38	13,45	18,93
110	**15-30**	4556365	569594	1,59	5,10	84,7	40,50	37,70	21,80	2,20	4,61	0,049	23,59	9,22	14,37
111	0-15	4556380	569618	1,17	5,52	169,1	38,90	41,10	20,00	2,20	9,08	0,205	16,46	8,25	8,21
112	**15-30**	4556381	569619	1,53	4,79	147,0	30,50	47,00	22,50	2,40	6,95	0,258	28,45	16,15	12,31
113	0-15	4556404	569599	1,41	4,68	115,1	43,00	45,00	12,00	2,00	8,25	0,188	19,47	14,59	4,88
114	**15-30**	4556405	569598	1,35	5,62	95,8	38,00	45,00	17,00	1,80	5,66	0,149	26,04	16,88	9,15
115	0-15	4556387	569574	0,93	7,17	377,0	41,40	37,70	20,90	4,40	11,69	0,163	40,84	15,98	24,87
116	**15-30**	4556388	569575	1,31	7,16	277,0	42,30	38,60	19,10	4,00	9,03	0,124	34,47	11,12	23,36
117	0-15	4556371	569548	1,44	5,21	106,6	58,00	32,50	9,50	2,10	9,07	0,133	19,13	9,57	9,55
118	**15-30**	4556372	569549	0,89	5,38	111,7	43,00	34,50	22,50	2,20	9,03	0,151	24,49	13,97	10,51
119	0-15	4556355	569523	1,10	5,24	206,9	53,90	29,75	16,35	2,00	13,15	0,189	27,64	8,23	19,41
120	**15-30**	4556356	569524	1,15	5,12	101,1	53,00	33,15	13,85	2,30	10,19	0,217	14,36	7,14	7,22
121	0-15	4556339	569498	0,80	6,17	212,1	38,90	36,10	25,00	1,80	11,80	0,099	47,30	17,94	29,36
122	**15-30**	4556340	569499	1,18	5,99	118,4	36,85	39,75	23,40	2,20	6,90	0,072	38,41	23,53	14,87
123	0-15	4556323	569472	1,24	5,30	103,5	38,00	35,20	26,80	1,80	8,75	0,105	30,36	18,41	11,95
124	**15-30**	4556324	569473	1,72	4,96	86,2	35,50	37,00	27,50	2,00	5,11	0,110	22,36	12,49	9,87
125	0-15	4556307	569447	1,03	6,67	366,0	36,85	42,25	20,90	2,20	7,80	0,293	17,93	13,86	4,07
126	**15-30**	4556308	569448	1,11	5,79	219,4	37,30	43,60	19,10	2,30	5,93	0,016	15,25	11,01	4,24
127	0-15	4556290	569422	1,37	4,68	88,1	50,50	33,15	16,35	2,20	7,01	0,310	16,95	15,02	1,93
128	**15-30**	4556291	569423	1,33	4,67	133,5	46,85	37,25	15,90	2,40	5,28	0,137	29,84	19,18	10,66
129	0-15	4556427	569580	0,76	4,87	224,0	41,85	39,75	18,40	2,10	10,38	0,288	18,14	10,83	7,31
130	**15-30**	4556428	569581	1,43	4,81	83,9	40,50	41,55	17,95	2,10	4,80	0,100	23,35	10,83	12,52
131	0-15	4556410	569554	0,75	5,73	170,0	38,00	37,70	24,30	2,20	12,65	0,118	35,36	16,60	18,77
132	**15-30**	4556411	569555	1,49	5,43	92,8	55,50	35,00	9,50	2,10	5,52	0,045	27,43	15,27	12,16
133	0-15	4556394	569529	0,91	4,65	113,6	41,40	38,60	20,00	1,90	8,05	0,132	29,41	16,29	13,12
134	**15-30**	4556395	569530	0,87	4,71	74,2	41,40	41,10	17,50	2,30	5,33	0,067	25,87	14,65	11,22
135	0-15	4556378	569504	1,15	5,54	122,4	63,00	24,05	12,95	2,00	6,92	0,183	16,45	7,02	9,43
136	**15-30**	4556379	569505	1,20	4,75	115,7	58,00	28,60	13,40	2,20	5,09	0,221	17,89	10,25	7,65
137	0-15	4556362	569479	0,92	5,56	188,5	55,50	32,50	12,00	2,00	12,50	0,404	35,91	19,93	15,98
138	**15-30**	4556363	569480	1,29	4,54	97,6	47,30	36,10	16,60	2,30	9,63	0,042	28,44	12,03	16,41
139	0-15	4556346	569453	0,82	4,77	124,7	36,40	41,10	22,50	2,00	8,06	0,181	32,11	18,09	14,02
140	**15-30**	4556347	569454	1,06	5,07	83,0	31,85	44,75	23,40	2,20	6,01	0,085	27,37	11,51	15,86
141	0-15	4556330	569428	1,30	5,62	130,1	36,40	42,70	20,90	2,00	6,33	0,032	16,91	12,58	4,33
142	**15-30**	4556331	569429	1,59	5,68	87,5	29,35	47,25	23,40	2,60	5,77	0,134	25,60	22,29	3,31
143	0-15	4556314	569403	1,05	4,67	127,9	45,50	37,00	17,50	2,00	9,57	0,264	22,09	14,26	7,84
144	**15-30**	4556315	569404	1,36	4,73	80,2	35,50	6,10	58,40	2,20	7,59	0,243	19,53	13,03	6,50

Ek:1. Karışık meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı	pH	EC	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM	Kireç	Fosfor	TK (%)	SN (%)	YS (%)
145	0-15	4556147	569585	0,90	5,61	296,0	40,50	37,00	22,50	3,10	12,22	0,204	21,03	14,30	6,73
146	**15-30**	4556147	569586	1,46	5,27	99,9	35,50	39,50	25,00	2,50	2,96	0,129	17,56	10,69	6,87
147	0-15	4556153	569593	1,05	5,49	274,0	43,00	37,00	20,00	2,00	9,50	0,457	25,29	9,14	16,15
148	**15-30**	4556153	569594	1,25	4,88	145,3	43,45	39,50	17,05	2,00	6,89	0,526	28,72	13,47	15,24
149	0-15	4556155	569598	1,18	4,87	112,4	45,50	34,50	20,00	1,80	7,71	0,222	33,30	20,43	12,86
150	**15-30**	4556155	569599	1,43	4,51	80,8	40,50	47,50	12,00	2,10	5,33	0,081	21,94	7,58	14,36
151	0-15	4556158	569602	1,36	6,29	143,5	45,50	32,00	22,50	3,60	10,99	0,183	38,43	29,42	9,01
152	**15-30**	4556158	569603	1,50	5,77	106,5	48,00	32,00	20,00	2,00	6,35	0,121	30,62	15,67	14,96
153	0-15	4556164	569565	1,30	5,42	184,8	48,00	32,00	20,00	2,20	12,31	0,151	44,19	20,38	23,81
154	**15-30**	4556164	569566	1,51	5,07	91,2	16,15	58,85	25,00	2,60	7,23	0,075	26,48	9,37	17,11
155	0-15	4556160	569568	0,80	B	B	B	B	B	1,80	7,94	B	B	B	B
156	**15-30**	4556160	569569	1,39	5,34	151,2	35,50	35,20	29,30	1,80	7,15	0,063	28,62	14,22	14,40
157	0-15	4556156	569571	0,99	5,56	162,4	34,10	48,85	17,05	2,00	12,42	0,152	32,83	16,21	16,62
158	**15-30**	4556156	569572	1,33	5,54	85,5	35,50	39,50	25,00	2,00	7,58	0,115	27,41	9,51	17,90
159	0-15	4556148	569578	1,13	4,49	147,3	38,00	42,00	20,00	2,10	10,67	0,234	32,24	15,09	17,15
160	**15-30**	4556148	569579	1,37	4,61	66,5	40,95	45,00	14,05	2,00	7,26	0,090	27,97	11,79	16,18
161	0-15	4556154	569541	0,89	5,58	103,5	38,00	39,50	22,50	2,00	10,84	0,167	20,60	14,02	6,58
162	**15-30**	4556154	569542	1,42	5,56	101,9	38,00	37,00	25,00	1,80	5,89	0,097	38,03	15,95	22,08
163	0-15	4556160	569549	1,27	6,02	145,0	45,95	32,00	22,05	1,90	10,92	0,247	32,05	18,66	13,39
164	**15-30**	4556160	569550	1,26	5,93	129,7	38,00	39,50	22,50	2,00	7,06	0,212	25,62	10,06	15,55
165	0-15	4556162	569553	0,81	6,07	156,9	33,90	44,75	21,35	3,70	13,20	0,123	33,94	23,85	10,08
166	**15-30**	4556162	569554	1,14	5,89	83,9	33,45	52,50	14,05	2,10	7,89	0,050	19,73	13,43	6,30
167	0-15	4556165	569558	1,36	5,31	144,7	43,00	37,00	20,00	2,10	8,87	0,107	26,35	10,94	15,41
168	**15-30**	4556165	569559	1,48	5,65	71,3	33,00	41,55	25,45	1,80	4,90	0,067	34,42	14,66	19,77
169	0-15	4556201	569502	1,03	4,61	217,7	40,50	39,50	20,00	1,80	10,36	0,183	16,77	3,37	13,41
170	**15-30**	4556201	569503	1,28	4,66	132,3	38,00	42,00	20,00	2,10	5,00	0,172	36,76	12,86	23,91
171	0-15	4556206	569511	1,14	5,41	136,6	50,50	31,55	17,95	2,00	13,13	0,123	32,82	17,21	15,61
172	**15-30**	4556206	569512	1,34	5,38	97,2	43,00	34,05	22,95	2,20	8,37	0,076	40,54	27,32	13,22
173	0-15	4556209	569515	0,99	5,36	165,6	45,50	29,50	25,00	1,90	11,37	0,087	33,48	14,03	19,45
174	**15-30**	4556209	569516	1,34	5,45	112,5	43,00	36,55	20,45	2,20	8,23	0,044	46,62	21,54	25,08
175	0-15	4556211	569519	1,19	5,20	159,0	45,50	34,50	20,00	2,10	8,64	0,082	28,83	12,15	16,68
176	**15-30**	4556211	569520	1,28	5,51	67,8	45,50	37,00	17,50	2,10	7,81	0,057	16,28	5,68	10,60
177	0-15	4556263	569490	1,04	6,98	368,0	38,00	41,55	20,45	2,10	12,89	0,206	46,39	19,19	27,20
178	**15-30**	4556263	569491	0,99	6,82	328,0	34,10	62,60	3,30	2,40	8,49	0,122	28,08	11,46	16,61
179	0-15	4556268	569498	1,10	6,47	344,0	40,50	42,00	17,50	2,20	9,66	0,194	43,37	17,17	26,21
180	**15-30**	4556268	569499	1,11	6,78	354,0	45,50	34,50	20,00	2,00	12,61	0,395	37,77	21,29	16,47

Ek:1. Karışık meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
181	0-15	4556271	569502	1,07	4,94	134,1	53,00	34,05	12,95	1,80	13,13	0,044	43,20	23,90	19,31
182	**15-30**	4556271	569503	1,35	4,60	82,0	40,50	42,00	17,50	2,20	6,64	0,062	29,91	15,61	14,30
183	0-15	4556274	569506	1,14	5,38	116,4	35,50	40,20	24,30	2,00	8,92	0,081	28,36	16,25	12,11
184	**15-30**	4556274	569507	1,22	5,06	67,6	30,95	50,00	19,05	2,00	5,21	0,039	37,74	15,50	22,25
185	0-15	4556343	569495	1,01	5,24	175,6	43,00	37,00	20,00	2,20	8,64	0,076	27,64	10,25	17,39
186	**15-30**	4556343	569496	1,32	5,40	70,1	43,00	37,00	20,00	2,00	7,74	0,071	17,15	11,61	5,54
187	0-15	4556350	569488	1,08	5,22	128,9	38,00	44,50	17,50	2,20	7,78	0,155	26,42	11,85	14,57
188	**15-30**	4556350	569489	1,38	5,25	124,2	40,50	42,00	17,50	2,00	7,70	0,165	25,67	8,01	17,66
189	0-15	4556354	569485	1,11	5,96	150,8	45,50	37,00	17,50	2,20	8,75	0,071	37,28	17,02	20,26
190	**15-30**	4556354	569486	1,29	5,51	111,3	40,50	39,50	20,00	2,00	5,80	0,087	17,39	4,04	13,35
191	0-15	4556358	569482	0,91	5,13	131,1	35,50	39,50	25,00	2,70	12,73	0,214	21,29	6,59	14,70
192	**15-30**	4556358	569483	1,16	5,28	75,1	38,00	42,00	20,00	2,10	5,86	0,092	38,32	14,56	23,75
193	0-15	4556368	569589	1,11	6,15	161,8	50,95	32,00	17,05	2,40	10,16	0,172	37,98	20,82	17,15
194	**15-30**	4556368	569590	1,22	6,41	169,9	43,00	39,50	17,50	2,00	4,26	0,092	29,79	12,02	17,77
195	0-15	4556376	569583	1,41	6,29	122,7	53,00	34,50	12,50	1,70	7,37	0,113	35,21	11,15	24,06
196	**15-30**	4556376	569584	1,48	5,49	12,0	48,00	37,00	15,00	1,80	4,52	0,098	35,43	15,80	19,63
197	0-15	4556380	569580	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
198	**15-30**	4556380	569581	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
199	0-15	4556383	569577	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
200	**15-30**	4556383	569578	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
201	0-15	4556242	569623	1,43	4,92	73,7	40,50	42,00	17,50	3,00	4,97	0,099	27,77	12,56	15,21
202	**15-30**	4556242	569624	1,73	4,88	60,8	38,00	42,70	19,30	2,20	3,13	0,099	31,62	18,33	13,29
203	0-15	4556247	569631	0,83	6,02	202,6	38,00	34,05	27,95	2,20	11,88	0,139	23,54	16,21	7,33
204	**15-30**	4556247	569632	1,46	6,36	116,6	33,00	43,60	23,40	2,60	8,46	0,071	19,36	7,87	11,49
205	0-15	4556250	569635	1,05	6,15	220,0	55,50	27,00	17,50	1,70	10,08	0,345	20,99	17,18	3,82
206	**15-30**	4556250	569636	1,26	6,28	102,2	35,50	39,50	25,00	1,90	6,26	0,177	27,52	17,83	9,69
207	0-15	4556253	569640	1,50	4,97	91,7	53,00	29,50	17,50	2,20	7,60	0,153	33,76	24,79	8,97
208	**15-30**	4556253	569641	1,67	4,36	52,3	38,00	37,70	24,30	2,20	3,82	0,074	22,11	16,51	5,60
209	0-15	4556276	569666	1,13	5,41	86,9	43,45	34,50	22,05	3,30	8,90	0,159	25,49	16,91	8,58
210	**15-30**	4556276	569667	1,56	4,97	71,5	33,45	45,00	21,55	2,20	6,24	0,077	24,34	11,33	13,01
211	0-15	4556283	569659	1,09	5,15	117,1	43,00	34,50	22,50	2,20	8,71	0,113	17,97	5,14	12,83
212	**15-30**	4556283	569660	1,21	5,18	102,7	38,00	39,50	22,50	2,30	7,45	0,098	36,35	15,88	20,47
213	0-15	4556287	569656	1,15	5,55	155,0	43,00	34,50	22,50	1,70	11,75	0,146	32,02	15,21	16,81
214	**15-30**	4556287	569657	1,38	5,07	77,6	43,00	37,00	20,00	2,00	6,18	0,100	27,86	14,41	13,45
215	0-15	4556291	569653	1,26	4,85	118,8	45,50	37,00	17,50	2,00	8,89	0,164	28,85	18,31	10,54
216	**15-30**	4556291	569654	1,45	5,03	95,8	40,50	42,00	17,50	2,20	4,06	0,076	25,06	12,18	12,89

Ek 2. Saf meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı	pH	EC	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM	Kireç	Fosfor	TK (%)	SN (%)	YS (%)
1	0-15	4555771	569805	1,28	5,77	186,5	50,50	27,70	21,80	2,40	12,82	0,116	20,01	13,33	6,68
2	**15-30**	4555771	569806	1,20	5,57	129,5	44,35	37,25	18,40	2,60	8,69	0,142	16,25	11,37	4,88
3	0-15	4555782	569833	1,30	4,76	153,2	38,90	38,60	22,50	2,60	7,44	0,071	30,27	16,73	13,54
4	**15-30**	4555782	569834	1,32	4,62	189,1	39,35	39,75	20,90	2,40	6,06	0,083	23,95	6,17	17,78
5	0-15	4555792	569861	1,29	5,00	114,4	41,85	37,25	20,90	2,40	12,71	0,116	28,94	17,42	11,52
6	**15-30**	4555792	569862	1,15	4,90	96,1	34,35	44,75	20,90	2,40	12,45	0,108	27,12	16,12	11,00
7	0-15	4555803	569889	1,09	5,52	144,0	43,00	37,00	20,00	3,00	13,13	0,181	32,90	22,32	10,58
8	**15-30**	4555803	569890	1,16	5,28	88,3	35,50	40,00	24,50	2,20	9,81	0,110	20,68	15,52	5,16
9	0-15	4555814	569917	1,04	5,24	233,0	48,00	37,00	15,00	2,40	9,49	0,145	29,72	16,59	13,13
10	**15-30**	4555814	569917	1,21	4,82	146,6	40,50	45,00	14,50	2,60	4,72	0,248	24,13	14,51	9,61
11	0-15	4555825	569945	1,04	4,90	163,1	48,00	33,60	18,40	2,50	2,27	0,180	34,50	23,23	11,27
12	**15-30**	4555825	569946	1,31	5,22	104,5	39,35	39,75	20,90	2,60	10,19	0,087	29,94	18,10	11,84
13	0-15	4555835	569973	0,99	5,13	249,0	56,85	29,75	13,40	2,50	2,94	0,120	56,98	21,72	35,26
14	**15-30**	4555835	569974	1,35	5,03	168,8	54,35	32,25	13,40	2,50	12,35	0,075	26,20	13,55	12,65
15	0-15	4555846	570001	1,01	6,15	287,0	53,00	36,55	10,45	2,00	12,30	0,093	24,08	16,68	7,40
16	**15-30**	4555846	570002	1,29	6,04	228,0	40,50	45,00	14,50	2,20	8,45	0,050	24,77	17,84	6,94
17	0-15	4555871	569985	1,04	4,86	189,0	38,00	43,60	18,40	2,40	12,12	0,091	27,27	18,66	8,61
18	**15-30**	4555871	569986	1,14	4,81	140,8	35,50	43,60	20,90	2,80	7,79	0,213	29,29	20,11	9,19
19	0-15	4555861	569957	0,99	5,75	188,2	41,85	39,75	18,40	3,60	8,17	0,098	37,17	14,23	22,94
20	**15-30**	4555861	569958	1,31	6,29	171,0	40,50	40,20	19,30	2,80	6,34	0,154	23,28	16,90	6,38
21	0-15	4555850	569929	1,06	4,93	174,1	50,50	35,20	14,30	2,30	11,65	0,261	25,68	17,96	7,72
22	**15-30**	4555850	569930	0,76	4,88	137,9	53,00	31,10	15,90	2,20	8,40	0,136	25,78	15,32	10,46
23	0-15	4555839	569901	1,37	5,39	139,7	55,50	28,60	15,90	2,30	10,36	0,189	26,87	16,27	10,60
24	**15-30**	4555839	569902	1,15	5,36	139,7	46,40	35,65	17,95	2,00	9,80	0,087	27,86	16,43	11,43
25	0-15	4555828	569873	1,04	5,09	161,9	54,35	29,75	15,90	2,40	12,22	0,164	23,58	16,03	7,55
26	**15-30**	4555828	569874	1,38	5,84	84,3	50,50	32,00	17,50	3,00	7,08	0,050	20,29	4,46	15,83
27	0-15	4555818	569845	1,20	4,66	108,2	48,00	31,10	20,90	2,50	13,21	0,145	33,04	20,97	12,08
28	**15-30**	4555818	569846	0,94	4,68	100,8	43,00	36,10	20,90	2,40	9,61	0,059	35,04	16,99	18,05
29	0-15	4555807	569816	1,21	6,58	320,0	38,90	38,60	22,50	2,60	10,76	0,138	29,95	13,54	16,41
30	**15-30**	4555807	569817	1,19	6,66	252,0	39,35	39,75	20,90	2,60	8,88	0,096	20,41	13,95	6,46
31	0-15	4555796	569788	0,95	5,58	272,0	48,00	32,70	19,30	2,40	12,92	0,226	35,48	21,03	14,45
32	**15-30**	4555796	569789	1,15	4,98	142,2	43,00	35,20	21,80	2,40	8,00	0,128	28,11	13,12	15,00
33	0-15	4555821	569772	1,29	6,02	329,0	45,50	35,20	19,30	2,50	12,36	0,102	32,73	21,81	10,92
34	**15-30**	4555821	569773	1,31	5,38	159,7	49,35	32,25	18,40	2,30	12,52	0,256	27,47	15,49	11,98
35	0-15	4555832	569800	1,17	6,26	382,0	40,50	37,70	21,80	2,00	12,88	0,293	41,56	27,34	14,22
36	**15-30**	4555832	569801	1,11	6,10	232,0	53,00	28,60	18,40	2,40	11,83	0,325	31,81	23,68	8,13

Ek:2. Saf meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
37	0-15	4555843	569828	1,24	5,90	217,2	40,50	37,70	21,80	2,60	5,29	0,237	36,92	17,87	19,06
38	**15-30**	4555843	569829	1,21	5,69	195,1	53,00	28,60	18,40	2,70	10,19	0,124	22,60	16,04	6,56
39	0-15	4555854	569856	1,04	4,96	283,0	41,85	37,25	20,90	2,50	1,57	0,150	17,40	9,04	8,37
40	**15-30**	4555854	569857	1,37	5,23	174,1	53,00	30,65	16,35	2,30	7,17	0,198	21,29	17,14	4,15
41	0-15	4555864	569884	1,01	5,22	147,5	51,40	32,70	15,90	2,00	12,96	0,119	28,38	16,58	11,80
42	**15-30**	4555864	569885	1,09	5,13	82,3	45,50	36,10	18,40	2,40	6,24	0,065	27,24	15,90	11,33
43	0-15	4555875	569912	1,02	4,99	110,6	46,60	36,10	17,30	2,50	9,85	0,155	28,32	13,90	14,42
44	**15-30**	4555875	569913	1,31	4,57	150,1	41,85	37,25	20,90	2,30	7,07	0,281	27,08	18,82	8,26
45	0-15	4555886	569940	1,00	5,96	218,0	46,40	32,70	20,90	2,20	1,53	0,175	37,63	28,31	9,31
46	**15-30**	4555886	569941	1,06	5,83	181,4	57,30	21,10	21,60	2,40	12,27	0,139	31,02	18,90	12,11
47	0-15	4555897	569968	0,80	4,80	135,5	36,85	44,75	18,40	2,20	12,82	0,133	44,00	23,60	20,41
48	**15-30**	4555897	569969	1,03	5,66	156,7	38,90	41,10	20,00	2,30	10,38	0,089	29,55	17,31	12,24
49	0-15	4555922	569952	1,11	6,07	215,0	45,50	36,10	18,40	2,00	11,40	0,295	31,88	18,21	13,67
50	**15-30**	4555922	569953	1,08	5,32	122,4	46,40	33,15	20,45	2,00	10,11	0,221	29,04	14,61	14,44
51	0-15	4555911	569924	0,98	5,77	192,4	48,90	33,60	17,50	2,10	11,74	0,216	34,53	19,76	14,77
52	**15-30**	4555911	569925	1,30	5,62	64,5	43,00	45,00	12,00	2,00	7,60	0,156	26,32	17,02	9,30
53	0-15	4555900	569896	0,80	5,64	211,2	49,35	34,75	15,90	2,20	12,65	0,152	45,03	20,79	24,24
54	**15-30**	4555900	569897	1,11	5,73	190,4	54,35	27,25	18,40	2,00	11,17	0,072	34,66	16,33	18,33
55	0-15	4555890	569868	1,11	5,40	117,5	43,00	35,20	21,80	2,00	9,00	0,121	17,28	11,48	5,79
56	**15-30**	4555890	569869	0,90	5,43	99,0	38,00	40,20	21,80	2,20	6,10	0,047	23,83	15,02	8,81
57	0-15	4555879	569840	0,91	5,06	107,2	58,00	30,00	12,00	2,30	12,87	0,252	28,93	18,58	10,35
58	**15-30**	4555879	569841	1,32	4,83	62,7	30,70	51,35	17,95	2,00	6,78	0,170	33,62	19,79	13,84
59	0-15	4555868	569812	1,04	5,10	98,1	50,50	37,50	12,00	2,10	8,68	0,095	20,36	14,71	5,65
60	**15-30**	4555868	569813	1,08	5,00	95,9	48,00	34,05	17,95	2,30	10,11	0,097	24,75	15,06	9,69
61	0-15	4555857	569784	1,05	5,08	159,9	53,00	30,20	16,80	2,30	13,08	0,156	24,47	17,12	7,34
62	**15-30**	4555857	569785	1,30	4,65	64,2	48,00	33,60	18,40	2,30	7,26	0,225	15,91	12,23	3,69
63	0-15	4555847	569756	1,01	5,90	177,7	39,35	37,25	23,40	2,60	10,16	0,096	40,28	17,39	22,90
64	**15-30**	4555847	569757	0,90	5,44	85,7	39,35	36,10	24,55	2,20	7,25	0,166	27,18	13,48	13,71
65	0-15	4555872	569740	1,17	5,11	149,9	46,85	34,75	18,40	2,40	8,70	0,105	23,33	17,45	5,89
66	**15-30**	4555872	569741	1,25	4,74	80,7	43,00	36,10	20,90	2,40	5,45	0,092	17,49	9,22	8,27
67	0-15	4555882	569768	1,34	5,74	168,6	55,50	28,60	15,90	2,40	13,25	0,231	28,13	12,73	15,40
68	**15-30**	4555882	569769	1,30	5,14	58,6	50,50	31,10	18,40	2,30	4,03	0,083	22,21	9,74	12,47
69	0-15	4555893	569796	1,27	4,73	161,5	45,50	37,50	17,00	2,10	8,09	0,384	18,24	12,92	5,32
70	**15-30**	4555893	569797	1,06	4,69	116,7	50,50	42,00	7,50	2,20	5,76	0,247	23,69	10,32	13,37
71	0-15	4555904	569824	1,08	5,95	151,3	65,50	18,60	15,90	2,20	13,20	0,223	28,42	18,70	9,72
72	**15-30**	4555904	569825	0,81	5,79	127,5	46,40	32,70	20,90	2,10	10,18	0,113	28,21	15,62	12,59

Ek:2. Saf meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
73	0-15	4555915	569852	1,10	5,06	112,5	55,50	28,60	15,90	2,30	9,34	0,125	26,65	14,75	11,89
74	**15-30**	4555915	569853	1,22	5,13	155,0	51,40	28,60	20,00	2,00	8,11	0,129	25,78	13,92	11,85
75	0-15	4555926	569880	1,11	5,27	168,2	50,50	24,50	25,00	1,30	13,35	0,311	32,96	23,06	9,90
76	**15-30**	4555926	569881	1,16	5,07	124,0	53,00	35,00	12,00	1,80	11,00	0,179	24,28	18,24	6,04
77	0-15	4555936	569908	1,18	5,18	135,2	55,50	27,70	16,80	2,00	11,33	0,129	27,63	20,51	7,12
78	**15-30**	4555936	569909	1,17	4,80	109,1	58,00	26,55	15,45	2,10	8,31	0,073	24,24	12,23	12,00
79	0-15	4555947	569936	0,70	5,51	108,9	53,00	28,60	18,40	2,20	12,71	0,127	31,84	18,14	13,70
80	**15-30**	4555947	569937	1,43	5,32	81,9	48,90	33,60	17,50	2,20	8,76	0,181	26,65	11,95	14,70
81	0-15	4555972	569919	1,12	5,73	82,9	48,00	36,55	15,45	2,30	12,86	0,160	18,98	16,83	2,16
82	**15-30**	4555972	569920	1,35	5,82	139,1	41,40	38,60	20,00	2,60	7,24	0,069	26,97	21,39	5,57
83	0-15	4555961	569891	1,12	6,21	217,6	41,60	45,90	12,50	2,40	12,73	0,180	41,92	27,31	14,61
84	**15-30**	4555961	569892	1,16	6,13	208,2	41,40	36,10	22,50	2,40	10,01	0,081	28,50	18,43	10,07
85	0-15	4555951	569863	1,09	5,76	187,3	51,85	29,75	18,40	2,70	13,45	0,209	37,76	24,72	13,04
86	**15-30**	4555951	569864	1,13	5,53	182,6	46,40	30,20	23,40	2,00	11,26	0,134	32,30	19,58	12,72
87	0-15	4555940	569835	0,85	5,83	148,1	45,50	32,70	21,80	2,00	9,78	0,263	27,28	14,90	12,38
88	**15-30**	4555940	569836	1,19	5,34	147,6	43,00	37,70	19,30	2,00	5,64	0,184	27,05	8,59	18,46
89	0-15	4555929	569807	1,16	5,94	153,9	53,00	27,70	19,30	2,20	11,57	0,191	26,94	14,83	12,11
90	**15-30**	4555929	569808	1,18	5,89	86,8	48,00	32,70	19,30	2,80	7,65	0,179	19,32	12,57	6,74
91	0-15	4555918	569779	1,00	6,36	292,0	50,50	37,50	12,00	2,60	12,79	0,175	31,00	21,36	9,64
92	**15-30**	4555918	569780	0,99	5,92	159,6	13,00	41,55	45,45	2,40	7,39	0,059	23,66	15,19	8,47
93	0-15	4555908	569751	1,25	5,19	138,1	41,85	37,25	20,90	2,40	11,01	0,111	17,77	7,23	10,54
94	**15-30**	4555908	569752	1,19	4,58	87,5	46,40	33,60	20,00	3,00	7,90	0,112	31,14	19,90	11,24
95	0-15	4555897	569723	0,91	6,55	259,0	53,00	27,70	19,30	2,40	13,14	0,148	37,66	21,63	16,04
96	**15-30**	4555897	569724	1,03	5,88	189,7	41,85	37,25	20,90	2,40	11,36	0,161	34,35	17,52	16,83
97	0-15	4555922	569707	1,00	5,99	125,7	33,00	38,15	28,85	2,30	10,19	0,096	21,18	17,38	3,80
98	**15-30**	4555922	569708	1,03	5,98	146,9	29,35	34,75	35,90	2,40	9,81	0,161	24,23	21,50	2,73
99	0-15	4555933	569735	1,08	4,53	78,5	35,50	38,60	25,90	3,00	4,82	0,030	23,74	13,64	10,10
100	**15-30**	4555933	569736	1,28	4,80	103,9	44,35	36,10	19,55	1,90	7,89	0,125	26,83	16,74	10,09
101	0-15	4555944	569763	0,75	4,74	84,0	41,40	35,20	23,40	2,20	7,24	0,050	19,51	11,73	7,78
102	**15-30**	4555944	569764	1,49	4,77	60,1	31,85	42,25	25,90	2,40	4,69	0,036	23,44	20,45	2,99
103	0-15	4555954	569791	1,01	6,75	372,0	44,35	34,75	20,90	2,80	13,07	0,930	30,98	25,46	5,52
104	**15-30**	4555954	569792	1,32	6,36	292,0	40,50	38,60	20,90	3,20	8,17	0,218	21,65	18,45	3,20
105	0-15	4555965	569819	0,97	5,63	238,0	53,00	27,70	19,30	2,00	13,37	0,152	34,32	23,70	10,62
106	**15-30**	4555966	569820	0,99	5,63	195,6	43,90	38,15	17,95	2,20	11,66	0,154	22,86	15,89	6,97
107	0-15	4555976	569847	0,81	5,85	222,0	53,00	27,70	19,30	2,20	12,82	0,190	29,24	20,48	8,76
108	**15-30**	4555977	569848	1,49	5,90	105,9	60,50	22,70	16,80	2,20	9,52	0,112	22,77	14,05	8,73

Ek:2. Saf meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
109	0-15	4555987	569875	1,15	5,27	118,4	45,50	35,20	19,30	2,40	11,59	0,208	24,70	14,16	10,55
110	**15-30**	4555988	569876	1,46	5,60	283,0	52,30	33,60	14,10	2,60	8,70	0,148	22,28	11,70	10,58
111	0-15	4555997	569903	0,90	5,89	266,0	48,00	34,50	17,50	2,50	13,38	0,095	26,28	21,66	4,63
112	**15-30**	4555997	569904	1,09	5,94	288,0	50,50	34,05	15,45	1,80	12,98	0,071	19,16	12,88	6,28
113	0-15	4556023	569887	0,75	4,74	128,8	55,50	34,05	10,45	1,80	10,69	0,191	24,99	14,78	10,20
114	**15-30**	4556023	569888	1,27	B	B	48,00	36,55	15,45	2,20	9,02	0,102	23,27	15,90	7,37
115	0-15	4556012	569859	1,05	4,95	103,0	40,50	35,20	24,30	2,60	8,02	0,116	23,41	11,40	12,01
116	**15-30**	4556012	569860	1,11	4,90	84,7	38,00	40,20	21,80	2,00	7,11	0,127	23,04	17,19	5,85
117	0-15	4556001	569831	0,99	5,52	146,0	55,50	27,70	16,80	2,30	12,62	0,455	22,39	19,50	2,90
118	**15-30**	4556001	569832	0,88	5,26	97,1	50,50	30,20	19,30	1,80	4,41	0,484	23,65	14,62	9,03
119	0-15	4555990	569803	1,15	6,17	217,5	55,50	25,20	19,30	2,00	13,33	0,158	49,77	25,12	24,65
120	**15-30**	4555990	569804	1,27	5,91	192,3	53,00	25,20	21,80	2,40	13,24	0,117	44,81	20,09	24,72
121	0-15	4555980	569775	0,83	6,47	243,0	58,00	29,05	12,95	2,00	13,36	0,191	25,88	22,87	3,01
122	**15-30**	4555980	569776	1,38	5,65	143,2	45,50	34,50	20,00	2,20	9,44	0,075	24,03	14,95	9,08
123	0-15	4555969	569747	0,92	5,26	109,1	43,00	30,20	26,80	2,30	8,79	0,185	22,32	18,25	4,07
124	**15-30**	4555969	569748	1,38	5,18	104,7	38,00	40,20	21,80	2,30	6,50	0,056	27,21	16,32	10,89
125	0-15	4555958	569719	1,17	5,77	162,7	40,50	33,60	25,90	2,20	13,17	0,163	43,26	26,95	16,31
126	**15-30**	4555958	569720	1,50	5,69	121,7	38,00	36,10	25,90	2,40	7,51	0,070	28,81	12,06	16,75
127	0-15	4555947	569691	1,12	6,28	76,8	53,00	28,15	18,85	2,80	4,35	0,062	22,64	16,07	6,57
128	**15-30**	4555947	569692	1,42	6,36	75,3	45,50	32,70	21,80	2,30	3,27	0,051	22,23	14,95	7,28
129	0-15	4556048	569871	1,14	5,58	161,1	50,50	30,20	19,30	2,40	11,20	0,089	25,77	12,31	13,46
130	**15-30**	4556048	569872	1,32	5,54	135,4	43,00	34,50	22,50	2,00	11,80	0,105	25,26	15,12	10,14
131	0-15	4556037	569843	0,90	7,08	254,0	50,50	32,00	17,50	2,50	13,23	0,153	28,90	25,82	3,08
132	**15-30**	4556037	569844	1,23	6,86	332,0	40,50	39,50	20,00	2,60	12,45	0,063	33,57	23,21	10,36
133	0-15	4556026	569815	1,18	5,94	163,1	42,30	36,10	21,60	2,60	11,55	0,228	22,02	18,62	3,40
134	**15-30**	4556026	569816	1,30	5,32	98,1	50,50	29,50	20,00	2,80	10,47	0,172	20,82	13,35	7,47
135	0-15	4556016	569787	1,02	5,54	222,0	45,50	30,20	24,30	2,00	13,01	0,127	31,43	20,27	11,16
136	**15-30**	4556016	569788	1,05	5,62	115,5	45,50	32,70	21,80	1,80	9,43	0,128	23,87	16,19	7,68
137	0-15	4556005	569759	1,02	6,17	135,7	50,50	37,50	12,00	2,10	13,25	0,079	28,68	24,73	3,95
138	**15-30**	4556005	569760	1,33	6,07	154,5	31,60	48,85	19,55	2,10	11,40	0,056	28,42	14,27	14,16
139	0-15	4555994	569731	0,82	5,49	208,9	38,90	36,10	25,00	2,00	10,89	0,069	35,85	19,74	16,11
140	**15-30**	4555994	569732	0,92	5,02	194,5	33,90	38,60	27,50	2,10	2,87	0,091	30,59	16,47	14,13
141	0-15	4555983	569703	0,92	4,91	161,5	28,90	42,25	28,85	2,40	8,85	0,116	45,86	19,42	26,44
142	**15-30**	4555983	569704	0,99	4,71	118,4	51,40	37,50	11,10	1,90	5,99	0,049	19,59	12,64	6,95
143	0-15	4555973	569675	1,21	4,79	171,9	35,50	32,70	31,80	2,60	8,13	0,154	55,53	16,70	38,83
144	**15-30**	4555973	569676	1,16	4,98	108,3	51,40	37,50	11,10	2,40	8,18	0,054	38,41	15,26	23,15

Ek:2. Saf meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
145	0-15	4555783	569837	0,92	5,00	223,0	50,50	34,50	15,00	3,10	13,09	0,160	26,35	17,06	9,29
146	**15-30**	4555783	569838	0,87	5,23	142,2	48,45	39,50	12,05	2,60	13,21	0,112	20,38	0,90	19,48
147	0-15	4555787	569847	1,14	4,82	142,0	45,50	32,70	21,80	2,20	6,85	0,104	34,32	21,12	13,20
148	**15-30**	4555787	569848	1,28	5,00	118,0	50,50	29,50	20,00	2,70	10,41	0,059	32,12	14,54	17,58
149	0-15	4555789	569851	1,24	5,60	191,1	45,50	34,05	20,45	3,80	12,87	0,074	29,48	21,36	8,12
150	**15-30**	4555789	569852	1,05	5,43	103,9	45,50	34,50	20,00	2,20	9,30	0,043	19,78	13,84	5,94
151	0-15	4555791	569856	1,22	4,80	129,9	43,00	37,00	20,00	2,80	10,89	0,075	17,53	0,90	16,63
152	**15-30**	4555791	569857	1,10	5,08	103,1	43,90	35,65	20,45	2,80	8,27	0,058	29,26	14,87	14,39
153	0-15	4555803	569819	0,85	5,04	107,1	48,00	34,50	17,50	2,40	10,32	0,048	28,83	11,68	17,15
154	**15-30**	4555803	569820	1,00	5,01	130,3	35,50	42,00	22,50	2,20	8,68	0,046	29,28	10,81	18,47
155	0-15	4555799	569822	1,10	5,44	89,0	43,00	34,50	22,50	3,80	8,79	0,047	16,57	3,82	12,75
156	**15-30**	4555799	569823	1,26	4,99	172,1	43,00	37,00	20,00	2,40	2,76	0,053	22,33	13,98	8,35
157	0-15	4555794	569825	1,06	5,49	186,5	50,50	32,00	17,50	3,00	11,68	0,072	18,04	12,28	5,76
158	**15-30**	4555794	569826	1,30	5,73	94,4	58,00	29,50	12,50	3,60	7,61	0,057	16,29	4,76	11,53
159	0-15	4555786	569830	1,03	5,02	129,4	B	B	B	2,40	7,53	B	B	B	B
160	**15-30**	4555786	569831	1,18	5,19	73,6	43,00	36,55	20,45	2,20	5,86	0,047	29,57	25,19	4,38
161	0-15	4555798	569793	1,11	5,80	182,5	38,45	52,00	9,55	2,60	13,04	B	B	B	B
162	**15-30**	4555798	569794	1,08	6,30	300,0	51,40	31,10	17,50	2,80	13,21	0,198	41,92	26,22	15,70
163	0-15	4555802	569802	1,04	5,13	120,2	50,50	34,50	15,00	2,40	10,00	0,068	21,08	13,64	7,44
164	**15-30**	4555802	569803	1,32	5,13	97,4	43,00	37,00	20,00	2,60	9,56	0,056	10,16	6,45	3,71
165	0-15	4555803	569807	0,56	5,45	105,4	53,00	29,05	17,95	3,00	7,73	0,054	15,29	11,60	3,69
166	**15-30**	4555803	569808	1,29	5,48	79,8	50,50	37,50	12,00	2,90	5,53	0,040	15,12	3,99	11,13
167	0-15	4555805	569812	0,90	5,96	200,7	48,00	34,50	17,50	3,00	13,38	0,099	29,41	20,72	8,69
168	**15-30**	4555805	569813	1,08	6,18	108,1	40,50	39,50	20,00	2,80	9,94	0,087	15,26	5,85	9,41
169	0-15	4555848	569761	0,70	6,03	229,0	53,45	24,50	22,05	2,20	11,50	0,098	23,85	16,50	7,35
170	**15-30**	4555848	569762	1,08	5,15	259,0	48,00	39,50	12,50	2,40	7,88	0,084	21,45	14,04	7,41
171	0-15	4555852	569770	0,79	5,85	187,2	55,50	29,50	15,00	2,40	13,30	0,104	17,86	7,30	10,57
172	**15-30**	4555852	569771	1,24	5,53	126,7	48,00	34,50	17,50	4,30	9,64	0,070	16,64	0,80	15,83
173	0-15	4555854	569775	0,84	5,60	229,0	63,00	24,50	12,50	2,20	13,13	0,433	29,77	23,20	6,57
174	**15-30**	4555854	569776	1,09	5,17	220,0	60,50	24,50	15,00	2,20	11,33	0,466	19,56	17,85	1,71
175	0-15	4555855	569779	1,18	6,01	193,0	55,50	30,00	14,50	2,20	12,17	0,237	16,64	11,92	4,72
176	**15-30**	4555855	569780	1,34	5,85	134,5	44,80	36,10	19,10	2,20	10,17	0,396	29,30	17,20	12,09
177	0-15	4555909	569756	1,08	4,55	220,0	50,50	30,20	19,30	2,20	10,25	0,194	11,92	9,66	2,26
178	**15-30**	4555909	569757	0,96	5,55	137,5	55,50	29,50	15,00	1,80	8,24	0,181	29,55	11,20	18,35
179	0-15	4555913	569765	0,28	6,00	509,0	58,00	24,50	17,50	3,00	13,45	0,279	40,19	22,31	17,88
180	**15-30**	4555913	569766	1,05	5,85	301,0	55,50	29,05	15,45	2,80	13,45	0,126	43,41	34,29	9,13

Ek:2. Saf meşcerede alınan toprak örnelerine ilişkin analiz sonuçları (devam)

Sıra no	Derinlik (cm)	X koordinatı	Y koordinatı	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	pH	EC (µS cm^{-1})	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	OM (%)	$CaCO_3$ (%)	Fosfor (%)	TK (%)	SN (%)	YS (%)
181	0-15	4555915	569770	0,77	5,00	185,7	55,50	29,50	15,00	2,00	11,50	0,304	29,95	19,59	10,36
182	**15-30**	4555915	569771	1,11	4,79	190,4	45,50	32,70	21,80	2,10	13,22	0,282	27,90	14,55	13,35
183	0-15	4555917	569775	1,04	6,32	150,8	48,00	34,05	17,95	2,00	12,76	0,070	43,37	17,96	25,42
184	**15-30**	4555917	569776	0,93	6,46	251,0	45,50	54,50	0,00	2,00	12,84	0,054	55,71	23,86	31,85
185	0-15	4555984	569772	1,18	5,68	251,0	48,00	37,00	15,00	2,20	10,92	0,108	39,52	18,54	20,98
186	**15-30**	4555984	569773	1,25	5,17	116,8	38,00	37,00	25,00	2,20	4,02	0,079	20,22	8,21	12,01
187	0-15	4555992	569767	1,20	6,11	151,4	45,50	32,70	21,80	2,20	7,93	0,075	24,14	17,46	6,68
188	**15-30**	4555992	569768	1,13	5,99	91,8	40,50	32,70	26,80	2,20	7,01	0,069	16,84	12,12	4,71
189	0-15	4555996	569764	1,15	5,39	145,0	43,00	35,20	21,80	1,80	7,64	0,065	25,52	13,62	11,90
190	**15-30**	4555996	569765	1,36	5,20	89,2	38,00	35,20	26,80	2,20	6,29	0,049	23,50	15,93	7,56
191	0-15	4556001	569761	1,22	5,24	97,3	45,50	32,00	22,50	2,00	12,29	0,101	38,17	14,87	23,30
192	**15-30**	4556001	569762	1,18	4,95	132,1	40,50	34,50	25,00	1,80	5,32	0,073	25,50	14,88	10,62
193	0-15	4555991	569872	1,02	5,98	236,0	53,00	30,20	16,80	2,80	13,20	0,148	23,12	18,71	4,41
194	**15-30**	4555991	569873	1,03	5,81	350,0	50,50	34,05	15,45	2,00	9,46	0,087	37,71	19,24	18,48
195	0-15	4555999	569867	0,78	6,03	316,0	45,50	32,70	21,80	2,00	12,77	0,126	30,67	22,86	7,81
196	**15-30**	4555999	569868	0,91	5,33	182,8	43,00	35,20	21,80	2,30	7,12	0,115	25,36	13,81	11,56
197	0-15	4556003	569864	1,19	5,32	119,9	48,00	32,00	20,00	3,00	12,64	0,068	23,27	15,97	7,30
198	**15-30**	4556003	569865	1,19	5,22	99,1	50,50	29,50	20,00	3,00	12,15	0,055	29,79	21,14	8,65
199	0-15	4556008	569862	0,91	5,32	121,8	48,00	32,00	20,00	2,00	9,84	0,086	16,01	10,91	5,10
200	**15-30**	4556008	569863	1,65	5,14	108,9	48,00	32,00	20,00	2,00	10,64	0,083	22,13	12,64	9,49
201	0-15	4555866	569889	1,25	5,91	195,5	45,95	42,50	11,55	2,80	11,18	0,126	25,12	18,85	6,27
202	**15-30**	4555866	569890	0,91	6,00	229,2	43,00	34,50	22,50	2,10	11,04	0,137	B	B	0,00
203	0-15	4555870	569898	1,09	5,12	146,1	50,50	32,00	17,50	2,80	11,19	0,158	27,63	20,58	7,05
204	**15-30**	4555870	569899	1,08	4,91	89,4	45,50	34,50	20,00	2,80	10,04	0,089	18,02	14,75	3,27
205	0-15	4555872	569903	1,23	6,07	233,0	48,00	34,05	17,95	2,20	11,22	0,089	30,14	21,13	9,01
206	**15-30**	4555872	569904	1,09	5,61	193,0	48,00	32,00	20,00	2,00	10,04	0,107	25,55	18,05	7,49
207	0-15	4555873	569908	1,12	5,81	239,0	43,00	34,50	22,50	2,20	9,20	0,145	20,28	8,15	12,13
208	**15-30**	4555873	569909	1,15	5,17	235,0	40,50	34,50	25,00	3,40	10,37	0,095	24,86	16,28	8,59
209	0-15	4555890	569938	0,77	5,39	157,7	45,50	31,55	22,95	2,20	13,35	0,165	40,02	23,02	17,01
210	**15-30**	4555890	569939	0,75	5,14	118,0	48,00	30,20	21,80	2,40	11,69	0,167	34,78	20,93	13,85
211	0-15	4555898	569932	1,13	4,96	94,1	50,50	32,00	17,50	2,20	12,04	0,158	41,20	21,68	19,52
212	**15-30**	4555898	569933	1,32	5,01	122,4	45,50	36,55	17,95	2,20	9,45	0,114	40,49	19,92	20,57
213	0-15	4555903	569929	1,00	4,66	159,6	43,00	39,50	17,50	2,40	12,83	0,292	45,73	21,86	23,87
214	**15-30**	4555903	569930	1,06	4,61	156,6	19,10	48,85	32,05	2,00	11,54	0,319	21,40	14,15	7,25
215	0-15	4555907	569927	1,08	5,43	227,0	53,00	31,55	15,45	2,20	13,12	0,155	35,51	21,07	14,44
216	**15-30**	4555907	569928	1,47	5,19	127,1	43,00	37,70	19,30	2,00	10,43	0,213	30,48	15,52	14,96

B: Belirlenemedi
*: Jeoistatistiksel değerlendirmeye alınmayan değerleri göstermektedir. Hayır, değerleri burada verelim, hangi değerleri kullanmadığımızı zaten daha önce belirttik.

ÖZGEÇMİŞ

Adı - Soyadı : Fatih GÜREL

Doğum Yeri : Kastamonu

Doğum Tarihi : 16.01.1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

Adres : Kastamonu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

Telefon : 0 366 214 31 68 (134)

E-posta : fatih_gurel@hotmail.com

Öğrenim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Çankırı Ziraat Meslek Lisesi

Lisans : Gaziosmanpaşa Ünv. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Yüksek Lisans : Gaziosmanpaşa Ünv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Kastamonu İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2016-…)

Yayınları (SCI ve diğer)

1. **Gürel F., Güney K.** 2018. Plant and Animal Production of Kastamonu Province from Past to Present., Kastamonu University and ICELIS of Turkey, Nis 26 – 28, 2018, Kastamonu-Turkey.

2. **Gürel F., Güney K.** 2018. The Economical Potential and Distribution of Hawthorn (*Crataegus* sp.) Species in Kastamonu., Kastamonu University and ICELIS of Turkey, Nis 26 – 28, 2018, Kastamonu-Turkey.

3. **Gürel F., İnan O, Tengiz Z. M.** 2019. ARDSI Supports in the Rural Tourism Area: Example of Kastamonu. International Conference on Eurasian Economies Famagusta Turkish Republic of Northern Cyprus. 11-13 June 2019.

4. Gürel F. and Erşahin S. 2020. Ilgaz Ormanlarında Saf Uludağ Göknarı ve Saf Uludağ Göknarı- Sarçam Meşcerelerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Uzaysal Değişkenliği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22 (2) https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd/issue/54412/690292 **Orcid:** 0000-0001-9839-8106