

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**TOPRAKLARIN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN JEOİSTATİSTİKSEL
YÖNTEMLERLE UZAYSAL
DEĞİŞKENLİĞİNİN SAPTANMASI**

Ali Rıza ONGUN

Toprak Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.13.01

Sunuş Tarihi: 04/04/2008

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bülent OKUR

Bornova – İZMİR

Ali Rıza ONGUN tarafından doktora tezi olarak sunulan “Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Uzaysal Değişkenliğinin Saptanması” başlıklı bu çalışma E.Ü.Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 04/04/2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Bülent Okur

Üye : Prof. Dr. Huriye Uysal

Üye : Prof. Dr. Mehmet Ali Ul

Üye : Prof. Dr. Süleyman Taban

Üye Doç. Dr. Tayfun Aşkın

ÖZET

Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Uzaysal Değişkenliğinin Saptanması

ONGUN, Ali Rıza

Doktora Tezi, Toprak Bölümü
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Bülent OKUR

Bu çalışma, İzmir Menemen’de 8,53 hektarlık bir alüviyal arazide (Typic Xerofluvent) önemli bazı toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin uzaysal değişkenliklerinin ortaya konması amacıyla yürütülmüştür. Araziden belirlenen toplam 182 noktadan üst (0-30 cm) ve alt (30-60 cm) toprak katmanından ızgara yöntemiyle (50x50 m) alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları kullanılarak tanımlayıcı istatistikleri yapılmıştır. Jeostatistiksel yöntemler kullanılarak bu özelliklere ait semivariogramlar belirlenip yorumlanmıştır. Alt toprak katmanının üst toprak katmanına göre genellikle daha değişken olduğu, üst topraklarda en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliğinin eksrakte edilebilir Na (VK=65,56), alt topraklarda ise alınabilir P (VK=64,97) olduğu belirlenmiştir. Jeostatistiksel değerlendirme sonucu üst toprak katmanı için toprak özelliklerinin ortalama etki değeri 168 m, alt toprak katmanının ise 169 m’dir. Çalışma alanının üst katmanını 27, alt katmanını ise 37 adet toprak örneği % 10 hata payı ile temsil edebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeostatistik, Uzaysal Değişkenlik, Toprak Değişkenliği, Kriging, Toprak Özellikleri

ABSTRACT

Determination of Spatial Variabilities of Some Physical and Chemical Properties of Soil by Geostatistic Methods

ONGUN, Ali Rıza

Ph. D. Dissertation in Soil Science
Supervisor: Prof. Dr. Bülent OKUR

This study conducted to determine the spatial variabilities of some physical and chemical properties in topsoils and subsoils of a Typic Xerofluvent which has 8,53 ha in the field, Menemen region of İzmir. First, exploratory data analyses on the properties of the soil samples taken from topsoil (0-30 cm) and subsoil (30-60 cm) at 182 points based from grid sampling (50x50 m). Semivariograms of soil properties were determined and interpreted by used geostatistical techniques. In topsoils, extractable Na was the most variable soil property (C.V=65,56), and in subsoils available P content was the most variable one (C.V=64,97). Average range values for topsoil and subsoil was 168 and 169 m for all soil properties within the study area, respectively. In the study area required for all soil properties estimating with 10 % error 27 and 37 soil samples for topsoil and subsoil, respectively.

Key Words: Geostatistic, Soil Variability, Spatial Variability, Kriging, Soil Properties

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında, manevi ve maddi katkılarını esirgemeyen, beni her zaman destekleyen ve özgürce çalışmamı sağlayan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Bülent Okur'a;

Jeoistatistik konusundaki bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, GaziOsmanPaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sabit Erşahin'e;

Yapmış oldukları katkı ve yönlendirmeler için Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Huriye Uysal ve Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali Ul'a;

Tezimi titizlikle inceleyerek değerli görüşlerini ve yapıcı eleştirilerini esirgemeyen, Kastamonu Üniversitesi Rektör Yardımcısı Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Süleyman Taban ve Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Tayfun Aşkın a;

Mesleki deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Toprak Bölümü Başkanı Prof. Dr. Dilek Anaç ve Bölüm öğretim üyemiz Yrd. Doç. Dr. Sezai Delibacak'a;

Tezimin arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Müh. Mahmut Tepecik ve isimlerini sayamadığım diğer emeği geçenlere;

Tez çalışması süresince desteğini sürekli hissettiğim aileme ve beni büyük bir fedakarlıkla destekleyen eşim Sibel'e;

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	V
ABSTRACT	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
ŞEKİL DİZİNİ	XII
ÇİZELGE DİZİNİ.....	XVIII
1. Giriş	1
2. Literatür Özetleri.....	4
2.1. Jeostatistiğin Tarihçesi	4
2.2. Toprak Değişkenliği	6
2.3. Tanımlayıcı İstatistik	7
2.4. Jeostatistik	9
2.5. Bölgesel Değişkinlik Teorisi ve Durağanlık	10
2.6. Uzaysal Bağımlılığın Analizi (Semivariogram)	11
2.7. Kriging.....	15
3. Materyal ve Yöntem	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Araştırma Alanının Yeri.....	17
3.1.2. Araştırma Alanının İklimi	18
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması	21
3.2.2. Toprak Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler	22
3.2.3. İstatistiksel Yöntemler	24
4. Bulgular ve Tartışma	26
4.1. Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları.....	26
4.2. Jeostatistiksel Değerlendirme.....	32
4.2.1. Toprak pH'sı	32
4.2.2. Toprağın Suda Çözünebilir Toplam Tuz İçeriği	36
4.2.3. Toprağın Kireç İçeriği	40
4.2.4. Toprağın Organik Madde İçeriği	44
4.2.5. Toprağın Katyon Değişim Kapasitesi	48
4.2.6. Toprağın Kum İçeriği.....	52

4.2.7. Toprağın Mil İçeriği	56
4.2.8. Toprağın Kil İçeriği	60
4.2.9. Toprağın Hacim Ağırlığı	64
4.2.10. Toprağın Özgül Ağırlığı	68
4.2.11. Toprağın Toplam Boşluk Miktarı	71
4.2.12. Toprağın Tarla Kapasitesinde Nem İçeriği	75
4.2.13. Toprağın Solma Noktasında Nem İçeriği	79
4.2.14. Toprağın Faydalı Su İçeriği	83
4.2.15. Toprağın Strüktür Stabilite İndeksi	86
4.2.16. Toprağın Toplam Azot İçeriği	89
4.2.17. Toprağın Alınabilir Fosfor İçeriği	93
4.2.18. Toprağın Alınabilir Potasyum İçeriği	97
4.2.19. Toprağın Alınabilir Kalsiyum İçeriği	101
4.2.20. Toprağın Alınabilir Magnezyum İçeriği	105
4.2.21. Toprağın Eksrakte Edilebilir Sodyum Miktarı	109
4.2.22. Toprağın Alınabilir Demir İçeriği	112
4.2.23. Toprağın Alınabilir Bakır İçeriği	115
4.2.24. Toprağın Alınabilir Çinko İçeriği	118
4.2.25. Toprağın Alınabilir Mangan İçeriği	121
4.3. Çalışma Alanından Alınması Gerekli Örnek Sayıları	124
5. Sonuç ve Öneriler	128
KAYNAKLAR DİZİNİ	131
EK-1	137

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1 Tipik bir semivariogram ve bileşenleri.....	12
Şekil 3.1 Çalışma alanının yeri.....	18
Şekil 3.2 Arazinin örnekleme planı	21
Şekil 4.1 Toprak pH'sı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	33
Şekil 4.2 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak pH'sı değerlerinin yüzey haritası.	34
Şekil 4.3 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toprak pH'sı değerlerinin dağılım haritası.	35
Şekil 4.4 Suda çözünebilir toplam tuz için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	37
Şekil 4.5 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen suda çözünebilir toplam tuz (%) değerlerinin dağılım haritası.	38
Şekil 4.6 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen suda çözünebilir toplam tuz (%) değerlerinin dağılım haritası.	39
Şekil 4.7 Toprak kireç (CaCO_3) içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	41
Şekil 4.8 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak kireç (CaCO_3) (%) değerlerinin dağılım haritası.	42
Şekil 4.9 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toprak (CaCO_3) (%) değerlerinin dağılım haritası.	43
Şekil 4.10 Toprağın organik madde içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	45
Şekil 4.11 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen organik madde (%) değerlerinin dağılım haritası.....	46
Şekil 4.12 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen organik madde (%) değerlerinin dağılım haritası.....	47
Şekil 4.13 Toprağın katyon değişim kapasitesi için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	49

Şekil 4.14 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen katyon değişim kapasitesi (mmol/g) değerlerinin dağılım haritası. .	50
Şekil 4.15 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen katyon değişim kapasitesi (mmol/g) değerlerinin dağılım haritası.	51
Şekil 4.16 Toprağın % kum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	53
Şekil 4.17 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak kum (%) değerlerinin dağılım haritası.	54
Şekil 4.18 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toprak kum (%) değerlerinin dağılım haritası.....	55
Şekil 4.19 Toprağın % mil içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	57
Şekil 4.20 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak mil (%) değerlerinin dağılım haritası.	58
Şekil 4.21 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen mil (%) değerlerinin dağılım haritası.....	59
Şekil 4.22 Toprağın % kil içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	61
Şekil 4.23 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen kil (%) değerlerinin dağılım haritası.....	62
Şekil 4.24 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen kil (%) değerlerinin dağılım haritası.....	63
Şekil 4.25 Toprağın hacim ağırlığı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	65
Şekil 4.26 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliğine ait tahmin edilen hacim ağırlık (g/cm^3) değerlerinin dağılım haritası.....	66
Şekil 4.27 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliğine ait tahmin edilen hacim ağırlık (g/cm^3) değerlerinin dağılım haritası.....	67
Şekil 4.28 Toprağın özgül ağırlığı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	69

Şekil 4.29 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen özgül ağırlık (g/cm^3) değerlerinin dağılım haritası.	70
Şekil 4.30 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen özgül ağırlık (g/cm^3) değerlerinin dağılım haritası.	71
Şekil 4.31 Toprağın toplam % boşluk miktarı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	72
Şekil 4.32 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toplam boşluk (%) değerlerinin dağılım haritası.....	73
Şekil 4.33 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toplam boşluk (%) değerlerinin dağılım haritası.	74
Şekil 4.34 Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	76
Şekil 4.35 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen tarla kapasitesinde nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.....	77
Şekil 4.36 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen tarla kapasitesinde nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.	78
Şekil 4.37 Toprağın solma noktasında nem içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	80
Şekil 4.38 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen solma noktasında nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.	81
Şekil 4.39 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen solma noktasında nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.	82
Şekil 4.40 Toprağın faydalı su içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	84
Şekil 4.41 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen faydalı su içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.....	85
Şekil 4.42 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen faydalı su içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.....	86
Şekil 4.43 Toprağın strüktür stabilite indeksi için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.....	87

Şekil 4.44 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen strüktür stabilite indeksi değerlerinin dağılım haritası.	88
Şekil 4.45 Toprağın toplam azot içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	90
Şekil 4.46 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toplam azot (%) değerlerinin dağılım haritası.	91
Şekil 4.47 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toplam azot (%) değerlerinin dağılım haritası.	92
Şekil 4.48 Toprağın alınabilir fosfor içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	94
Şekil 4.49 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir fosfor (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	95
Şekil 4.50 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir fosfor (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	96
Şekil 4.51 Toprağın alınabilir potasyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	98
Şekil 4.52 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir potasyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	99
Şekil 4.53 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir potasyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası. .	100
Şekil 4.54 Toprağın alınabilir kalsiyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	102
Şekil 4.55 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir kalsiyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	103
Şekil 4.56 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir kalsiyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası. ...	104
Şekil 4.57 Toprağın alınabilir magnezyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.	106
Şekil 4.58 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir magnezyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	107

Şekil 4.59 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir magnezyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	108
Şekil 4.60 Toprağın ekstrakte edilebilir sodyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	110
Şekil 4.61 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen ekstrakte edilebilir sodyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası. .	111
Şekil 4.62 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen ekstrakte edilebilir sodyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	112
Şekil 4.63 Toprağın alınabilir demir içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	113
Şekil 4.64 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir demir (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	114
Şekil 4.65 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir demir (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	115
Şekil 4.66 Toprağın alınabilir bakır içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	116
Şekil 4.67 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir bakır (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	117
Şekil 4.68 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir bakır (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	118
Şekil 4.69 Toprağın alınabilir çinko içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	119
Şekil 4.70 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir çinko (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	120
Şekil 4.71 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir çinko (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	121
Şekil 4.72 Toprağın alınabilir mangan içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği	122
Şekil 4.73 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir mangan (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.	123

Şekil 4.74 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir mangan (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası. 124

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1 Genel olarak varyasyon katsayısı ve bir veri setinin dağılım durumu arasındaki ilişkiler.....	9
Çizelge 3.1 Çalışma alanının özellikleri.....	18
Çizelge 3.2 Menemen'e ilişkin çok yıllık (1954-2003) iklim verileri.....	20
Çizelge 4.2 Araştırma alanı 0-30 derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	27
Çizelge 4.3 Araştırma alanı 30-60 cm derinlik için toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	28
Çizelge 4.4 Kolmogorov-Smirnov testi ile üst toprak özelliklerine ait veri setlerinin normal dağılıma uyumluluğunun sınanması.	30
Çizelge 4.5 Kolmogorov-Smirnov testi ile alt toprak özelliklerine ait veri setlerinin normal dağılıma uyumluluğunun sınanması.	31
Çizelge 4.6 Toprak pH'sı için isotropik semivariogram bileşenleri.....	33
Çizelge 4.7 Toprak pH'sının ölçülen ve tahmin edilen değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	34
Çizelge 4.8 Toprak pH'sının sınıflandırılması	35
Çizelge 4.9 Farklı araştırmacıların toprak pH'sının uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	36
Çizelge 4.10 Suda çözünebilir toplam tuz için isotropik semivariogram bileşenleri.....	37
Çizelge 4.11 Ölçülen ve tahmin edilen suda çözünebilir toplam tuz değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	38
Çizelge 4.12 Farklı araştırmacıların toprak tuzunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	40
Çizelge 4.13 Toprak kireç (CaCO_3) içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.....	42
Çizelge 4.14 Ölçülen ve tahmin edilen toprak kireç içeriği (CaCO_3) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	42
Çizelge 4.15 Farklı araştırmacıların toprak kireç içeriğinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	44

Çizelge 4.16 Toprağın organik madde içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	45
Çizelge 4.17 Ölçülen ve tahmin edilen toprak organik madde içeriğine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	46
Çizelge 4.18 Farklı araştırmacıların toprak organik maddesinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	48
Çizelge 4.19 Toprağın katyon değişim kapasitesi için isotropik semivariogram bileşenleri.	49
Çizelge 4.20 Toprağın katyon değişim kapasitesinin ölçülen ve tahmin edilen değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	50
Çizelge 4.21 Farklı araştırmacıların toprağın katyon değişim kapasitesinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	51
Çizelge 4.22 Toprağın kum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	53
Çizelge 4.23 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın kum değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	54
Çizelge 4.24 Farklı araştırmacıların toprak kum fraksiyonunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	55
Çizelge 4.25 Toprağın % mil içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	57
Çizelge 4.26 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın mil değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	58
Çizelge 4.27 Farklı araştırmacıların toprağın mil fraksiyonunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	59
Çizelge 4.28 Toprağın % kil içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	61
Çizelge 4.29 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın kil değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	62
Çizelge 4.30 Farklı araştırmacıların toprak kil fraksiyonunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	63
Çizelge 4.31 Toprağın hacim ağırlığı için isotropik semivariogram bileşenleri.	65

Çizelge 4.32 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın hacim ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	66
Çizelge 4.33 Farklı araştırmacıların hcim ağırlığın uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	68
Çizelge 4.34 Toprağın özgül ağırlığı için isotropik semivariogram bileşenleri.....	69
Çizelge 4.35 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın özgül ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	70
Çizelge 4.36 Toprağın toplam boşluk (%) miktarı için isotropik semivariogram bileşenleri.....	72
Çizelge 4.37 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın toplam boşluk değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	73
Çizelge 4.38 Farklı araştırmacıların toprağın toplam boşluk miktarının uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	74
Çizelge 4.39 Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.....	76
Çizelge 4.40 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	77
Çizelge 4.41 Farklı araştırmacıların toprağın tarla kapasitesindeki nemin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	78
Çizelge 4.42 Toprağın solma noktasında nem içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.....	80
Çizelge 4.43 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın solma noktasında nem içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	81
Çizelge 4.44 Farklı araştırmacıların toprağın solma noktasındaki nemin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	82
Çizelge 4.45 Toprağın faydalı su içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.....	84
Çizelge 4.46 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın faydalı su içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	85
Çizelge 4.47 Farklı araştırmacıların topraktaki faydalı suyun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	86

Çizelge 4.48 Toprağın strüktür stabilite indeksi için isotropik semivariogram bileşenleri.	87
Çizelge 4.49 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın strüktür stabilite indeksi değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	87
Çizelge 4.50 Toprağın toplam azot içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	90
Çizelge 4.51 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın toplam azot içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	91
Çizelge 4.52 Farklı araştırmacıların toprağın toplam azot içeriğinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	93
Çizelge 4.53 Toprağın alınabilir fosfor içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	94
Çizelge 4.54 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir fosfor içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	95
Çizelge 4.55 Toprağın alınabilir potasyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	98
Çizelge 4.56 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir potasyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	99
Çizelge 4.57 Farklı araştırmacıların alınabilir potasyumun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	101
Çizelge 4.58 Toprağın alınabilir kalsiyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	102
Çizelge 4.59 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir kalsiyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	103
Çizelge 4.60 Farklı araştırmacıların alınabilir kalsiyumun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	105
Çizelge 4.61 Toprağın alınabilir magnezyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	106
Çizelge 4.62 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir magnezyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	107
Çizelge 4.63 Farklı araştırmacıların alınabilir magnezyumun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.....	108

Çizelge 4.64 Toprağın ekstrakte edilebilir sodyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	110
Çizelge 4.65 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın ekstrakte edilebilir sodyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	111
Çizelge 4.66 Toprağın alınabilir demir içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	113
Çizelge 4.67 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir demir içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	114
Çizelge 4.68 Toprağın alınabilir bakır içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	116
Çizelge 4.69 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir demir içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	117
Çizelge 4.70 Toprağın alınabilir çinko içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	119
Çizelge 4.71 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir çinko içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	120
Çizelge 4.72 Toprağın alınabilir mangan içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.	122
Çizelge 4.73 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir çinko içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.	123
Çizelge 4.74 Çalışma alanından incelenen özelliklere göre alınması gerekli örnek sayıları.	126
Çizelge 4.78 Etki aralığı dikkate alınarak çalışma alanından incelenen özelliklere göre alınması gerekli örnek sayıları.	127

1. Giriş

Yeryüzündeki yaşamın temel unsurlarından birisi olan ve en önemli doğal kaynak olarak kabul edilen toprak üretim faktörlerinden birisidir. Yeryüzünde insan hayatının sürdürülebilmesi ancak toprağın varlığı ve üretkenliğinin devamı ile mümkündür. Tarıma açılacak yeni alanların kalmaması ileride ortaya çıkması muhtemel gıda ve giyecek açığı ancak üzerinde tarım yapılmakta olan arazilerde sağlanacak verim artışı ile kapatılabilir. Ancak topraktan maksimum verim elde etmek için ekolojik sistem bozulmamalı, ne çevre ne de insan sağlığı feda edilmelidir. Bunun için kaynakların yerinde ve optimum kullanımı şarttır. Bu ise öncelikle toprak özelliklerinin iyi bilinmesini gerektirir. İstatistik ise bu konuda yardımcı olan bir araçtır.

İstatistik, gözlemlere dayanan yorumlamalardaki belirsizliğin değerlendirilebilmesi için geliştirilen ve uygulanan yöntemler ve kurallar bilimidir. Jeostatistik ise, istatistiğin uygulamalı bir dalıdır ve yerbilimlerinde karşılaşılan kestirim problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Başka bir ifade ile Jeostatistik, incelenen bir özelliğin eldeki gözlem değerlerini kullanarak örnekleme yapılmayan noktalardaki değerleri tahmin etmede kullanılmaktadır.

Çevre üzerine farklı süreçler ve uygulamaların sonucu olarak farklı özellikler ortaya çıkmaktadır. Her uygulamanın farklı derecelerde geri yansımaları vardır. Bu uygulamaların sonucu bazı özelliklerin değişimi mikrometreden-kilometrelerce mesafe arasında değişebilir. Arazideki başlıca (büyük) değişimler bellidir ve hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri ile belirlenebilir. Diğer yandan sıcaklık veya kimyasal bileşimi gibi toprak özellikleri nadiren gözle görülebilir, bu durumda

alınan örneklerde yapılan analizlere güvenmek gerekir. Burada örnekleme birkaç santimetreden birkaç metreye kadar mesafede olabileceği gibi, büyük alanlarda alınan örneklerin karıştırılmasıyla da yeni örnek hazırlanabilir, daha büyük alanlar ise bölgelere ayrılıp ayrı örnekler alınabilir. Burada örnekler önyargıdan uzak, araziyi temsil edecek şekilde olmalıdır (Webster ve Oliver, 2004).

Topraklarda bir özellik üzerine mesafenin de etkili olması durumuna otokorelasyon denir. Buradaki sonuçlar farklı eğilimlerde olabileceği gibi benzer değerler de içerebilir fakat ortalamadan çok farklı değerler ayrı tutulurlar (Webster ve Oliver, 2004).

Jeoistatistik bu sezgiyi kantitatif ana bilgi olarak tarif eder ve bunu tahminlemede kullanır. Tahminlemede kaçınılmaz olarak hata vardır fakat uzaysal otokorelasyondaki dereceye göre sayılaştırılmasında hatalar minimize edilebilir ve ondan sonra tahminleme yapılır.

Çiftçiler ve onların danışmanları çoğu zaman bitki büyümesi ile ilişkili olan bitki besin maddeleriyle ve onları noksanlık durumlarına ilgi duyarlar. Özellikle sınır değerinin altında kalan topraklarının yerlerini bilmek isterler. Bazı temel jeoistatistiksel yaklaşım ve dikkatle bu ve bunun gibi sorular cevaplanabilir.

Bu çalışmada başlıca amaçlar,

- Typic Xerofluvent karakterdeki çalışma alanının topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin jeoistatistik tekniklerle değişkenliğinin belirlenmesi ve yorumlanması,
- Kriging (tahminleme) ile toprak özelliklerinin örneklenmeyen noktalardaki değerlerinin belirlenmesi ve haritalanması,
- Araziyi temsil edebilecek ideal örnek sayısının belirlenmesi,

- Çalışma alanında (İzmir Menemen Ovası) ve bölgedeki benzer alanlarda daha sonra yapılacak çalışmalarda örnekleme sayıları hakkında fikir oluşturmaktır.

2. Literatür Özetleri

2.1. *Jeoistatistiğin Tarihçesi*

Her ne kadar madencilik 1960’larda jeoistatistik için ilk dürtü olmasına rağmen fikir olarak daha önce başka alanlarda ortaya çıkmıştır.

İlk kayıt Mercer ve Hall’in (1911) çok sayıda küçük parsellerde verim varyasyonlarının incelendiği makaledir. Bu makale parsel büyüklüğü arttıkça, parseller arasında varyansın azaldığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın bu kısmı zaten bilinmekteydi. Araştırmacılar diğer parsellere göre bitişik parsellerin daha çok benzerlikler gösterdilerini görmüşler ve varyasyon kaynağı olarak otokorelasyon (mekansal bağıntı) ve tamamen tesadüfi olarak ikiye ayırmayı önermişlerdir. Bu makale gelecekteki modern jeoistatistiğin mekansal bağıntı, korelasyon mesafesi, kontrolsüz etki gibi temellerini ortaya koymuştur. Mercer ve Hall iki nesil boyunca yeni yetişen istatistikçilere yol gösterici olmuşlardır (Webster ve Oliver, 2004).

R.A. Fisher, farklı çeşitlerde tarımsal uygulamaların ve tepkilerinin tahminlenmesi ve gösterilmesiyle ilgilenmiştir. Fisher arazide mekansal değişimi, bunun da denemeleri için sıkıntı olacağını biliyordu. Çözüm olarak kısa mesafede varyasyonları ortadan kaldırmak için büyük parseller, uzun mesafede varyasyonları ortadan kaldırmak için bloklar kullanmıştır ve uygulamaların varyansını tahmin etmek için yeni bir yöntem geliştirmiştir (Webster ve Oliver, 2004).

Fisher’den 10 yıl sonra tarımsal istatistik devrim niteliğinde gelişmeler kaydetmiş ve büyük avantajlar ortaya koymuştur. İki tarımcı

Youden ve Mehlich (1937) varyans analizinde ve mekansal değişimin gösterilmesi ve tahminlenmesinde yeni bir araç göstermişlerdir. Fisher'in görüşlerini uyarlayarak, mekansal değişimin ölçeğini ve farklı ayırma mesafelerinde değişimin tahminlenmesi konusunda katkıda bulunmuşlardır. Farklı zamanlarda Krumbein ve Slack (1956) jeolojide, Hammond ve ark. (1958) Webster ve Butler (1976) toprak biliminde bu teknikleri ortaya koymuştur (Webster ve Oliver, 2004).

1930'larda Rusya'da A.N. Kolmogorov hava turbulansları üzerinde değişimin tanımlanması ve tahminlenmesi üzerinde çalışmıştır. Bunun ne kadar karmaşık olduğunu görmüş ve bununla ilgili matematiksel tanımlamaya uzanan bir yöntem bulmuştur. Kolmogorov mekansal korelasyonu görerek, yapısal fonksiyonu bulmuştur. Ayrıca ön yargıdan uzak ve minimum varyansla enterpolasyon optimizasyonu üzerinde çalışmıştır. Maalesef yöntemini bugün bilgisayarlarla kullanıldığı gibi kullanamamıştır. Bugün Kolmogorov'un strüktür fonsiyonunu variogram, enterpolasyon tekniğini de Kriging olarak biliyoruz (Webster ve Oliver, 2004).

1930'larda büyük ilerlemelerden biri de örnekleme teorisinde olmuştur. Cochran'ın Örnekleme Teknięi isimli kitabı başucu kitabı olmuştur. Sonra Yates, Cochran'ı izlemiştir. Yates (1948) sistematik örnekleme üzerinde çalışmış, semivaryansı arazi çalışmaları ile buluşturmuştur.

1960'larda madencilik alanında özellikle D.G. Krige ve G. Matheron dikkat çekmiştir. Güney Afrika'da altın madeni bloklarındaki cevher miktarlarını komşu bloklara göre tahminlenmesini dikkatle inceleyen D.G. Krige, otokorelasyonun deneysel olarak kullanım

avantajları üzerinde çalışmıştır. Aynı zamanda Fransa madencilik okulunda matematikçi G. Matheron'da aynı konuya ilgi duymuştur. Mekana bağlı verilerle cevher derecelerini en iyi şekilde tahminlenmesi üzerinde çalışan G. Matheron tahminleme problemini çözümünde esas teori olarak olasılığı, bununla da ilgili olarak bölgesel değişkenliği kullanmıştır (Webster ve Oliver, 2004).

2.2. Toprak Değişkenliği

Toprak, inorganik yada organik kökenli, katı faz ile gaz ve sıvı şeklindeki öğelerinin koşullara bağlı olarak oranlarının değiştiği, dinamik bir denge yapısına sahip, canlı ve üç boyutlu, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yaşam bulduğu doğal bir ortamdır. Litosfer üst tabakasının fiziksel aşınımı ve kimyasal ayrışması sonucu topraklar oluşur. Aşınma ve ayrışma kısa bir zaman sürecinde olmayıp süreklidir ve bunun sonucu toprak oluşumu durağan olmayıp, dinamiktir. Toprak oluşumunun değişik basamaklarında bulunan topraklar, içerdiği ayrımlı horizonlar ve tabakalarla birbirleriyle benzerlik göstermezler (Altınbaş vd., 2004).

Topraktaki değişkenlik doğal etkiler ve değişik uygulamaların bir fonksiyonu sonucu ortaya çıkar ve toprak özelliklerinin zamansal ve mekansal değişimlerininide içinde barındırır. Toprakta değişkenlik yüksek ve düşük ölçüde korelasyona sahip veya tesadüfi olabilir (Goderya, 1998).

Rus, Fransız; FAO ve Yedinci Yaklaşım Sistemi gibi değişik sınıflandırma sistemleri topraklar hakkındaki bilgilerimiz yansıtır. Bu bilgilerde toprağın genetiği ve toprak oluşumu hakkındaki bilgilerimizle

sınırlandırılmıştır. Ancak toprak geniş bir zaman ve arazi içinde çok geniş bir kollekiyonlar sistemidir. Bu nedenle de topraklar tam bir kesinlikle tanımlanamaz (Dinç vd., 1987).

Daha iyi bir toprak idaresi için arazinin değişkenliğini en iyi şekilde ortaya koymak gerekir. Bunun için izlenebilecek yollardan biri hava fotoğrafları ve uydu görüntüleridir. Diğer bir yöntem ve en çok bilineni toprak örneği alınması ve klasik istatistikle yorumlanmasıdır. Klasik istatistikte, bir özelliğe ait örneklerin noktalardaki değerlerin ortalaması ve varyansı kullanılmaktadır. Bu yöntem, ortalamanın arazinin her yerinde aynı olduğunu kabul etmektedir (Trangmar vd., 1985). Ayrıca sınırlı sayıda alınan toprak örneği de eksik bilgiler vermektedir (Heuvelink ve Webster, 2001).

2.3. Tanımlayıcı İstatistik

Ham veriler, sahip olduğu özelliklere ilişkin ipuçlarını yansıtmazlar. Düzenlenmemiş, dağınık haldeki verilere bakarak, tanımlayıcı ifadelerde bulunmak mümkün değildir. Bu yüzden, verilerin genel hatlarıyla resmini çekmemizi sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekir (Miran, 2004).

Tanımlayıcı istatistikler Merkezi Eğilim Ölçüleri ve Yayılım Ölçüleri olmak üzere iki grupta toplanmaktadır (Özmutaf, 2004). Merkezi Eğilim Ölçüleri içinde en çok bilinen ve kullanılanlar ortalamalar, medyan (ortanca) ve moddur (tepe değer). İstatistik biliminde ve güncel hayatta genellikle ortalama kelimesi ile aritmetik ortalama kastedilir. Aritmetik ortalama, dağılım simetrik bir yapıya yakınlık gösteriyorsa veri seti için güvenilir bir ölçüttür. Medyan, bir

dağılımdaki değerlerin tam ortasındaki değer, diğer bir deyişle o dağılımı eşit iki parçaya ayıran değerdir. İstatistiksel çalışmalarda aritmetik ortalama, veri setinde uç değerler bulunduğunda gerçekçi bir ölçü olarak görülmemektedir. Bu tip durumlarda medyanı hesaplamak daha güvenlidir. Mod, bir dağılımda en çok tekrarlanan değerdir. Medyan gibi mod'da uç değerlerden etkilenmediği için bazı durumlarda aritmetik ortalamanın yerine tercih edilebilir (Özmutaf, 2004).

Yayılım ölçüleri içinde en çok kullanılan ölçütler ise değişim aralığı, varyans, standart sapma, varyasyon katsayısı, basıklık ve çarpıklıktır. Değişim aralığı bir dağılımdaki maksimum ve minimum ölçüm değerleri arasındaki farktır. Varyans, bir dağılımdaki terimlerin her birinin dağılımın aritmetik ortalamasından olan farklarının karelerinin toplamının terim sayısına oranıdır. Standart sapma ise, varyansın karekökünün pozitif değeridir. Varyasyon katsayısı, standart sapmanın aritmetik ortalamaya oranının 100 ile çarpılması sonucu elde edilen ve yüzde olarak belirtilen birimsiz bir değerdir. Varyasyon katsayısı kullanılarak birden fazla örneğin değişkenliğinin birbiriyle karşılaştırılması yapılabilir. Varyasyon katsayısı ölçüm birimi içermediğinden karşılaştırma yapılacak örneklerin ölçüm birimlerinin aynı olması gerekmemektedir. Varyasyon katsayısı ve bir veri setinin dağılım durumu arasındaki ilişkiler Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Genel olarak varyasyon katsayısı ve bir veri setinin dağılım durumu arasındaki ilişkiler (Özmutaf, 2004).

Varyasyon katsayısı	Dağılımın durumu
$VK < \% 5$	Homojen ve dar bir aralıkta değişim var. Verilerin ortalamaya göre yaygınlığı az.
$\% 5 < VK < \% 10$	Homojen ve normal aralıkta bir değişim var. Verilerin ortalamaya göre yaygınlığı normal.
$\% 10 < VK < \% 20$	Homojenlik azalmış ve verilerin ortalamaya göre yaygınlığı oldukça artmış.
$VK \geq 20$	Homojenlik yok

Çarpıklık normal dağılıшта simetrikliğin bozulma derecesi olarak bilinir. Dağılışı sağa doğru uzun kuyruklu ise pozitif çarpıklık ve sağa çarpık, eğer sola uzun kuyruklu ise negatif çarpıklık ve sola çarpık dağılışı denir. $\gamma_3=0$ ise veri setinin dağılımı simetrik, $\gamma_3>0$ ise sağa çarpık ve $\gamma_3<0$ ise sola çarpık demektir. Basıklık ise normal dağılışı eğrisinin sivrilik veya basıklık derecesini ifade eder. $\gamma_4=0$ normal, $\gamma_4>0$ ise sivri ve $\gamma_4<0$ ise basık dağılımı gösterir (Yıldız ve Bircan, 1994).

2.4. Jeostatistik

Genel olarak Jeostatistik kavramı mekansal referanslı verilerin ayırt edici niteliklerinin belirlenmesi ve tahmin edilmesinde kullanılan stokastik metotlara işaret eder.

Bilinen istatistiksel yöntemler belli bir alan içerisinde örneklenen noktaların uzaysal ilişkisi hakkında bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle örneklenmemiş bir nokta, örneklenmiş diğer noktalardan faydalanılarak tahmin edildiğinden ve uzaysal bağımlılığı dikkate alınmadığından çok doğru değildir (Mulla ve McBratney, 2001). Genellikle bir toprak özelliğine ait değerler örnekleme noktaları birbirine yaklaştıkça benzer olmaktadır yani uzaysal korelasyona sahip olmaktadır. Başka bir ifade

ile, birbirine yakın noktalardan alınan örnekler uzak mesafelerden alınanlara göre daha çok benzerdir (Isaaks ve Srivastava, 1989; Trangmar vd., 1985). Bir özelliğin arazideki uzaysal yapısının ortaya konulabilmesi için jeostatistiksel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Jeostatistiksel yöntemler modelleme (Semivariogram) ve uzaysal enterpolasyon (Kriging) olmak üzere iki aşamalıdır.

Jeoistatistiksel yöntemler, toprak özelliklerinin uzaysal değişimlerinin ifade edilmesinde başarılı bir şekilde kullanım alanı bulmuştur.

2.5. Bölgesel Değişkinlik Teorisi ve Durağanlık

Bölgesel değişkinlik, rastlantı değişkeni ve durağanlık jeostatistiğin dayandığı temel kavramlardır. Rastlantı değişkeni, olasılık dağılımı yasalarına göre değişmesi beklenen hacim ağırlık, toplam N gibi değişkenlerdir. Bölgesel değişken, $z(x)$ şeklinde belirtilir ve bir rastlantı değişkenidir. Bir arazideki x noktalarına göre farklı z değerleri alır. Bölgesel değişken $Z(x)$ çalışma alanındaki bir x noktasındaki Z rastlantı değişkeninin değeridir. Çalışma alanı içinde bölgesel değişkene ait değerler, tüm noktalar için dikkate alınırsa rastlantı değişkeninin sonsuz kümesinin bir alt kümesi olmaktadır (Trangmar vd., 1985).

Bir rastlantı değişkeninin, $Z(x)$, beklenen değeri, çalışma alanı içindeki tüm noktalarda aynı ise,

$$E [Z(x)] = m \text{ ve}$$

$$E [Z(x) - Z(x+h)] = 0 \quad Z(x)$$

rastlantı değişkeni birinci derece durağandır. m ortalama, h ise örnekleme noktaları arasındaki uzaklık vektörüdür. Çalışma alanı içinde, her bir

$Z(x)$ ve $Z(x+h)$ çiftinin mekansal kovaryansı $C(h)$, noktaların çalışma alanı içindeki pozisyonundan bağımsız ve aynı ise, ikinci dereceden durağanlık uygulanabilir:

$$C(h)=E\{[Z(x)-m] [Z(x+h)-m]\}$$

ve noktalar arasındaki h vektörü büyüdükçe, $C(h)$ azalır ve mekansal kovaryans yok olur. $C(h)$ 'nin durağanlığı, örnek varyansının (s^2) durağanlığını gerektirir. h uzaklığı sıfıra yaklaştıkça, mekansal kovaryans örnek varyansına yaklaşır. Eğer sonlu bir varyans ve kovaryans tanımlanamıyorsa bu durum trend olayı olarak bilinir, ikinci dereceden durağanlık uygulanamaz (Akbaş, 2004, Yeşilirmak, 2006). Bu durumda, durağanlığın daha zayıf bir formu kabul edilmelidir. Buna, *intrinsic* hipotezi denir. Bir veri seti ikinci dereceden durağan ise durağanlığın zayıf formu kuralları aynı zamanda uygulanabilir, ancak tersi durum geçerli değildir. Durağanlığın zayıf formunda h 'nin tüm vektörleri için varyanstaki artış, yani $Z(x)-Z(x+h)$ değeri sonlu olmalı ve çalışma alanındaki pozisyonundan bağımsız olmalıdır. Bu durum

$$\text{Var} [Z(x)- Z(x+h)]=E[Z(x)- Z(x+h)]=2\gamma(h) \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Eşitliğin 2'ye bölünmesi, semivaryansı ($\gamma(h)$) verir. Semivaryans h uzaklık vektörüne bağlıdır. İdeal olarak, $h = 0$ 'da $\gamma(h)$ sıfırdır, fakat h arttıkça $\gamma(h)$ artar (Trangmar vd., 1985, Akbaş, 2004).

2.6. Uzaysal Bağımlılığın Analizi (Semivariogram)

Uzaysal bağımlılık semivariogram yardımıyla ortaya konulmaktadır. Semivariogram kullanılarak uzaysal bağımlılık sayılaştırılabilir. Semivaryans aşağıda verilen eşitlikle belirlenmektedir.

$$\gamma = 1/2 N(h) \Sigma [Z_x - Z_{x+h}]^2$$

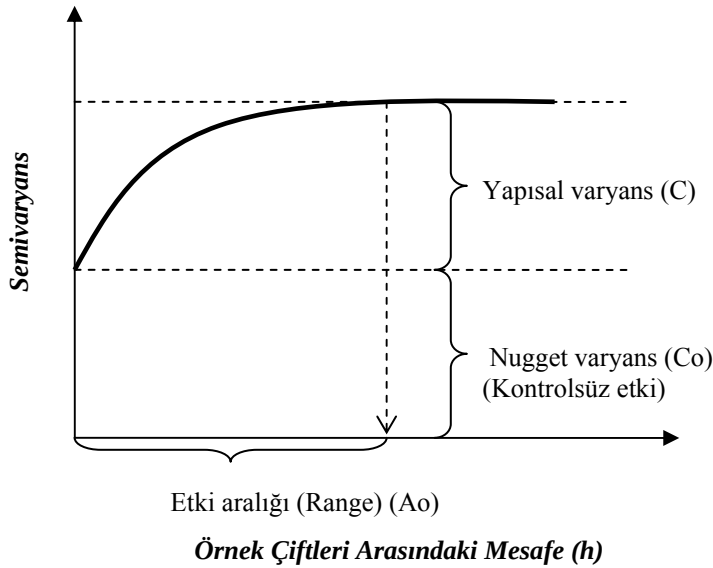
Bu eşitlikte;

h : x ve $x+h$ arasındaki ayırma mesafesini

Z_x ve Z_{x+h} : x ve $x+h$ bölgelerindeki değişkenlerin ölçülmüş değerleri

$N(h)$: h ayırma mesafesindeki çift sayısını (pair) belirtmektedir.

Belirli bir yöndeki semivaryans değerleri h mesafe değerlerine karşı grafiği çizilerek gösterilir (Şekil 2.1). Bu şekilde oluşturulan grafiğe semivariogram veya deneysel variogram denir. Semivariogramlar belli bir h mesafesi ile birbirlerinden ayrılan örnek çiftler arasındaki varyansın mesafe ile olan ilişkisini gösterir. Deneysel variogram, kullanılan örnekleme ve ayırma mesafesi ile kullanılan verilere göre çok farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.1 Tipik bir semivariogram ve bileşenleri.

Genel olarak bir semivariogramda örnekleme çiftleri arasındaki mesafe (h) arttıkça semivaryans değeri de artar ve belli bir noktadan sonra az yada çok sabit bir değere ulaşır (Şekil 2.1). Bu noktadan sonra semivaryans değerleri örnek çiftleri arasındaki mesafe artışından etkilenmez. İşte semivariogramın apsise paralel konuma geldiği bu noktadaki semivaryans değeri sill varyansı (C_0+C) ve semivariogramın sill varyansını yakaladığı noktadaki mesafe değeri ise etki (range, A_0) aralığı olarak adlandırılır. Etki aralığı, incelenen toprak özelliğinin örnekleme değerlerinin uzaysal olarak bağımlı olabileceği maksimum mesafeyi ifade eder. Bu noktadan sonra, araştırılan toprak özelliğinin uzaysal bağımlılık göstermediği veya tamamen tesadüfi bir değişim gösterdiği kabul edilir (Aşkın, 2002).

Toprak özellikleri ile ilgili çalışmalarda küresel (spherical), üssel (exponential), linear ve gaussian semivariogram modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Semivariogramlar sadece örnek çiftleri arasındaki mesafe dikkate alınarak oluşturulursa izotropik semivariogram, mesafe ile birlikte yön de dikkate alınırsa anizotropik semivariogram olarak adlandırılırlar.

İzotropik semivariogram modelleri ve özellikleri aşağıda sunulduğu gibidir.

Küresel İzotropik Model

Yaklaşık A_0 mesafesindeki noktalara ait çiftlerin daha fazla otokorelasyon göstermediği, modifiye edilmiş kuadratik bir fonksiyondur. Orijine yakın küçük ayırım mesafelerinde lineer davranış

gösterir. Daha yüksek mesafelerde ise düzleşerek bir sill değerine ulaşır (GS⁺, 2004, Akbaş, 2004). Matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$\gamma(h)=Co+C [1,5 (h/Ao)-0,5 (h/Ao)]^3 \quad h \leq Ao \text{ için}$$

$$\gamma(h)=Co+C \quad h > Ao \text{ için}$$

$$A=Ao$$

Üssel İzotropik Model

Üssel izotropik model küresel izotropik modele benzer ancak sill değerine daha yavaş ulaşır. Sill değerine asimtotik yaklaşır. Bu modelde range değeri sill değerinin % 95'ine karşılık gelen değer olarak kabul edilir (GS⁺, 2004, Akbaş, 2004).

$$\gamma(h)=Co+C [1-\exp (-h/Ao)]$$

$$A=3Ao$$

Linear İzotropik Model

Linear izotropik model düz çizgi karakterli bir semivariogramdır. Bu modelde teorik olarak sill değeri yoktur (GS⁺, 2004).

$$\gamma(h)=Co+ [h(C/Ao)]$$

Gaussian İzotropik Model

Gaussian veya hiperbolik model üssel modele benzer ancak sill değerine yavaş yavaş ve asimtotik yaklaşır. Bu modelde range değeri sill

değerinin % 95'ine karşılık gelen değer olarak kabul edilir (GS⁺, 2004, Akbaş, 2004).

$$\gamma(h)=C_0+C [1-\exp (-h^2/A_0^2)]$$

$$A=3^{0,5} A_0$$

Yukarıdaki matematiksel ifadelerde:

$\gamma(h)$: h ayırma mesafesindeki çiftlerin semivaryansı

h:ayırma mesafesi

C_0 : külçe (nugget) etki ≥ 0

C: yapısal varyans $\geq C_0$

A_0 : range parametresi

A: range değerini ifade eder.

2.7. Kriging

Bir özelliğin ölçüm yapılan noktaları arasındaki uzaysal bağımlılığından yararlanılarak ölçüm yapılmayan noktaların değerini tahmininde kullanılan bir kestirim (enterpolasyon) yöntemidir. Genel olarak kestirim işlemi, bilinen değerlerin ağırlıklı ortalaması alınarak yapılır. Matematiksel olarak bu işlem

$$z^*(x_0)=\sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)$$

olarak ifade edilir. Eşitlikte $z^*(x_0)$; x_0 noktasında bilinmeyen ancak kestirilen değeri, $z(x_i)$; x_0 noktasının kestiriminde kullanılacak verileri ve λ_i ; bu verilere atanacak ağırlıkları göstermektedir. x_i , $i=1, \dots, n$

noktalarındaki değişkenin değerleridir ancak bunlara verilecek ağırlıkları hesaplamak gerekir. Geoistatistikte bu ağırlıklar, kestirim hatalarının ortalaması sıfır ve varyansı en küçük olacak şekilde belirlenir. Ağırlıkların bu koşullar altında belirlenmesi işlemine kriging adı verilir (Tercan ve Saraç, 1998).

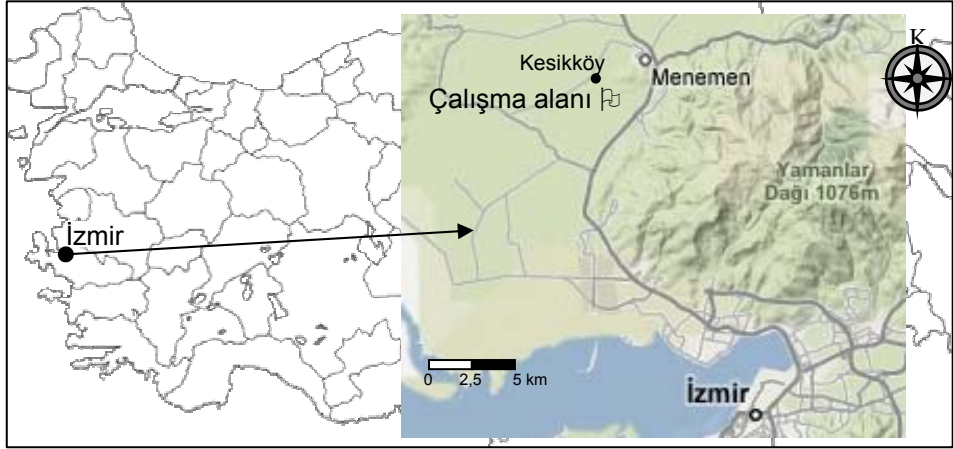
3. Materyal ve Yöntem

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanının Yeri

Çalışmanın yürütüldüğü arazi İzmir ili Menemen ilçesi Kesikköy Çığırdak mevkiindedir (Şekil 3.1). Arazi alanı 98 dekardır. Araştırmanın yürütüldüğü Menemen Ovası, Gediz Havzasının mansap kısmında $38^{\circ} 26'$ ve $38^{\circ} 40'$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ} 40'$ ve $27^{\circ} 07'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havzanın alüviyal tabanı Manisa'nın batısındaki Emiralem boğazı ile ikiye bölünmüştür. Söz konusu boğaz ile deniz arasında kalan kısım Menemen Ovası'dır ve bu ova doğuda Yamanlar Dağı, Kuzeyde Foça dağlık yöresi ile kuşatılmıştır (Anonim, 1971).

Menemen ovası, Emiralem boğazından denize doğru açılan büyük bir yelpaze şeklindedir. Menemen ovasın büyük bir kısmını Gediz alüviyumu ve ikinci derecede yan dere alüviyumu oluşturur. Ovayı çevreleyen yamaçların eteklerinde ince koluviyum şeridi yer almaktadır. Ova güney-kuzey yönünde 30 km, batı-doğu yönünde ise yaklaşık 20 km'dir. Ovayı doğu ve kuzeyden dik eğimli dağ ve tepeler kuşatır. Gediz alüviyal tabanı 0-6 metre, yan alüviyaller ve koluviyaller ise 6 ile 30 metre yükseltidedir. Çevre dağları ise 1100 metreye yaklaşır (Anonim, 1971).



Şekil 3.1 Çalışma alanının yeri.

Çizelge 3.1 Çalışma alanının özellikleri.

Denizden Yüksekliği	:	9 m
Arazi Tipi	:	Delta
Rölyef	:	Düz, Düze yakın eğim (% 0- %0,2)
Ana Materyal	:	Alüvyum
Erozyon Sınıfı	:	Yok
Taşlılık Sınıfı	:	Yok
Kayalık Sınıfı	:	Yok
Drenaj Sınıfı	:	İyi
Arazi Kullanım Şekli	:	Sulu Tarım
Bitki Türü	:	Pamuk – buğday – pamuk - nadas
Arazi Kullanım Yetenek Sınıfı	:	I
Seri	:	Gediz
Sıra	:	Entisol
Alt Sıra	:	Fluvent
Büyük Grup	:	Xerofluvent
Alt Grup	:	Typic Xerofluvent

3.1.2. Araştırma Alanının İklimi

Araştırma alanının da içinde yer aldığı Menemen Ovası'nda Akdeniz iklimi görülür. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Çok yıllık (50 yıl) iklim verilerine göre; ortalama toplam yıllık yağış 542,3 mm'dir ve bu yağışın yaklaşık % 50'si kış, % 25'i ilkbahar,

% 23'ü sonbahar ve % 2'si yaz aylarında düşmektedir. Ortalama sıcaklık 16,8 °C; ortalama nispi nem % 57,1; ortalama yıllık buharlaşma 1570,3 mm'dir. Menemen Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü rasat istasyonunun 1954-2003 yılları ortalaması ile araştırmanın yürütüldüğü yıllara ilişkin iklim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir (Anonim, 2004).

Çizelge 3.2 Menemen'e ilişkin çok yıllık (1954-2003) iklim verileri (Anonim, 2004).

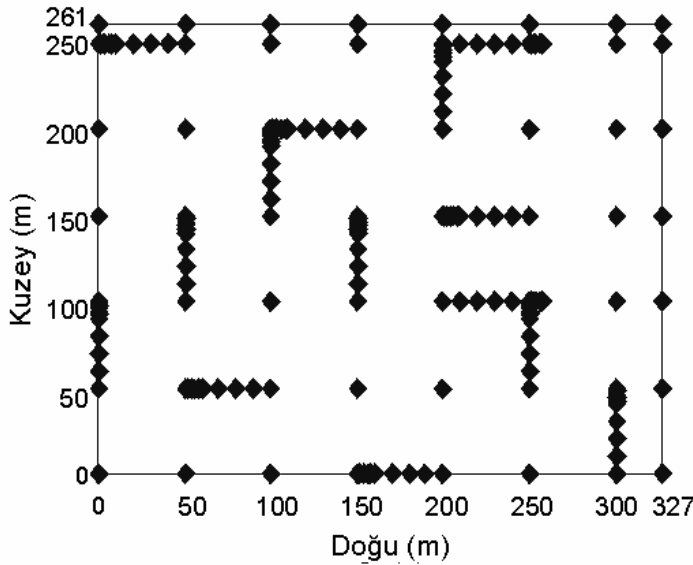
Yıllar	Aylar	I	II	III	IV	V	VI
İklim verileri							
Çok Yıllık (1954 - 2003)	Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı, °C	7,8	8,7	10,9	14,9	20,0	24,6
	Uç Maksimum Hava Sıcaklığı, °C	22,8	26,5	31,6	33,8	40,2	42,4
	Uç Minimum Hava Sıcaklığı, °C	-7,6	-5,6	-4,4	-1,4	2,8	6,7
	Toplam Yağış, mm	90,1	71,3	63,3	43,8	25,7	5,8
	Toplam Buharlaşma, mm	46,2	52,4	80,8	111,8	173,3	227,5
	Ortalama Nispi Nem, %	64,4	62,0	60,8	58,2	54,7	48,0
	Rüzgar hızı, m/s	3,8	3,6	3,2	2,6	2,4	2,5

Yıllar	Aylar	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
İklim verileri								
Çok Yıllık (1954 - 2003)	Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı, °C	26,9	26,2	22,1	17,2	13,0	9,6	16,8
	Uç Maksimum Hava Sıcaklığı, °C	42,0	44,3	41,4	39,4	31,3	25,4	44,3
	Uç Minimum Hava Sıcaklığı, °C	10,7	10,8	6,0	1,2	-2,0	-4,5	-7,6
	Toplam Yağış, mm	2,8	3,3	12,1	31,4	80,2	112,5	542,3
	Toplam Buharlaşma, mm	268,5	234,8	165,5	104,2	60,0	45,3	1570,3
	Ortalama Nispi Nem, %	46,5	48,0	53,9	59,1	63,0	66,2	57,1
	Rüzgar hızı, m/s	2,8	2,6	2,3	2,3	2,6	3,5	2,9

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Hazırlanması

Çalışma alanı düzgün geometrik bir şekilde olmadığından arazinin tümü çalışma alanına dahil edilmemiştir ve bu nedenle 98 dekarlık arazinin (261x327 m) 85,3 dekarında proje yürütülmüştür. Toprak örnekleme yapılmadan önce arazide parselleme ve işaretleme çalışmaları yapılarak arazi Şekil 3.2'deki gibi ızgaralara bölünmüştür. Şekil 3.2'den de görüldüğü gibi 75 dekar arazide 50x50 metrelik kareler oluşturulmuştur. Arazinin geri kalan 10,3 dekarlık kısmında daha küçük alanlar oluşmuştur. Böylece oluşan 7 sıra ve 8 sütunun 56 adet kesişme noktası örnekleme noktaları olarak işaretlenmiştir. Ayrıca seçilen 7 adet kuzey-güney yönünde ve yedi adet doğu-batı yönünde 50'şer metrelik hatlar üzerinde 1, 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30 ve 40. metrelerde örnek noktaları olarak işaretlenmiştir.



Şekil 3.2 Arazinin örnekleme planı

3.2.2. Toprak Örneklerinin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Toprak örnekleri pamuk hasadından sonra tarlanın boş, hava ve toprak koşullarının elverişli olduğu 5-6-7 Aralık 2003 tarihinde alınmıştır. Toprak örnekleri 0-30 ve 30-60 cm olmak üzere iki farklı derinlikten alınmıştır. Toprakların hacim ağırlıklarını saptamak için yine aynı noktalardan 100 cm³ hacmindeki çelik silindirler ile yapısı bozulmamış örnekler de alınmıştır.

Laboratuvarda hava kurusu hale getirilen toprak örnekleri önce 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra bazı fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir.

Bünye: Toprakların dane büyüklüğü dağılımı yani % kum, % mil ve % kil fraksiyonları hidrometre yöntemi uygulanarak belirlenmiştir (Bouyoucos, 1962). Her fraksiyon için bulunan veriler bünye üçgenine uygulanarak toprak örneklerinin bünyeleri saptanmıştır (Black, 1965).

pH: Sature toprak macununda, cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Jackson, 1967).

Suda çözünebilir toplam tuz yüzdesi (%): Saf su ile doymuş hale getirilen örneklerin elektriki direnci geçirgenlik köprüsü aleti ile ohm olarak ölçülürken, direnç verileriyle, doymuş örnek ısısı Fahrenheit ve doymuşluk %'sine göre hazırlanmış çizelge kullanılarak saptanmıştır (US Soil Survey Staff, 1951).

Kireç yüzdesi (% CaCO₃): Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Schlichting ve Blume, 1966).

Organik madde tayini: Modifiye Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Jackson, 1967).

Kasyon Değişim Kapasitesi: Toprağı sodyum ile doyurma ve amonyum asetat ile ekstrakte ederek, Na iyonu alevfotometrede okunup kasyon değişim kapasitesi mmol/g olarak saptanmıştır (Jackson, 1967).

Toplam Azot: Toprak örneklerinin toplam azot miktarları Modifiye Makro Kjeldahl Metodu (Bremner, 1965) uygulanarak belirlenmiştir.

Alınabilir Katyonlar: Toprakların alınabilir Na, K, Ca, Mg değerleri pH değeri 7 olan 1 N NH_4OAc ile çalkalanarak elde edilen süzüklerde Na, K, Ca değerlerini alevfotometrede, Mg değerleri ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde tayin edilmiştir (Pratt, 1965).

Alınabilir Fosfor: Toprak örneklerinin alınabilir fosfor miktarları Bingham (1949) metoduna göre kolorimetrik olarak tayin edilmiştir.

Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn: 20 g hava kurusu toprak örneğinin 40 ml $\text{DTPA} + \text{CaCl}_2 + \text{TEA}$ ile çalkalanıp süzülmesi sonucu atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunarak saptanmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

Hacim ağırlık: 100 cm^3 hacimdeki çelik silindirler yardımıyla ve içerisinde alınan yapısı bozulmamış toprak örnekleri, 105°C sıcaklıkta etüvde kurutularak hesap yöntemiyle bulunmuştur (Black, 1965).

Özgül Ağırlık: Hacmi belli olan piknometre şişeleri ile analiz edilmiştir (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954; Black, 1965).

Toplam Boşluk (%): Özgül ağırlık ve volüm ağırlık verilerine göre formülle saptanmıştır (Tuncay, 1993).

Tarla kapasitesindeki nem içeriği: 1/3 atmosfer basınç altında 5 Bar pressure Plate Extractor aleti ile saptanmıştır (Anonim, 1954).

Solma noktasındaki nem içeriği: 15 atmosfer basınç 15 Bar pressure Plate Extractor aleti ile saptanmıştır (Anonim, 1954).

Faydalı su: Tarla kapasitesi ve solma noktası verileri kullanılarak hesap yolu ile belirlenmiştir (Anonim, 1954).

Strüktür Stabilité İndeksi: Toprak-su süspansiyonundaki hidrometre okumalarına dayalı olarak toplam mil+kil ve bağlanmamış mil+kil miktarlarının ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Saatçı vd., 1983).

3.2.3. İstatistiksel Yöntemler

Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişim aralığı, çarpıklık, basıklık, ortalama gibi tanımlayıcı istatistikleri SPSS 11.0 paket programı yardımı ile yapılmıştır.

Toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliğinin saptanmasında GS⁺ 7.0 paket programı kullanılmıştır.

Çalışmada toprak özelliklerinin semivariogramları oluşturulurken aşırı değerler SPSS.11 programında kutu grafik yöntemiyle belirlenmiş ve veri setlerinden çıkarılmıştır. Semivariogramlar oluşturulurken modelin uygunluğu r^2 ve RSS (residual sum of squares) değerleri ile belirlenmiştir. r^2 'nin en yüksek, RSS'nin en düşük olduğu modeli bulmak için her bir toprak değişkeni için farklı ayırma mesafeleri denenmiştir. Seçilen modelin çapraz değerlendirmesi yapıldıktan sonra nokta kriging yapılmıştır. Kriging ile tahmin edilen değerlerin standart sapmasının, ölçülen ve çapraz değerlendirme ile bulunandan daha düşük olması seçilen modelin uygunluğunu göstermektedir (Trangmar ve ark., 1985).

Toprak değişkenlerinin uzaysal bağımlılığını sınıflandırılmasında nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının yüzdesi kullanılmıştır. Bu oran $\leq$ % 25 ise değişken kuvvetli uzaysal bağımlı olarak sınıflandırılmakta, 25 ile % 75 arasında ise orta derecede uzaysal

bağımlı olarak sınıflandırılmaktadır. Bu oran % 75 den büyük ise değişken zayıf uzaysal bağımlıolarak değerlendirilmektedir (Camberdella vd., 1994).

4.Bulgular ve Tartışma

4.1. Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Araştırma alanının 182 noktasından 0-30 ve 30-60 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri yapılmış ve Çizelge 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi toprağın 0-30 cm derinliği için varyasyon katsayısı en düşük toprak pH’sında, en yüksek ise ekstrakte edilebilir Na değerlerinde belirlenmiştir. pH değerleri diğer toprak özelliklerine göre en az değişkenlik gösterirken, ekstrakte edilebilir Na en yüksek değişkenliğe sahip toprak özelliği olarak görülmektedir.

Mulla ve Mc Bratney (2000) toprak özelliklerini varyasyon katsayılarına göre üç gruba ayırmışlardır. 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 sınıflandırılmışlardır. Buna göre 0-30 cm derinlik için toprak özelliklerinden pH, kireç, KDK, tarla kapasitesinde ve solma noktasında nem, strüktür stabilite indeksi, mil, kil, hacim ağırlık, özgül ağırlık, toplam boşluk oranı, toplam N, alınabilir Ca ve Cu az değişken; kum, faydalı su içeriği, alınabilir K, Mg, Fe ve Zn orta derecede değişken; suda çözünebilir toplam tuz , organik madde, alınabilir P ile Mn ve ekstrakte edilebilir Na yüksek derecede değişken özellik göstermektedir.

Çizelge 4.2 Araştırma alanı 0-30 derinlik için toprak* özelliklerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları.

	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama	Medyan	Mod	Varyans	Çarpıklık	Basıklık	Standart sapma	Varyasyon katsayısı
pH	7,20	8,61	7,76	7,75	7,77	0,04	0,65	1,60	0,20	2,53
Suda çöz. toplam tuz (%)	0,02	0,47	0,08	0,07	0,08	0,00	4,95	40,13	0,04	50,27
Kireç (%)	4,49	15,42	10,50	10,28	10,41	1,59	0,35	3,63	1,26	12,03
Organik madde (%)	0,21	3,26	1,39	1,32	1,40	0,38	0,69	0,40	0,62	44,44
KDK (mmol/g)	20,42	31,11	26,74	27,01	25,09	4,32	-0,26	-0,45	2,08	7,77
Kum (%)	20,80	61,52	28,28	27,52	27,52	32,77	2,48	8,80	5,72	20,24
Mil (%)	12,00	61,64	42,58	43,64	44,00	39,09	-1,39	6,16	6,25	14,68
Kil (%)	9,20	39,20	29,14	29,20	27,20	13,70	-1,76	8,71	3,70	12,70
Hacim ağırlık (g cm ⁻³)	1,07	1,80	1,31	1,31	1,36	0,01	0,67	2,92	0,10	7,96
Özgül ağırlık (g cm ⁻³)	1,77	2,98	2,43	2,47	2,36	0,05	-0,09	0,10	0,22	8,97
Toplam boşluk (%)	19,92	60,39	45,77	46,94	40,59	45,33	-0,78	1,01	6,73	14,71
Tarla kapasitesinde nem (%)	25,54	39,61	33,09	33,54	34,58	5,84	-0,55	0,29	2,42	7,30
Solma noktasında nem (%)	17,16	27,42	21,44	21,45	18,64	3,64	0,34	0,16	1,91	8,90
Faydalı su	5,07	17,31	11,65	11,74	11,15	3,70	-0,13	0,58	1,92	16,52
Strüktür Stablite İndeksi	20,64	51,64	38,60	38,25	34,36	26,55	-0,04	0,54	5,15	13,35
Toplam azot (%)	0,05	0,12	0,08	0,08	0,08	0,00	0,36	0,80	0,01	15,33
Alınabilir fosfor (mg kg ⁻¹)	0,12	3,56	1,67	1,78	1,99	0,66	0,08	-0,76	0,81	48,60
Alınabilir potasyum (mg kg ⁻¹)	348,00	932,00	575,62	577,50	594,00	10924,83	0,08	0,35	104,52	18,16
Alınabilir kalsiyum (mg kg ⁻¹)	2200,00	3540,00	2938,41	2950,00	2860,00	96458,77	-0,23	-0,84	310,58	10,57
Alınabilir magnezyum (mg kg ⁻¹)	331,00	1020,00	719,45	745,00	789,00	16282,15	-0,65	0,19	127,60	17,74
Eks.edilebilir sodyum (mg kg ⁻¹)	95,00	1623,00	436,11	356,00	356,00	81752,20	2,02	4,61	285,92	65,56
Alınabilir demir (mg kg ⁻¹)	2,22	20,26	10,44	9,42	7,89	13,70	0,73	-0,14	3,70	35,44
Alınabilir bakır (mg kg ⁻¹)	2,72	4,99	3,65	3,63	3,34	0,14	0,44	0,53	0,38	10,41
Alınabilir çinko (mg kg ⁻¹)	0,55	2,23	1,05	1,01	0,84	0,07	0,81	1,18	0,27	25,74
Alınabilir mangan (mg kg ⁻¹)	3,54	24,04	10,05	8,71	8,24	17,85	1,14	0,74	4,23	42,05

*Örnek sayısı: 182

Çizelge 4.3 Araştırma alanı 30-60 cm derinlik için toprak* özelliklerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları.

	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama	Medyan	Mod	varyans	Çarpıklık	Basıklık	Standart sapma	Varyasyon katsayısı
pH	7,39	8,54	7,88	7,86	7,77	0,06	0,49	-0,13	0,24	3,08
Suda çöz. toplam tuz (%)	0,01	0,40	0,11	0,09	0,08	0,00	2,41	7,22	0,06	58,85
Kireç (%)	6,93	22,42	11,58	11,28	11,56	4,65	1,47	4,57	2,16	18,63
Organik madde (%)	0,10	3,23	1,16	1,09	0,47	0,41	0,71	0,37	0,64	55,17
KDK (mmol/g)	20,32	34,14	26,20	25,95	24,31	5,63	0,25	0,36	2,37	9,05
Kum (%)	13,16	52,80	27,60	26,24	26,52	30,55	1,90	5,08	5,53	20,02
Mil (%)	16,00	61,64	41,01	42,00	42,00	40,16	-1,25	3,90	6,34	15,45
Kil (%)	11,20	43,76	31,39	31,20	31,20	16,25	-0,86	3,53	4,03	12,84
Hacim ağırlık (g cm^{-3})	1,00	1,76	1,42	1,39	1,34	0,02	0,44	-0,33	0,15	10,58
Özgül ağırlık (g cm^{-3})	1,74	3,33	2,49	2,50	2,50	0,06	0,22	1,44	0,24	9,65
Toplam boşluk (%)	12,19	58,88	42,71	43,67	42,96	62,90	-0,84	1,31	7,93	18,57
Tarla kapasitesinde nem (%)	28,30	38,65	34,91	35,27	35,27	3,48	-1,24	1,95	1,86	5,34
Solma noktasında nem (%)	18,74	32,23	24,42	24,65	24,67	3,96	-0,16	1,07	1,99	8,15
Faydalı su (%)	5,26	13,58	10,49	10,56	11,08	1,92	-0,57	0,93	1,39	13,21
Toplam azot (%)	0,03	0,11	0,06	0,06	0,05	0,00	0,10	0,40	0,02	23,42
Alınabilir fosfor (mg kg^{-1})	0,01	4,19	1,10	1,01	0,21	0,51	1,08	1,87	0,72	64,97
Alınabilir potasyum (mg kg^{-1})	246,00	840,00	459,85	437,50	358,00	9285,98	0,69	0,99	96,36	20,96
Alınabilir kalsiyum (mg kg^{-1})	1270,00	3580,00	2559,12	2630,00	2340,00	191448,95	-0,51	0,17	437,55	17,10
Alınabilir magnezyum (mg kg^{-1})	451,00	1166,00	806,78	800,00	783,00	15697,47	0,02	0,37	125,29	15,53
Eks.edilebilir sodyum (mg kg^{-1})	169,00	2494,00	771,54	598,00	423,00	244206,91	1,52	1,90	494,17	64,05
Alınabilir demir (mg kg^{-1})	2,26	22,48	9,45	8,47	6,49	16,99	1,06	0,81	4,12	43,61
Alınabilir bakır (mg kg^{-1})	2,10	5,59	3,46	3,41	3,24	0,21	1,04	4,05	0,46	13,31
Alınabilir çinko (mg kg^{-1})	0,11	2,68	0,86	0,81	0,69	0,11	2,15	9,48	0,33	38,05
Alınabilir mangan (mg kg^{-1})	4,50	22,46	11,62	11,04	11,47	13,79	0,56	-0,28	3,71	31,95

*Örnek sayısı: 182

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi 30-60 cm derinlik için varyasyon katsayısı en düşük 0-30 cm derinlikte olduğu gibi pH’da bulunmuştur. En yüksek varyasyon katsayısı ise alınabilir P ve eksrakte edilebilir Na değerlerinde belirlenmiştir. Toprak özelliklerinden pH, mil, kil, hacim ağırlık, özgül ağırlık, tarla kapasitesinde ve solma noktasında nem, faydalı su içeriği, alınabilir Mg ve Cu az değişken; kireç, kum, boşluk, toplam N, alınabilir K, Ca ve Mn orta derecede değişken; tuz, organik madde, alınabilir P, Fe, Zn ve eksrakte edilebilir Na yüksek derecede değişkenlik göstermektedir.

Toprak özelliklerine ait veri setlerinin normal dağılım göstermesi uygulanacak istatistiksel yöntemler açısından önemlidir. Klasik istatistik yöntemler dağılımı normal kabul etmektedir. Veri setlerinin normal dağılıma uyumluluğunun göstergelerinden olan çarpıklık ve basıklık Çizelge 4.2 ve 4.3’de verilmiştir.

Çalışmada toprak özelliklerine ait bulunan veri setlerine, Kolmogorov-Smirnov normalite testi uygulanmıştır. Çizelgede normalite testi sonucu elde edilen D değeri ve bunlara karşılık gelen lilliefors düzeltmesi yapılmış P değerleri verilmiştir. Çizelge 4.4 ve 4.5’den görüldüğü gibi üst toprak katmanında solma noktasındaki nem içerikleri ile strüktür stabilite indeksi değerleri normal dağılım göstermektedir. Alt toprak katmanında ise toprak pH’sı, KDK, faydalı su içeriği ve alınabilir magnezyum değerleri normal dağılıma uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 4.4 Kolmogorov-Smirnov testi ile üst toprak özelliklerine ait veri setlerinin normal dağılıma uyumluluğunun sınanması.

Değişken	D	n	P
pH	0,072	182	0,022
Suda çöz. toplam tuz	0,206	182	0,000
Kireç	0,098	182	0,000
Organik madde	0,085	182	0,003
KDK	0,061	182	0,095
Kum	0,187	182	0,000
Mil	0,165	182	0,000
Kil	0,121	182	0,000
Hacim ağırlık	0,076	182	0,012
Özgül ağırlık	0,080	182	0,006
Boşluk	0,113	182	0,000
Tarla kapasitesinde nem	0,064	182	0,065
Solma noktasında nem	0,046	182	0,200*
Faydalı su	0,087	182	0,002
Strüktür stabilite indeksi	0,041	182	0,200*
Toplam azot	0,107	182	0,000
Alınabilir fosfor	0,074	182	0,016
Alınabilir potasyum	0,078	182	0,009
Alınabilir kalsiyum	0,099	182	0,000
Alınabilir magnezyum	0,095	182	0,000
Eks.edilebilir sodyum	0,184	182	0,000
Alınabilir demir	0,127	182	0,000
Alınabilir bakır	0,064	182	0,067
Alınabilir çinko	0,089	182	0,001
Alınabilir mangan	0,179	182	0,000

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

D: istatistik değeri **n:** örnek sayısı **P:** D istatistik değerine karşılık gelen kritik değer

Çizelge 4.5 Kolmogorov-Smirnov testi ile alt toprak özelliklerine ait veri setlerinin normal dağılıma uyumluluğunun sınanması.

Değişken	D	n	P
pH	0,052	182	0,200*
Suda çöz. toplam tuz	0,163	182	0,000
Kireç	0,115	182	0,000
Organik madde	0,074	182	0,017
KDK	0,057	182	0,200*
Kum	0,172	182	0,000
Mil	0,195	182	0,000
Kil	0,092	182	0,001
Hacim ağırlık	0,112	182	0,000
Özgül ağırlık	0,061	182	0,096
Boşluk	0,069	182	0,034
Tarla kapasitesinde nem	0,125	182	0,000
Solma noktasında nem	0,094	182	0,001
Faydalı su	0,045	182	0,200*
Toplam azot	0,067	182	0,048
Alınabilir fosfor	0,067	182	0,048
Alınabilir potasyum	0,095	182	0,000
Alınabilir kalsiyum	0,074	182	0,017
Alınabilir magnezyum	0,049	182	0,200*
Eks.edilebilir sodyum	0,172	182	0,000
Alınabilir demir	0,127	182	0,000
Alınabilir bakır	0,090	182	0,001
Alınabilir çinko	0,107	182	0,000
Alınabilir mangan	0,094	182	0,000

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

D: istatistik değeri **n:** örnek sayısı **P:** D istatistik değerine karşılık gelen kritik değer

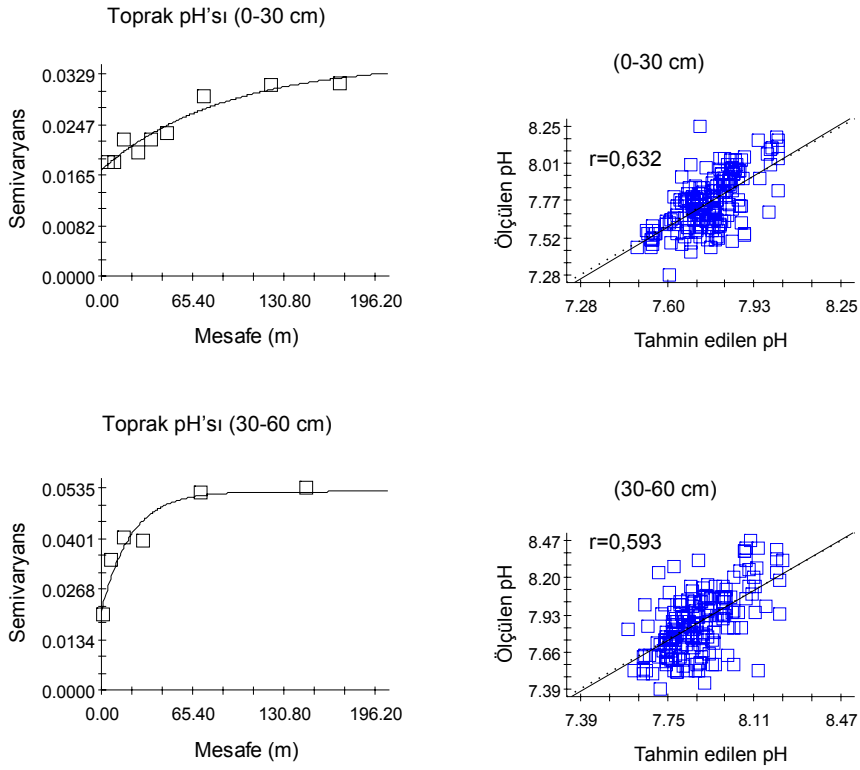
4.2. *Jeoistatistiksel Değerlendirme*

4.2.1. Toprak pH'sı

0-30 cm derinlikte uygun semivariogram modeli için 196,2 m aktif ayırma mesafesi belirlenmiştir. Ayırma mesafeleri ise 8-10-20-30-40-50-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır. En uygun semivariogram modelinin oluşması için veri setinden 17-109 ve 110 numaralı değerler çıkartılmıştır.

30-60 cm derinlikte aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise 0-2-10-20-40-100 ve 200 m olarak belirlenmiştir. semivarogram modeli oluşturulduken 59-96-156 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

Her iki derinlik için uygun semivariogram modeli Üssel olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1, Çizelge 4.6). Modellerin çapraz değerlendirme sonucu 0-30 cm derinlik için r değeri 0,632; 30-60 cm derinlik için r değeri 0,593 bulunmuştur. Çizelge 4.7' de görüldüğü gibi toprak pH'sının ölçüm değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri birbirlerine benzemektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta kriging yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Toprak pH'sı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.6 Toprak pH'sı için isotropik semivariogram bileşenleri.

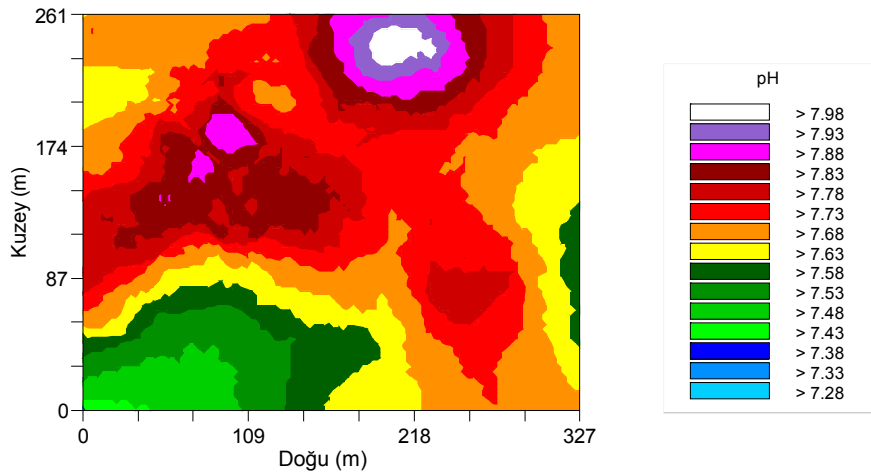
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,0173	0,0348	263,1	49,71	0,931	1,453E-05
30-60	Üssel	0,0209	0,0526	63,0	39,73	0,909	7,029E-05

Toprakta bitki besin elementlerinin alınabilirliği ve toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri, birçok etkenin yanı sıra toprak pH'sı ile yakından ilişkilidir (USDA, 1998, Çengel, 2006). Bu nedenle önemli bir toprak özelliği olan toprak pH'sı çalışma alanının üst ve alt toprak katmanlarında hafif ve orta alkali karakter göstermektedir (Çizelge 4.8).

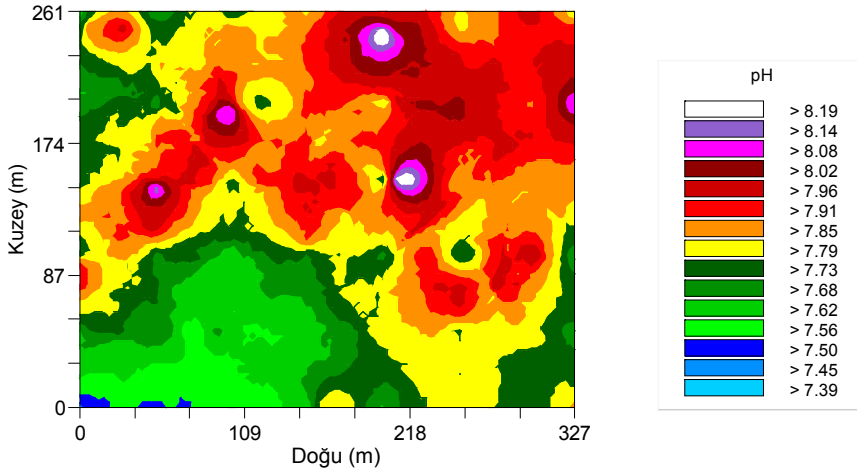
Toprağın kireç ve eksrakte edilebilir Na içeriğinin yüksek olması pH'nın da yüksek olmasının nedenidir.

Çizelge 4.7 Toprak pH'sının ölçülen ve tahmin edilen değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	179	179	8736	179	179	8736
Aritmetik ort.	7,75	7,76	7,73	7,87	7,88	7,84
Maksimum	8,25	8,02	8,03	8,47	8,23	8,25
Minimum	7,28	7,49	7,28	7,39	7,59	7,51
Standart sapma	0,177	0,108	0,101	0,230	0,134	0,120



Şekil 4.2 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak pH'sı değerlerinin yüzey haritası.



Şekil 4.3 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toprak pH'sı değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.8 Toprak pH'sının sınıflandırılması (Anonim, 1998)

Tanımlama	pH aralığı
Aşırı asit	3,5-4,4
Çok kuvvetli asit	4,5-5,0
Kuvvetli asit	5,1-5,5
Orta asit	5,6-6,0
Hafif asit	6,1-6,5
Nötr	6,6-7,3
Hafif alkalin	7,4-7,8
Orta alkalin	7,9-8,4
Kuvvetli alkalin	8,5-9,0

Bu çalışmada toprak pH'sının etki aralığı üst toprak katmanı için 263,1m alt toprak katmanı için 63 m bulunmuştur. Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının yüzdesi dikkate alındığında toprak pH sı her iki derinlikte orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi çok küçük ve çok büyük çalışma alanları dışındada toprak pH'sı orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir.

Çizelge 4.9 Farklı araştırmacıların toprak pH'sının uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)	
Erşahin, 1999	0-30	8,5	44,00	**	250
	30-60		38,00	**	400
Yetgin, 2004	0-30	3	21,83	*	114,8
Akbaş, 2004	0-30	32	17,00	*	62,1
Miao vd.,2006	üst		51,00	**	357
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,5	12,00	*	169
	30-60		2,00	*	177
	60-90		0,30	*	36
Cemek vd., 2006	0-30	8187	9,00	*	1340
	30-60		0,01	*	1230
	60-90		18,00	*	22760
Virgilio vd., 2006	0-30	4,8	63,00	**	190
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf					

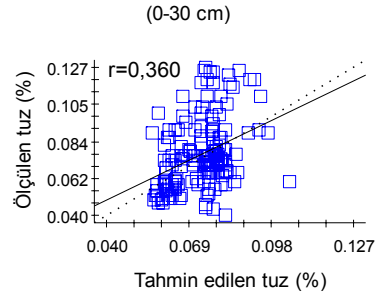
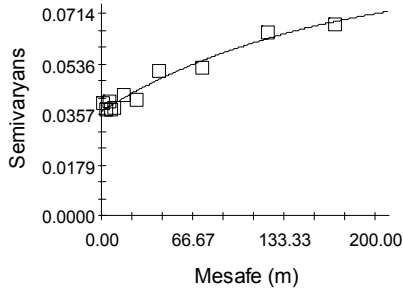
4.2.2. Toprağın Suda Çözünebilir Toplam Tuz İçeriği

Toprağın 0-30 cm'lik üst tabakası için aktif ayırma mesafesi 200 m, ayırma mesafesi ise 2-4-6-8-10-20-30-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 1-5-6-7-13-20-26-28-41-61-63-64-65 ve 109 numaralı değerler dikkate alınmamıştır. 30-60 cm'lik toprak derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafesi ise 6-20-30-40-50-100 ve 200 m olarak belirlenmiştir. 5-6-19-20-26-27-28-42-64-75 ve 76 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

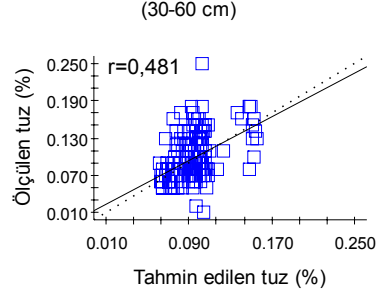
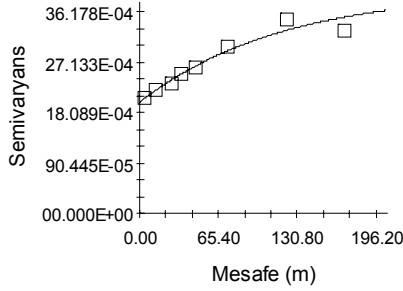
Her iki derinlik için uygun semivariogram modelin Üssel olduğu saptanmıştır (Şekil 4.4, Çizelge 4.10). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,360; 30-60 cm derinlik için 0,481 bulunmuştur. Suda çözünebilir toplam tuzun analizle bulunan değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri karşılaştırıldığında minimum ve maksimum değerleri arasında farklılıklar görülmektedir (Çizelge 4.11). Ancak ortalamalar birbirlerine benzemektedir. Belirlenen

modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.5 ve 4.6’da verilmiştir.

Suda çözünabilir toplam tuz (0-30 cm)



Suda çözünabilir toplam tuz (30-60 cm)



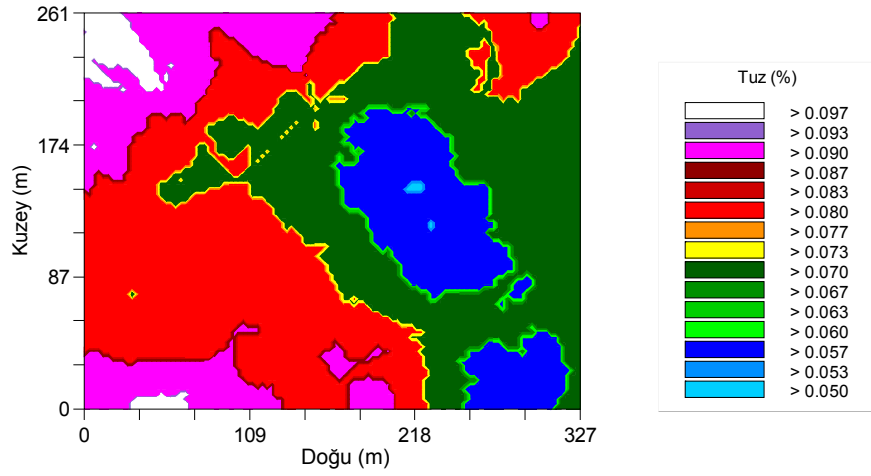
Şekil 4.4 Suda çözünabilir toplam tuz için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.10 Suda çözünabilir toplam tuz için isotropik semivariogram bileşenleri.

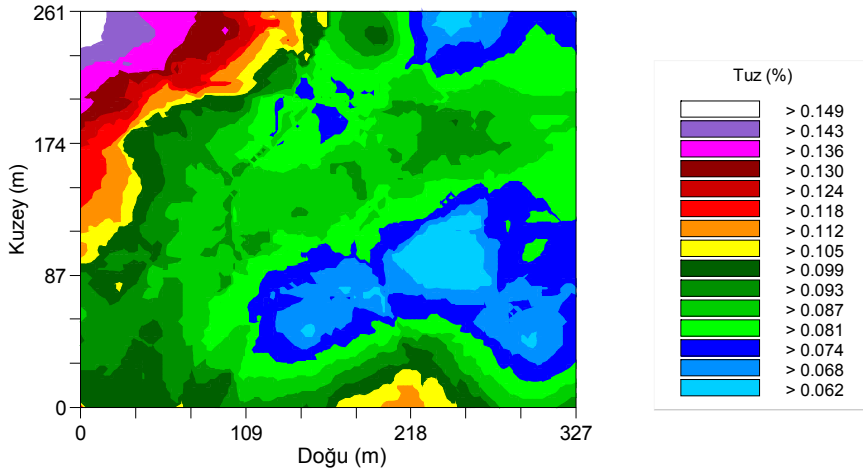
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r ²	RSS
0-30	Üssel	0,0369	0,0852	477,6	43,30	0,965	4.238E-05
30-60	Üssel	2,037E-003	4,084 E-003	411,9	49,87	0,923	1,379E-07

Çizelge 4.11 Ölçülen ve tahmin edilen suda çözünebilir toplam tuz değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	168	168	8736	172	172	8736
Aritmetik ort.	0,076	0,074	0,076	0,096	0,093	0,093
Maksimum	0,130	0,100	0,100	0,250	0,157	0,155
Minimum	0,040	0,060	0,050	0,010	0,061	0,063
Standart sapma	0,020	0,009	0,010	0,037	0,021	0,017



Şekil 4.5 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen suda çözünebilir toplam tuz (%) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.6 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen suda çözünebilir toplam tuz (%) değerlerinin dağılım haritası.

Toprakta tuz miktarı 100 g toprakta 150 mg'ın üzerine çıktığı zaman bitki gelişimini engelleyen etkiler yapmaya başlar (Altınbaş vd., 2004). Çalışma alanının 0-30 cm derinliği Şekil 4.5'de görüldüğü gibi bitki gelişimini engelleyecek düzeyde tuz içermemektedir. 30-60 cm derinlikte tuz miktarı üst toprak katmanına göre daha fazla ve küçük bir alanda bitki gelişimini engelleyecek düzeydedir.

Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranına göre, toplam çözünebilir tuz toprağın her iki derinliğinde orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Bir çok araştırmacıda yaptıkları çalışmalarda toprak tuz içeriğinin orta derecede uzaysal bağımlı olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Farklı araştırmacıların toprak tuzunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Pozdnyakova ve Zhang, 1999.	-	3375	53,84 **	700
Ardahanlıoğlu vd., 2003	0-30	100	68,60 **	809
Yetgin, 2004	0-30	3	40,94 **	101,9
Akbaş, 2004	0-30	32	42,56 **	116,6
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	0,007 *	210
	30-60		0,04 *	150
	60-90		0,0001 *	48
Cemek vd., 2006	0-30	8187	0,09 *	3420
	30-60		49,90 **	11660
	60-90		49,90 **	26680
Bekele & Hudnall, 2006	0-15	0,3	48,00 **	25
	0-15	0,9	48,00 **	20
	0-15	1,4	74,00 **	20

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

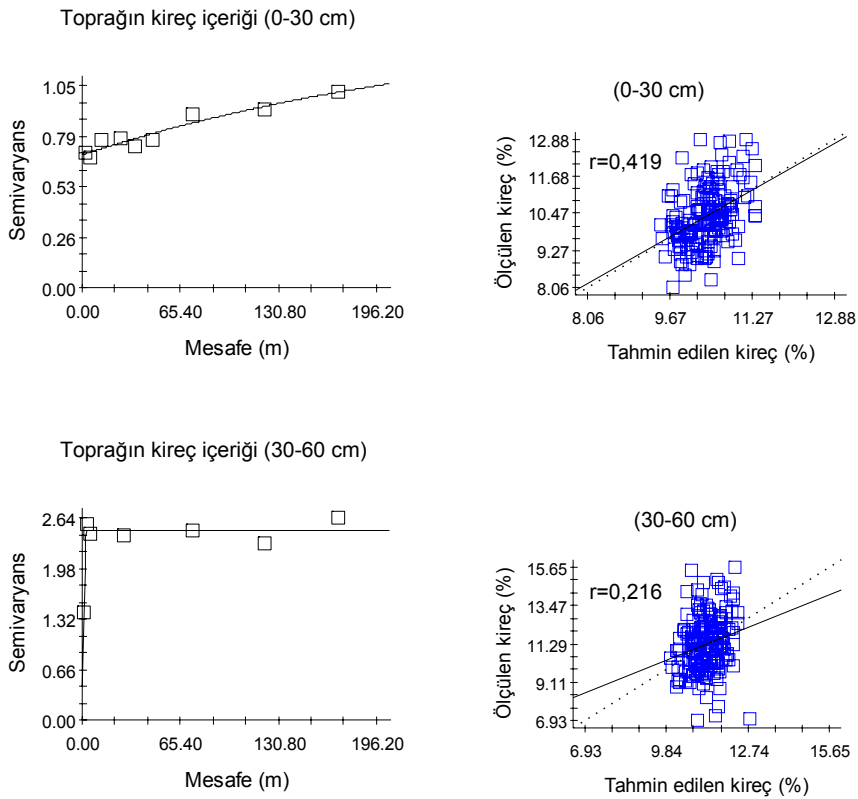
4.2.3. Toprağın Kireç İçeriği

0-30 cm derinlikte uygun semivariogram modeli için 196,2 m aktif ayırma mesafesi belirlenmiştir. 4-6-20-30-40-50-100-150 ve 200 m ayırma mesafesi olarak alınmış, en uygun semivariogram modelinin oluşması için veri setinden 65-93-103-104-105-106-107-108-158 ve 180 numaralı değerler çıkartılmıştır. 30-60 cm derinlikte aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise 0-1-4-6-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. Semivarogram modeli oluşturulurken 19-21-27-59-108-109-156 ve 180 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

0-30 cm derinlik için uygun semivariogram modeli Üssel, 30-60 cm derinlik için uygun semivarogram modeli Küresel olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7, Çizelge 4.13). Modellerin çapraz değerlendirme

sonucu

0-30 cm derinlik için r değeri 0,419; 30-60 cm derinlik için r değeri 0,216 bulunmuştur. Analizle bulunan toprak kireç değerleri, tahminle elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çzelge 4.14). Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.8 ve 4.9’da verilmiştir.



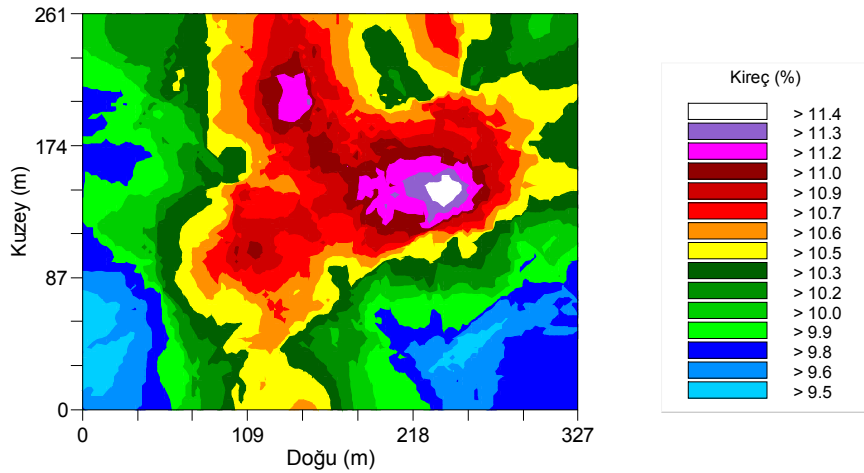
Şekil 4.7 Toprak kireç (CaCO_3) içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.13 Toprak kireç (CaCO_3) içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

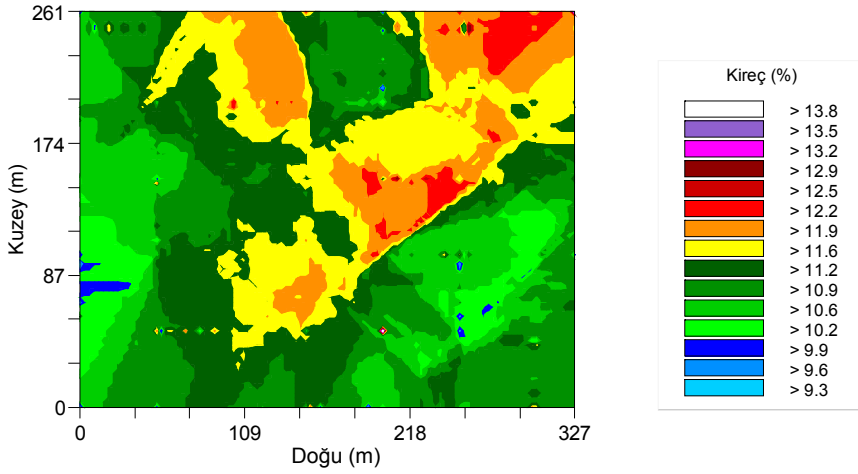
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C (%)	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,692	1,385	799,8	49,96	0,922	8,404E-03
30-60	Küresel	0,434	2,475	3,0	17,53	0,937	0,0654

Çizelge 4.14 Ölçülen ve tahmin edilen toprak kireç içeriği (CaCO_3) değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	172	172	8736	174	174	8736
Aritmetik ort.	10,37	10,37	10,38	11,28	11,26	11,30
Maksimum	12,88	11,34	11,59	15,65	12,80	13,15
Minimum	8,06	9,49	9,47	6,93	9,97	9,61
Standart sapma	0,952	0,421	0,442	1,617	0,544	0,482



Şekil 4.8 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak kireç (CaCO_3) (%) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.9 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toprak (CaCO₃) (%) değerlerinin dağılım haritası.

Şekil 4.8 ve 4.9’da görüldüğü gibi kireç içeriği yönünden alt toprak katmanı üst toprak katmanına göre daha zengindir. Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının yüzdesi dikkate alındığında toprak kireç içeriği yönünden üst toprak katmanı orta derecede, alt toprak katmanı ise kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir. Etki aralığı üst toprak için 799,8 m iken alt toprak için 3 m’dir. Değişik araştırmacıların bu konuyla ilgili bulguları Çizelge 4.15’de sunulmuştur.

Çizelge 4.15 Farklı araştırmacıların toprak kireç içeriğinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

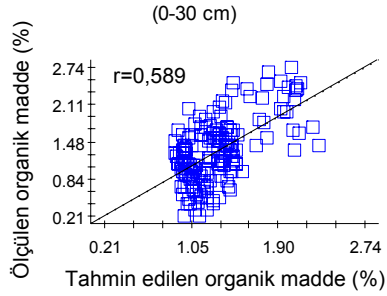
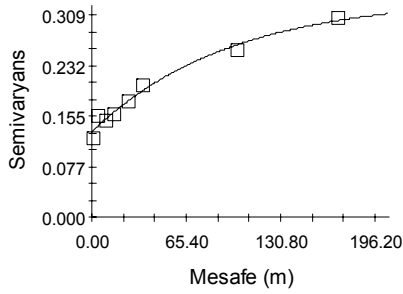
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %		Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	25,00	*	290
	30-60		58,00	**	400
Yetgin, 2004	0-30	3	2,24	*	70,80
Akbaş, 2004	0-30	32	1,67	*	316,6
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	0,6	*	62
	30-60		0,63	*	180
	60-90		0,56	*	210
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf					

4.2.4. Toprağın Organik Madde İçeriği

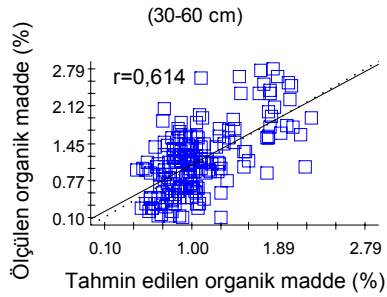
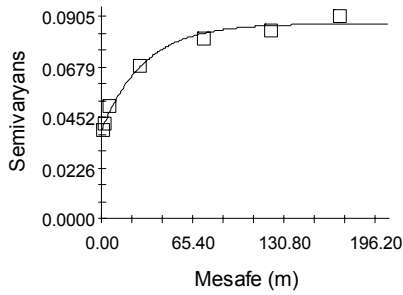
Her iki derinlik için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm derinlik için ayırma mesafesi 0-1-8-10-20-30-40-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 4-153-173-177-178-180 ve 182 numaralı değerler dikkate alınmamıştır. 30-60 cm derinlik için ayırma mesafesi 0-1-4-6-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. 9 ve 76 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

Organik madde için uygun semivariogram modeli her iki derinlikte Üssel olarak saptanmıştır (Şekil 4.10, Çizelge 4.16). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,589; 30-60 cm derinlik için 0,614 bulunmuştur. Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi toprağın organik madde ölçüm değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri birbirlerine benzemektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.11 ve 4.12’de verilmiştir.

Toprağın organik madde içeriği (0-30 cm)



Toprağın organik madde içeriği (30-60 cm)



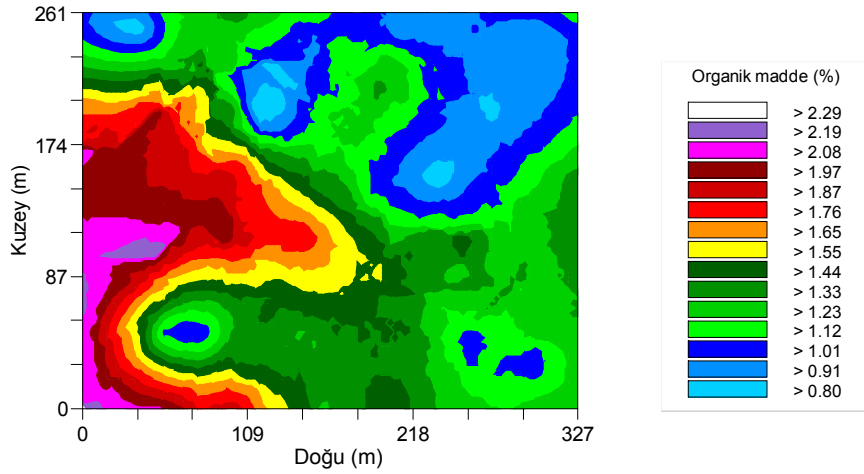
Şekil 4.10 Toprağın organik madde içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.16 Toprağın organik madde içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

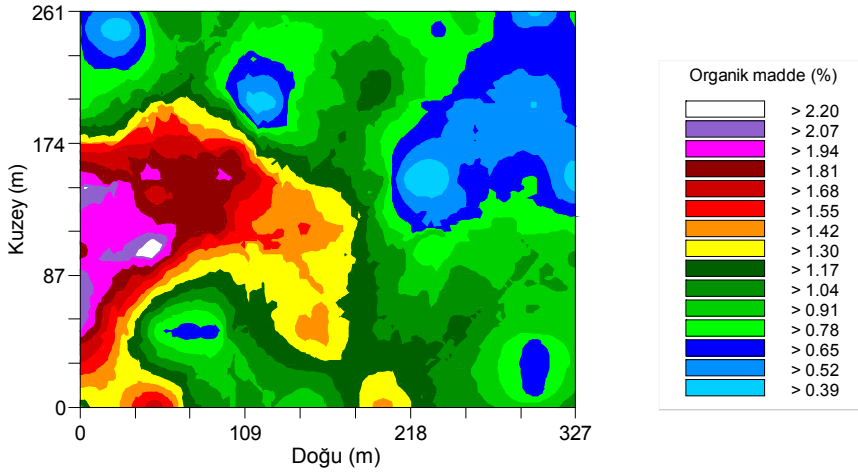
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r ²	RSS
0-30	Üssel	0,1302	0,3354	286,5	38,81	0,978	5,970E-04
30-60	Üssel	0,0393	0,0873	91,2	45,01	0,988	3,306E-05

Çizelge 4.17 Ölçülen ve tahmin edilen toprak organik madde içeriğine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	175	175	8736	180	180	8736
Aritmetik ort.	1,33	1,31	1,39	1,14	1,08	1,12
Maksimum	2,74	2,28	2,40	2,79	2,23	2,33
Minimum	0,21	0,89	0,80	0,10	0,43	0,39
Standart sapma	0,540	0,317	0,338	0,609	0,397	0,387



Şekil 4.11 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen organik madde (%) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.12 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen organik madde (%) değerlerinin dağılım haritası.

Topraklarda az miktarlarda bulunan organik madde toprak verimliliğini arttırmanın yanı sıra toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine de önemli ölçüde etki yapar (Günay ve Okur, 1999). Çalışma alanında, toprağın organik madde içeriği Usta (1995)'ya göre az humuslu sınıfına girmektedir. Üst toprak katmanının alt katmana göre daha fazla organik madde içermesi arazi üzerinde pamuk tarımı yapılmasıyla ilgilidir. Pamuk hasadı yapıldıktan sonra toprak yüzeyinde önemli miktarda sap vb. artık kalması toprak üst katmanını organik maddece hem daha zengin hem de daha homojen yapmaktadır.

Toprak üst katmanı için etki aralığı 286,5 m, alt katmanı için 71,2 m bulunmuştur. Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranına göre organik madde iki derinlikte de orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Toprak organik maddesinin uzaysal

değişkenliğinin incelendiği diğer araştırmalarda, uzaysal bağımlılık çok kuvvetliden zayıfa kadar farklı derecelerde bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 Farklı araştırmacıların toprak organik maddesinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	83,00	***
	30-60		67,00	**
Yetgin, 2004	0-30	3	31,42	**
Akbaş, 2004	0-30	32	28,57	**
Miao vd.,2006	üst	32,8	67,3	**
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	0,07	*
	30-60		0,02	*
	60-90		0,02	*
Virgilio vd., 2006	0-30	4,8	63,00	**

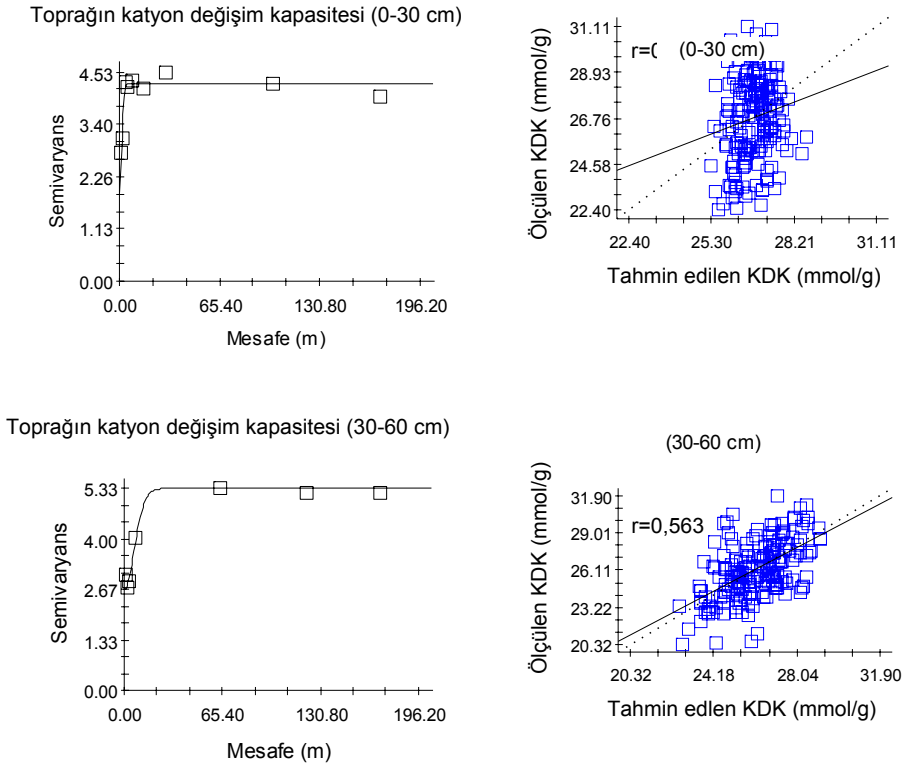
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.5. Toprağın Katyon Değişim Kapasitesi

0-30 cm derinlikte en uygun semivariogram modeli için ayırma mesafesi 1-2-4-6-10-20-40-150 ve 200 m alınmıştır. En uygun semivariogram modelinin oluşması için veri setinden 135 numaralı değer çıkartılmıştır. 30-60 cm derinlikte ayırma mesafeleri ise 1-2-4-10-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. Semivarogram modeli oluşturulurken 93 ve 169 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

Uygun semivariogram modeli üst toprak için Küresel, alt toprak için Gaussian olarak belirlenmiştir (Şekil 4.13, Çizelge 4.19). Modellerin çapraz değerlendirmesi sonucu 0-30 cm derinlik için r değeri 0,161; 30-60 cm derinlik için r değeri 0,563 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın katyon değişim kapasitesi değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge 4.20). Belirlenen modeller ile 18 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme

yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.14 ve 4.15'te verilmiştir.



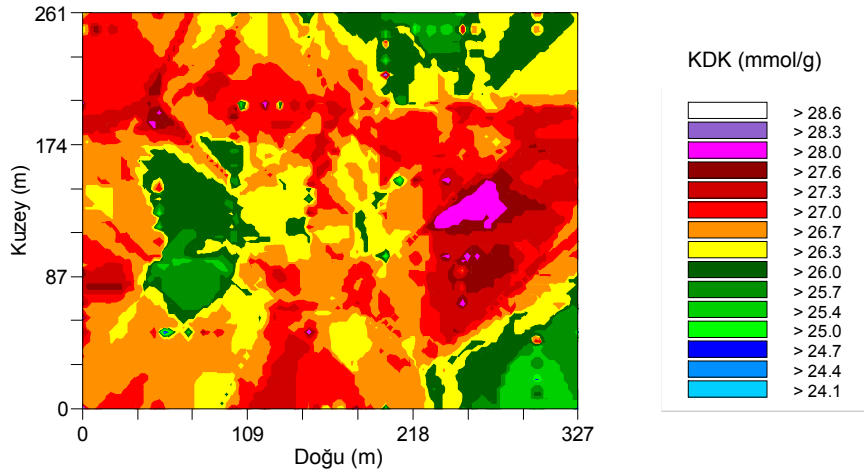
Şekil 4.13 Toprağın katyon değişim kapasitesi için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.19 Toprağın katyon değişim kapasitesi için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Küresel	1,864	4,265	4,60	43,70	0,914	0,255
30-60	Gaussian	2,664	5,329	16,45	49,99	0,981	0,194

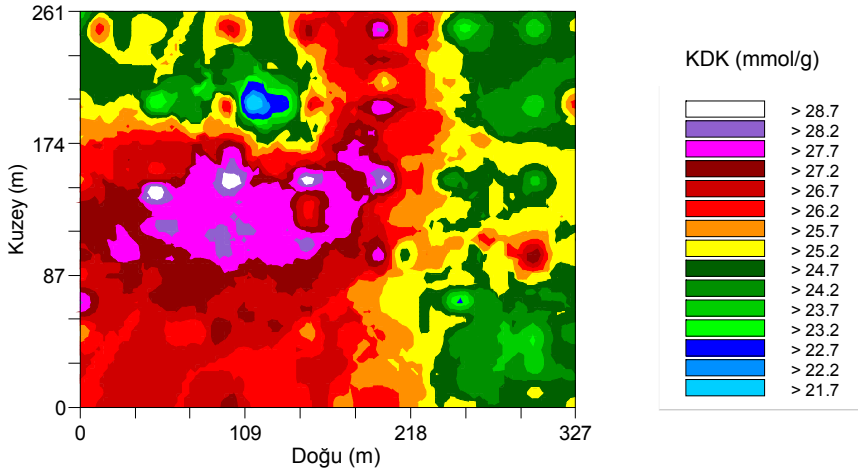
Çizelge 4.20 Toprağın katyon değişim kapasitesinin ölçülen ve tahmin edilen değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	181	181	8736	180	180	8736
Aritmetik ort.	26,78	26,80	26,81	26,12	26,11	26,12
Maksimum	31,11	28,63	28,93	31,90	29,12	29,25
Minimum	22,40	25,26	24,07	20,32	22,56	21,73
Standart sapma	2,030	0,628	0,491	2,250	1,439	1,175



Şekil 4.14 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen katyon değişim kapasitesi (mmol/g) değerlerinin dağılım haritası.

Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının yüzdesi dikkate alındığında toprak katyon değişim kapasitesi yönünden her iki derinlikte orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Etki aralığı üst toprak için 4,6 m iken alt toprak için 16,45 m'dir. Değişik araştırmacıların bu konuyla ilgili bulguları Çizelge 4.21'de sunulmuştur.



Şekil 4.15 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen katyon değişim kapasitesi (mmol/g) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.21 Farklı araştırmacıların toprağın katyon değişim kapasitesinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

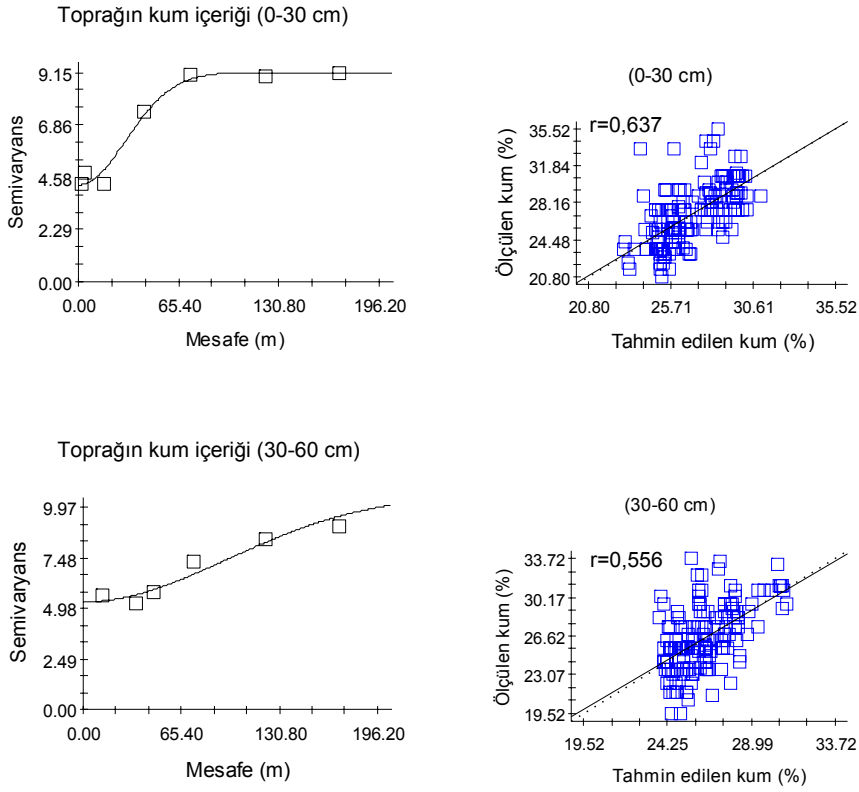
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	43,00	**
	30-60		43,00	**
Akbaş, 2004	0-30	32	7,06	*
Miao vd.,2006	üst	32,8	91,8	***
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	2,48	*
	30-60		10,31	*
	60-90		12,82	*
Cemek vd., 2006	0-30	8187	27,53	**
	30-60		41,61	**
	60-90		50,00	**

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.6. Toprağın Kum İçeriği

Toprak bünyesi bileşenlerinden kum için semivariogram belirlenirken aktif ayırma mesafesi iki derinlik için de 196,2m olarak alınmıştır. Toprağın 0-30 cm derinliği için 2-6-30-50-150 ve 200 m ayırma mesafesi olarak benimsenmiş, veri setinden de 83-104-117-126-127-138-140-141-142-143-145-148-151-153 ve 181 numaralı değerler çıkartılmıştır. 30-60 cm derinlik için 5-10-104-115-16-124-126-140-142-144-153-156-160-176 ve 180 numaralı değerler dikkate alınmamış, ayırma mesafesi olarak 30-40-50-10-150 ve 200 m benimsenmiştir. Her iki derinlik için Gaussian model olarak belirlenen semivariogramların (Şekil 4.16, Çizelge 4.22) çapraz değerlendirme sonucu r değerleri sırasıyla 0,637 ve 0,556 bulunmuştur. Çizelge 4.23’de görüldüğü gibi ölçüm ve krigingle tahmin edilen toprağın kum içeriği değerleri birbirlerine benzemektedir.

Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.17 ve 4.18’de verilmiştir.



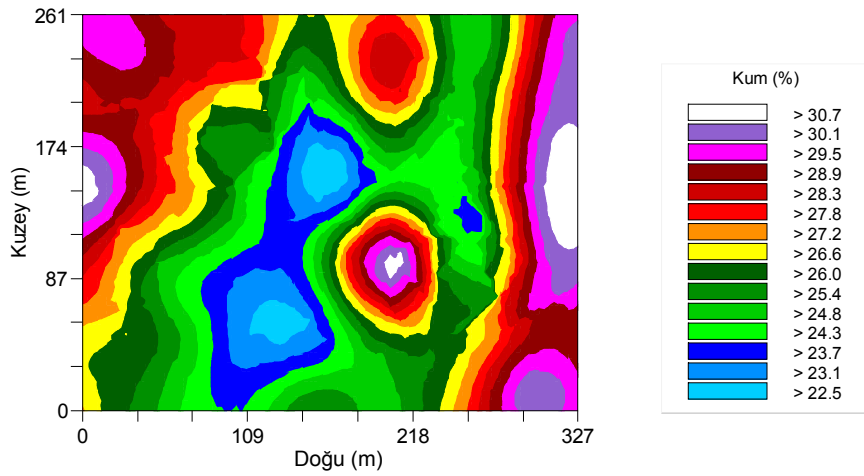
Şekil 4.16 Toprağın % kum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.22 Toprağın kum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Gaussian	4,23	9,151	75,69	46,22	0,977	0,739
30-60	Gaussian	5,31	10,621	234,69	49,99	0,961	0,961

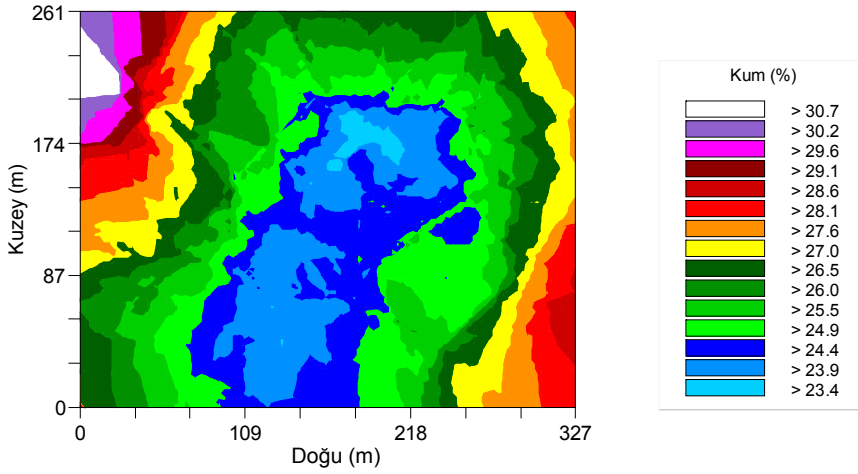
Çizelge 4.23 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın kum değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	167	167	8736	167	167	8736
Aritmetik ort.	26,91	26,86	26,79	26,39	26,28	26,13
Maksimum	35,52	31,05	31,25	33,72	30,97	31,22
Minimum	20,80	22,86	22,52	19,52	23,83	23,36
Standart sapma	2,985	1,917	2,111	2,938	1,712	1,544



Şekil 4.17 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak kum (%) değerlerinin dağılım haritası.

Değişik araştırmacılar toprağın % kum içeriği için uzaysal bağımlılığını çoğu kez kuvvetli derecede bulmuşlardır (Çizelge 4.24). Çalışma alanında ise % kum içeriği her iki derinlikte orta derecede uzaysal bağımlılık gösterirken, etki aralığı üst toprak için 75,69 m iken alt toprak için 49,99 m olarak bulunmuştur



Şekil 4.18 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toprak kum (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.24 Farklı araştırmacıların toprak kum fraksiyonunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

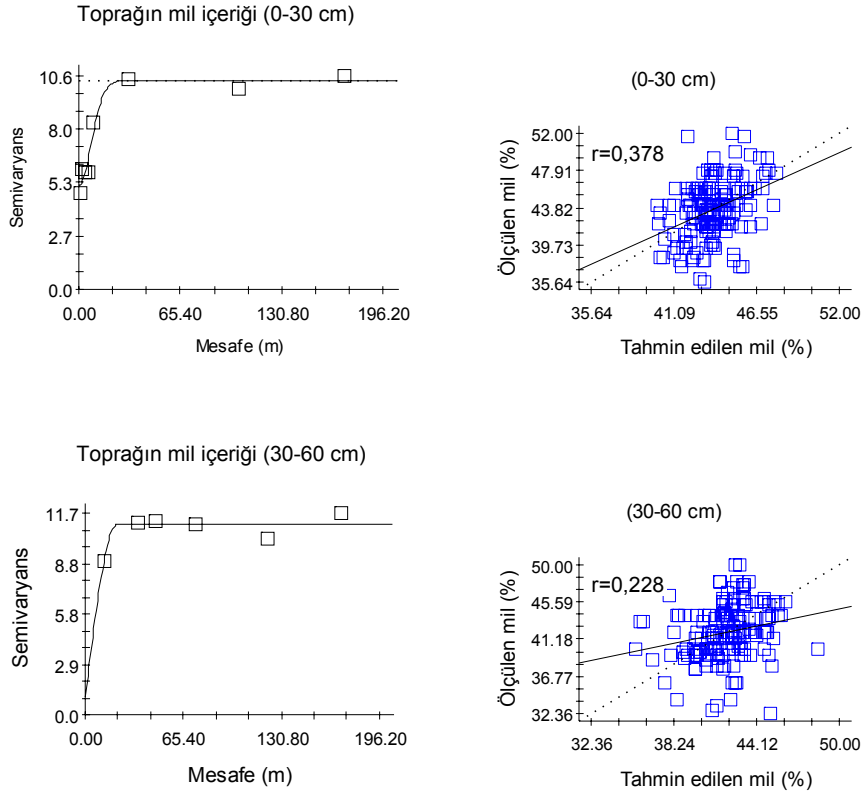
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %		Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	20,00	*	320
	30-60		24,00	*	310
Yetgin, 2004	0-30	3	0,04	*	127,90
Akbaş, 2004	0-30	32	8,41	*	341
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	12,40	*	62
	30-60		2,23	*	62
	60-90		8,86	*	62
Virgilio vd., 2006	0-30	4,8	16	*	220
Duffera vd., 2007	4-12	12	0,1	*	81
	19-27		0,1	*	79
	34-42		43,00	**	112
	49-57		49,00	**	168
	64-72		50	**	390

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.7. Toprağın Mil İçeriği

Toprakların her iki derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm derinlik için ayırma mesafesi 0-1-2-4-8-10-50-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 11-12-16-27-47-83-103-117-127-138-140-141-142-143-145-148-151-153-177 ve 181 numaralı değerler dikkate alınmamıştır. 30-60 cm derinlik için ayırma mesafesi 30-40-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. 5-10-11-16-41-82-104-115-116-124-126-140-142-144-153-156-160-161-176 ve 180 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

En uygun semivariogram modeli 0-30 cm için Gaussian, 30-60 cm için Küresel bulunmuştur (Şekil 4.19, Çizelge 4.25). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,378; 30-60 cm derinlik için 0,228 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın mil değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge 4.26). 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.20 ve 4.21’de verilmiştir.



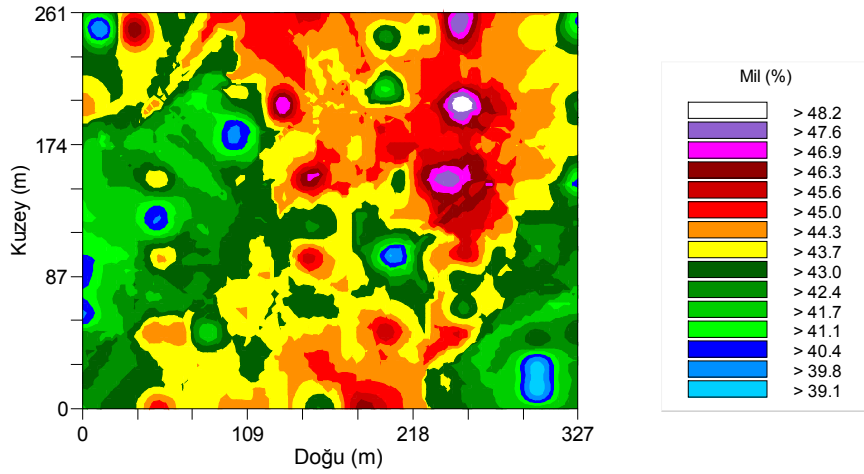
Şekil 4.19 Toprağın % mil içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.25 Toprağın % mil içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Gaussian	5,17	10,38	19,39	49,80	0,957	1,74
30-60	Küresel	1,06	11,08	21,30	9,56	0,766	1,16

Çizelge 4.26 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın mil değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

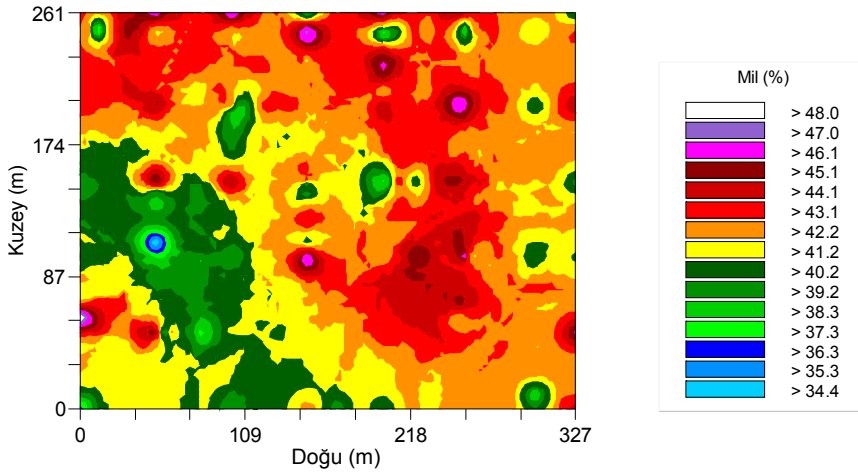
Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	162	162	8736	162	162	8736
Aritmetik ort.	43,62	43,71	43,77	42,05	42,02	42,40
Maksimum	52,00	47,82	48,87	50,00	48,53	48,99
Minimum	35,64	39,95	39,10	32,36	35,46	34,36
Standart sapma	3,225	1,621	1,300	3,265	2,119	1,387



Şekil 4.20 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toprak mil (%) değerlerinin dağılım haritası.

Şekil 4.20 ve 4.21 incelendiğinde toprak alt katmanında toprağın mil fraksiyonunu daha homojen dağıldığı görülmektedir. Toprak mil içeriği, toprak üst katmanında orta derecede, alt katmanında ise kuvvetli derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Değişik araştırmacılar toprağın mil içeriği için farklı uzaysal bağımlılık dereceleri heplamışlardır (Çizelge 4.27). Çalışma alanında toprak mil içeriği için

etki aralığı üst katmanda 19,39 m, alt katmanında ise 21,30 m bulunmuştur.



Şekil 4.21 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen mil (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.27 Farklı araştırmacıların toprağın mil fraksiyonunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	20,00	*
	30-60		80,00	***
Yetgin, 2004	0-30	3	21,30	*
Akbaş, 2004	0-30	32	49,99	**
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	17,37	*
	30-60		8,42	*
	60-90		19,63	*
Virgilio vd., 2006	0-30	4,8	55,00	**
Duffera vd., 2007	4-12	12	0,2	*
	19-27		0,2	*
	34-42		95	***
	49-57		96	***
	64-72		0,1	*

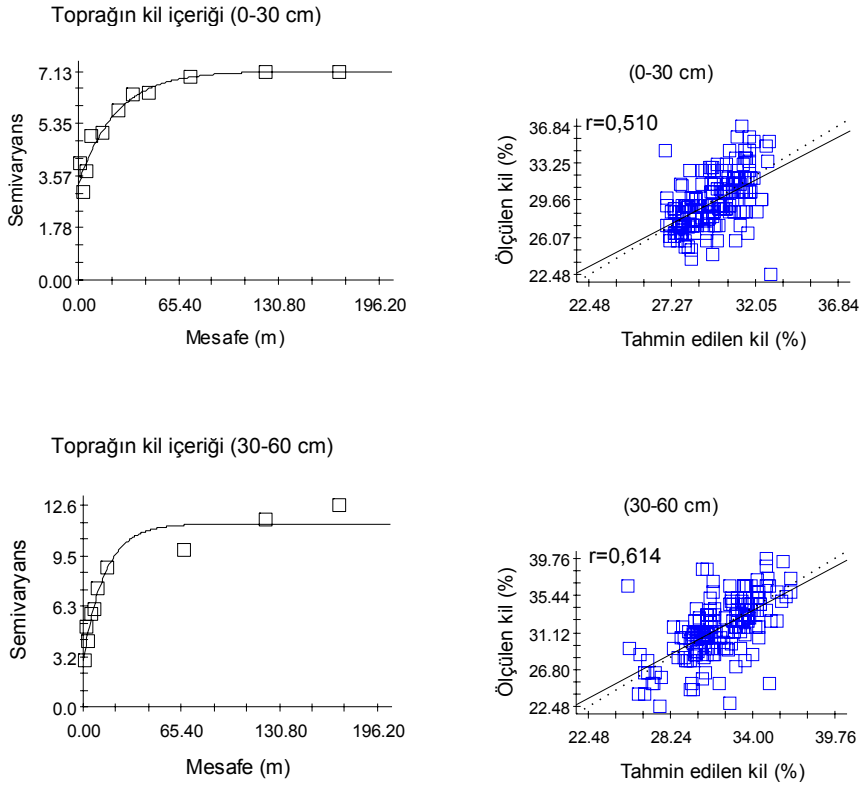
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.8. Toprağın Kil İçeriği

Toprağın 0-30 cm derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak belirlenmiştir. Ayırma mesafeleri ise 1-4-6-10-20-30-40-50-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır. En uygun semivariogram modelinin oluşması için veri setinden 11-12-16-27-47-64 ve 82 numaralı değerler çıkartılmıştır.

Toprağın 30-60 cm derinliğinde ise aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise 0-1-2-4-6-8-10-20-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. Semivarogram modeli oluşturulurken 11-16-93 ve 182 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

Her iki derinlik için uygun semivariogram modeli Üssel olarak belirlenmiştir (Şekil 4.22, Çizelge 4.28). Modellerin çapraz değerlendirmesi sonucu 0-30 cm derinlik için r değeri 0,510; 30-60 cm derinlik için r değeri 0,614 bulunmuştur. Analizle bulunan topraktaki kil miktarı, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında 0-30 cm toprak derinliğinde benzerlikler gösterirken, 30-60 cm toprak derinliğinde farklılıklar göstermektedir (Çizelge 4.29). 16 komşu nokta ve belirlenen uygun semivariogram kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.23 ve 4.24’de verilmiştir.



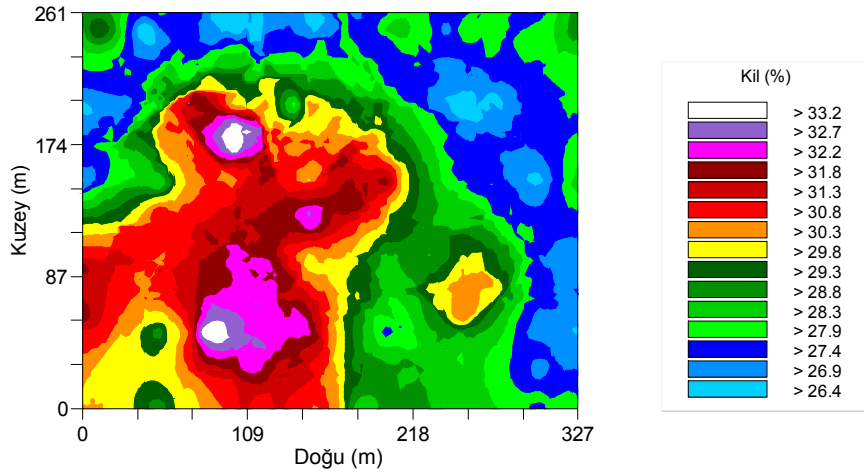
Şekil 4.22 Toprağın % kil içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.28 Toprağın % kil içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/ Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	3,27	7,132	73,8	45,84	0,944	1,17
30-60	Üssel	2,94	11,49	43,2	25,58	0,937	5,92

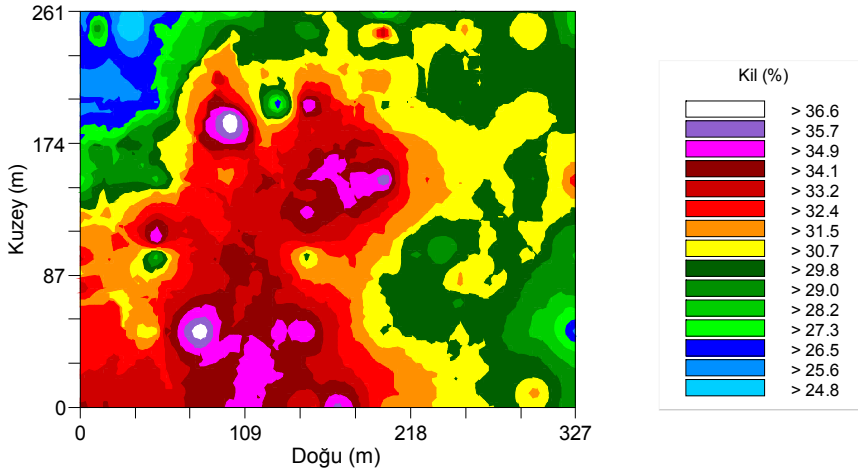
Çizelge 4.29 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın kil değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	175	175	8736	178	178	8736
Aritmetik ort.	29,53	29,61	29,39	31,57	31,67	42,40
Maksimum	36,84	33,01	33,71	39,76	36,64	48,99
Minimum	22,48	26,84	26,40	22,48	25,25	34,36
Standart sapma	2,616	1,541	1,687	3,433	2,365	1,387



Şekil 4.23 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen kil (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çalışma alanında toprağın kil içeriği iki derinlikte de orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Etki aralığı ise üst toprak katmanı için 73,8 m, alt toprak katmanı için 43,2 m olarak bulunmuştur. Başka araştırmalar da kil için kuvvetli ve orta derecede uzaysal bağımlılık olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4.30).



Şekil 4.24 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen kil (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.30 Farklı araştırmacıların toprak kil fraksiyonunun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

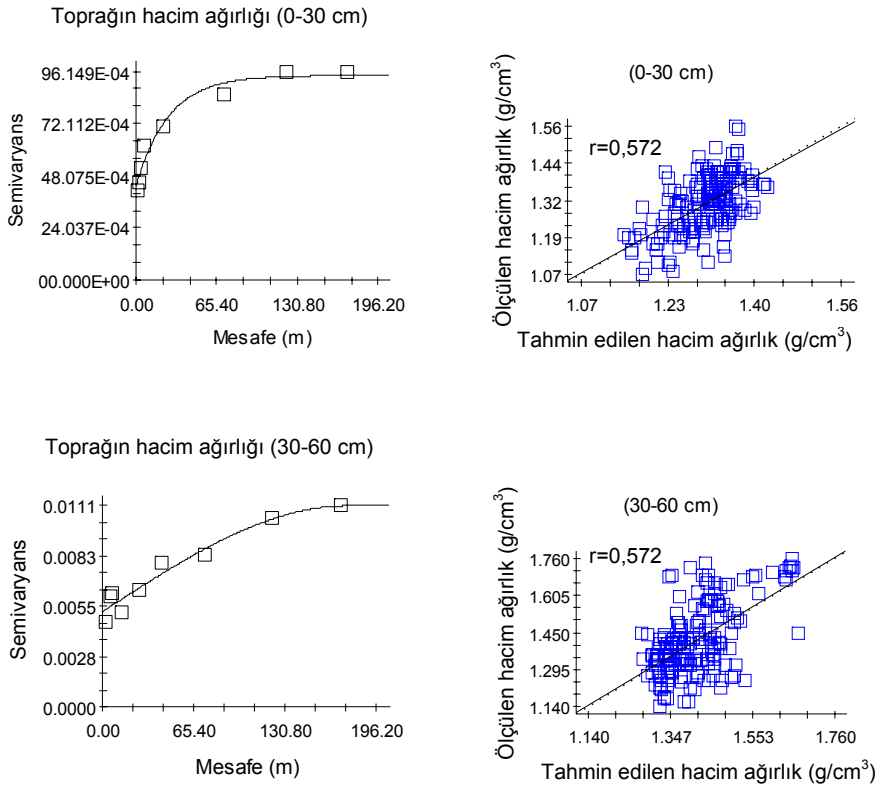
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	71,00	**
	30-60		71,00	**
Yetgin, 2004	0-30	3	10,96	*
Akbaş, 2004	0-30	32	9,54	*
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	6,17	*
	30-60		3,9	*
	60-90		7,96	*
Virgilio vd., 2006	0-30	4,8	44,00	**
Duffera vd., 2007	4-12	12	0,1	*
	19-27		3,00	*
	34-42		0,04	*
	49-57		31,00	**
	64-72		50,00	**

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.9. Toprağın Hacim Ağırlığı

Toprağın her iki derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm derinliğindeki üst toprak tabakası için ayırma mesafesi 0-1-2-4-8-40-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 8 ve 56 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır. 30-60 cm derinlikteki alt toprak tabakası için ayırma mesafesi 4-6-8-20-30-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 7 numaralı değer dikkate alınamıştır.

0-30 cm derinlik için uygun semivariogram modeli Üssel belirlenirken, 30-60 cm derinlik için küresel modelin en uygun olduğu saptanmıştır. (Şekil 4.25, Çizelge 4.31). Her iki derinlik için modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu ulaşılan r değeri 0,572 dir. Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi toprağın hacim ağırlık ölçüm değerleriyle, kriging ile tahmin edilen değerleri birbirlerine benzemektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.26 ve 4.27’de verilmiştir.



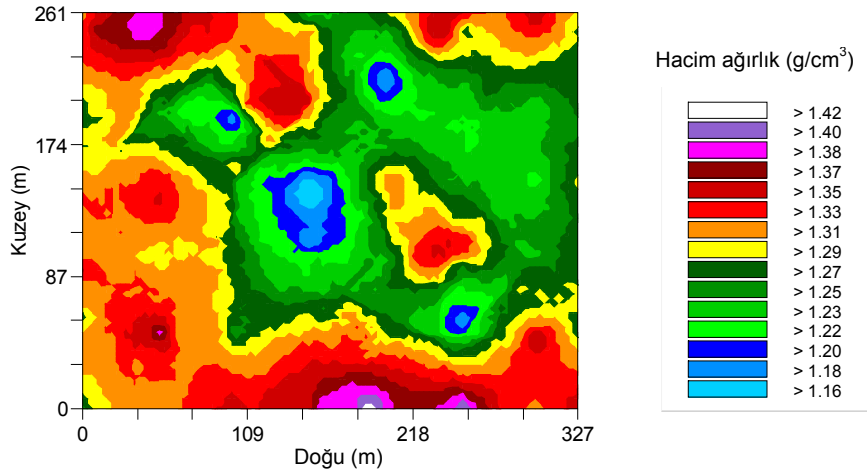
Şekil 4.25 Toprağın hacim ağırlığı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.31 Toprağın hacim ağırlığı için isotropik semivariogram bileşenleri.

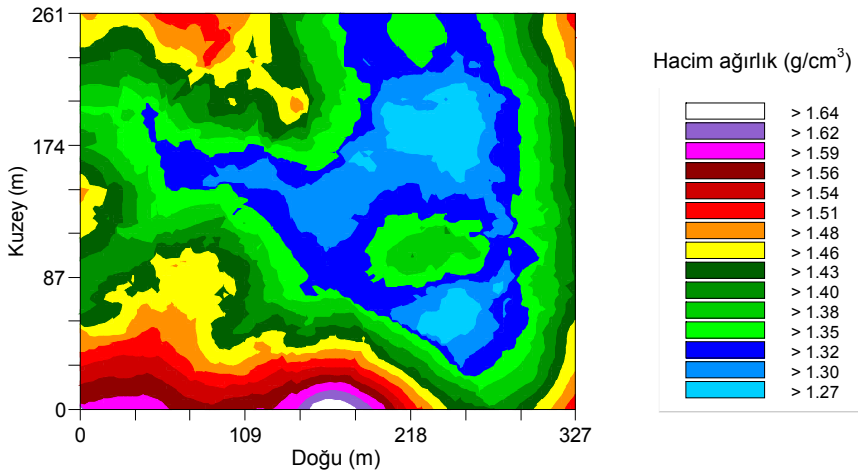
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r ²	RSS
0-30	Üssel	0,00433	0,00942	79,5	45,96	0,968	1,125E-06
30-60	Küresel	0,00524	0,01108	174,3	47,29	0,943	2,299E-06

Çizelge 4.32 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın hacim ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	180	180	8736	181	181	8736
Aritmetik ort.	1,30	1,30	1,29	1,42	1,41	1,40
Maksimum	1,56	1,42	1,44	1,76	1,67	1,67
Minimum	1,07	1,15	1,16	1,14	1,28	1,27
Standart sapma	0,093	0,055	0,043	0,147	0,085	0,076



Şekil 4.26 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliğine ait tahmin edilen hacim ağırlık (g/cm³) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.27 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliğine ait tahmin edilen hacim ağırlık (g/cm^3) değerlerinin dağılım haritası.

Çalışma alanında Şekil 4.26 ve 4.27’de görüldüğü gibi üst toprak katmanında hacim ağırlık değerleri alt katmana göre daha düşüktür. Bu durumun nedeni yoğun toprak işleme faaliyetleridir. Toprak işleme ile üst toprak katmanı gevşek bir hal alırken alt toprak katmanında sıkışma olmaktadır. Nitekim Pierce ve ark. (1994) uzun süre ve düzenli aralıklarla, pulluk ile toprak işlemenin toprak özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada, toprağın hacim ağırlık değerlerinin işlenmeyen toprağa göre önemli oranda düşüşler gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranına göre hacim ağırlık toprağın her iki derinliğinde de orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Değişik araştırmacıların hacim ağırlığın uzaysal bağımlılığıyla ilgili bulguları Çizelge 4.33’de görülmektedir. Çalışma alanında hacim ağırlığın etki aralığı üst toprak katmanında 79,5 m alt toprak katmanında 174,3 m’dir.

Çizelge 4.33 Farklı araştırmacıların hcim ağırlığın uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

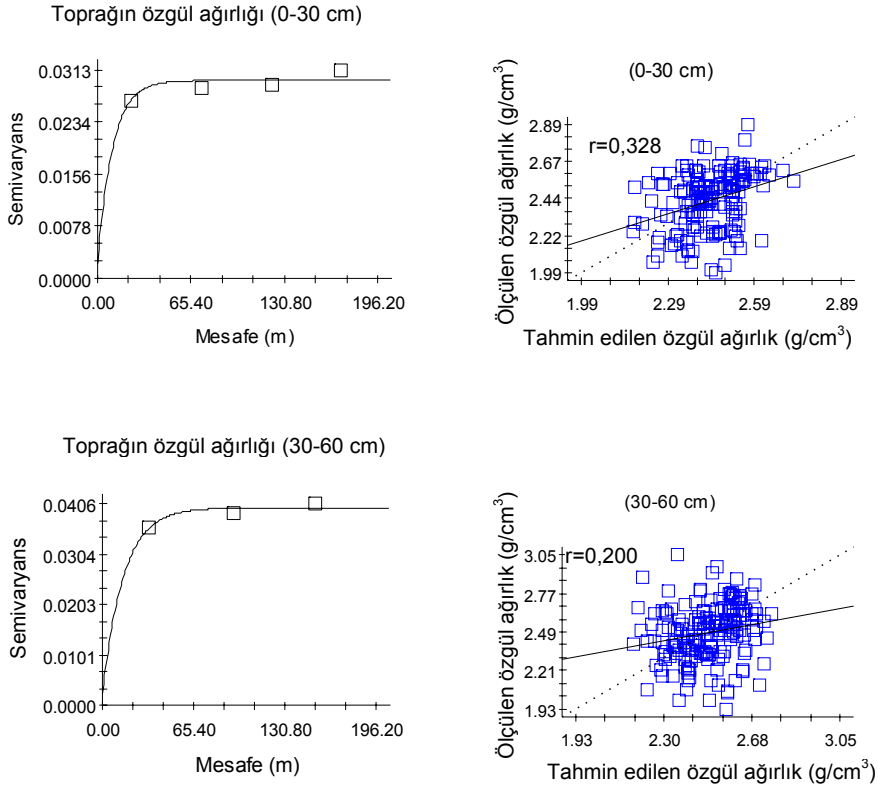
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %		Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	46,00	**	520
	30-60		4,00	*	550
Yetgin, 2004	0-30	3	35,18	**	60,00
Duffera vd., 2007	4-12	12	91	***	70
	19-27		0,1	*	
	34-42		47	**	
	49-57		94	***	92
	64-72		15	*	
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf					

4.2.10. Toprağın Özgül Ağırlığı

Toprağın her iki derinliği için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise üst toprak katmanı için 50-100-150 ve 200 m alt toprak katmanı için üniform şekilde 60 m olarak alınmıştır. En uygun semivariogram modelini oluşturmak için 0-30 cm'lik toprağın veri setinden 19-31-32-39-61-62-71-81-82-91-100-101-111-112-122-132-137-171 ve 180 numaralı, 30-60 cm'lik toprak veri setinden ise 19-59-79-89-99 ve 170 numaralı değerler çıkartılmıştır.

Uygun semivariogram modeli her iki derinlikte Üssel olarak saptanmıştır (Şekil 4.28, Çizelge 4.34). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm'lik üst toprak tabakası için 0,328; 30-60 cm derinliğindeki alt toprak tabakası için ise 0,200 bulunmuştur. Üst toprak katmanında özgül ağırlık kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterirken, alt toprak katmanında orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Analizle bulunan toprağın özgül ağırlık değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge 4.35). Belirlenen modeller ile 17

komşu nokta kullanılarak nokta krigeleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.29 ve 4.30'da verilmiştir.



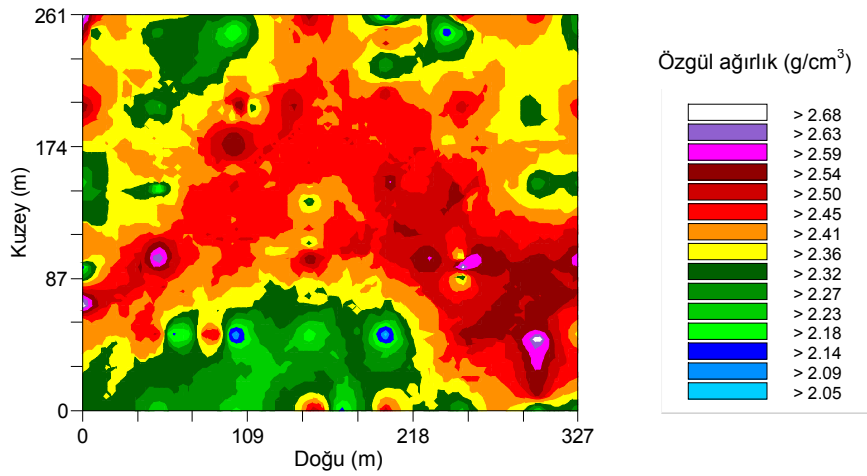
Şekil 4.28 Toprağın özgül ağırlığı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.34 Toprağın özgül ağırlığı için isotropik semivariogram bileşenleri.

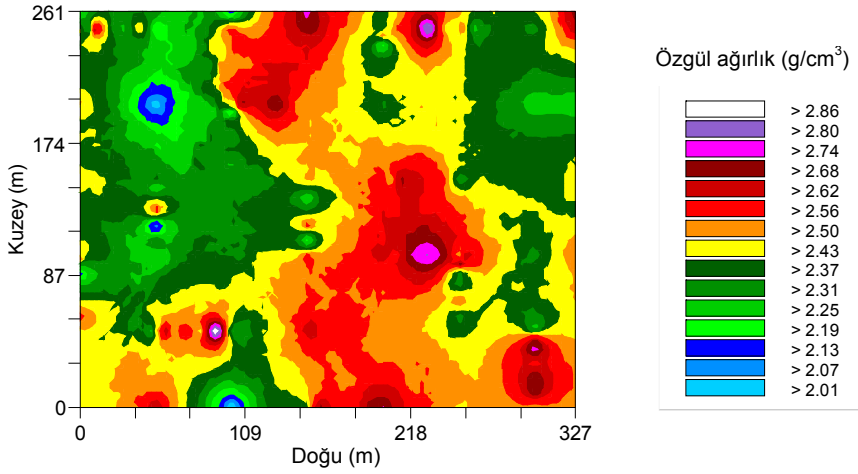
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,00237	0,02964	31,5	7,99	0,730	4,118E-06
30-60	Üssel	0,01234	0,03928	3,0	31,401	0,642	1,058E-05

Çizelge 4.35 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın özgül ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	163	163	8736	176	176	8736
Aritmetik ort.	2,43	2,44	2,42	2,48	2,49	2,46
Maksimum	2,89	2,72	2,72	3,05	2,76	2,92
Minimum	1,99	2,17	2,05	1,93	2,17	2,01
Standart sapma	0,175	0,104	0,079	0,205	0,129	0,105



Şekil 4.29 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen özgül ağırlık (g/cm^3) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.30 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen özgül ağırlık (g/cm³) değerlerinin dağılım haritası.

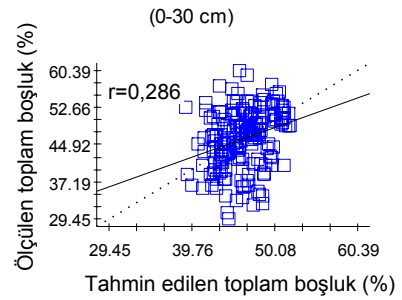
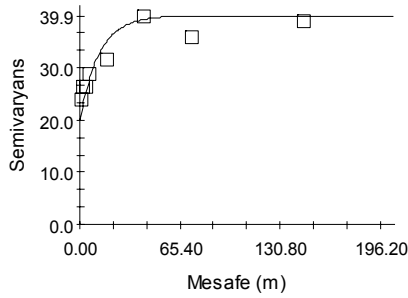
4.2.11. Toprağın Toplam Boşluk Miktarı

Toprağın her iki derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm derinlik için ayırma mesafesi 0-1-4-8-30-50-100 ve 200 m olarak belirlenmiş, 8-56-82 numaralı değerler dikkate alınmamıştır. 30-60 cm derinlik için ayırma mesafesi 4-6-30-40-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. 15-19 ve 170 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

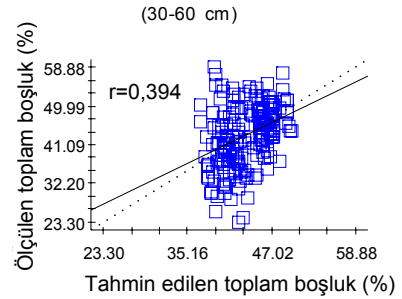
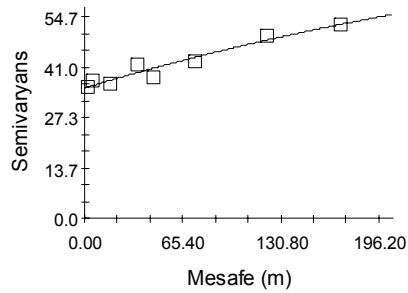
Uygun semivariogram modelinin her iki derinlik için Üssel olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.31, Çizelge 4.36). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,286; 30-60 cm derinlik için 0,394 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın toplam boşluk değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine benzemekle beraber minimum ve maksimum değerlerde biraz farklılık gözlenmektedir (Çizelge 4.37). Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta

kullanılarak nokta krigeleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.32 ve 4.33’de verilmiştir.

Toprağın toplam boşluk içeriği (0-30 cm)



Toprağın toplam boşluk içeriği (30-60 cm)



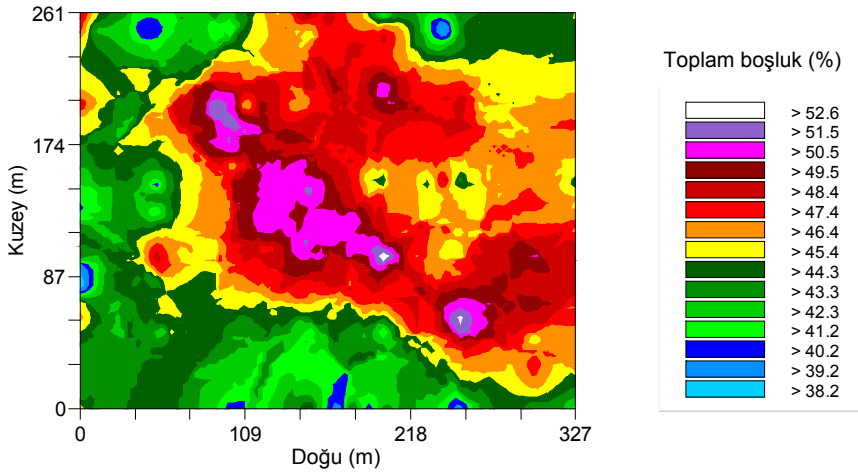
Şekil 4.31 Toprağın toplam % boşluk miktarı için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.36 Toprağın toplam boşluk (%) miktarı için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	19,97	39,95	37,8	50,55	0,922	51,7
30-60	Üssel	35,40	86,21	1232,7	41,06	0,938	16,9

Çizelge 4.37 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın toplam boşluk değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

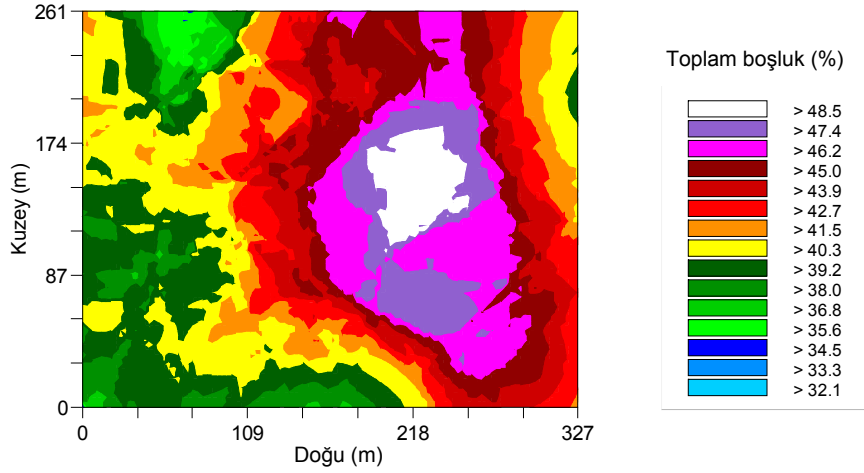
Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	179	179	8736	179	179	8736
Aritmetik ort.	46,14	46,22	46,35	43,17	43,39	43,24
Maksimum	60,39	52,08	53,58	58,88	49,83	49,72
Minimum	29,45	39,01	38,15	23,30	36,92	32,13
Standart sapma	6,131	2,912	2,498	7,123	3,216	3,150



Şekil 4.32 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toplam boşluk (%) değerlerinin dağılım haritası.

Toprağın üst katmanında toprağın toplam boşluk miktarının fazla olması hacim ağırlıkta olduğu gibi toprak işleme ile ilgilidir. Üst toprak katmanı toprak işleme nedeniyle daha fazla toplam boşluk içerirken alt toprak katmanında toplam boşluk miktarı sıkışma nedeniyle azalmaktadır. Çalışma alanında torakların toplam boşluk miktarları üst ve alt toprak katmanlarında orta derecede uzaysal bağımlılık göstermiştir. Etki aralığı üs toprak için 37,8 m iken alt toprakta 1232,7 m olarak

belirlenmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi farklı araştırmacılar toprağın toplam boşluğu için değişik derecelerde uzaysal bağımlılık gösterdiğini bildirmektedirler.



Şekil 4.33 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toplam boşluk (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.38 Farklı araştırmacıların toprağın toplam boşluk miktarının uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Yetgin, 2004	0-30	3	40,00	**
Duffera vd., 2007	4-12	12	95	***
	19-27		0,1	*
	34-42		50	**
	49-57		94	***
	64-72		15	*

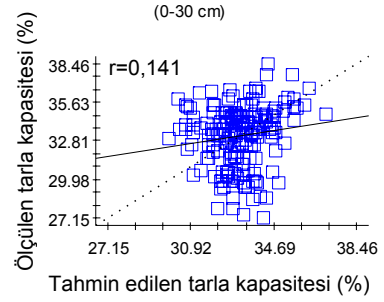
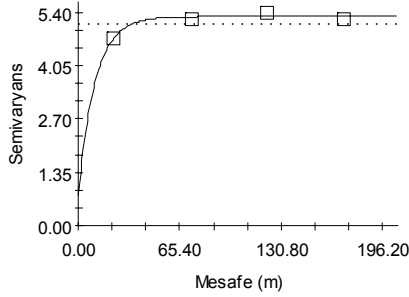
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.12. Toprağın Tarla Kapasitesinde Nem İçeriği

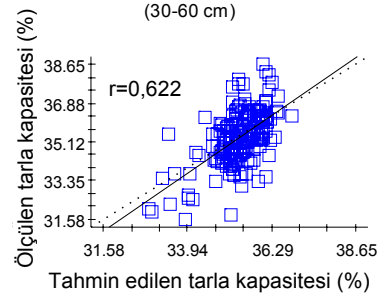
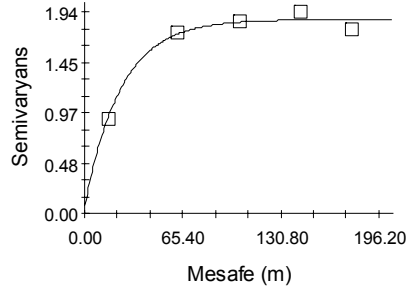
En uygun semivariogram modelini oluşturmak için 0-30 cm'lik toprak derinliği için veri setinden 1-20 ve 21 numaralı değerler, 30-60 cm'lik alt toprak tabakası için ise veri setinden ise 21-22-23-24-27-29-85-86-89-90-91-99-151 ve 155 numaralı değer çıkartılmıştır. İki derinlik için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m'dir. Üst toprak katmanı için ayırma mesafesi 50-100-150 ve 200 m, alt toprak katmanı için eşit (üniform) olarak 40 m alınmıştır.

Uygun semivariogram modeli her iki derinlik için Üssel bulunmuştur (Şekil 4.34, Çizelge 4.39). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri sırasıyla 0,141 ve 0,622 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın özgül ağırlık değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge 4.40). Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.35 ve 4.36'da verilmiştir.

Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği (0-30 cm)



Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği (30-60 cm)



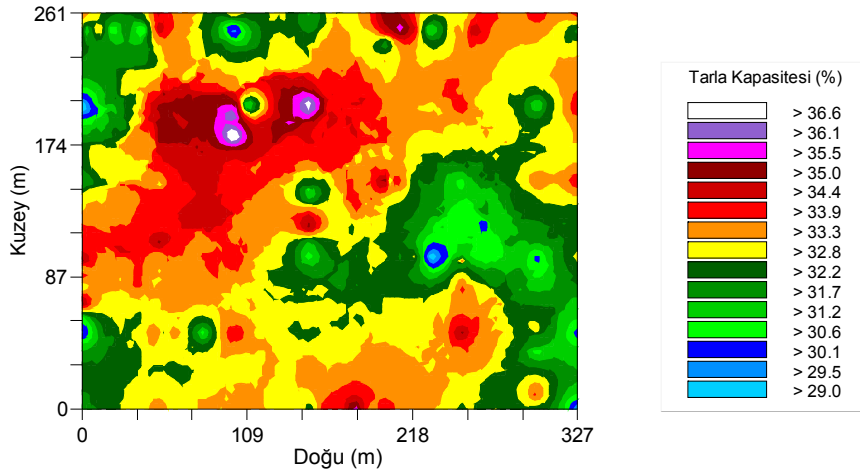
Şekil 4.34 Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.39 Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,75	5,287	32,40	14,18	0,921	0,0187
30-60	Üssel	0,07	1,867	72,90	3,74	0,979	0,0147

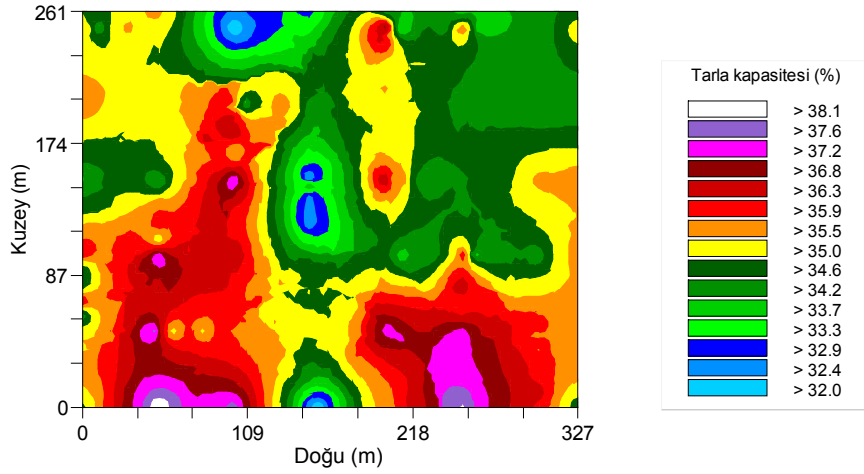
Çizelge 4.40 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	179	179	8736	168	168	8736
Aritmetik ort.	33,14	33,16	33,16	35,30	35,32	35,32
Maksimum	38,46	37,08	37,16	38,65	37,32	38,49
Minimum	27,15	29,93	28,97	31,58	32,27	32,01
Standart sapma	2,255	1,245	0,954	1,293	0,895	0,956



Şekil 4.35 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen tarla kapasitesinde nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.

Toprağın tarla kapasitesinde nem içeriği üst ve alt toprak katmanında kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir. Bu durum bir çok araştırmacının toprağın tarla kapasitesindeki nem içeriği için saptadığı kuvvetli uzaysal bağımlılıkla uyushmaktadır (Çizelge 4.41).



Şekil 4.36 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen tarla kapasitesinde nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.41 Farklı araştırmacıların toprağın tarla kapasitesindeki nemin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %		Etki aralığı (m)
Erşahin & Brohi, 2006	0-30	8,5	22,00	*	369
	30-60		16,00	*	481
Yetgin, 2004	0-30	3	26,64	**	27,20
Duffera vd., 2007	4-12	12	0,1	*	81
	19-27		0,1	*	94
	34-42		25	*	365
	49-57		21	*	496
	64-72		49	**	

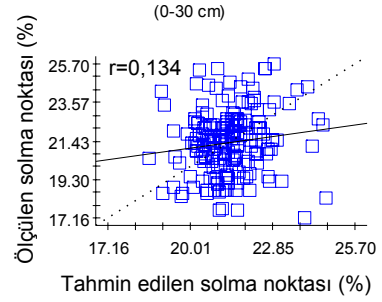
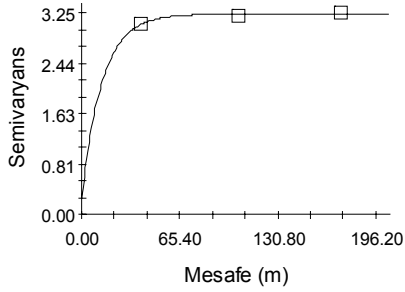
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.13. Toprağın Solma Noktasında Nem İçeriği

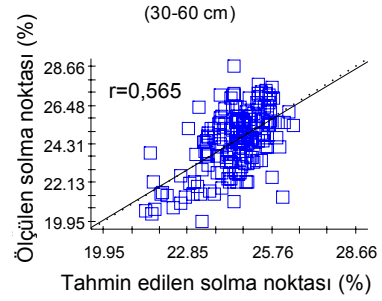
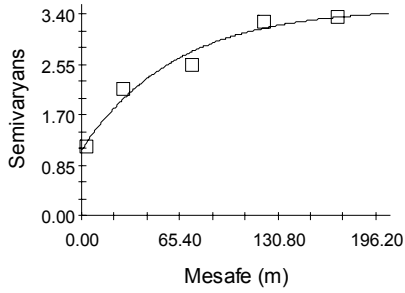
Her iki derinlik için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm derinlik için ayırma mesafesi eşit (üniform) olarak 70 m, 30-60 cm derinlik için ayırma mesafesi 6-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. Semivariogram oluşturulurken üst toprak katmanı veri setinden 8-15 ve 45 numaralı, alt toprak katmanı veri setinden 21-37-38-89-154 ve 155 numaralı veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

Toprakta solma noktasında nem içeriği için uygun semivariogram modeli her iki derinlikte de Üssel olarak saptanmıştır (Şekil 4.37, Çizelge 4.42). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,134; 30-60 cm derinlik için 0,565 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın solma noktasındaki nem içeriği değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge 4.43). Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.38 ve 4.39'da verilmiştir.

Toprağın solma noktasında nem içeriği (0-30 cm)



Toprağın solma noktasında nem içeriği (30-60 cm)



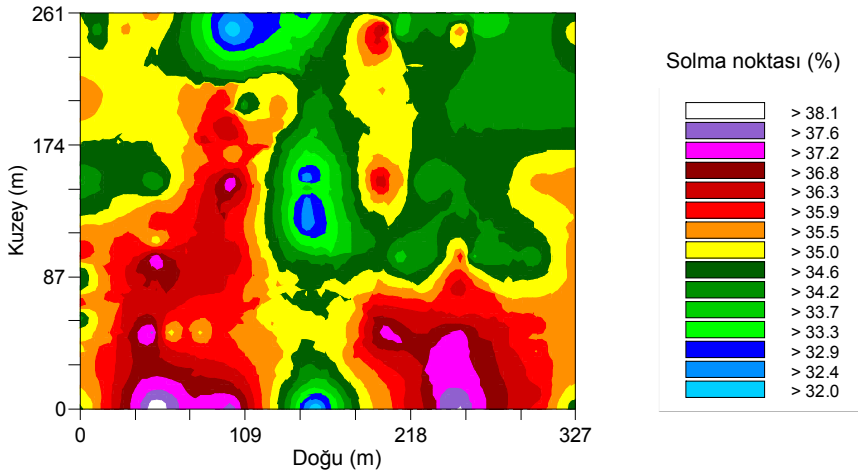
Şekil 4.37 Toprağın solma noktasında nem içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.42 Toprağın solma noktasında nem içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,252	3,232	41,1	7,79	0,962	7,171E-04
30-60	Üssel	1,105	3,502	187,2	31,55	0,970	0,0972

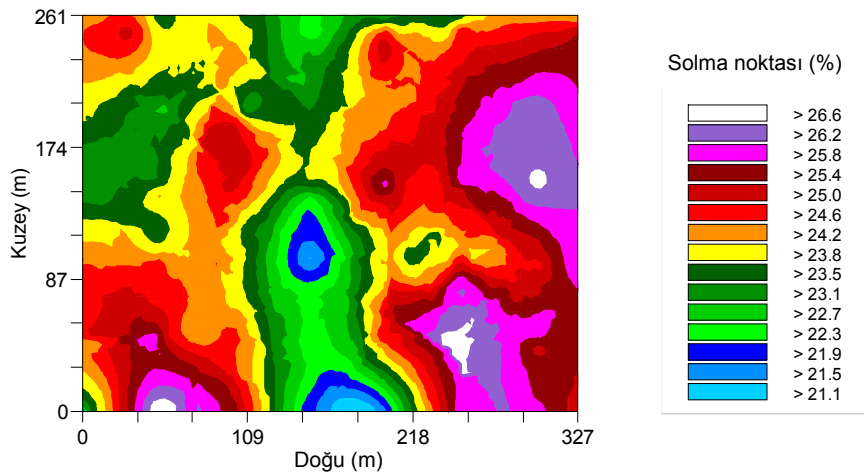
Çizelge 4.43 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın solma noktasında nem içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	179	179	8736	176	176	8736
Aritmetik ort.	21,35	21,35	21,36	24,46	24,49	24,51
Maksimum	25,70	24,68	25,20	28,66	26,51	26,95
Minimum	17,16	18,57	18,56	19,95	21,43	21,12
Standart sapma	1,793	1,063	0,734	1,730	1,007	1,096



Şekil 4.38 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen solma noktasında nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.

Nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranına göre solma noktasındaki nem içeriği üst toprak katmanında kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterirken alt toprak katmanında orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Çizelge 4.44'te görüldüğü gibi solma noktasındaki nem içeriği orta derecede ve kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir.



Şekil 4.39 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen solma noktasında nem içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.

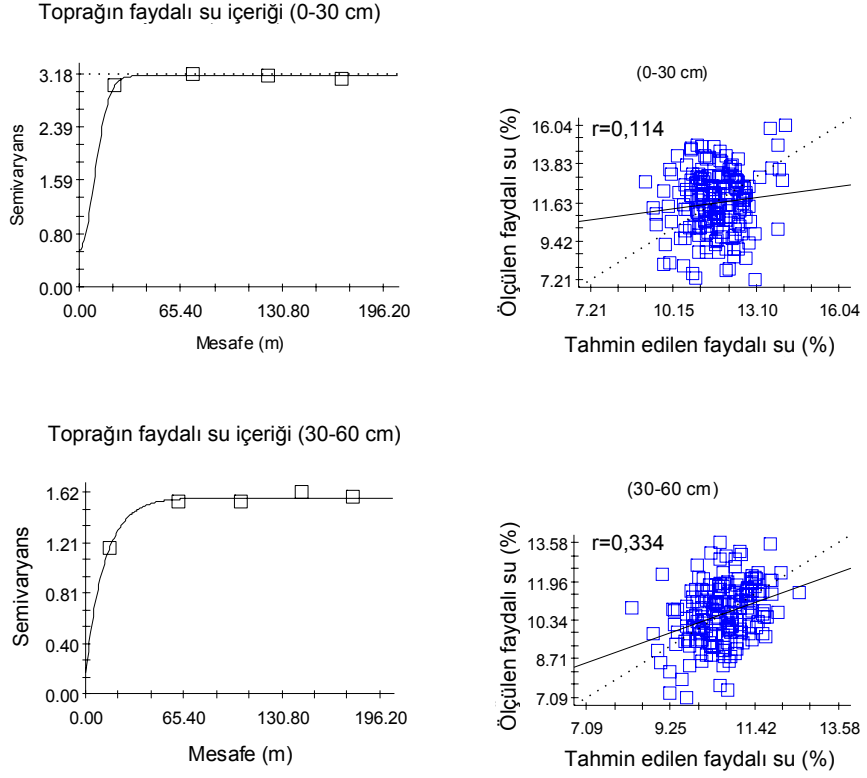
Çizelge 4.44 Farklı araştırmacıların toprağın solma noktasındaki nemin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)	
Erşahin & Brohi, 2006	0-30	8,5	26,00	**	375
	30-60		5,00	*	455
Yetgin, 2004	0-30	3	22,35	*	123,30
Duffera vd., 2007	4-12	12	0,04	*	83
	19-27		0,30	*	77
	34-42		0,20	*	75
	49-57		50,00	**	224
	64-72		50,00	**	
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf					

4.2.14. Toprağın Faydalı Su İçeriği

En uygun semivariogram modelini oluşturmak için 0-30 cm veri setinden 1-20 ve 37 numaralı, 30-60 cm veri setinden ise 20-37-38 ve 85 numaralı değerler çıkartılmıştır. İki derinlik için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise üst toprak katmanı için 50-100 ve 150 m, alt toprak katmanı için eşit (üniform) şekilde 40 m olarak alınmıştır.

Uygun semivariogram modeli her iki derinlik de Üssel olarak saptanmıştır (Şekil 4.40, Çizelge 4.45). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,114; 30-60 cm derinlik için 0,334 bulunmuştur. Çizelge 4.46'da görüldüğü gibi topraktaki faydalı suyun ölçüm değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri birbirlerine benzemektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.41 ve 4.42'de verilmiştir.



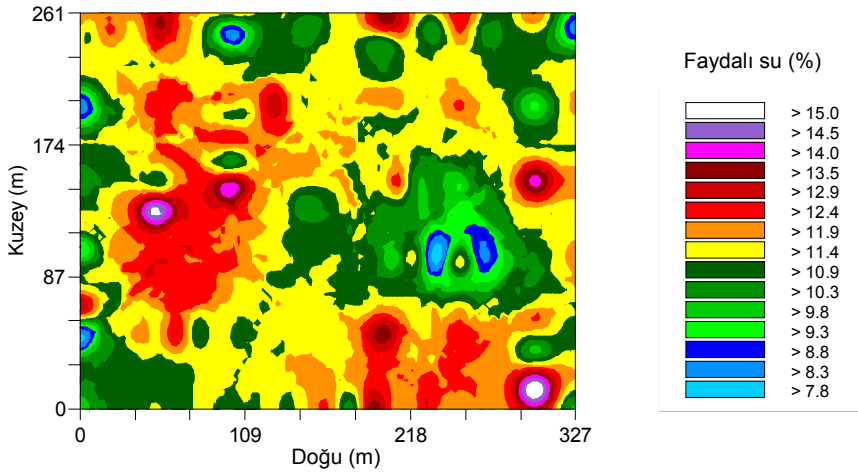
Şekil 4.40 Toprağın faydalı su içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.45 Toprağın faydalı su içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,550	3,146	23,20	17,48	0,824	3,398E-03
30-60	Üssel	0,168	1,572	38,40	10,68	0,974	3,473E-03

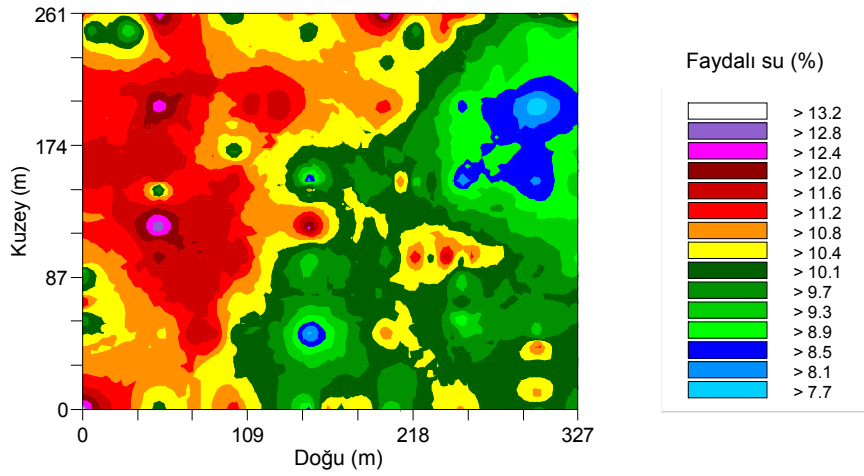
Çizelge 4.46 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın faydalı su içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	179	179	8736	178	178	8736
Aritmetik ort.	11,62	11,64	11,62	10,59	10,57	10,51
Maksimum	16,04	14,16	15,54	13,58	12,56	13,58
Minimum	7,21	9,16	7,75	7,09	8,24	7,70
Standart sapma	1,780	0,926	0,848	1,254	0,720	0,863



Şekil 4.41 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen faydalı su içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.

Üst toprak katmanında özgül ağırlık kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterirken, alt toprak katmanında orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Bu sonuç Yetgin (2004) ile Duffera ve arkadaşlarının (2007) bulgularıyla örtüşmektedir (Çizelge 4.47).



Şekil 4.42 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen faydalı su içeriği (%) değerlerinin dağılım haritası.

Çizelge 4.47 Farklı araştırmacıların topraktaki faydalı suyun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları.

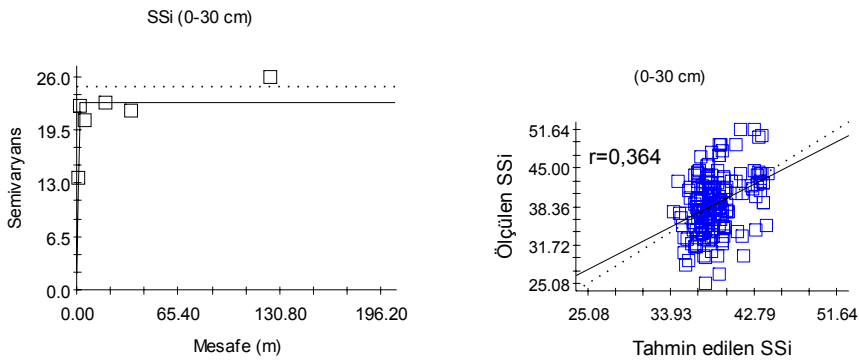
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Erşahin, 1999	0-30	8,5	62,00	**
	30-60		67,00	**
Yetgin, 2004	0-30	3	8,36	*
Duffera vd., 2007	4-12	12	0,1	*
	19-27		26	**
	34-42		26	**
	49-57		39	**
	64-72		37	**

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.15. Toprağın Strüktür Stabilité İndeksi

Aktif ayırma mesafesinin 196,2 m, ayırma mesafesinin ise eşit (üniform) olarak 65 m alındığı bu toprak özelliğinde 65 nolu veri değerlendirmeye alınmamıştır. Uygun semivariogram modeli Küresel olarak belirlenmiştir (Şekil 4.43, Çizelge 4.48). Modelin çapraz

değerlendirme sonucu r değeri 0,364 bulunmuştur. Analizle bulunan strüktür stabilite indeksi değerleri ile, tahminle edilen değerler karşılaştırıldığında benzerlikler göstermektedir (Çizelge 4.49). Onaltı komşu nokta ve belirlenen uygun semivariogram kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.44’de verilmiştir.



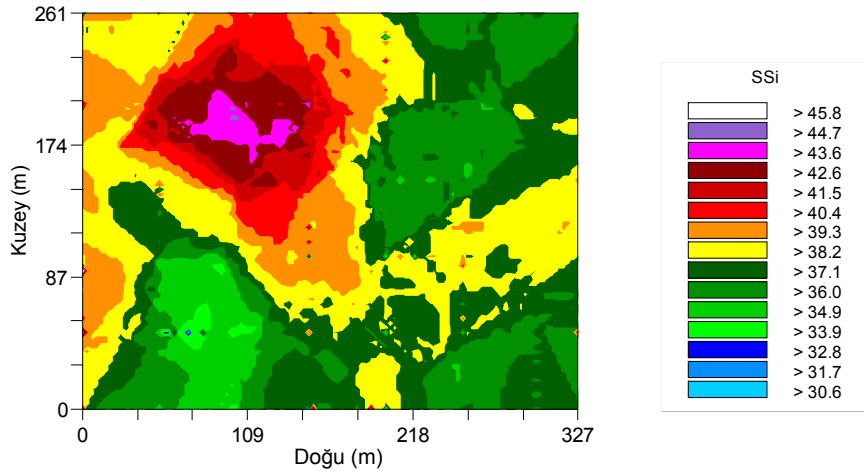
Şekil 4.43 Toprağın strüktür stabilite indeksi için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.48 Toprağın strüktür stabilite indeksi için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C	r^2	RSS
0-30	Küresel	1,95	22,93	2,50	8,50	0,805	16,8

Çizelge 4.49 Öçülen ve tahmin edilen toprağın strüktür stabilite indeksi değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30		
Tanımlayıcı istatistik	Öçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	181	181	8736
Aritmetik ortalama	38,70	38,69	38,50
Maksimum	51,64	44,27	46,90
Minimum	25,08	34,28	30,60
Standart sapma	4,989	2,201	1,985



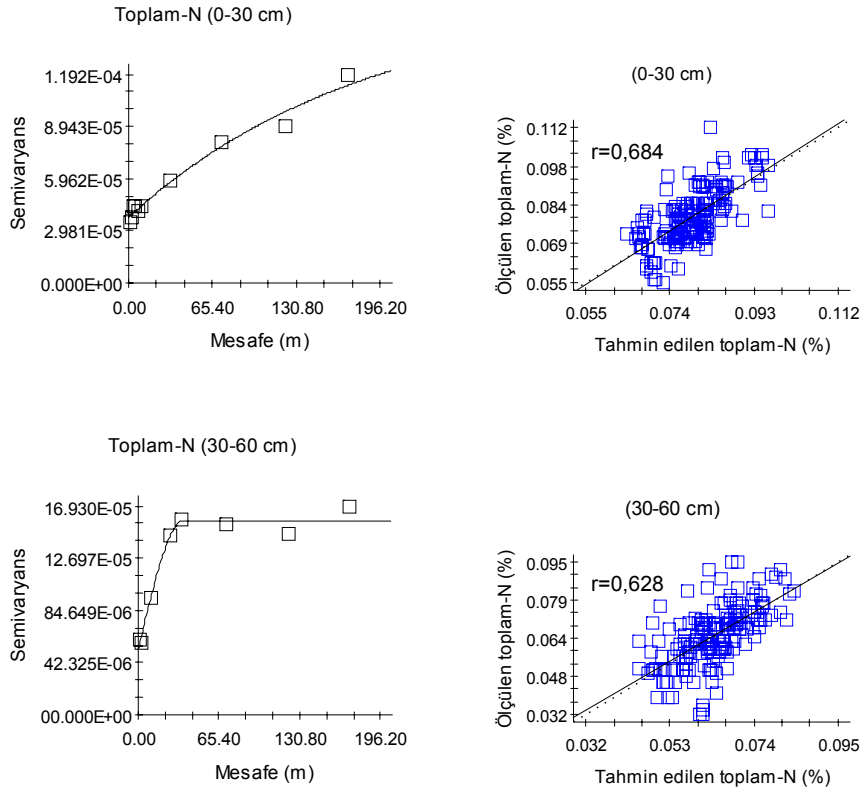
Şekil 4.44 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen strüktür stabilite indeksi değerlerinin dağılım haritası.

Elli (50) mikrondan büyük suya dayanıklı agregatlara bağlanmış (mil+kil) fraksiyonlarının bir ölçüsü olan strüktür stabilite indeksi çalışma alanının büyük kısmında 36 ile 40 arasında değişmektedir (Şekil 4.44). Çok yüksek ve çok düşük strüktür stabilite indeksi değerleri toprak strüktürünün ürün verimi açısından problem oluşturması demektir. Optimum strüktür stabilite indeksi değeri 15-30 arasındadır. Çok yüksek strüktür stabilite indeksi, verimi olumsuz etkilemekle beraber, toprak ve su korunumu bakımından son derece yararlı bir durumu ifade etmektedir (Bahtiyar, 1996). Strüktür stabilite indeksi kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterirken etki aralığı 2,5 m olarak bulunmuştur.

4.2.16. Toprağın Toplam Azot İçeriği

Toprağın her iki derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm'lik derinlik için ayırma mesafesi 0-1-2-4-6-8-10-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 1-4-5-72-73-79-81-153-173 ve 178 numaralı değerler dikkate alınmamıştır. 30-60 cm'lik derinlik için ayırma mesafesi 0-1-2-20-30-40-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir. 2-4-59-74-81-94-128-176-178 ve 182 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

En uygun semivariogram modeli 0-30 cm'lik üst toprak tabakası için Üssel, 30-60 cm'lik alt toprak tabakası için ise Küresel bulunmuştur (Şekil 4.45, Çizelge 4.50). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri sırasıyla 0,684 ve 0,628 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın toplam azot değerleri, tahminle elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedir (Çizelge 4.51). Onaltı komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.46 ve 4.47'de verilmiştir.



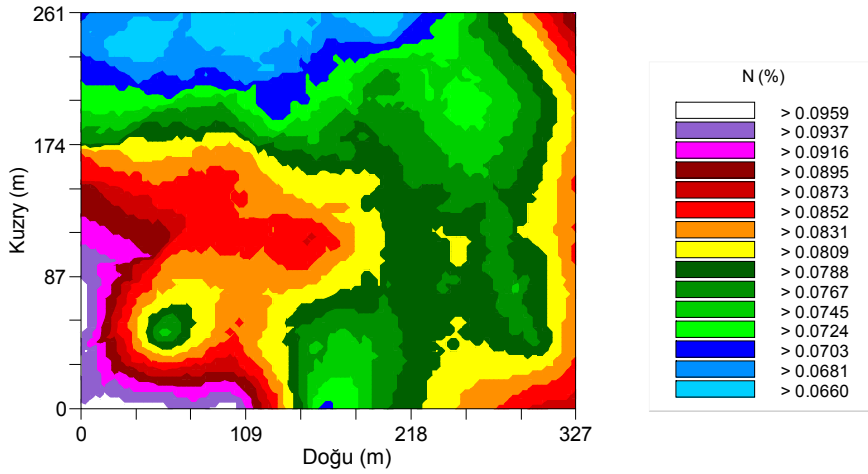
Şekil 4.45 Toprağın toplam azot içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.50 Toprağın toplam azot içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

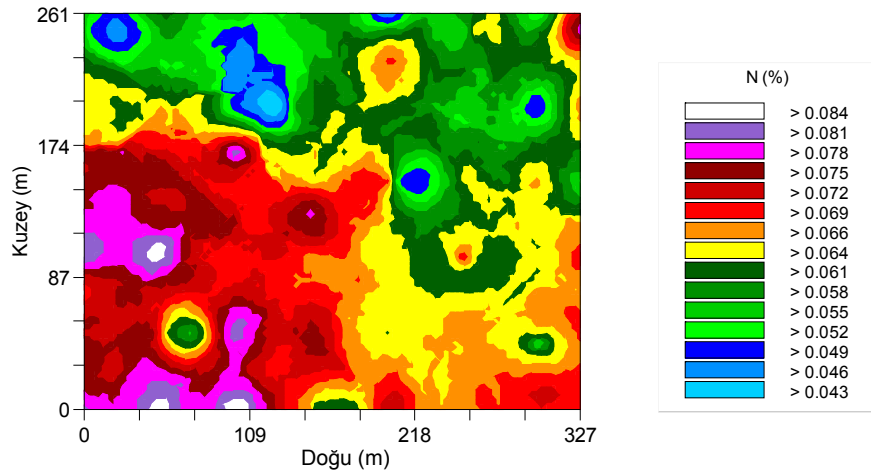
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Co/Co+C %	Ao (m)	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,0000376	0,0001632	23,03	560,7	0,979	1,499E-10
30-60	Küresel	0,0000528	0,0001576	33,50	36,8	0,981	2,808E-10

Çizelge 4.51 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın toplam azot içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	172	172	8736	172	172	8736
Aritmetik ort.	0,079	0,079	0,080	0,064	0,064	0,066
Maksimum	0,112	0,096	0,098	0,095	0,084	0,087
Minimum	0,055	0,064	0,066	0,032	0,045	0,043
Standart sapma	0,010	0,007	0,006	0,013	0,008	0,008



Şekil 4.46 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen toplam azot (%) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.47 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen toplam azot (%) değerlerinin dağılım haritası.

Loue (1968)'e göre topraktaki toplam N için sınır değerleri şöyledir: çok fakir $< \% 0,045$, fakir $\%0,07-0,09$, orta $\% 0,09-0,11$, iyi $\% 0,11-0,13$, çok iyi $> \% 0,13$. Şekil 4.46'dan da görüldüğü gibi çalışma alanının üst toprak katmanı büyük ölçüde toplam-N içeriği yönünden 'orta' sınıfta ve az olarak da 'fakir' sınıfta yer almaktadır. Onu fakir sınıf takip etmektedir. Alt toprak katmanı ise çoğunluk toplam-N içeriği yönü ile 'fakir' sınıfında yer almaktadır (Şekil 4.47). Toplam N içeriği yönünden üst toprak katmanı kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterirken, alt toprak katmanı orta derecede uzaysal bağımlılık göstermiştir. Farklı araştırmalar da toplam N için uzaysal bağımlılığı zayıf ve orta derecede bulmuştur (Çizelge 4.52). Üst toprak katmanı için etki aralığı 560,7 m, alt toprak katmanı için ise 36,8 m'dir.

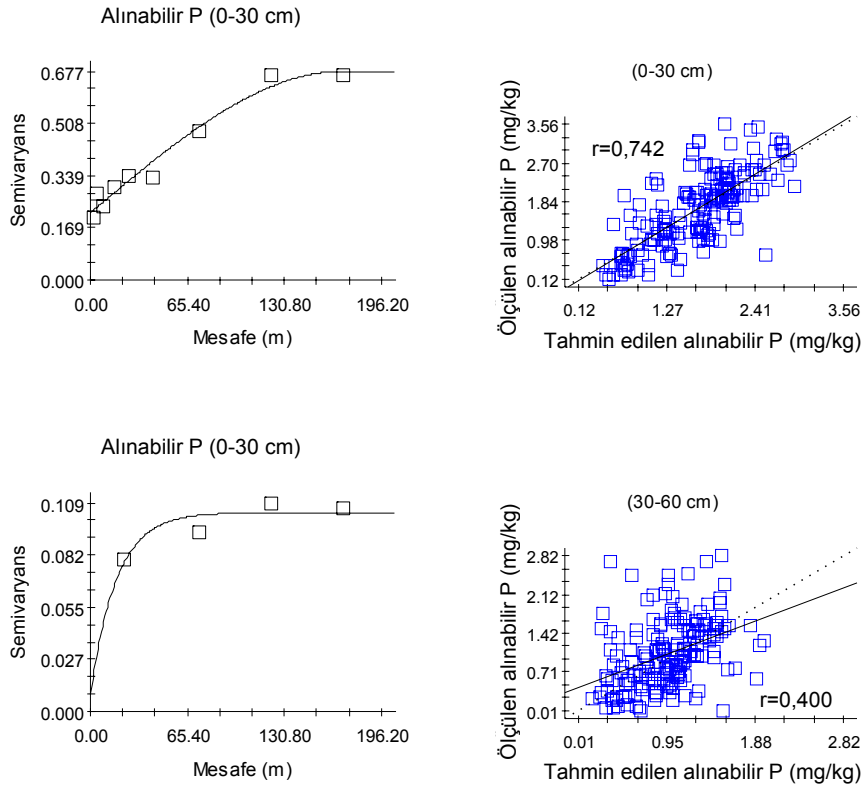
Çizelge 4.52 Farklı araştırmacıların toprağın toplam azot içeriğinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Virgilio vd., 2006	0-30	4,8	77,00 ***	>250
Baxter vd., 2003	0-30	6	44,52 **	69
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf				

4.2.17. Toprağın Alınabilir Fosfor İçeriği

Tüm verilerin değerlendirmeye alındığı toprağın 0-30 cm'lik üst tabakası için aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafesi ise 2-6-0-20-30-50-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır. 8-56-97-98 ve 161 numaralı verilerin değerlendirmeye alınmadığı 30-60 cm'lik alt toprak derinliği için aktif ayırma mesafesi yine 196,2 m, ayırma mesafesi ise 0-50-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır.

En uygun semivariogram modeli 0-30 cm için Küresel, 30-60 cm için Üssel bulunmuştur (Şekil 4.48, Çizelge 4.53). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri sırasıyla 0,742 ve 0,400 bulunmuştur. Toprakta alınabilir fosforun analizle bulunan değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri karşılaştırıldığında minimum ve maksimum değerleri arasında farklılıklar görülmektedir (Çizelge 4.54). Ancak ortalamalar birbirlerine oldukça benzemektedir. Onsekiz komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.49 ve 4.50'de verilmiştir.



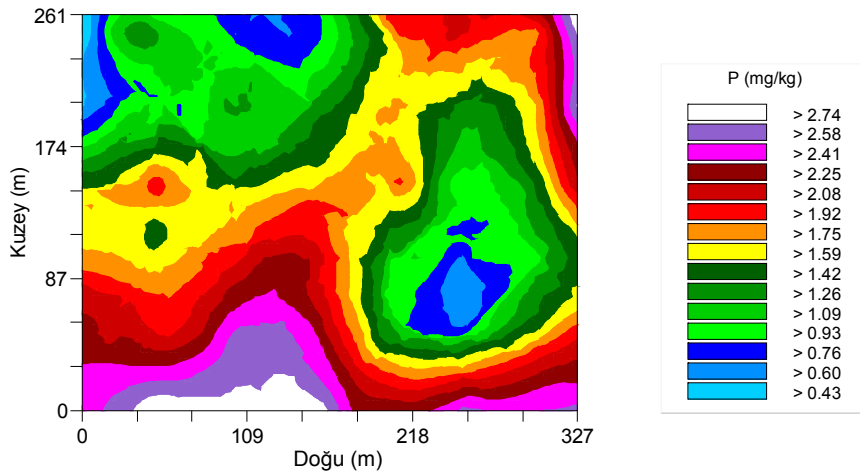
Şekil 4.48 Toprağın alınabilir fosfor içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.53 Toprağın alınabilir fosfor içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

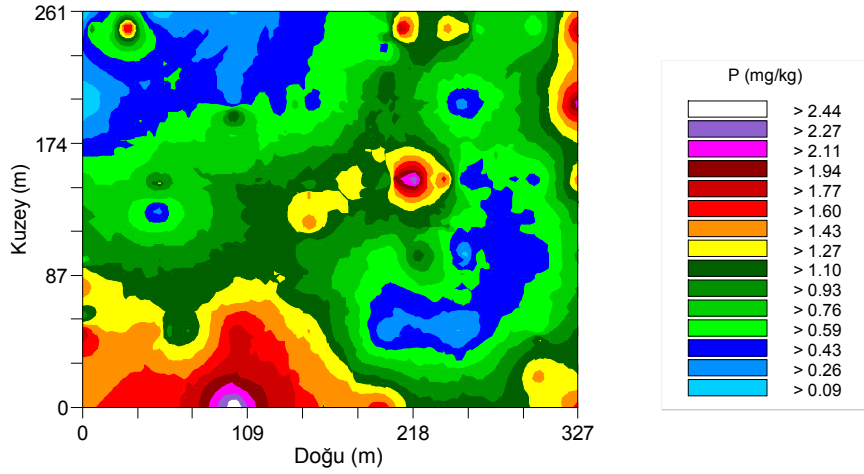
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Küresel	0,218	0,677	170,0	32,20	0,968	7,752E-03
30-60	Üssel	0,009	0,104	52,8	8,65	0,800	1,122E-04

Çizelge 4.54 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir fosfor içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	182	182	8736	177	177	8736
Aritmetik ort.	1,67	1,66	1,68	1,04	0,96	0,97
Maksimum	3,56	2,93	2,91	2,82	1,98	2,61
Minimum	0,12	0,45	0,43	0,01	0,16	0,09
Standart sapma	0,812	0,586	0,541	0,615	0,382	0,389



Şekil 4.49 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir fosfor (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.50 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir fosfor (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

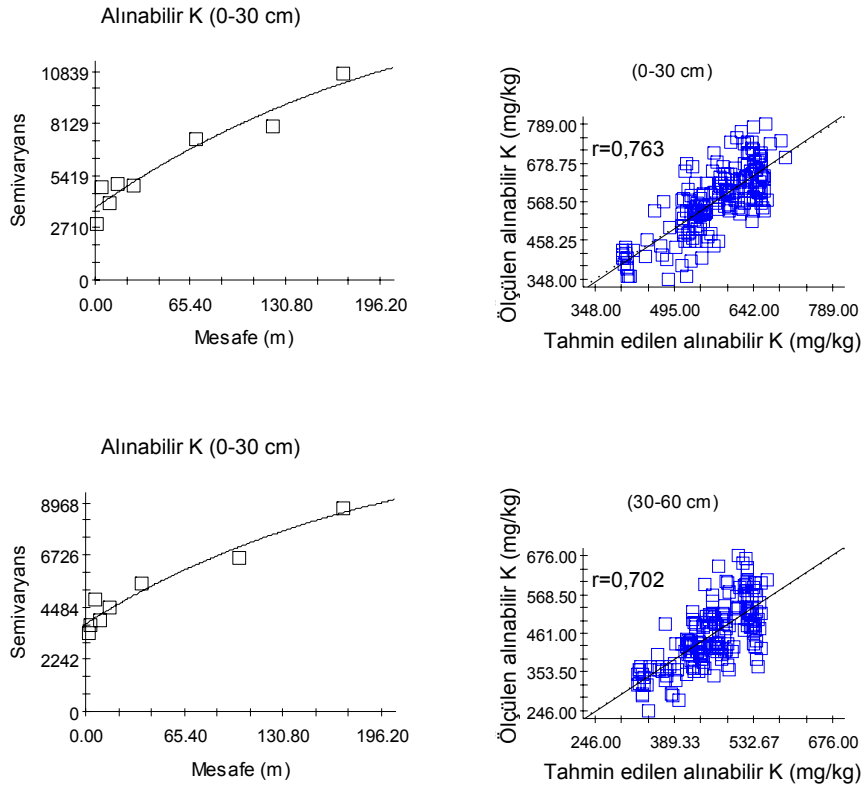
Bingham (1949) toprakları alınabilir fosfor içeriklerine göre; noksan ($< 1,30$ mg/kg), yeterli ($1,30-3,26$ mg/kg) ve fazla ($>3,26$ mg/kg) olarak sınıflandırmıştır. Bu eşik değerler dikkate alındığında Şekil 4.49'da da görüldüğü gibi üst toprak katmanı alınabilir P yönünden yaklaşık yarı yarıya noksan ve yeterli sınıfına girmektedir. Alt toprak katmanında ise alınabilir fosforca noksan bölgeler çalışma alanının tümünde baskın görülmektedir (Şekil 4.50).

Alınabilir fosfor yönünden üst toprak katmanı orta derecede uzaysal bağımlılık gösterirken, alt toprak katmanı da kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermektedir. 170 m olan üst toprak katmanındaki etki aralığı alt toprak katmanında 52,8 m'dir.

4.2.18. Toprağın Alınabilir Potasyum İçeriği

Toprakların her iki derinliği için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. Toprağın 0-30 cm'lik derinliği için ayırma mesafesi 1-8-10-20-30-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 93 ve 133 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır. 30-60 cm'lik toprak derinliği için ayırma mesafesi 0-2-4-8-10-20-50-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 8-132 ve 133 numaralı veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

Her iki derinlik için Üssel model olarak belirlenen semivariogramların (Şekil 4.51, Çizelge 4.55) çapraz değerlendirme sonucu r değerleri sırasıyla 0,763 ve 0,702 bulunmuştur. Toprakta alınabilir potasyumun analizle bulunan değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri karşılaştırıldığında ortalamaların birbirine çok benzedikleri, minimum ve maksimum değerleri arasında ise bir miktar farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.56). Belirlenen modeller ve 16 komşu veri kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.52 ve 4.53'de verilmiştir.



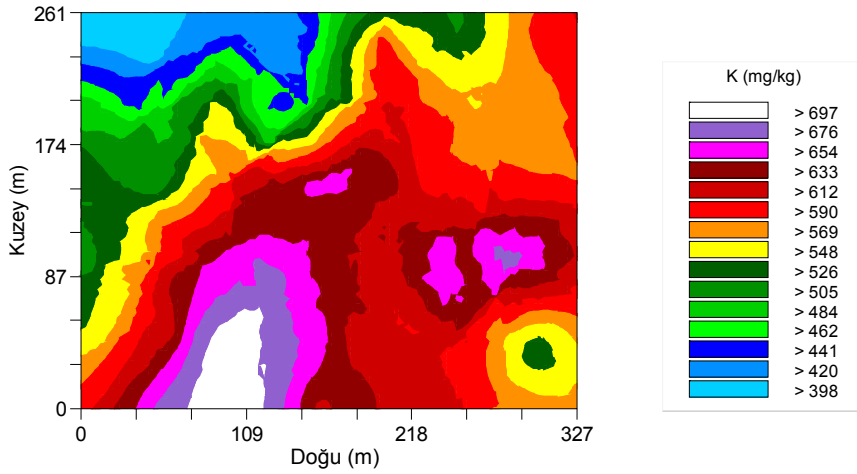
Şekil 4.51 Toprağın alınabilir potasyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.55 Toprağın alınabilir potasyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

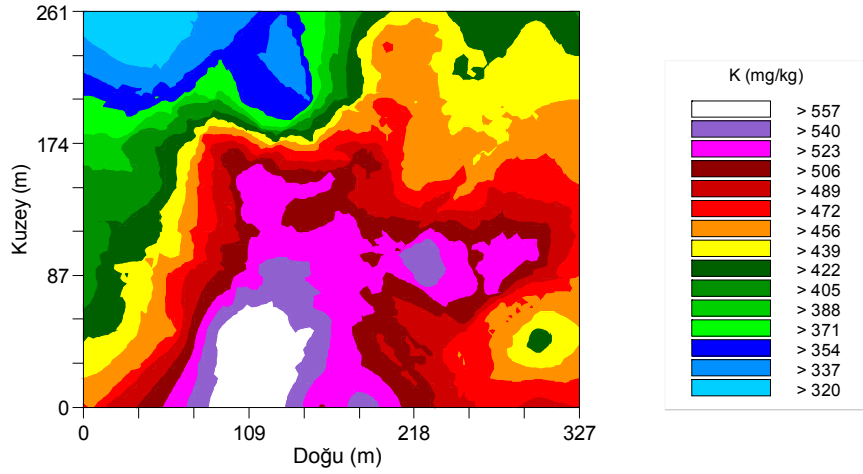
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	3750	16150	694,2	23,21	0,935	2915205
30-60	Üssel	3770	12225	617,1	30,83	0,940	1355491

Çizelge 4.56 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir potasyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	180	180	8736	179	179	8736
Aritmetik ort.	571,83	572,00	586,94	454,56	455,57	467,23
Maksimum	789,00	700,88	718,38	676,00	556,08	573,69
Minimum	348,00	398,57	398,31	246,00	322,86	320,70
Standart sapma	98,65	73,24	70,22	87,76	60,96	59,18



Şekil 4.52 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir potasyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.53 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir potasyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Toprakta 200-300 mg/kg alınabilir potasyumun yeterli, 300-400 mg/kg ın ise yüksek, 400 mg/kg ve üstünün ise çok fazla olduğu Fawzi ve El-Fouly (1980) tarafından bildirilmektedir. Şekil 4.52 ve 4.53'den görüldüğü gibi çalışma alanında alınabilir K 'yüksek' ve 'çok yüksek' sınıfına girmektedir. Toprak üst katmanında kuvvetli derecede, alt katmanında ise orta derece uzaysal bağımlılık göstermektedir. Çizelge 4.57'deki araştırmacılar da yaptıkları çalışmalarda potasyum için kuvvetli ve orta derecede uzaysal bağımlılık saptamışlardır. Çalışma alanında alınabilir potasyum için etki aralığı üst ve alt toprak katmanlarında birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Bu değerler sırası ile 694,2 ve 617,1 m'dir.

Çizelge 4.57 Farklı araştırmacıların alınabilir potasyumun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

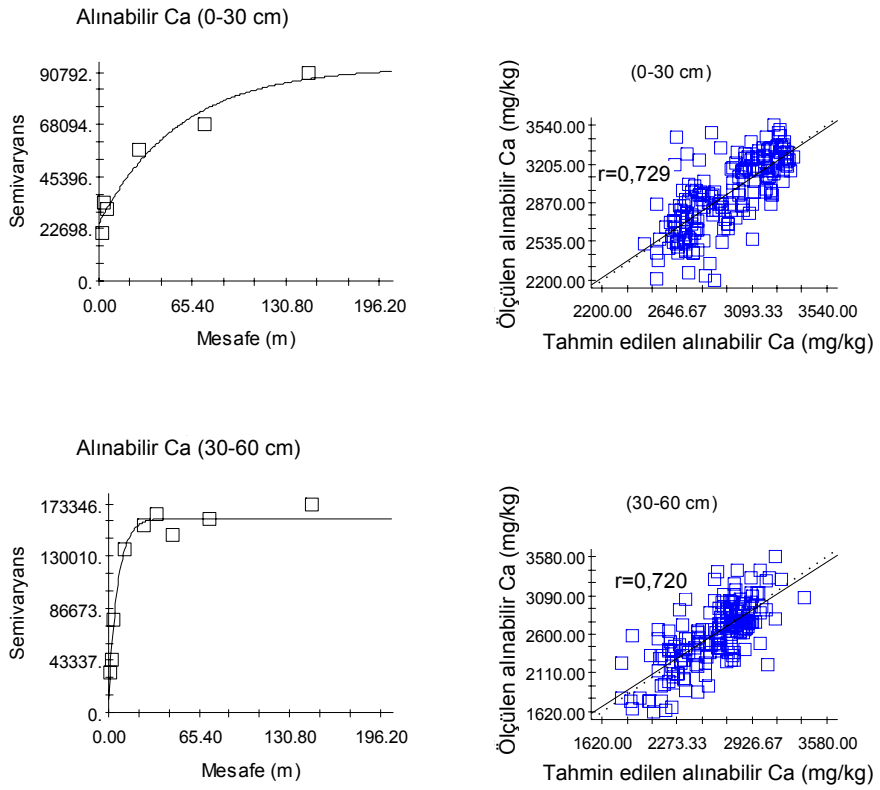
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Akbaş, 2004	0-30	32	49,25 **	369,3
Miao vd.,2006	üst	32,8	62,7 **	181
Kılıç & Kılıç, 2006	0-30	0,36	0,03 *	62
	30-60		0,01 *	62
	60-90		0,003 *	63
Bekele vd., 2006	0-15	0,3	38 **	15
	0-15	0,9	24 *	20
	0-15	1,4	11 *	20

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.19. Toprağın Alınabilir Kalsiyum İçeriği

Toprakların her iki derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. Toprağın 0-30 cm derinliğindeki üst tabakası için ayırma mesafesi 2-4-6-50-100 ve 200 m, 30-60 cm derinlikteki alt toprak tabakası için ayırma mesafesi 0-1-2-4-20-30-40-50-100-ve 200 m olarak belirlenmiştir. Semivariogram oluşturulurken üst toprak katmanı için tüm veriler değerlendirmeye alınmış, alt toprak katmanı için 57-63-64-96 ve 99 numaralı veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

Toprağın alınabilir kalsiyumu için uygun semivariogram modeli toprağın her iki derinliğin de Üssel olarak saptanmıştır (Şekil 4.54, Çizelge 4.58). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm'lik toprak derinliği için 0,729; 30-60 cm toprak derinliği için 0,720 bulunmuştur. Çizelge 4.59'da görüldüğü gibi toprağın alınabilir kalsiyum değerleriyle, kriging ile tahmin edilen değerleri birbirlerine benzemektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.55 ve 4.56'da verilmiştir.



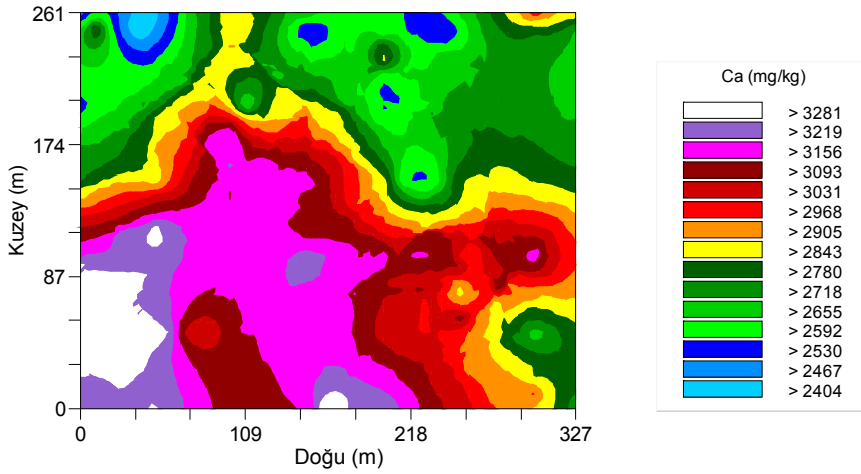
Şekil 4.54 Toprağın alınabilir kalsiyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.58 Toprağın alınabilir kalsiyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

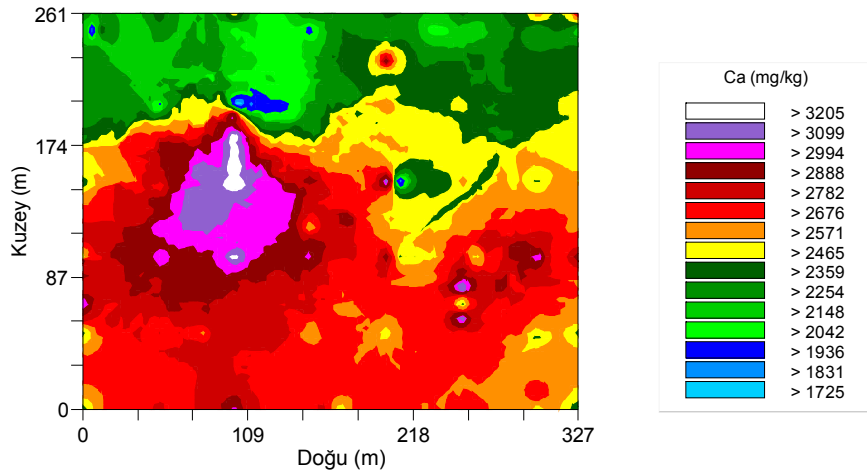
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	25100	92910	169,8	27,01	0,960	1,39E+08
30-60	Üssel	10200	161300	19,8	6,32	0,984	3,82E+08

Çizelge 4.59 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir kalsiyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	182	182	8736	177	177	8736
Aritmetik ort.	2938	2939	2959	2591	2595	2626
Maksimum	3540	3340	3343	3580	3385	3311
Minimum	2200	2455	2404	1620	1784	1725
Standart sapma	310,58	236,86	218,55	400,43	310,09	249,67



Şekil 4.55 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir kalsiyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.56 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir kalsiyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Loue (1968) 1430 mg/kg'dan az alınabilir Ca içeren toprakları fakir, 1430-2860 mg/kg alınabilir Ca içeren toprakları orta ve 2860 mg/kg'dan fazla içerenleri ise iyi olarak sınıflandırmıştır. Bu bilgiler ışığında çalışma alanı toprakları alınabilir Ca yönünden fakir değildir. Üst toprak katmanında alınabilir Ca orta derecede, alt toprak katmanında ise kuvvetli derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Etki aralığı ise üst toprak katmanı için 169,8 m, alt toprak katmanı için 19,8 m bulunmuştur. Değişik araştırmacıların kalsiyum elementinin uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.60 Farklı araştırmacıların alınabilir kalsiyumun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

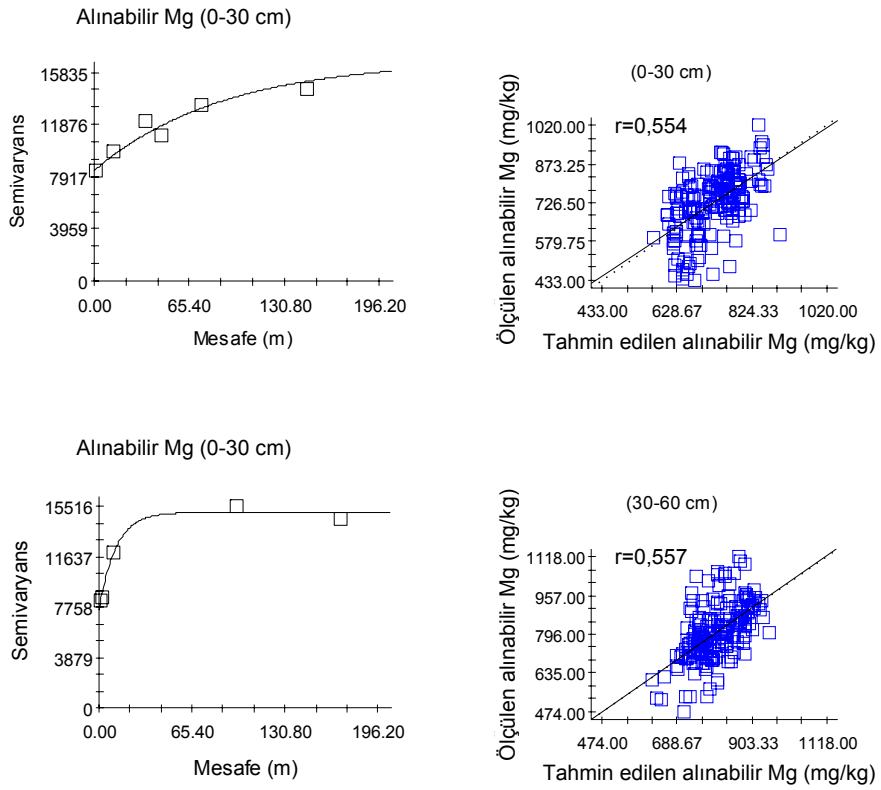
Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Akbaş, 2004	0-30	32	28,6 **	297
Bekele ve Hudnall, 2006	0-15	0,3	48 **	20
	0-15	0,9	19 *	15
	0-15	1,4	27 **	30

Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf

4.2.20. Toprağın Alınabilir Magnezyum İçeriği

Toprağın her iki derinliği için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. Toprağın 0-30 cm derinliği için ayırma mesafesi 1-30-40-50-100 ve 200 m olarak belirlenmiş, 135-136-156 ve 157 numaralı veriler dikkate alınmamıştır. 30-60 cm derinlik için ayırma mesafesi 0-1-2-20-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 93 ve 136 nolu değerler veri setinden çıkartılmıştır.

Toprağın her iki derinliği içinde uygun semivariogram modelin Üssel olduğu saptanmıştır (Şekil 4.57, Çizelge 4.61). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm'lik üst toprak tabakası için 0,554; 30-60 cm derinlikteki alt toprakta ise 0,557 bulunmuştur. Toprakta alınabilir magnezyumun analizle bulunan değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri karşılaştırıldığında ortalamaların birbirine çok benzedikleri, minimum ve maksimum değerleri arasında ise bir miktar farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.62). Belirlenen modeller ile 18 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.58 ve 4.59'da verilmiştir.



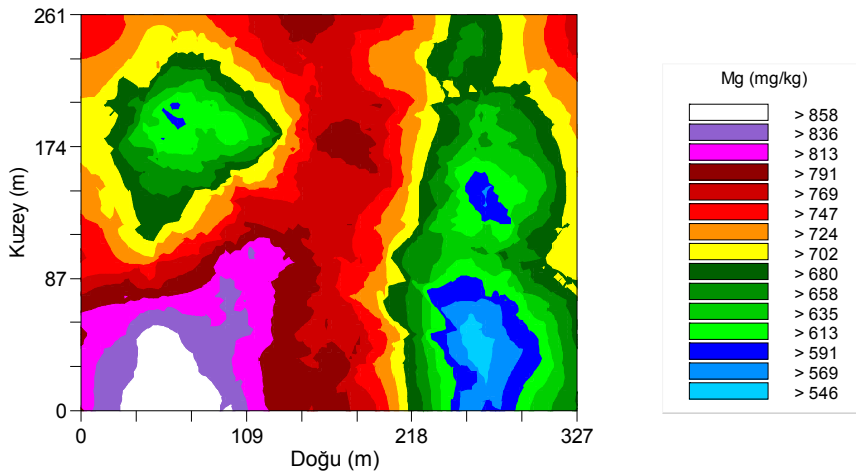
Şekil 4.57 Toprağın alınabilir magnezyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.61 Toprağın alınabilir magnezyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

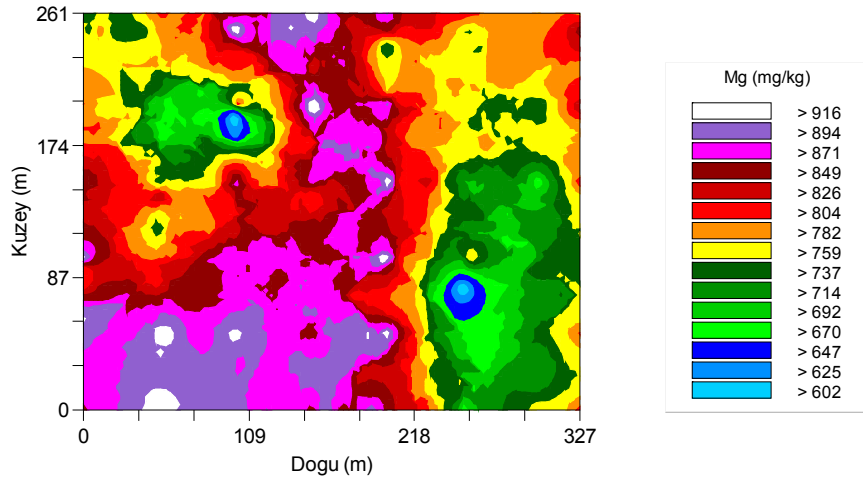
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	8370	16750	265,8	49,97	0,932	1989538
30-60	Üssel	7490	15070	34,8	49,70	0,990	467814

Çizelge 4.62 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir magnezyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	178	178	8736	180	180	8736
Aritmetik ort.	726.96	724.65	728.28	806.76	802.40	810.34
Maksimum	1020.00	898.17	880.09	1118.00	954.61	938.42
Minimum	433.00	570.37	546.40	474.00	615.29	602.47
Standart sapma	118.50	68.97	71.51	120.19	66.79	65.13



Şekil 4.58 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir magnezyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.



Şekil 4.59 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir magnezyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Topraklarda 114 mg/kg'dan fazla alınabilir Mg iyi olarak sınıflandırılmaktadır (Loue, 1968). Çalışma alanının tümünde ve iki derinlikte alınabilir Mg oldukça fazladır. Uzaysal bağımlılığı her iki toprak derinliği içinde orta derecede nitelendirilen alınabilir Mg'un etki aralığı üst toprak katmanında 265,8 m, alt toprak katmanında ise 34,8 m olarak bulunmuştur. Farklı araştırmacılar Mg için uzaysal bağımlılığı kuvvetli ve orta derecede rapor etmişlerdir (Çizelge 4.63).

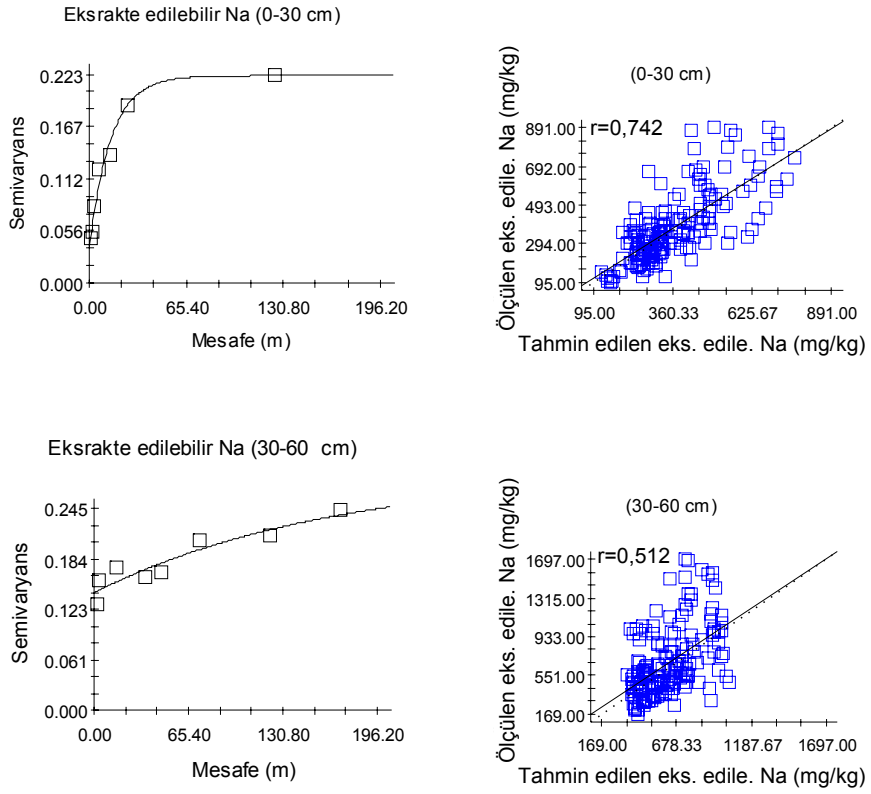
Çizelge 4.63 Farklı araştırmacıların alınabilir magnezyumun uzaysal bağımlılığı ile ilgili bulguları

Araştırmacı	Derinlik (cm)	Alan (ha)	Co/Co+C %	Etki aralığı (m)
Akbaş, 2004	0-30	32	28,6 **	297
Bekele ve Hudnall, 2006	0-15	0,3	48 **	20 normal
	0-15	0,9	19 *	15
	0-15	1,4	27 **	30
Uzaysal bağımlılık: * kuvvetli **orta *** zayıf				

4.2.21. Toprağın Eksrakte Edilebilir Sodyum Miktarı

En uygun semivariogram modelini oluşturmak için toprağın 0-30 cm'lik üst tabakasına ait veri setinden 20-60-61-63-64-65-108-109-110-ve 111 numaralı, 30-60 cm'lik alttoprak tabakasına ait veri setinden ise 27-59-60-63-64-75-96-97-98-99-138-140 ve 169 numaralı değerler çıkartılmıştır. İki derinlik için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise üst toprak katmanı için 0-1-2-4-8-20-30 ve 200 m alt toprak katmanı için 0-2-4-30-40-50-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır.

Uygun semivariogram modeli her iki derinlik de Üssel olarak saptanmıştır (Şekil 4.60, Çizelge 4.64). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm'lik toprak tabakası için 0,742; 30-60 cm derinlikteki toprak tabakası için 0,512 bulunmuştur. Toprakta eksrakte edilebilir sodyumun analizle bulunan değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri karşılaştırıldığında ortalamaların birbirine benzedikleri, minimum ve maksimum değerleri arasında ise farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 4.65). Üst toprak katmanında eksrakte edilebilir Na kuvvetli uzaysal bağımlılık gösterirken, alt toprak katmanında orta derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.61 ve 4.62'de verilmiştir.



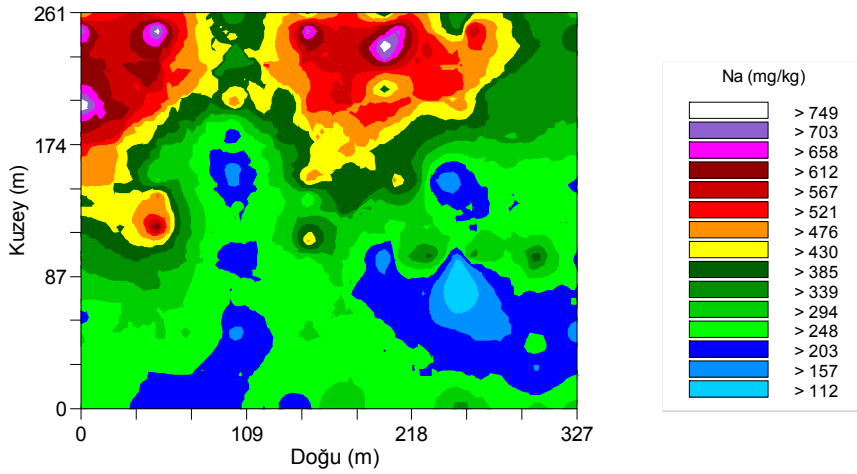
Şekil 4.60 Toprağın eksrakte edilebilir sodyum içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.64 Toprağın eksrakte edilebilir sodyum içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

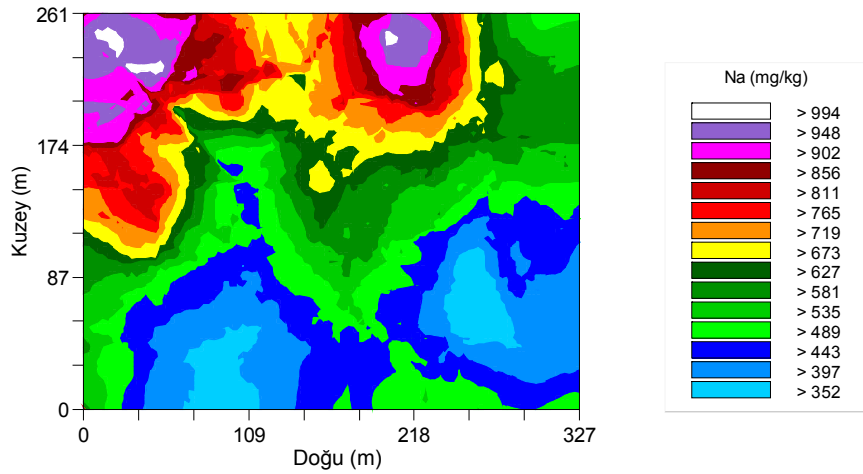
Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,0388	0,2216	44,1	17,50	0,981	5,093E-04
30-60	Üssel	0,143	0,291	499,8	49,14	0,878	1,158E-03

Çizelge 4.65 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın ekstrakte edilebilir sodyum içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	172	172	8736	169	169	8736
Aritmetik ort.	383,41	367,55	353,83	670,78	615,76	601,82
Maksimum	891,00	769,65	794,13	1697,00	1040,64	1039,98
Minimum	95,00	122,12	111,62	169,00	344,81	351,60
Standart sapma	183,30	141,06	121,58	341,19	184,06	163,77



Şekil 4.61 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen ekstrakte edilebilir sodyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.



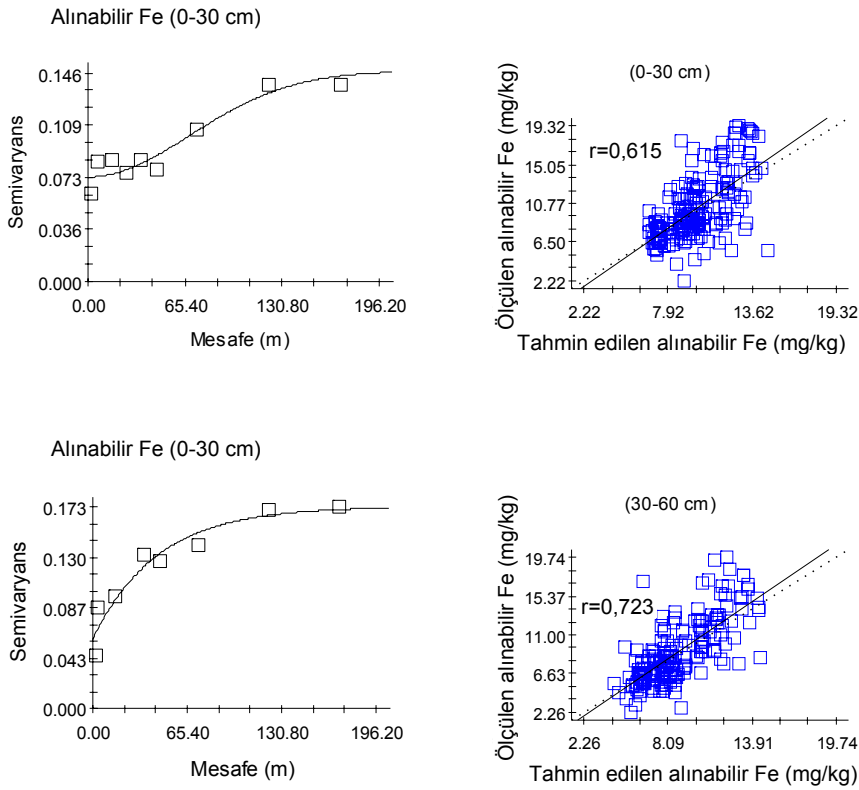
Şekil 4.62 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen ekstrakte edilebilir sodyum (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

4.2.22. Toprağın Alınabilir Demir İçeriği

Toprakların her iki derinliği için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. 0-30 cm'lik toprak derinliği için ayırma mesafesi 2-10-20-30-40-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 62 numaralı veri değerlendirmeye alınmamıştır. Toprağın 30-60 cm'lik alt tabakası için ise ayırma mesafesi 0-2-4-30-40-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiş, 62-93-94-97 ve 129 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır.

Üst toprak katmanı için uygun semivariogram modeli Gaussian, alt toprak katmanı için Üssel olarak bulunmuştur (Şekil 4.63, Çizelge 4.66). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri 0-30 cm için 0,615; 30-60 cm derinlik için 0,723 bulunmuştur. Toprakta alınabilir demirin analize bulunan değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri karşılaştırıldığında ortalamaların birbirine çok benzedikleri, minimum ve maksimum değerleri arasında ise bir miktar farklılıklar olduğu

görülmektedir (Çizelge 4.67). Belirlenen modeller ile 16 komşu nokta kullanılarak nokta krigeleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.64 ve 4.65’de verilmiştir.



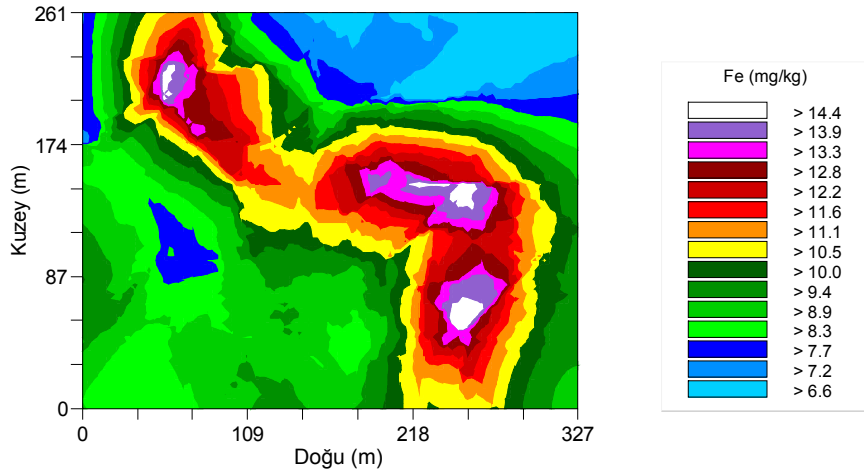
Şekil 4.63 Toprağın alınabilir demir içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.66 Toprağın alınabilir demir içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Gaussian	0,07310	0,1472	168,3	49,66	0,913	5,103E-04
30-60	Üssel	0,0598	0,1736	134,4	34,44	0,926	9,855E-04

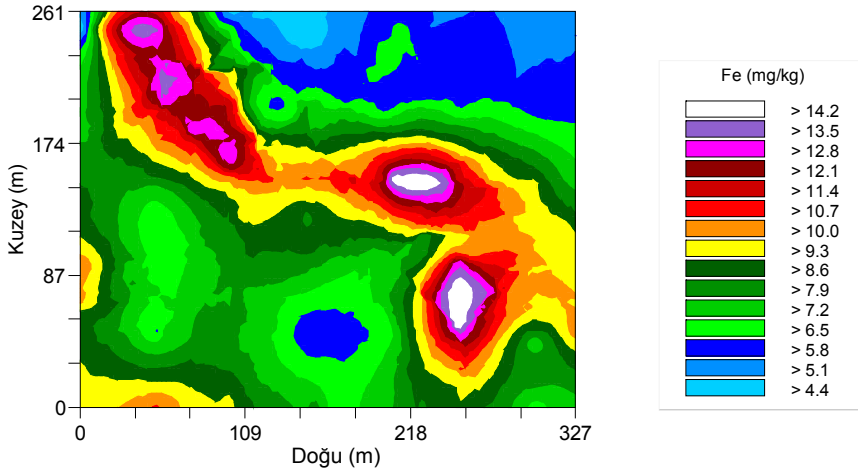
Çizelge 4.67 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir demir içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	181	181	8736	177	177	8736
Aritmetik ort.	10,39	10,00	9,92	9,11	8,81	8,61
Maksimum	19,32	14,71	15,00	19,74	14,44	14,88
Minimum	2,22	6,59	6,62	2,26	4,39	4,39
Standart sapma	3,64	2,00	1,817	3,635	2,378	2,027



Şekil 4.64 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir demir (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Lindsay ve Norvell (1978) topraklarda 4,5 mg/kg alınabilir demirin yeterli olduğunu bildirmektedir. Bu eşik değer dikkate alındığında çalışma alanının tamamında alınabilir Fe ‘yeterli’ düzeydedir (Şekil 4.64 ve 4.65). Üst ve alt toprak katmanında orta derecede uzaysal bağımlılık gösteren alınabilir demirin etki aralığı sırası ile 168,3 ve 134,4 m’dir.

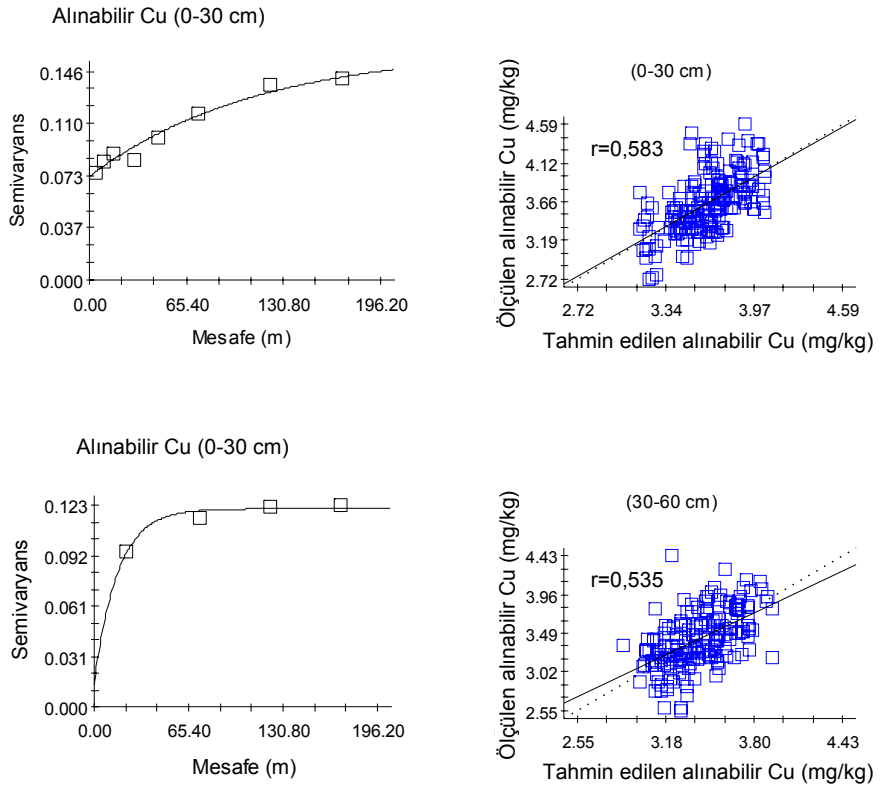


Şekil 4.65 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir demir (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

4.2.23. Toprağın Alınabilir Bakır İçeriği

15 ve 48 numaralı verilerin değerlendirmeye alınmadığı toprakların 0-30 cm'lik üst tabakası için aktif ayırma mesafesi 190 m, ayırma mesafesi ise 8-10-20-40-50-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır. 8-48-56-59-60-93-94 ve 105 numaralı verilerin değerlendirmeye alınmadığı 30-60 cm'lik alt toprak tabakası için aktif ayırma mesafesi yine 196,2 m, ayırma mesafesi ise 0-50-100-150 ve 200 m olarak belirlenmiştir.

En uygun semivariogram modeli 0-30 ve 30-60 cm derinlikler için de Üssel (Şekil 4.66, Çizelge 4.68), modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri sırasıyla 0,583 ve 0,535 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın alınabilir bakır değerleri, tahminle edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge.4.69). Onaltı komşu nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.67 ve 4.68'de verilmiştir.



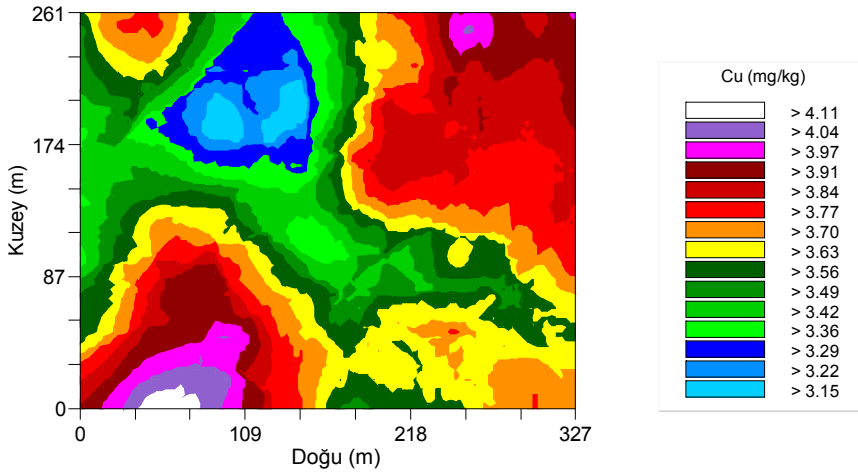
Şekil 4.66 Toprağın alınabilir bakır içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.68 Toprağın alınabilir bakır içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,0726	0,1622	340,5	44,75	0,964	1,602E-04
30-60	Üssel	0,0138	0,1206	48,3	11,44	0,951	2,524E-05

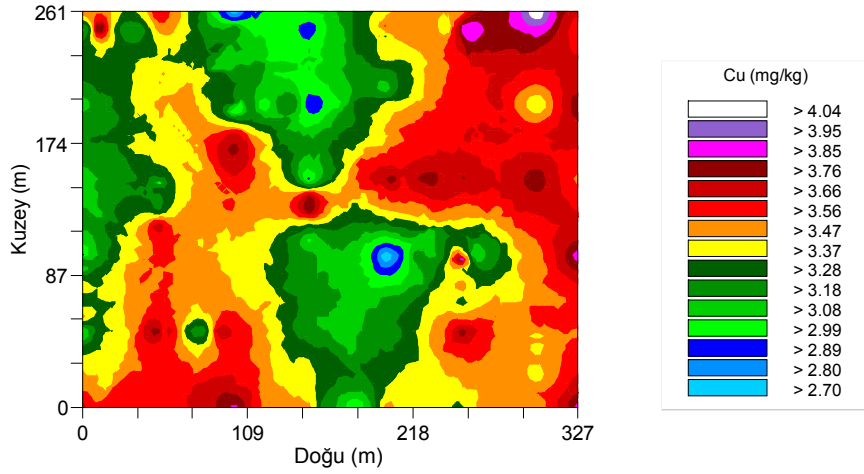
Çizelge 4.69 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir demir içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	180	180	8736	174	174	8736
Aritmetik ort.	3,64	3,63	3,66	3,42	3,42	3,43
Maksimum	4,59	4,04	4,18	4,43	3,93	4,14
Minimum	2,72	3,16	3,15	2,55	2,88	2,70
Standart sapma	0,360	0,216	0,203	0,346	0,229	0,195



Şekil 4.67 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir bakır (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Topraklarda alınabilir Cu 0,2 mg/kg'dan fazla olduğu zaman yeterli kabul edilmektedir (Lindsay ve Norvell, 1978). Alınabilir bakır içeriği yönünden çalışma alanı 'yeterli' bulunmaktadır (Şekil 4.67 ve 4.68). Alınabilir Cu üst toprak katmanında orta derecede, alt toprak katmanında ise kuvvetli derecede uzaysal bağımlılık göstermektedir. Etki aralıkları ise sırası ile 340,5 ve 48,3 m bulunmuştur.



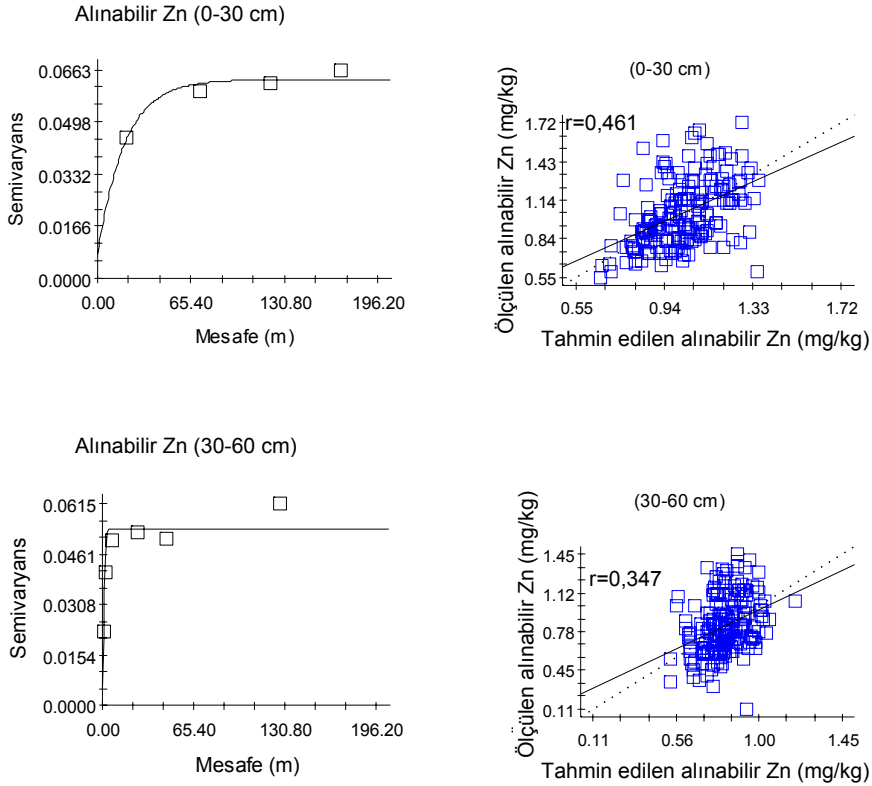
Şekil 4.68 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir bakır (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

4.2.24. Toprağın Alınabilir Çinko İçeriği

Topraklara ait her iki derinlik için aktif ayırma mesafesi 196,2 m olarak alınmıştır. Toprağın 0-30 cm derinliği için ayırma mesafesi eşit aralıklarla (üniform) 50 m olarak belirlenmiş, 57 ve 62 numaralı değerler veri setinden çıkartılmıştır. 30-60 cm derinlik için ayırma mesafesi 0-1-2-10-40 ve 50 m olarak belirlenmiş, 27-30-31 ve 38 numaralı veriler değerlendirmeye alınmamıştır.

En uygun semivariogram modeli toprağın 0-30 cm'lik üst toprağı için Üssel, 30-60 cm'si için ise Küresel bulunmuştur (Şekil 4.69, Çizelge 4.70). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri sırasıyla 0,461 ve 0,347 bulunmuştur. Analizle bulunan toprağın alınabilir çinko değerleri, tahminle elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında birbirlerine oldukça benzemektedirler (Çizelge 4.71). Ancak toprağın 30-60 cm derinliği için maksimum ve minimum değerler farklılık arz etmektedir.

Onaltı komşu nokta kullanılarak nokta krigeleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.70 ve 4.71’de verilmiştir.



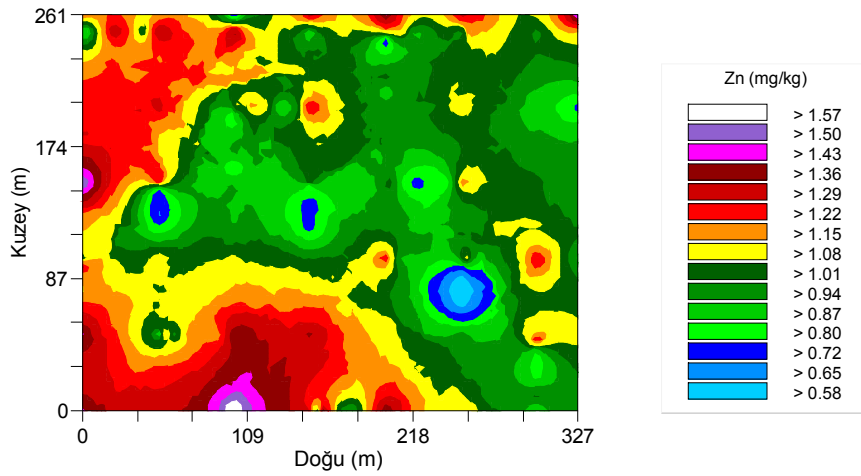
Şekil 4.69 Toprağın alınabilir çinko içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği

Çizelge 4.70 Toprağın alınabilir çinko içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Üssel	0,0076	0,0632	56,7	12,02	0,932	1,813E-05
30-60	Küresel	0,0048	0,054	3,8	8,88	0,912	8,085E-05

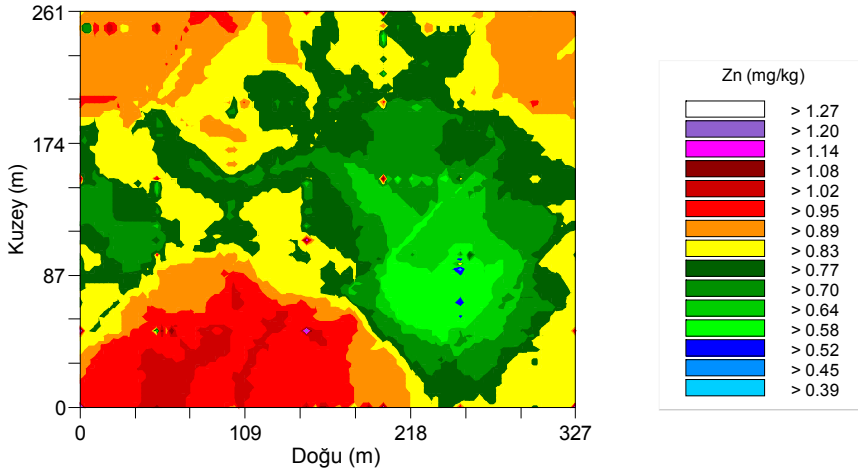
Çizelge 4.71 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir çinko içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	180	180	8736	178	178	8736
Aritmetik ort.	1,04	1,02	1,08	0,83	0,82	0,84
Maksimum	1,72	1,35	1,65	1,45	1,20	1,33
Minimum	0,55	0,66	0,58	0,11	0,53	0,39
Standart sapma	0,251	0,152	0,148	0,246	0,113	0,101



Şekil 4.70 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir çinko (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Lindsay ve Norvell (1978) topraklarda 0,8 mg/kg alınabilir çinkonun yeterli olduğunu bildirmektedir. Şekil 4.70 ve 4.71’de görüldüğü gibi çalışma alanının bazı kısımları alınabilir Zn içeriği yönünden ‘yeterli’ görülmemektedir. Uzaysal bağımlılığı her iki derinlik içinde kuvvetli derecede bulunan alınabilir çinkonun etki aralığı sırası ile 56,7 ve 3,8 m’dir.



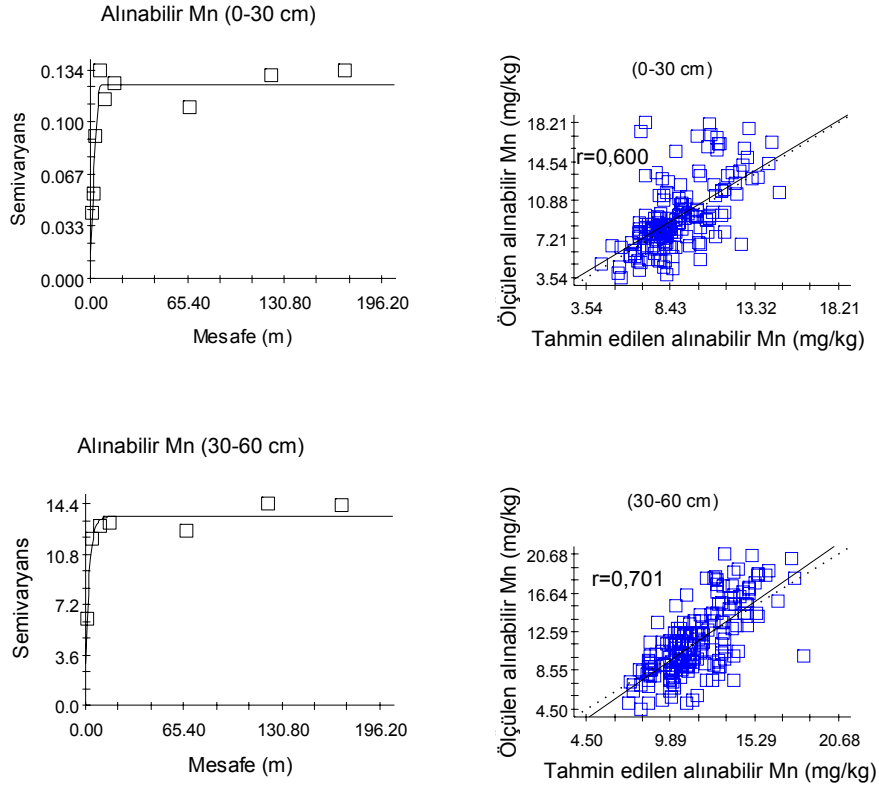
Şekil 4.71 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir çinko (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

4.2.25. Toprağın Alınabilir Mangan İçeriği

En uygun semivariogram modelini oluşturmak için toprakların 0-30 cm'lik derinliğine ait veri setinden 13-19-63-64-65-75-77-93-94-95-96 ve 98 numaralı değerler, 30-60 cm'lik derinliğe ait veri setinden ise sadece 99 numaralı değer çıkartılmıştır. İki derinlik için de aktif ayırma mesafesi 196,2 m, ayırma mesafeleri ise üst toprak katmanı için 1-2-4-8-10-20-100-150 ve 200 m alt toprak katmanı için 1-8-10-20-100-150 ve 200 m olarak alınmıştır.

Uygun semivariogram modelinin 0-30 cm derinlik için Küresel, 30-60 cm derinlik için Üssel olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.72, Çizelge 4.72). Modellerin çapraz değerlendirmeleri sonucu r değeri sırasıyla 0,600 ve 0,701 bulunmuştur. Çizelge 4.73'de görüldüğü gibi toprağın alınabilir manganın ölçüm değerleriyle kriging ile tahmin edilen değerleri birbirlerine benzemektedir. Belirlenen modeller ile 16 komşu

nokta kullanılarak nokta krigleme yapılmış ve oluşturulan yüzey dağılım haritaları Şekil 4.73 ve 4.74’de verilmiştir.



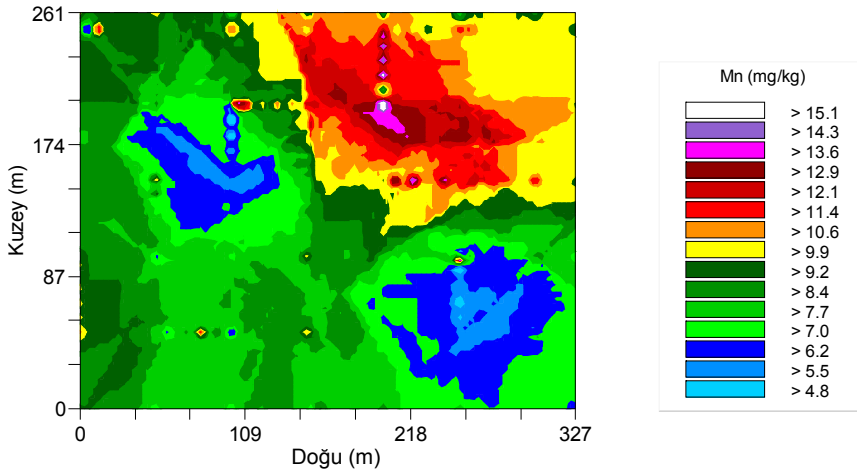
Şekil 4.72 Toprağın alınabilir mangan içeriği için isotropik semivariogram ve çapraz değerlendirme grafiği.

Çizelge 4.72 Toprağın alınabilir mangan içeriği için isotropik semivariogram bileşenleri.

Derinlik (cm)	Model	Co	Co+C	Ao (m)	Co/Co+C %	r^2	RSS
0-30	Küresel	0,0168	0,1236	7,10	13,59	0,938	5,934E-04
30-60	Üssel	2,94	13,52	7,80	21,74	0,935	3,09

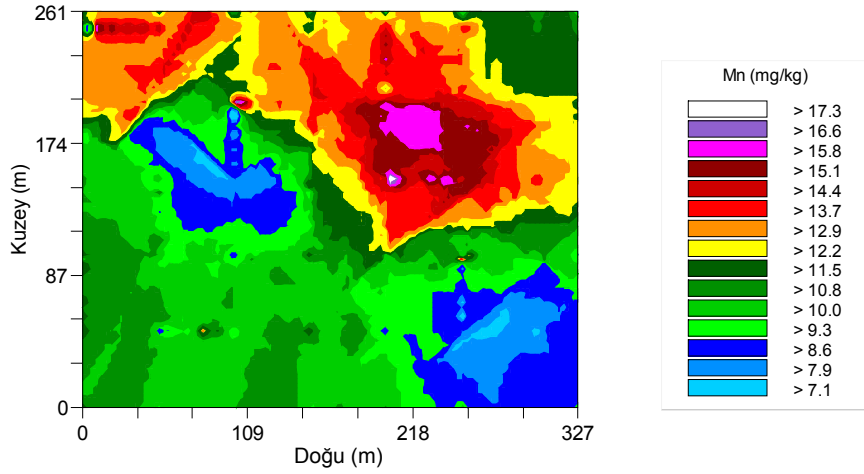
Çizelge 4.73 Ölçülen ve tahmin edilen toprağın alınabilir çinko içeriği değerlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları.

Derinlik (cm)	0-30			30-60		
Tanımlayıcı istatistik	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri	Ölçülen değerler	Çapraz değerlendirme	Kriging değerleri
Örnek sayısı (n)	169	169	8736	181	181	8736
Aritmetik ort.	9,27	8,81	8,89	11,56	11,60	11,45
Maksimum	18,21	14,71	15,8	20,68	18,41	18,01
Minimum	3,54	4,43	4,75	4,50	7,25	7,15
Standart sapma	3,235	1,984	1,721	3,635	2,258	1,962



Şekil 4.73 Nokta kriging ile toprağın 0-30 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir mangan (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

Topraklarda alınabilir manganın 1,2 mg/kg'dan fazla olduğu zaman yeterli (Lindsay ve Norvell, 1978) olduğu göz önünde bulundurulduğunda çalışma alanının tümü alanabilir Mn yönünden 'yeterlidir'. Alt ve üst katmanda kuvvetli derecede uzaysal bağımlık gösteren alınabilir manganın etki aralığı sıra ile 7,10 ve 7,80 m bulunmuştur.



Şekil 4.74 Nokta kriging ile toprağın 30-60 cm derinliği için tahmin edilen alınabilir mangan (mg/kg) değerlerinin dağılım haritası.

4.3. Çalışma Alanından Alınması Gerekli Örnek Sayıları

Çalışma alanını temsil edebilecek örnek sayısı

$$n = (t_{\alpha} \cdot \sqrt{VK/p})^2 \text{ bağıntısıyla (Goovaerts ve Chiang, 1993)}$$

hesaplanmıştır.

Burada t_{α} önem ve serbestlik derecesine göre t değeri, VK: varyasyon katsayısı, p: ise izin verilen hata değeridir.

% 1-2,5-5-10 ve 20'lik hata payları dikkate alınarak gerekli örnek sayıları yukarıdaki eşitlik ile saptanmış ve Çizelge 4.74'de verilmiştir.

Üst toprak katmanı için % 10 hata düzeyinde alınması gerekli örnek sayısı en fazla eksrakte edilebilir Na için 165 olarak bulunmuştur. Toprak pH'sı aynı hata düzeyinde gerekli örnek sayısı en az olan özelliktir ve 1 örnek alınarak tahmin edilebilmektedir. Alt toprak katmanında ise % 10 hata düzeyinde en fazla gerekli örnek sayısı

alınabilir fosforda ortaya çıkmaktadır. Alınabilir fosforun tahminde 162 örnek gerekmektedir. Yine aynı hata düzeyinde en az gerekli örnek miktarı 1 ile toprak pH'sıdır.

İncelenen tüm özellikler dikkate alındığında % 10 hata düzeyinde üst toprak katmanı için 27, alt toprak katmanı için 37 adet toprak örneği yeterli görülmektedir.

Bitki besin maddeleri baz alındığında % 10 hata düzeyinde üst toprak katmanı için 44, alt toprak katmanı için 55 adet toprak örneği yeterli olduğu belirlenirken, diğer toprak özellikleri için sırasıyla bu değer 16 ve 23 olarak karşımıza çıkmaktadır.

Örnekleme mesafesi olarak, incelenen toprak özelliğine ait etki aralığının dikkate alınması durumunda, bir örneğin temsil ettiği alan toplam çalışma alanına bölünerek toplam örnek sayıları bulunmuştur (Çizelge 4.78). Buna göre bitki besin maddeleri dikkate alındığında üst toprak katmanı için ortalama etki aralığı 194,0 m ve örnek sayısı 2, alt toprak katmanı için ortalama etki aralığı 145,2 m ve örnek sayısı 4 bulunmuştur. Diğer toprak özellikleri dikkate alındığında üst toprak katmanı için ortalama etki aralığı 149,9 m ve örnek sayısı 4, alt toprak katmanı için ortalama etki aralığı 185,2 m ve örnek sayısı 3 olarak hesaplanmıştır. Tüm toprak özellikleri incelendiğinde, üst toprak katmanı için ortalama etki aralığı 167,5 m, alt toprak katmanı için 168,5 m, her iki toprak derinliği için örnek sayısında 3 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.74 Çalışma alanından incelenen özelliklere göre alınması gerekli örnek sayıları.

Derinlik (cm)	(0-30)					(30-60)				
Hata payı (%)	1	2,5	5	10	20	1	2,5	5	10	20
pH	25	4	1	1	1	36	6	1	1	1
Suda çöz. toplam tuz	9706	1553	388	97	24	13303	2128	532	133	33
Kireç	556	89	22	6	1	1334	213	53	13	3
Organik madde	232	37	9	2	1	315	50	13	3	1
KDK	7588	1214	304	76	19	11694	1871	468	117	29
% Kum	1574	252	63	16	4	1540	246	62	15	4
% Mil	828	133	33	8	2	918	147	37	9	2
% Kil	620	99	25	6	2	634	101	25	6	2
Hacim ağırlık	243	39	10	2	1	430	69	17	4	1
Özgül ağırlık	309	50	12	3	1	358	57	14	4	1
Toplam boşluk	205	33	8	2	1	110	18	4	1	0
Tarla kapasitesinde nem	304	49	12	3	1	255	41	10	3	1
Solma noktasında nem	1048	168	42	10	3	671	107	27	7	2
Faydalı su	684	110	27	7	2	1325	212	53	13	3
Strüktür Stabilité İndeksi	831	133	33	8	2					
Ortalama	1547	264	62	16	5	2195	376	88	23	7
Toplam azot	903	145	36	9	2	2107	337	84	21	5
Alınabilir fosfor	9072	1452	363	91	23	16215	2594	649	162	41
Alınabilir potasyum	1267	203	51	13	3	1687	270	67	17	4
Alınabilir kalsiyum	429	69	17	4	1	1123	180	45	11	3
Alınabilir magnezyum	1208	193	48	12	3	926	148	37	9	2
Eks.edilebilir sodyum	16513	2642	661	165	41	15760	2522	630	158	39
Alınabilir demir	4825	772	193	48	12	7306	1169	292	73	18
Alınabilir bakır	417	67	17	4	1	681	109	27	7	2
Alınabilir çinko	2546	407	102	25	6	5563	890	223	56	14
Alınabilir mangan	6794	1087	272	68	17	3922	628	157	39	10
Ortalama	4397	704	176	44	11	5529	885	221	55	14
Genel ortalama	2749	440	110	27	7	3676	588	147	37	9

Çizelge 4.78 Etki aralığı dikkate alınarak çalışma alanından incelenen özelliklere göre alınması gerekli örnek sayıları

Derinlik (cm)	(0-30)			(30-60)		
	Etki aralığı (m)	Alan (m ²)	Örnek sayısı	Etki aralığı (m)	Alan (m ²)	Örnek sayısı
pH	263,1	69222	1	63,0	17305	5
Suda çöz. toplam tuz	477,6	228102	1	411,9	57025	1
Kireç	799,8	639680	1	3,0	159920	1
Organik madde	286,5	82082	1	91,2	20521	4
KDK	4,6	21	4081	16,5	5	17141
% Kum	75,7	5729	15	234,7	1432	60
% Mil	19,4	376	228	21,3	94	912
% Kil	73,8	5446	16	43,2	1362	63
Hacim ağırlık	79,5	6320	14	174,3	1580	54
Özgül ağırlık	31,5	992	86	3,0	248	346
Toplam boşluk	37,8	1429	60	1232,7	357	240
Tarla kapasitesinde nem	32,4	1050	82	72,9	262	327
Solma noktasında nem	41,1	1689	51	187,2	422	203
Faydalı su	23,2	538	159	38,4	135	635
Strüktür Stabilite İndeksi	2,5	6	14285			
Ortalamalar	149,9	69512	1255	185,2	18619	1428
Ortalama etki aralığı için	149,9	22470	4	185,2	34299	3
Toplam azot	23,0	530	162	33,5	133	644
Alınabilir fosfor	170	28900	1	52,8	7225	1
Alınabilir potasyum	694,2	481914	1	617,1	120478	1
Alınabilir kalsiyum	169,8	28832	3	19,8	7208	12
Alınabilir magnezyum	265,8	70650	1	34,8	17662	5
Eks.edilebilir sodyum	44,1	1945	44	499,8	486	176
Alınabilir demir	168,3	28325	3	134,4	7081	12
Alınabilir bakır	340,5	115940	1	48,3	28985	3
Alınabilir çinko	56,7	3215	27	3,8	804	107
Alınabilir mangan	7,1	50	1714	7,8	13	6593
Ortalamalar	194,0	76030	196	145,2	19008	755
Ortalama etki aralığı için	194,0	37636	2	145,2	21083	4
Genel ortalamalar	167,5	72119	832	168,5	103667	1167
Genel ortalama etki aralığı için	167,5	28056	3	168,5	28392	3

5. Sonuç ve Öneriler

Varyasyon katsayılarına göre, çalışma alanı üst toprak katmanında (0-30 cm), en fazla değişkenlik gösteren toprak özelliği ekstrakte edilebilir sodyum olmuştur. Ekstrakte edilebilir sodyum değerleri ortalamaya göre % 65,56'lık bir değişim göstermektedir. En az değişkenlik gösteren özellik ise toprak pH'sı (VK = 2,53) olmuştur. Toprak pH'sını toprağın tarla kapasitesindeki nem içeriği (VK = 7,30) ve kation değişim kapasitesi (VK = 7,77) izlemiştir. Toprak alt katmanında (30-60 cm) ise varyasyon katsayılarına göre değişkenlik gösteren özellikler toprağın alınabilir fosfor (VK = 64,97) ve ekstrakte edilebilir sodyum içeriği (VK = 64,05) olmuştur. En az değişkenlik ise toprak pH'sında (VK = 3,08) saptanmıştır.

Çalışma alanındaki toprağın her iki derinliğinde de, suda çözünebilir toplam tuz en yüksek çarpıklık ve basıklık değerlerini vermiştir. Bu durum suda çözünebilir toplam tuz değerlerinin, normal dağılımdan en çok sapma gösteren veri seti olduğunu göstermektedir. Çalışma alanında tahminlenmesi en zor toprak özelliği suda çözünebilir toplam tuz olmuştur. Başka bir ifade ile güvenilirliği en düşük tahmin değerleri, suda çözünebilir toplam tuz değerleridir.

Toprak özelliklerinin jeostatistiksel değerlendirmelerinde en çok Üssel semivariogram modeli kullanılmıştır. Üssel semivariogram modelinde semivaryans, sill (C+Co) değerine asimtotik olarak yaklaşır. Dolayısıyla tam olarak toplam varyansa ulaşamadığından bu modelde etki değeri sill değerinin % 95'ine karşılık gelen değer olarak kabul edilir. Bu durum üssel semivariogram model ile belirlenen etki aralıklarının da bir miktar hata payı anlamına gelmektedir.

Etki aralığı üst toprakta 2,5 ile 799,8 m, alt toprakta 3 ile 1232,7 m arasında değişmektedir. En geniş etki aralığı 0-30 cm'lik üst toprak derinliği için 799,8 m ile toprağın kireç içeriği için belirlenmiştir. 30-60 cm derinlik için en geniş etki aralığı 1232,7 m ile toprağın toplam boşluk miktarlarında saptanmıştır. En dar etki aralığı üst toprak katmanı için 2,50 m ile strüktür stabilite indeksinde ortaya çıkmıştır. Alt toprak katmanında ise en dar etki aralığı 3 m ile toprağın kireç içeriği ve özgül ağırlık değerlerinde bulunmuştur. Etki aralığının dar olması bir toprak özelliğinin kısa aralıklarla arazide değişkenlik göstermesi veya uzaysal bağımlılığının kısa mesafelerde kaybolması demektir. Dolayısıyla bu arazi üzerinde yapılacak tarımsal uygulamalarda etki aralığı dar olan toprak değişkenlerinin özellikle dikkate alınması gerekmektedir.

Bir değişkenin bir alan üzerindeki değişimini incelemede sadece bir kaç örneklemeyle elde edilen bilgi yetersiz olabilmektedir. % 10 hata payı ile çalışma alanını temsil edebilecek toprak örneği sayısı toprağın 0-30 cm'lik derinliği için 27, 30-60 cm'lik derinliği için ise 37 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü bölgede ve benzeri alanlarda ileride yapılacak çalışmalarda örnekleme aralığı olarak toprak özelliklerine ait etki değerleri kullanılabilir. Çalışma alanının üst toprak katmanı için toprak özelliklerinin ortalama etki değeri 168 m, alt toprak katmanının ise 169 m'dir. Bu durumda çalışma alanının her iki derinliği için 3 örnek yeterli görülmektedir. Çalışılmak istenilen toprak özellikleri ve hata düzeylerine göre ortalama etki aralıkları ve örnek sayıları yenilenebilir.

Çalışma alanında üzerinde durulması gereken en önemli konulardan biri, yüksek miktarlardaki sodyum birikimidir. Ayrıca üst

toprakta alınabilir fosfor, arazinin bazı bölümlerinde yetersizdir. Toprak idaresinde bu konularda göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışma, tarım alanlarındaki toprak değişkenliğinin önemini ve tarımsal uygulamaların bu değişkenliğe bağlı olarak yapılmasını ortaya koymaktadır. Çalışmada, toprak özelliklerine ait üretilen kriging haritaları, çalışma alanındaki tarımsal faaliyetler için veritabanı niteliğindedir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, bölgedeki benzer alanlardaki toprak değişkenliğinin ortaya konmasında örnek oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, B., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2004.** Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557, İzmir.
- Anonim, 1954.** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils U.S. Government Handbook No: 60, Printing Office, Washington.
- Anonim, 1971,** Gediz Ovası Toprakları. Topraksu Genel Müd. Yayınları No: 222. Ankara.
- Anonim, 1998.** Soil Quality Indicators: pH. USDA Natural Resources Conservation Service.
- Anonim, 2004.** Menemen Hidrolojik Rasat Verileri. Köy Hizmetleri Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 231. Menemen.
- 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 Of the Iğdır Plain (Turkey). *Journal of Arid Environments* (2003) 54: 495-503.
- Aşkın, T., 2002.** Toprak Aşınabilirliğinin Topoğrafik Pozisyonla İlişkili Olarak Jeostatistiksel Tekniklerle Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun.
- Bahtiyar, M., 1996.** Toprak Fiziği. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 260.

Kaynaklar Dizini (Devam)

- Baxter, S.J., Oliver, M.A., Gaunt, J., 2003.** A Geostatistical Analysis of the Spatial Variation of Soil Mineral Nitrogen and Potentially Available Nitrogen Within an Arable Field. *Precision Agriculture*, 4, 213-226.
- Bekele, A., Hudnall, W.H., 2006.** Spatial Variability of Soil Chemical Properties of a Prairie-Forest Transition in Louisiana. *Plant and Soil*, 280:7-21.
- Bingham, F.T., 1949.** Soil Test for Phosphate. *California Agriculture* 3(7): 11-14.
- Black, C.A. 1965.** Methods of Soil Analysis. Part I. Amer. Soc. of Aagro., inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Bouyoucos, G.J., 1962.** Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil, *Agronomy J.*, Vol. 54, No. 5.
- Bremner, J.M., 1965.** ‘Total Nitrojen’, in C.A. Black (Ed.) Methods of Soil Analysis, Part 2, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin-USA. pp. 1149-1178.
- Camberdella, C.A., Moormann, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E., 1994.** Field-Scale Variability Soil Properties in Central Iowa Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:1501-1511
- 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

Kaynaklar Dizini (Devam)

- Çengel, M., 2006.** Toprak Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 558, İzmir.
- Dinç,U., Kapur, S., Özbek,H., Şenol,S., 1987.** Toprak Genesisi ve Sınıflandırması. Çukurova Üniversitesi Yayınları Ders Kitabı: 7.1.3, Adana.
- Duffera, M., White, J.G., Weisz,R., 2007.** Spatial Variability of Southeastern U.S. Coastal Plainsoil Physical Properties: Implications For Site-Specific Management. *Geoderma* 137 (2207) 327-339.
- Erşahin, S., 1999.** Aluviyal Bir Tarlada Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özelliklerinin Uzaysal (Spatial) Değişkenliğinin Belirlenmesi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 13 (19): 34-41.
- 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.
- Fawzi, A. F.A., El-Fouly,M.M., 1980.** Soil and Leaf Analysis of Potassium in Different Areas in Egypt. Editor, A. Sourat and M.M. El-Fouly, Role of Potassium in Crop Producton, IPI, Bern, 73-80.
- Goderya, F.S., 1998.** Field Sacle Variations In Soil properties for Spatially Variable Control: A review, *Journal of Soil Contamination* 7 (2): 243-264.
- Goovaerts, P., and C.N. Chiang. 1993.** Temporal Persistence of Spatial Patterns For Mineralizable Nitrogen and Selected Soil Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:372–381

Kaynaklar Dizini (Devam)

- Günay, A., Okur, B., 1999.** Sera Toprağı. Ege Üniversitesi Bergama MYO Yayınları: 1 İzmir.
- Heuvelink, G.B.M., Webster, R., 2001.** Modelling Soil Variation: Past, Present and Future. *Geoderma*, 100: 269-301.
- Isaaks, E.H., Srivastava, R.M., 1989.** Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York, USA, ISBN: 0-19-505012-6.
- Jackson, M.L., 1967.** Soil Chemical Analysis, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B. 1995.** Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III-Toprak Analizleri., A.Ü. Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Yayın No: 3, Ankara.
- Kılıç, K., 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.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A., 1978.** Development of a DTPA Soil Test For Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Amer. J.*, 42 (3): 421-428.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Galld, J.R., Mercalf, J.C., 1956.** Leaf Analyses Technique in Coffee Research. New York, IBEC. Research Ins. Bulletin, No. 9.
- Loue, A., 1968.** Diagnostis Petiolaire De Prospection. Etudes Sur La Nutrition Fertilisation Potassiques De La Vigne. Societecommerciale des Potasses d'alsace services agronomiques, 31-41.

Kaynaklar Dizini (Devam)

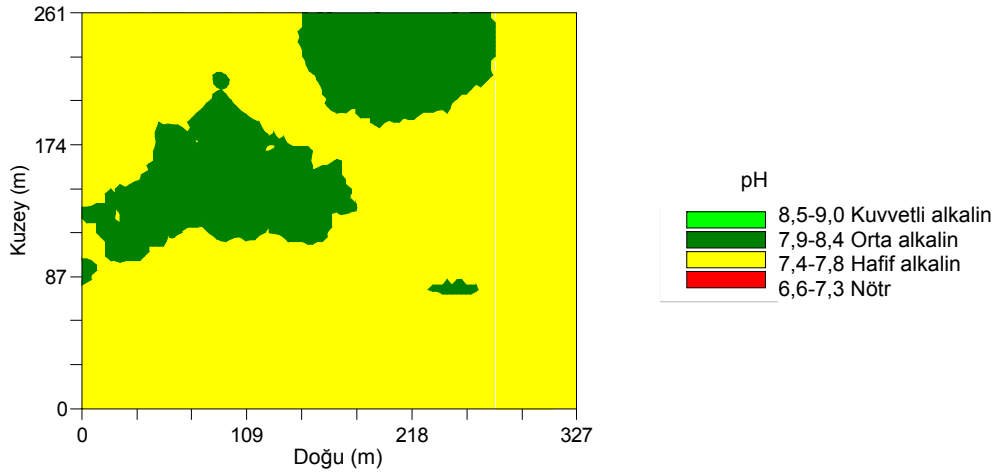
- Miao, Y., Mulla, D.J., Robert, P.C., 2006.** Spatial Variability of Soil Properties, Corn Quality and Yield in Two Illinois, USA Fields: Implications for Precision Corn Management. *Precision Agric* 7: 5-20.
- Miran, B., 2003.** Temel İstatistik. ISBN:975-93088-0-0 Bornova İzmir.
- Mulla, D.J., McBratney, A.B., 2001.** Soil Spatial Variability. Handbook of Soil Science. CRS Press.
- Özmutaf, N.M., 2004.** Biyoistatistiğe Giriş. Ege Üniversitesi Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Yayınları No:3 İzmir.
- Pierce, F.J., M.C. Fortin, and M.J. Staton. 1994.** Periodic Plowing Effects on Soil Properties in a No-Till Farming Ssystem. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:1782–1787.
- Pozdnyakova, L, Zhang, R., 1999.** Geostatistical Analyses of Soil Salinity in a Large Field. *Precision Agriculture*,1, 153-165.
- Saatçı, F.,Tuncay, H., Altınbaş, Ü., Akıncı, M.Ç., 1983.** Toprak ve Su Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir No: 18-11, İzmir.
- Schlichting, E., Blume, H.P., 1966.** Bodenkundliches Praktikum, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.
- Tercan, A.E., Saraç, C., 1998.** Maden Yataklarının Değerlendirilmesinde Jeostatistiksel Yöntemler. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları :48, Ankara.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985.** Application of Geostatistics to Spatial Studies of Soil Properties. *Advances in Agronomy*, vol. 38, 45-93.

Kaynaklar Dizini (Devam)

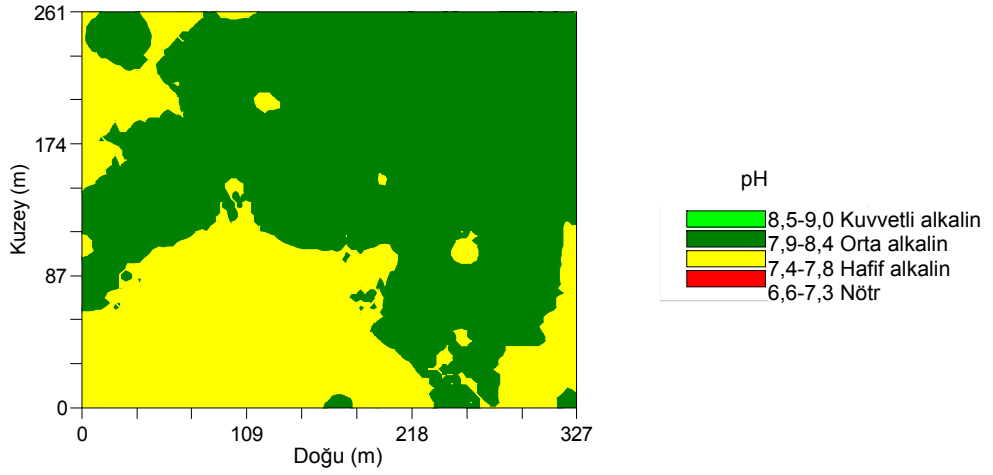
- U.S. Salinity Laboratory Staff., 1954.** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agri. Handbook No: 60, USDA.
- U.S. Soil Survey Staff, 1951,** Soil Survey Manuel. U.S. Dept. Agr. Handbook 18. U.S. Govt. Printing Office. Washington D.C. USA.
- Usta, S., 1995.** Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın no: 1387. Ankara.
- 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
- Webster, R., Oliver, M.A., 2004.** Geostatistics for Environmental Scientists. John Wiler & Sons, England.
- Yıldız, N, Bircan, H., 1994.** Uygulamalı İstatistik. Atatürk Üniversitesi yayınları no: 704 Erzurum.

EK-1

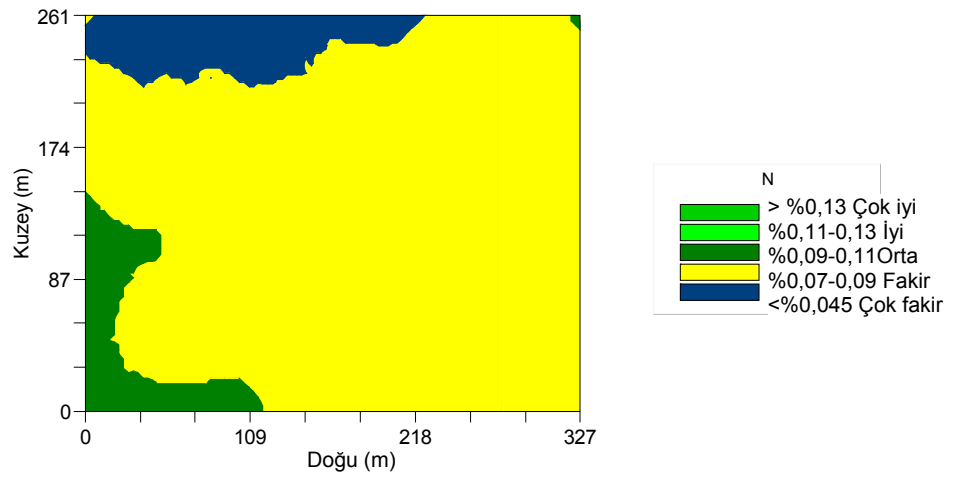
Bazı toprak özelliklerinin sınıflandırılmış kriging haritaları.



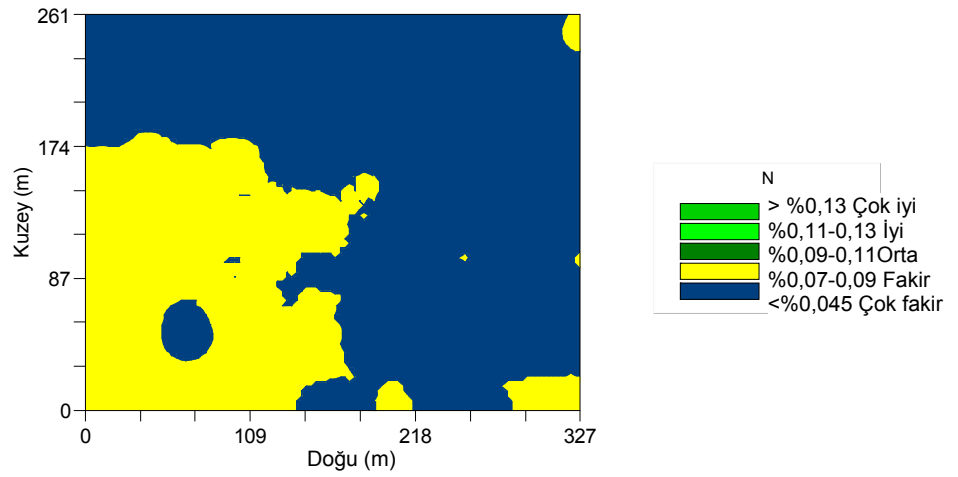
pH 0-30 cm



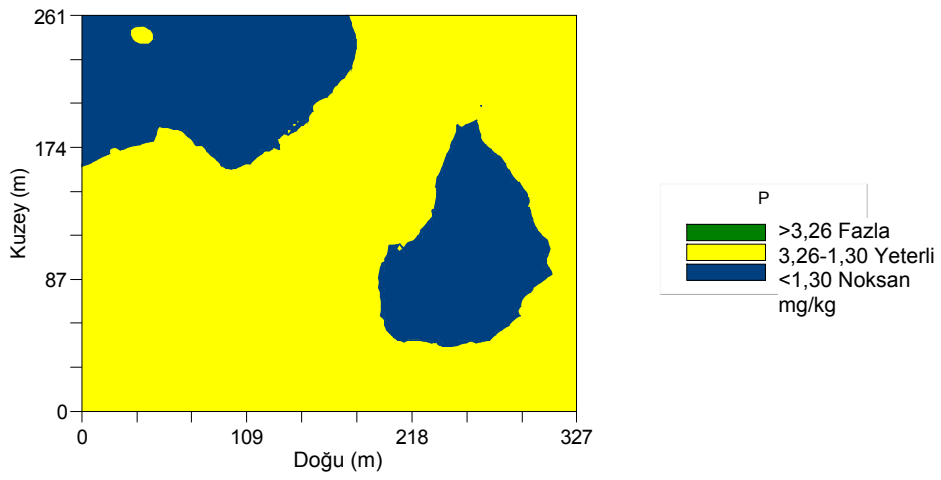
pH 30-60 cm



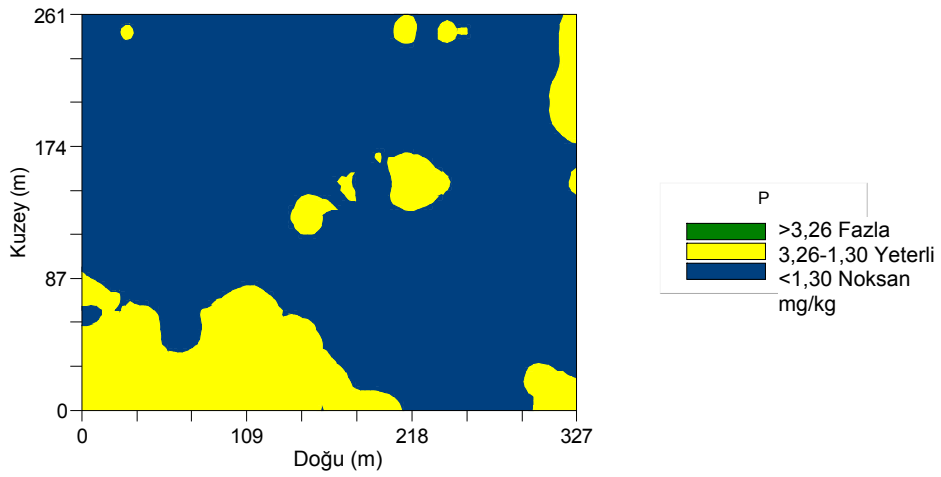
Toplam-N 0-30 cm



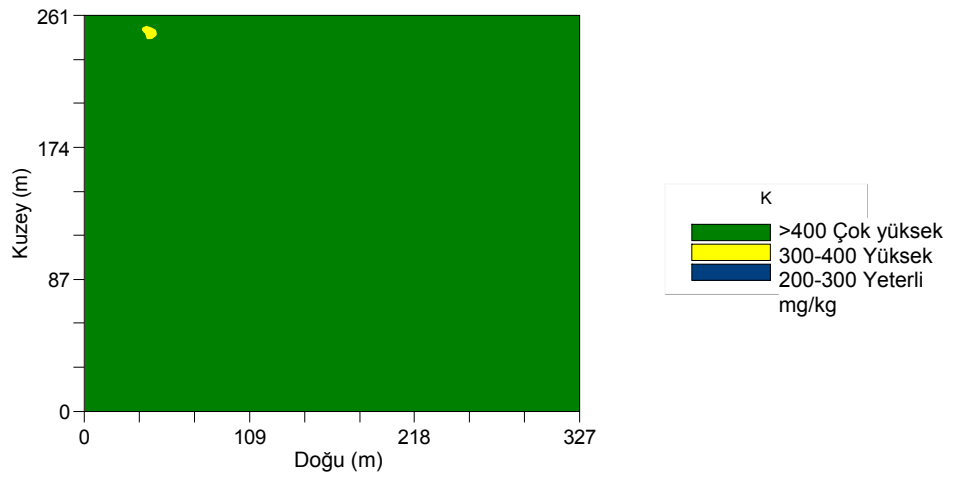
Toplam-N 30-60 cm



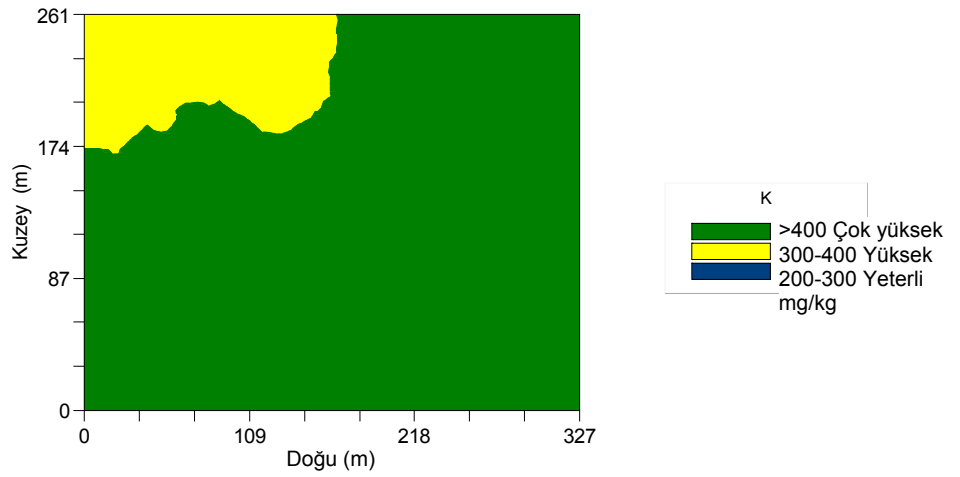
Alınabilir P 0-30 cm



Alınabilir P 30-60 cm



Alınabilir-K 0-30 cm



ÖZGEÇMİŞ

1973 tarihinde Almanya’da doğdu. Dört yıllık temel eğitimini Almanya’da tamamladı. Orta öğretime Denizli’de devam etti. Denizli Lisesinden 1991 yılında mezun oldu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde 1992’de lisans öğrenimine başladı, 1997’de mezun oldu. 1998 de E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitime başladı. 1999 yılında Toprak Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2001’de Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı’nda Doktora eğitime başladı. Nisan – Eylül 2006 tarihleri arasında askerlik görevini tamamladı. Halen Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Bildiği yabancı dil Almanca’dır. Evlidir.