



**TUZLU ALKAL TOPRAKLARIN OLUŞUMU, SINIFLANDIRILMASI VE
KLASİK TOPRAK ETÜD VE JEOSTATİSTİK YÖNTEMLERLE
HARİTALANMASI**

Mesut BUDAK
Doktora Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Doç. Dr. Hikmet GÜNAL
2012
Her hakkı saklıdır



TC.
GAZ OSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİM VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

TUZLU ALKALİ TOPRAKLARIN OLUŞUMU, SINIFLANDIRILMASI VE KLASİK
TOPRAK ETÜD VE JEOSTATİSTİK YÖNTEMLERLE HARİTALANMASI

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan

Mesut BUDAK

Danışman

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

TOKAT

2012

Her Hakkı Saklıdır

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL danışmanlığında, Mesut BUDAK tarafından hazırlanan bu çalışma 27/07/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN

Üye : Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

Üye : Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN

Üye : Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. İrfan OĞUZ

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Naim ÇAGMAN

Enstitü Müdürü

27.8.2012

ÖZET

Doktora Tezi

TUZLU ALKALİ TOPRAKLARIN OLUŞUMU, SINIFLANDIRILMASI VE KURAK TOPRAK ETÜDÜ VE HARİTALANMASI HARİTALANMASI

Mesut BUDAK

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Danışman: Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

Toprak tuzluluğu ve yüksek sodyum içeriği özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde arazi bozunması probleminin en önemli göstergeleridir. Tuzlu alkali toprakların sürdürülebilir kullanımlarının sağlanabilmesi ve en uygun ıslah faaliyetlerinin hayata geçirilebilmesi için doğru tehis edilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın amaçları; tuzlu alkali toprakların oluşumlarının irdelenmesi, toprak etüd ve haritalanmasının yapılması, serilerin ve haritalama birimlerinin homojenliklerinin test edilmesi ve toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerinin haritalanarak analiz edilmesidir. Çalışma alanı, kurak bir iklime sahip Niğde ili, Kızılca kasabasında 2700 ha'lık bir arazidir. Çalışma alanı 400x400 m'lik gridlere ayrılmış, gridlerin birleştiği noktalardan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden toplam 152 noktadan toprak örneği alınmıştır. Ayrıca toprak özelliklerinin 400 m'den daha kısa mesafelerdeki değişimini analiz etmek için 10 adet ara transekt üzerinde 5-20-50-125 ve 300 m mesafelerden 50 adet toprak örneği daha alınmıştır. Toprak örneklerinin tekstür (kum, kil ve silt), agregat stabilitesi, değişebilir katyonlar (Ca, Mg, Na ve K), değişebilir sodyum yüzdesi (ESP), sodyum absorpsiyon oranı (SAR) organik madde (OM), katyon değişim kapasitesi (KDK), yarayışlı fosfor, kireç, bor, pH ve elektriksel iletkenlikleri (EC) belirlenmiştir. Çalışma alanında, toprak işleme derinliği altındaki genetik horizonları bakımından farklı olan Kızılca (253,56 ha), Leben (243,75 ha), Tektome (122,56 ha), Karadeli (1443,96 ha), Acir (104,19 ha), Çobul (168,22 ha) ve Kızılkuyu (394,51 ha) olmak üzere 7 toprak seri tanımlanmıştır. Yüzey topraklarında pH 7,51-9,31 arasında EC 0,61-27,40 dS m⁻¹, SAR, 0,23-98,23, ESP %0,49-%54,82, Bor 1,81-97,84 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. Elde edilen veriler hem

klasik istatistik hem de jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak de erlendirilmi tir. Toprak özellikleri bakımından benzer serileri gruplamak için DUNCAN testi yapılmı tir. Yapılan gruplandırmada Kızılca, Leben ve Tektome serileri birçok toprak özelli i bakımından birbirleriyle benzer özellik göstermi tir. Ancak Tektome serisi dere bankı üzerinde olu ması sebebiyle yüksek kum içeri inden (%48,78) dolayı bu serilerden ayrı mı tir. Karadeli, Kızılkuyu ve Acir serileri de incelenen toprak özellikleri bakımından benzer özellik göstermi tir. Bu seriler arasında da Kızılkuyu serisi yüksek kil içeri i (%70) ve yüksek derinlik (+120 cm) bakımından Acir serisi ise yüksek bor içeri i (ortalama 71,58 ppm) bakımından Karadeli serisinden ayrı mı tir. Çobul serisi tuzluluk (pH ortalama 8,21 ve EC ortalama 2,31 dS/m) bakımından az tuzlu olarak sınıflandırılmı ve di er 6 seriden farklı olarak sınıflandırılmı tir. Semivariogram modellerine göre 0-30 cm derinlikte toprak özelliklerine ait en yüksek range de eri de i ebilir K (7828,8m) için ve en dü ük range de eri SAR (216m) için elde edilmi tir. Çalı ma alanının tamamında seriler arasında ve seri içinde toprak özelliklerinin de i kenliklerini ifade etmek için varyasyon katsayısı (%VK) kullanılmı tir. Yüzey topraklarında (0-30 cm) en yüksek VK SAR (% 105,19) için ve en dü ük VK pH (%3,58) için elde edilmi tir. Çalı ma sonuçları, toprak taksonomisinde, en küçük ve en homojen olarak bilinen toprak serileri içerisinde arazilerin homojen kullanımlarını etkileyecek düzeyde de i kenli in oldu unu göstermi tir. Özellikle yüzey topraklarının EC, SAR ve ESP de eri, 30-60 cm derinlikte SAR ve kum içeri i ve derin topraklarda SAR ile bor içeri i yüksek düzeyde de i kenlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Toprak etüdü, toprak serileri, haritalama birimleri, tuzluluk, alkalilik, jeoistatik, uzaysal de i kenlik

ABSTRACT

PhD Thesis

SOIL GENESIS AND CLASSIFICATION OF SALINE ALKALINE SOILS AND MAPPING WITH CONVENTIONAL SOIL SURVEY AND GEOSTATISTICAL METHODS

Mesut BUDAK

Gaziosmanpasa University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

Soil salinity and high sodium content are important indicators of land degradation particularly in arid and semi arid regions. Accurate identification of saline and alkaline soils is crucial to adopt appropriate remediation techniques and maintain sustainable utilization. The purposes of this study were to (i) investigate the formation of saline alkaline soils, (ii) do the soil survey and mapping, (iii) evaluate the homogeneity of soil series and mapping units and (iv) analyze and map the spatial variability of soil properties. The study area is located in Kızılca Town of Nigde province which has an arid climate and total area investigated is 2.700 ha. The study area was divided into 400m*400m square grids, and soil samples from 152 points of 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm depths were collected. Fifty more soil samples at ten transects with 5, 20, 50, 125 and 300 m sampling intervals were also sampled to analyze the variability in soil properties occur at shorter than 400 m distance. Soil texture (sand, clay and silt), aggregate stability, exchangeable cations (Ca, Mg, Na and K), exchangeable sodium percentage (ESP), sodium adsorption ration (SAR), organic matter (OM), cation exchange capacity (CEC), plant available phosphorus, calcium carbonate, plant available boron, pH and electrical conductivity (EC) of soil properties were analyzed. Seven soil series named Kızılca (253,56 ha), Leben (243,75 ha), Tektome (122,56 ha), Karadeli (1443, 96 ha), Acir (104,19 ha), Çobul (168,22 ha) and Kızılkuyu (394,51 ha) were identified. Soil series were believed to be different from each other in terms of genetic horizons found below soil tillage zone. Soil pH was ranged from 7,51-9.31, EC was between 0,61 and 27,40 dS m⁻¹, SAR was from 0,23 to 98,23 and ESP was from

0,49 to 54,82%, boron content was from 1,81 to 97,84 mg kg⁻¹. The data obtained were subjected to both classical and geostatistical analyses. Similar soil series with regard to soil properties were grouped by DUNCAN test. Kizilca, Leben and Tektome series were clustered within the same group in terms of many soil properties evaluated. However, Tektome series was differed from the tow with the high sand content due to the forming on old stream bank. Karadeli, Kızılkuyu and Acir series were clustered within the same group in terms of many soil properties evaluated. Kizilkuyu series with higher clay content (70%) and deeper soil profile (+120 cm), Acir series with higher boron content (average 71,58 mg kg⁻¹) differed from Karadeli series. Cobul series is the least saline (average pH 8,21 and EC 2,31 dS/m) soils of the study area. The semivariogram models for 0-30 cm depth indicated that soil properties with the highest range value is exchangeable K (7828,8 m) and the lowest range is SAR value (216 m). Coefficient of variation (CV%) was used to describe the variation of soil properties among and within soil series. The highest CV at surface was obtained for SAR (105.19%) and the lowest was for pH (3.58%). The results indicated that soil series which is the lowest level and the most homogenous unit of soil taxonomy has high variations that might considerably affect the agricultural use of the land. The EC, SAR and ESP of surface soils, SAR and sand contents of soils at 30-60 cm depth and SAR and boron contents of deep soils are highly variable soil properties of the study area.

Keywords: Soil Survey, Soil Series, Mapping Units, salinity, alkalinity, geostatistics, spatial variability

TE EKKÜR

Tez çalıması boyunca hiçbir desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Hikmet GÜNAL'a, arazi çalımları esnasında yardımlarını esirgemeyen Cıngıllı Organik Tarım işletmeleri Anonim Şirketine ve gerek arazi çalımlarında gerek toprak haritaları konusunda yardımcı olan sevgili dostum Arş. Gör. Nurullah ACIK ve haritalama konusunda yardımcı olan Uzm. Hakan YILDIZ'a tekkürü bir borç bilirim. Ayrıca çalıma alanında bulunan halofit bitkilerin tanımlanmasında yardımcı olan Prof. Dr. Hüseyin ÖNEN'e, Tez yazımında katkıları olan Prof. Dr. Recep GÜNDÜZAN, Doç. Dr. Hakan Meten DOĞAN, Yard. Doç. Dr. İrfan ÖZÜZ ve özellikle Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ'e tekkür ederim. Ayrıca yaşadığım zorlukları maddi, manevi desteklerini esirgemeyen değerli ailem Gülten ve bu sıkıntılar esnasında maddi kaynakları olan kızım Betül'e tekkür ederim.

Mesut BUDAK

Ç İNDEK İLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TE EK KÜR.....	v
EK LLER D Z N	ix
Ç ZELGELER D Z N	xiii
1. G R	1
2. L TERATÜR ÖZETLER	4
2.1 Tuzlu ve Alkali Toprakların Dünyadaki Genel Durumu ve Tuzlu Alkali Toprak Kavramlarının Tarihsel Geli imi.....	4
2.2. Tuzlu ve Alkali Toprakların Olu umu.....	6
2.3. Jeoistatistiksel Yöntemler ve Tuzlu Alkali Toprakların Haritalanması..	11
3. MATERYAL ve METOD.....	21
3.1 Materyal.....	21
3.1.1. Çalı ma Alanının klimi.....	22
3.1.2. Çalı ma Alanının Jeolojisi.....	22
3.1.3 Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı.....	25
3.2. Metod.....	26
3.2.1. Toprak Etüd Haritalama lemi ve Metodolojisi.....	26
3.2.2. Toprak Özelliklerinin Mesafeye Ba lı De i iminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	29
3.2.3. Toprak Analizleri.....	32
3.2.4. Toprak Sınıflaması.....	34
3.2.5. statistiksel Analizler.....	34
4. BULGULAR VE TARTI MA.....	35
4.1. Tanımlayıcı statistikler.....	35
4.1.1. Korelasyon Analizi.....	45
4.2. Toprak Olu umu ve Sınıflandırılması.....	51
4.2.1 Toprak Serilerinin Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	58
4.2.1.1. Kızılca (Kz) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	59
4.2.1.1.1. Kızılca Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	67
4.2.1.2. Leben (Lb) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	71
4.2.1.2.1. Leben Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	77
4.2.1.3. Karadeli (Kr) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	81
4.2.1.3.1. Karadeli Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	87
4.2.1.4. Acir (Ac) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	91
4.2.1.4.1. Acir Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	96
4.2.1.5. Kızılkuyu (Ky) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	100
4.2.1.5.1. Kızılkuyu Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	104

4.2.1.6.	Çobul (Çb) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	108
4.2.1.6.1.	Çobul Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	114
4.2.1.7.	Tektome (Tk) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	117
4.2.1.7.1.	Tektome Serisi Topraklarının Tanımlayıcı statistikleri.....	122
4.2.2.	Toprak Sınıflaması.....	126
4.3.	Haritalama Birimleri/Üniteleri Arasında Değişkenlik.....	128
4.3.1.	Seriler Arası Değişkenlik	128
4.3.2	Seri içi Homojenliğin Değerlendirilmesi.....	141
4.3.2.1.	Kızılca Serisi.....	141
4.3.2.2.	Leben Serisi.....	143
4.3.2.3.	Karadeli Serisi.....	144
4.3.2.4.	Acir Serisi.....	146
4.3.2.5.	Çobul Serisi.....	147
4.3.2.6.	Kızılkuyu Serisi.....	148
4.3.2.7.	Tektome Serisi.....	150
4.4.	Toprak Özelliklerinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	151
4.4.1.	Toprak Tekstür Bileşenlerinin Mesafeye Bağılı Değişimlerinin Modellenmesi ve Haritalanması.....	151
4.4.1.1.	Kil içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	152
4.4.1.2.	Kum içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	156
4.4.1.3.	Silt içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	160
4.4.2.	Agregat Stabilitesinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	163
4.4.3.	Toprak pH'sının Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	166
4.4.4.	Elektriksel İletkenliğin (EC) Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	170
4.4.5.	Bor içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	174
4.4.6.	Organik Maddenin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	178
4.4.7.	Kireç içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	182
4.4.8.	Fosfor içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	186
4.4.9.	Değişebilir Katyonların Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	190
4.4.9.1.	Değişebilir Ca içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	190
4.4.9.2.	Değişebilir K içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	194
4.4.9.3.	Değişebilir Mg içeriğinin Mesafeye Bağılı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması.....	198

	Haritalanması.....	
4.4.9.4.	De i ebilir Na çeri inin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması.....	201
4.4.10.	Katyon De i im Kapasitesinin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması.....	205
4.4.11.	Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve De i ebilir Sodyum Yüzdesinin (ESP) Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması.....	208
5.	SONUÇLAR ve ÖNER LER.....	214
6.	KAYNAKLAR.....	221
	ÖZGEÇM	236

EKLER DİZİNİ

ekil		Sayfa
ekil 2.1.	iki farklı toprak örneğine ait doygun hidrolik iletkenliği üzerine depremler sodyumun (ESP) etkisi.....	9
ekil 2.2.	Kurak bölge topraklarında yüzey () ve yüzey altı () topraklarında pH'nın Bor adsorpsiyonuna etkisi.....	11
ekil 2.3.	Tipik bir semivariogramın ilik kin parametreleri.....	16
ekil 2.4.	Yaygın olarak kullanılan semi-variogram modelleri.....	17
ekil 3.1.	Çalılık alanının konumunu gösteren harita.....	21
ekil 3.2.	Çalılık alanının jeolojik haritası.....	23
ekil 3.3.	Çalılık alanına ait topoğrafik haritalar kullanılarak oluşturulmuş sayısal yükselti haritası (DEM).....	25
ekil 3.4.	Çalılık alanına uydu görüntüsü yardımı ile oluşturulan eşitimsiz uydu görüntüsü ve örnekleme noktaları.....	27
ekil 3.5.	Çalılık alanında yapılan örnekleme sistemi ve profil noktaları.....	29
ekil 4.1.	Sodik topraklarda toprakta fiziksel yapısının bozulduğu alanlar.....	36
ekil 4.2.	Sodik topraklarda su tutulan alanlar.....	37
ekil 4.3.	Şiddetli rüzgâr erozyonu sonucu arazi yüzeyinin durumu.....	40
ekil 4.4.	Kurak dönemde oluşan geniş çatlaklar.....	41
ekil 4.5.	Çalılık alan topraklarında yüzeyde tuz birikimi.....	52
ekil 4.6.	Çalılık alanında 1971-2008 yılına ait aylık ortalama buharlaşma ve yağış miktarları.....	52
ekil 4.7.	Çalılık alan topraklarında (yüzeyden 5-10 cm derinlikte) görülen tuz birikimi.....	53
ekil 4.8.	Çalılık alanı yüzey topraklarının (0-30 cm) tuzluluk dağılımı.....	53
ekil 4.9.	Depresyon alanlarında oluşan solonçuklar.....	54
ekil 4.10.	Yüzeyde tamamen halofit bitkilerin bulunduğu beyaz tuz kabuklarının olduğu solonçuklar.....	54
ekil 4.11.	Tuzlu alkali koyu renkli topraklar.....	55
ekil 4.12.	Acir serisinde kısmen oluşan kolumnar yapı.....	57
ekil 4.13.	Karadeli serisi topraklarında 60 cm derinlikte petrokalsik horizonun oluşumu.....	58
ekil 4.14.	Kızılkuşu serisi topraklarında 120 cm derinlikte tabakalı yapıya sahip petrokalsik horizonun oluşumu.....	58
ekil 4.15.	Kızılca serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü.....	59
ekil 4.16.	Kızılca serisi topraklarında baskın olarak bulunan halofit bitkiler.....	59
ekil 4.17.	Kızılca Serisi Toprak Profili.....	60
ekil 4.18.	Ped yüzeylerinde tuz kristallerinin birikimi.....	60
ekil 4.19.	Çalılık alanında toprak derinliğinin dağılımı.....	62
ekil 4.20.	Toprak yüzeyinde oluşan kabuklar.....	63
ekil 4.21.	Leben Serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü.....	72
ekil 4.22.	Leben Serisi topraklarında yetişen halofit bitkiler.....	72
ekil 4.23.	Leben serisi toprak profili.....	73
ekil 4.24.	Tabakalı yapıya sahip petrokalsik horizon.....	73

ekil 4.25.	Leben serisi topraklarında yüzeyde kabuk oluşumu.....	75
ekil 4.26.	Karadeli serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü.....	81
ekil 4.27.	Karadeli serisi topraklarında baskın olarak görülen halofit bitkiler...	81
ekil 4.28.	Karadeli serisi Toprak Profili.....	82
ekil 4.29.	Karadeli serisi profilinde A ve B horizonlarında görülen prizmatik ve blok strüktür gelişimi.....	84
ekil 4.30.	Karadeli serisi topraklarında yüzeyde kabuk oluşumu.....	85
ekil 4.31.	Karadeli serisi topraklarında yüzeyde görülen çatlaklar.....	85
ekil 4.32.	Acir serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü.....	91
ekil 4.33.	Acir serisi topraklarının yer aldığı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler.....	91
ekil 4.34.	Acir serisi toprak profili.....	93
ekil 4.35.	Acir serisi topraklarında koyu renkli yüzey toprakları.....	94
ekil 4.36.	Acir serisi profilinde B horizonunda görülen Prizmatik, Blok ve Kolumnar strüktür.....	94
ekil 4.37.	Kızılkuyu serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü...	100
ekil 4.38.	Kızılkuyu serisi topraklarının yer aldığı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler.....	100
ekil 4.39.	Kızılkuyu serisi toprak profili.....	101
ekil 4.40.	Kızılkuyu serisi toprak yüzeyinde görülen çatlaklar.....	102
ekil 4.41.	Çobul serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü.....	108
ekil 4.42.	Çobul serisi topraklarının yer aldığı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler.....	108
ekil 4.43.	Çobul serisi toprak profili.....	109
ekil 4.44.	Toprak profilinde petrokalsik horizonun kırılması sonucunda alt katmanda suyun birikmesi.....	110
ekil 4.45.	Gevrek yapıdaki toprak yüzeyi.....	111
ekil 4.46.	Çobul serisinde A horizonunda görülen tabakalı strüktür.....	111
ekil 4.47.	Yağdan sonra toprak yüzeyinde kabuk oluşumu.....	112
ekil 4.48.	Tektome Serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü....	118
ekil 4.49.	Tektome Serisi topraklarının yer aldığı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler.....	118
ekil 4.50.	Tektome Serisi Toprak Profili.....	119
ekil 4.51.	Çalınma alanında tanımlanan serilerin konumlarını belirten harita.....	127
ekil 4.52.	Acir serisinde arazi yüzeyinde görülen çukur alanlar.....	131
ekil 4.53.	Kil (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90 cm) içeriklerine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri.....	154
ekil 4.54.	Çalınma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların kil içeriğinin dağılımları.....	155
ekil 4.55.	Kum (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeriğine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri.....	158
ekil 4.56.	Çalınma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların kum içeriğinin dağılımları.....	159
ekil 4.57.	Silt (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeriğine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri.....	161
ekil 4.58.	Çalınma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Silt içeriğinin dağılımları.....	162
ekil 4.59.	Toprak agregat stabilitesine ait semivariogram modeli ve çapraz	164

	do rulama grafi i.....	
ekil 4.60.	Lokal çukurluklarda tuz, bor ve sodyumun etkisi ile yamalı vejetasyon.....	165
ekil 4.61.	Çalı ma alanı yüzey topraklarına ait agregat stabilitesinin da ılımları	165
ekil 4.62.	Toprak pH (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm)'sına ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	168
ekil 4.63.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların pH de erlerinin da ılımları.....	169
ekil 4.64.	Elektriksel letkenli(a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	172
ekil 4.65.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Elektriksel letkenliklerinin da ılımları.....	173
ekil 4.66.	Bor (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	175
ekil 4.67.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Bor içeriklerinin da ılımları.....	177
ekil 4.68.	Organik madde (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	180
ekil 4.69.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Organik madde içeriklerinin da ılımları.....	181
ekil 4.70.	Kireç (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	184
ekil 4.71.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Kireç içeriklerinin da ılımları.....	185
ekil 4.72.	Alınabilir fosfor (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	187
ekil 4.73.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Fosfor içeriklerinin da ılımları.....	189
ekil 4.74.	De i ebilir Ca (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	192
ekil 4.75.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir Ca içeriklerinin da ılımları.....	193
ekil 4.76.	De i ebilir K (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	196
ekil 4.77.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir K içeriklerinin da ılımları.....	197
ekil 4.78.	De i ebilir Mg (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	199
ekil 4.79.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir Mg içeriklerinin da ılımları.....	200
ekil 4.80.	De i ebilir Na (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	203
ekil 4.81.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir Na içeriklerinin da ılımları.....	204
ekil 4.82.	Katyon De i im Kapasitesi (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	206
ekil 4.83.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların KDK içeriklerinin da ılımları.....	207
ekil 4.84.	SAR (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram	210

ekil 4.85.	modelleri ve çapraz do rulama grafikleri..... ESP (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri.....	211
ekil 4.86.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların SAR içeriklerinin da ılımları.....	212
ekil 4.87.	Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların ESP de erlerinin da ılımları.....	213

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.	Tuzlu-alkali toprakların sınıflandırılması.....	5
Çizelge 2.2.	Kasyon ve anyonların bileşiminden oluşan iyonik tuz kristalleri..	9
Çizelge 3.1.	Toprakların kireç bakımından sınıflandırılması.....	33
Çizelge 4.1.	Çalınma alanı yüzey topraklarına (0-30 cm) ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	36
Çizelge 4.2.	Çalınma alanı yüzey altı topraklarına (30-60 cm) ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	43
Çizelge 4.3.	Çalınma alanı yüzey altı topraklarına (60-90 cm) ait tanımlayıcı istatistik verileri.....	44
Çizelge 4.4.	Yüzey toprak (0-30 cm) özellikleri arasında korelasyon analizi..	47
Çizelge 4.5.	Yüzey altı (30-60 cm) topraklarına ait verilerde yapılan korelasyon analizi.....	49
Çizelge 4.6.	Yüzey altı (60-90 cm) topraklarına ait verilerde yapılan korelasyon analizi.....	50
Çizelge 4.7.	Kızılca serisi profil tanımlaması.....	61
Çizelge 4.8.	Kızılca serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.9.	Kızılca serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir kasyon içerikleri.....	67
Çizelge 4.10.	Kızılca serisine ait tanımlayıcı istatistikler (0-30 cm).....	69
Çizelge 4.11.	Kızılca serisine ait tanımlayıcı istatistikler (30-60 cm).....	70
Çizelge 4.12.	Kızılca serisine ait tanımlayıcı istatistikler (60-90 cm).....	71
Çizelge 4.13.	Leben serisi profil tanımlaması.....	74
Çizelge 4.14.	Leben serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	76
Çizelge 4.15.	Leben serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir kasyon içerikleri.....	77
Çizelge 4.16.	Leben serisine ait tanımlayıcı istatistikler (0-30 cm).....	78
Çizelge 4.17.	Leben serisine ait tanımlayıcı istatistikler (30-60 cm).....	80
Çizelge 4.18.	Leben serisine ait tanımlayıcı istatistikler (60-90 cm).....	80
Çizelge 4.19.	Karadeli serisi Örnek Toprak profil tanımlaması.....	83
Çizelge 4.20.	Karadeli serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.21.	Karadeli serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir kasyon içerikleri.....	87
Çizelge 4.22.	Karadeli serisine ait tanımlayıcı istatistikler (0-30 cm).....	88
Çizelge 4.23.	Karadeli serisine ait tanımlayıcı istatistikler (30-60 cm).....	89
Çizelge 4.24.	Karadeli serisine ait tanımlayıcı istatistikler (60-90 cm).....	90
Çizelge 4.25.	Acir serisi Örnek Toprak profil tanımlaması.....	92
Çizelge 4.26.	Acir serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	95
Çizelge 4.27.	Acir serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir kasyon içerikleri.....	96
Çizelge 4.28.	Acir serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm).....	97

Çizelge 4.29.	Acir serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm).....	98
Çizelge 4.30.	Acir serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm).....	99
Çizelge 4.31.	Kızılkuyu serisi toprak profil tanımlaması.....	102
Çizelge 4.32.	Kızılkuyu serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	103
Çizelge 4.33.	Kızılkuyu serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri.....	104
Çizelge 4.34.	Kızılkuyu serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm).....	105
Çizelge 4.35.	Kızılkuyu serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm).....	107
Çizelge 4.36.	Kızılkuyu serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm).....	107
Çizelge 4.37.	Çobul serisi toprak profil tanımlaması.....	109
Çizelge 4.38.	Çobul serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	113
Çizelge 4.39.	Çobul serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri.....	114
Çizelge 4.40.	Çobul serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm).....	115
Çizelge 4.41.	Çobul serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm).....	116
Çizelge 4.42.	Çobul serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm).....	117
Çizelge 4.43.	Tektome Serisi toprak profil tanımlaması.....	119
Çizelge 4.44.	Tektome Serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	121
Çizelge 4.45.	Tektome Serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri.....	122
Çizelge 4.46.	Tektome Serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm).....	123
Çizelge 4.47.	Tektome Serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm).....	124
Çizelge 4.48.	Tektome Serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm).....	125
Çizelge 4.49.	Toprak Taksnomisine göre çalı ma alanı topraklarının sınıflaması.....	126
Çizelge 4.50.	Seriler arası toprak özelliklerine ait en yüksek ve en dü ük % varyasyon katsayıları.....	132
Çizelge 4.51.	Çalı ma alanında yer alan toprak serilerine ait özelliklerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA).....	134
Çizelge 4.52.	Serilere ait toprak özelliklerinin DUNCAN testi# (0-30 cm).....	138
Çizelge 4.53.	Serilere ait toprak özelliklerinin DUNCAN testi# (30-60 cm)....	138
Çizelge 4.54.	Serilere ait toprak özelliklerinin DUNCAN testi# (60-90 cm)....	138
Çizelge 4.55.	Kızılcıca serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)...	142
Çizelge 4.56.	Leben serisi toprak özelliklerinin varyasyon katsayıları (%).....	144
Çizelge 4.57.	Leben serisinde yer alan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)....	144
Çizelge 4.58.	Karadeli serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)	145
Çizelge 4.59.	Karadeli serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)....	145
Çizelge 4.60.	Acir serisi toprak özelliklerine varyasyon katsayıları (%).....	146
Çizelge 4.61.	Acir serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)....	147
Çizelge 4.62.	Çobul serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)...	147
Çizelge 4.63.	Çobul serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak	148

	özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)....	
Çizelge 4.64.	Kızılkuyu serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları ...	149
Çizelge 4.65.	Kızılkuyu serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)....	149
Çizelge 4.66.	Tektome serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)	150
Çizelge 4.67.	Tektome serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)....	151
Çizelge 4.68.	Kil içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	152
Çizelge 4.69.	Kum içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	157
Çizelge 4.70.	Silt içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	160
Çizelge 4.71.	Silt içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	163
Çizelge 4.72.	pH içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	167
Çizelge 4.73.	EC içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	171
Çizelge 4.74.	Bor içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	174
Çizelge 4.75.	Organik Madde (OM) içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	179
Çizelge 4.76.	Kireç içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	183
Çizelge 4.77.	Fosfor içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	186
Çizelge 4.78.	De i ebilir Ca içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	191
Çizelge 4.79.	De i ebilir K içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	195
Çizelge 4.80.	De i ebilir Mg içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	198
Çizelge 4.81.	De i ebilir Na içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	202
Çizelge 4.82.	Kasyon De i im Kapasitesi (KDK) içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	205
Çizelge 4.83.	Sodyum adsorpsiyon Oranı (SAR) ve De i ebilir Sodyum Yüzdesi (ESP) içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme.....	209

1.G R

Ülkemiz toprakları yüzyıllardan beri devam eden yoğun tarım ve bilinçsiz kullanım nedeniyle üretkenliğini kaybetme riski ile karşı karşıyadır. Organik madde yetersizliği, tuzluluk-alkalilik, yanlış toprak işleme, vb. gibi problemlerin yanı sıra topraklarımız özellikle arazilerin yeteneklerine göre kullanılmamaları nedeniyle artan erozyondan toprak kirlenmesine, tarımdışı kullanımlardan çöllerimize kadar birçok problemle karşı karşıyadır. Önümüzde ortaya çıkabilecek çok daha ciddi problemlere meydan vermemek için toprak ve su kaynaklarımızın sürdürülebilir kullanımına olanak sağlayacak “en iyi” amenajman uygulamalarının mutlaka belirlenmesi ve benimsenmesi” gerekmektedir (Günel ve ark. 2008). Tarım arazilerinde görülen tuzluluk ve alkalilik Dünya topraklarının en önemli sorunlarından birisidir. Dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması, sorunun boyutunu daha iyi göz önüne sermektedir (Kwiatowski, 1998). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başta gelen nedenlerinden olması yanı sıra, arazide drenajın yetersiz olması ve tarımsal üretimde aşırı kalitesiz suların kullanılması tuzluluğa neden olan faktörler arasında görülmektedir. Toprak kalitesi ve arazi değerlendirilmesi konularında yapılan çalışmalara göre ülkemizde gün geçtikçe tarıma elverişli arazi miktarının azalmakta olduğunu göstermektedir. Özellikle de toprak tuzluluğu görülen yerlerde toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bozulmasından ileri gelen bir arazi bozunması söz konusudur. Toprakta tuzluluğa neden olan çözülebilir tuzların yüksek olması üründe azalmaya ve nihayetinde arazilerin bozulmasına neden olmaktadır. Çözülebilir tuzlar toprakların üretkenliğini iki şekilde etkilerler. Bunlardan birincisi toprak çözeltisinin ozmotik potansiyelini düşürmesi, ikincisi ise düşürülebilir sodyum içeriğinin artırmasıdır. Bu durum çoğu topraklarda istenmeyen fiziksel özelliklerin oluşmasına yol açar (Richards ve ark., 1954).

Tarımsal üretim sonucu oluşan veya doğal olarak oluşan tuzlu topraklar homojen bir dağılım göstermezler. Aynı arazi üzerinde bazı lokasyonları tuzlu karakterde olduğu gibi bazı lokasyonların da tuzsuz karakterde olduğu görülebilir. Bu güne kadar tuzlu alkali toprakların sınıflandırılması için yapılan çalışmalarda geleneksel yöntemler kullanılmış ve arazi sınıflamasında kullanılan haritalama birimleri/üniteleri homojen

olarak kabul edilmiştir. Ancak yapılan birçok araştırmaya göre tuzlu alkali topraklarda de ikenli in çok kısa mesafelerde bile görüldü ü ve arazinin tuzluluk ve sodiklik bakımından heterojen bir yapıda olduğu belirtilmiştir. Bu tez çalışmasını geleneksel toprak etüd ve haritalama çalışmalarıyla farklı kılan en önemli hususlardan birisi, elde edilen verilerin arazi kullanımında önemli olan toprak özelliklerinin arazi üzerindeki de iimlerinin sistemik olarak (mesafeye ba lı olarak modellenmesine) belirlenebilmesine olanak sağlamasının yanı sıra, çalışmaları alanında ortaya çıkacak olası problemlerin toprak özellikleri ve amenajman ile daha etkin ve daha doğru bir biçimde belirlenmesine olanak vermesi, ayrıca verilerin bu amaç için oluşturulmuş amenajman amaçlı bilgisayar modellerinde girdi olarak kullanılabilmesidir.

Toprak tuzluluğunun belirlenmesi uzaysal ve zamansal de ikenli in doğasından dolayı oldukça zordur. Toprak tuzluluğu ölçümlerinin çok yoğun bir şekilde yapılması ise oldukça masraflı ve zaman alıcıdır. Ancak son dönemlerde elektriksel iletkenliğin yerinde ölçümü için geliştirilen tekniklerden dolayı toprak tuzluluğunu belirlemek kolaylaşmıştır (Rhoades ve ark., 1999). Krigleme ve co-krigleme gibi jeostatistiksel metotlar toprak haritalarının oluşturulmasında kullanılan önemli tahmin yöntemleridir. Krigleme toprak biliminde çeşitli uzaysal de ikenlerin mesafeye ba lı de iimlerini sayısallaştırmak için birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Örneğin; Özgöz ve ark., (2007), farklı toprak iletme yöntemlerinin toprağın fiziksel özelliklerine etkilerini, Özgöz ve ark., (2009), alüvyial bir alanda temel toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin mesafeye ba lı dağılımını ve Günal ve ark., (2007) ise renk parametrelerini kullanarak ana materyallerin ayrılmasında jeostatistiksel yöntemleri kullanmışlardır. Daha önce yapılan çalışmalar, geniş bir alanda yapılacak hassas tarım uygulamaları için toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de iimlerinin tanımlanmasında kullanılan jeostatistiksel metotların, çok güçlü bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmaları alanı toprakları kurak ve yarı-kurak iklime sahip Ni de ilinin Kızılca kasabasının güneyinde bulunmaktadır. Bu bölgede evapotranspirasyonun yıllık ortalama yağına oranı yaklaşık 4 olup, arazilerin çok büyük bir kısmında tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Tuzlu ve alkali toprakların oluşumunda arazide doğal drenajın yetersiz olduğu ana nedenlerden birisidir. Çalışmaları alanında bugüne kadar herhangi bir tarımsal üretim yapılmadığından dolayı insan etkisi sonucu ortaya çıkan bir

tuzluluk söz konusu de ildir. Bu alanın çevre arazilere göre daha çukur bir topo rafiyyaya sahip olması ve e imin %0,06 gibi çok dü ük olması ile birlikte do al bir drenaj deseninin geli mesi olması ve çevre arazilerden gelen tuzlu materyalin alanda birikmesi tuzluluk ve alkalilik sorunlarının geli mesine neden olmu tur.

Bu tez çalı masında kurak ve yarı-kurak bölgelerde bitkilerin yeti mesini engelleyen tuzlu ve alkali toprakların olu umlarının incelenmesi, sınıflandırmanın yapılması ve haritalanması, tuzlu ve alkali toprakların özelliklerinin da ılımlarının spatial (uzaysal) analizlerinin yapılması ve haritalanması, klasik yöntemlerle olu turulan toprak haritasının jeostatistiksel yöntemlerle hazırlanan haritalar ile kar ıla tırılması ve haritalama ünitelerinin homojenliklerinin de erlendirilmesi hedeflenmi tir.

2. L TERATÜR ÖZETLER

2.1. Tuzlu ve Alkali Toprakların Dünyadaki Genel Durumu ve Tuzlu Alkali Toprak Kavramlarının Tarihsel Gelişimi

Dünya topraklarının toplam % 10'unu kaplayan sorunlu araziler tarımı etkileyen temel sorunların başında gelmektedir. Bunun yanı sıra sorunlu araziler çevre açısından da dünyada bir sorun olarak görülmektedir (Sönmez ve Beyazgül, 2008). Kwiatowski, 1998'e göre dünya topraklarının en önemli sorunlarından birisi tuzluluk ve alkalilik sorunudur. Dünyada her yıl 10 milyon hektar arazinin tuzluluk nedeniyle elden çıkması, sorunun boyutunu daha iyi göz önüne sermektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve aşırı buharlaşma tuzluluğun oluşmasında en başta gelen nedenlerinden birisidir (Richards ve ark., 1954; Öz ve Karasu, 2007).

Szabolcs (1991), kurak ve yarı kurak bölgeler dünyadaki toplam alanın yaklaşık % 46'sını kaplamaktadır. Bu iklim bölgelerinde sulanan alanların yaklaşık % 50'sinde ise değişik düzeylerde tuzluluk sorunu vardır. FAO/UNESCO tarafından hazırlanan raporlarda, Dünya Toprak Haritası verilerine dayanarak, dünya genelinde 954 milyon hektar tuzdan etkilenmiş ve üretkenliği kısıtlanmış toprak bulunduğu bildirilmektedir.

Pessarakli ve Szabolcs, (1999)'a göre tuzluluk ve sodiklik sorunları dünyanın neredeyse tüm sulanan tarım alanlarında bulunmakta, bununla beraber sulanmayan tarım alanlarında ve doğal alanlarda da meydana gelebilmektedir. Tuzlu ve alkali toprakların sınıflandırılması ile ilgili yapılan ilk çalışmalar 1900 yılların başında başlamış ve topraklar farklı kriter içeren çeşitli sınıflandırma sistemleri ile sınıflandırılmıştır. Janitzky (1957), Hilgard Kaliforniya'da tuzlu ve alkali toprakları sınıflandırırken sodyum iyonunun miktarı ve cinsini esas almış olup, ilk defa alkali toprak terimini kullanmıştır. Aynı araştırmacı toprakları Beyaz alkali ve Siyah alkali olarak sınıflandırmasının yanı sıra sahil çorakları ve kara çorakları olarakta sınıflandırmıştır. Daha sonraki dönemlerde De Sigmond (1938) tarafından yapılan kimyasal sınıflandırmada alkali toprakların gelişme süreci öne çıkarılmış ve tuzlu, tuzlu alkali, yıkanmış alkali, bozunmuş alkali ve ıslah edilmiş alkali topraklar olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmadaki kategoriler sadece toplam oransal tuz miktarları ve toplam oransal sodyum miktarlarına göre birbirinden ayırt edilmiştir.

ABD Ulusal Tuzluluk Laboratuvarı (US Salinity Laboratory Staff, 1954), De Sigmond tarafından yapılan bu sınıflandırmayı esas alarak yeni bir sınıflandırma sistemi geli tirmi tir. Bu sınıflandırmadaki parametrelerde pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve de i ebilir sodyum yüzdesi (ESP), Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) de erleridir (Odeh ve Onus, 2008). Bu sınıflandırmaya göre topraklar tuzlu, tuzlu-alkali ve tuzsuz alkali topraklar olarak 3 sınıfa ayrılmı tır.

Bitki kök bölgesinde bitki geli imini kısıtlayacak kadar tuz bulunduran topraklara tuzlu toprak denilmektedir. Soloncak kelimesi Rusça'da tuz-bataklık, tuzlu topraklar anlamına gelmektedir. Tuzlu topraklar içerdikleri tuzların cinslerine veya elektriksel iletkenliklerine göre ifade edilirler (Tanju, 1996).

Toprak tuzlulu u ve alkalili i sınıflandırmasında topra ın kimyasal özelliklerinden olan pH, SAR (Sodyum adsorpsiyon oranı) EC (elektriksel iletkenlik) ve ESP de erleri (de i ebilir sodyum yüzdesi) en önemli parametrelerdir (Çizelge 2.1). ESP de eri hesaplanırken Na^{+} 'un Ca^{++} ve Mg^{++} 'a olan oranı göz önünde bulundurulur (Corwin ve Lesch, 2005; Fernandes-Bucez ve ark., 2006; Odeh ve Onus, 2008). Toprakta tuzlulu un göstergesi olan suda çözünebilir tuz konsantrasyonu veya EC birçok birimle ifade edilmektedir. Bunlar bir litre çözeltideki tuz konsantrasyonuna göre mol/l, mg/l, ppm, miliekivelan/l, EC ise dS/m veya milimhos/cm olarak ifade edilir (Richards ve ark., 1954; Anonim, 1996; Tanju, 1996; Horneck ve ark., 2007; Anonim, 2010a).

Çizelge 2.1. Tuzlu-alkali toprakların sınıflandırılması (Richards ve ark., 1954; Anonim, 1996; Horneck ve ark., 2007; Anonim, 2010a).

Sınıf	pH	EC (dS/m)	ESP (%)	SAR	Topra ın Fiziksel Özellikleri
Tuzsuz	< 8,5	< 4	< 15	< 13	yi
Tuzlu	< 8,5	> 4	< 15	< 13	yi
Tuzlu-Alkali	< 8,5	> 4	> 15	> 13	yi
Sodik	> 8,5	< 4	> 15	> 13	Kötü

Tuzluluk toprak profilinin solum kısmında (A ve B Horizonlarını içeren) suda çözünebilir tuzların birikmesi sonucu olu maktadır. E er bir topra ın saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenli i 4 dS/m'ten büyük ise tuzlu toprak olarak sınıflandırılır (Rengasamy, 2006).

Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ilk ön etüdü Harvey Oakes tarafından 1954 yılında yapılmıştır (Oakes 1957). Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü tarafından tüm fiziksel ve kimyasal laboratuvar analizleri yapılan bu çalışmada, bir ön etüd ve daha çok istikrarlı (ön inceleme) bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, soloncak (tuzlu) topraklar ve zayıf drenaja bağlı olarak tuzluluk sorunu gösteren hidromorfik alüviyal topraklar ile kıyı kumul, bataklık kompleksleriyle birlikte tarıma elverişli topraklar belirlenmiştir. Bu sorunlu topraklardan bazıları fazla tuz ihtiva etmesiyle olumsuz hakiki soloncaklardır. Bazıları ise başlangıçta normal olan topraklara sonradan sulama suları veya sulama kanallarından sızan sularla ilave edilen tuzlarla meydana gelmiş topraklardır (Anonim, 2010b). Bugün yapılan çalışmalara göre ülkemizde yaklaşık 1 100 000 ha alan tuzlu, 390 000 ha alan tuzlu alkali ve 10 000 ha alanda alkali olmak üzere toplam 1,5 milyon ha alanda tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmektedir. Ülkemiz topraklarının % 1,7’sinde tuzluluk ve alkalilik, % 1,3’ünde drenaj sorunu mevcuttur.

İçmeli tarım arazilerinin ise %3,8’inde tuzluluk ve alkalilik sorunu, %9,0’unda drenaj sorunu mevcuttur (Akı ve ark., 2003). Sönmez ve ark., (2008)’nin yaptığı bir çalışmaya göre ülkemizde yapılan toprak etütlerinde 1 517 695 ha olan çorak topraklar toplam içlenen tarım arazilerinin %5,48’ine eşit büyüklüktedir. Ayrıca aynı araştırmacı ülkemiz topraklarında toplam 2 775 115 ha arazide tuzluluk ve drenaj sorununun olduğunu belirtmiştir. Ülkemizde tüm mevcut veriler çoraklığın oluşmasında iklim, drenaj, tarımsal uygulamalar ve toprak karakteristiklerinin etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

2.2. Tuzlu ve Alkali Toprakların Oluşumu

Tuzlu ve alkali topraklar genelde kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygındır. Bunun en önemli nedeni bu bölgelerdeki topraklarda bulunan bitki kök bölgesindeki eriyebilir tuzların profilden aşağıya doğru yıkanmasına yetecek kadar yağın olmamasıdır (Faritfeh ve ark., 2005). Tuzlar, topraklarda bulunan iyonlardan meydana gelir. İyi havalandırılan topraklarda mineraller ayrışır ve iyonlar serbest kalırlar. Yağın yeterli olduğu ve sulama sorununun olmadığı yörelerde serbest kalan bu iyonlar yıkanarak toprak profilinden aşağıya doğru hareket ederler. Ancak yağın yetersiz olduğu zayıf drenajlı ve iyi havalanamayan topraklarda tuzluluğa neden olan iyonlar birikir ve toprakta tuzluluğa neden olurlar (Blaylock,1994).

Tuzlu topraklar yüksek derecede çözünmü tuzlardan meydana gelir. Bu gibi alanlarda yeti en bitkiler fazla çözünmü tuzların bulunmasından dolayı kökleri ile uygun bir ekilde toprak çözeltisindeki besin elementlerini absorbe edemezler. Bu çözünmü tuz solüsyonları bitkiler açısından zararlı bir etki yaratmaktadır (Seeboonruang, 2007; Shamim ve Akae, 2009). Toprak tuzlulu unun bitkiler üzerindeki bu genel etkisine osmotik etki denilmektedir. Tuzların bitkiler üzerindeki di er bir etkisi tuzlulu a neden olan Na, Cl ve B gibi iyonların birkilerde meydana getridi i toksik etkidir (Corvin ve ark., 2003). Bu nedenlerden dolayı tuzlu alanlarda bitkilerin yeti mesi güçle ir (Blaylock, 1994).

Arazide drenajın zayıf olması tuzlulu a neden olan önemli faktörlerden birisidir. Topra ın a ır killi ve geçirgenli in zayıf olması veya taban suyu seviyesinin yüksek olması toprakta tuz birikiminin meydana gelmesine neden olmaktadır (Prost ve Yaron, 2001). Taban suyu seviyesinin yüksekli i arazinin topografyasından, düzgün olmayan ıslah i lemlerinden ve kontrolsüz sulamadan ileri gelmektedir. Drenaj yolları tam olu mamı kapalı havzalarda etraftaki yüksek arazilerden sızan sular, arazinin daha dü ük rakımlı yerlerinde toplanmakta ve taban suyu seviyesini yükseltmektedir. Böyle ko ullar altında tuzlu taban suyunun yukarıya do ru hareketi veya toprak yüzeyinde suyun buharla ması sonucunda tuz toprak yüzeyinde birikmekte ve toprak tuzlulu u meydana gelmektedir (Yakupo lu ve Özdemir, 2006).

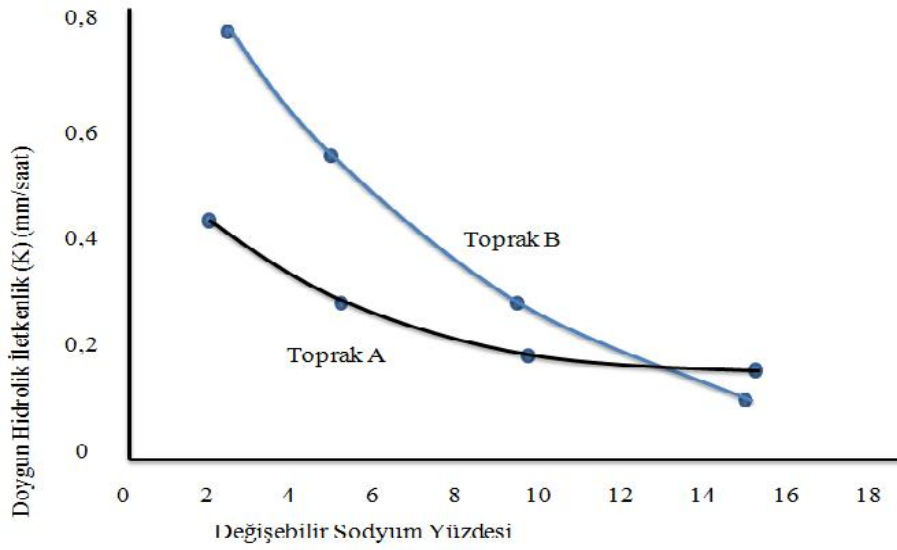
Tuzlu topraklarda en yaygın anyonlar klor (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}), bikarbonat (HCO_3^-), nitrat (NO_3^-) ve en yaygın katyonlarda sodyum (Na^+), kalsiyum (Ca^{++}), magnezyum (Mg^{++}) ve bazen potasyum (K^+)'dur. Bu anyon ve katyonların bir araya gelmesiyle de tuzlar olu maktadır (Rengasamay, 2006; Li ve ark., 2009). Örne in Na^+ ile Cl^- 'un bir araya gelerek olu turdu u sodyum klorür ($NaCl$) bile i i do ada en yaygın bulunan tuzdur.

Tuzlu-alkali toprakların olu umunda üç farklı devre görülmektedir (Vilenski, 1957). Bunlar tuzlula ma (salinizasyon), tuzlula ma-alkalile me (solonizasyon) ve sodikle me (solodizasyon) a amalarıdır. Birinci a amada kurak ve yarı kurak bölgelerde ya ı ların az olması ve drenajın yetersiz olması sonucunda bitki kök bölgesinde bitki geli imini kısıtlayacak kadar tuzlulu a neden olan katyon ve anyonlar birikmeye ba lar. Bu durumda topra ın elektriksel iletkenli i (EC) 4 dS/m'den daha fazladır, pH ise 7,0-8,5

arasında de i im gösterir. Çorak toprakların olu umunda görülen ikinci evre tuzlu-alkalile me evresidir. Kurak ve yarı-kurak bölgelerde ya ı evaporasyondan daha az oldu undan toprak çözeltisi, sıcaklı ın etkisiyle bir yandan evaporasyon ile su kaybederken bir yandan da toprakta yeti en bitkiler tarafından transprasyonla su kaybederek yo unla ır. Ca^{++} ve Mg^{++} iyonu toprak çözeltisinde bulunan karbonatlarla tepkimeye girip $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ bile iklerini olu turarak çökelmeye ba lar. Böylece Na^+ iyonu çözeltideki katyonlara oranla artmaya ba lar ve toprak kolloidlerine ba lı bulunan Ca^{++} ve Mg^{++} ile yer de i tirir. Bu durumda toprakta de i ebilir katyonlar arasında de i ebilir Na^+ yüzdesi 15 veya daha fazla olur. Tuzlu alkali toprakların EC ve pH de erleri de tuzlu toprakların özelli i (EC 4 dS/m'den fazla pH ise 7-8,5 arasında) gibidir.

Çorak toprakların üçüncü evresinde ise toprakta bulunan eriyebilir tuzlar toprak profilinden a a ıya do ru yıkandıktan sonra de i ebilir Na hidrolize olarak NaOH (sodyum hidroksit) olu turur. NaOH havadan absorbe edilen veya mikroorganizmalar tarafından üretilen CO_2 (karbondioksit) ile tepkimeye girerek Na_2CO_3 (Sodyum karbonat)'lara dönü ür. Bunun sonucunda pH 8,5'in üstüne çıkarken EC 4 dS/m'nin altına dü mü tür. Böylece çorak toprakların olu umu olan 3. evre yani solodizasyon meydana gelmi tir (Richards ve ark., 1954; Ergene, 1997; Jordan ve ark., 2004; Horneck ve ark.,2007; Jalali, 2008). Solodi topraklarda toprak çözeltisinde artı gösteren Na^+ bir yandan bitkiler için toksik etki yaratırken bir yandan da toprak kolloidlerinin dispers olmasına neden olmakta ve suyun topraktaki hareketini yava latmaktadır (Horneck ve ark., 2007; Güzel ve Gülüt, 2010). (ekil 2.1).

Topraklarda bulunan eriyebilir tuzlar genellikle Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} katyonları ile Cl^- ve SO_4^{2-} anyonlarıdır. Ancak az miktarda K^+ katyonu ile HCO_3^- , CO_3^{2-} ve NO_3^- anyonları da bulunmaktadır. Topraklardaki bütün bu tuzların kayna ı yer kabu unun atmosfer ile temas halindeki kayalarda bulunan primer minerallerdir. Clarke ve Washington (1924)'a göre yer kabu unun ortalama % 0,05'i Cl^- ve %0,06'sı, SO_4^{2-} anyonlarından yakla ık % 2-3 Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} katyonlarından olu maktadır. Hidroliz, hidratasyon, çözünme, oksidasyon ve karbonasyon gibi kimyasal i lemlerle bu primer mineraller ayrı arak eriyebilir tuzları olu tururlar. Bikarbonat iyonları ise su içerisinde karbondioksitin erimesi sonucu olu maktadır (Richard ve ark., 1954).



ekil 2.1. ki farklı toprak örne ine ait doymun hidrolik iletkenli i üzerine de i ebilir sodyumun (ESP) etkisi (Güzel ve Gülüt, 2010).

Toprak tuzlulu u sadece tarımsal üretimi artırmak için yapılan yanlış uygulamalardan meydana gelmez aynı zamanda tarımsal üretimin yapılmadı ı alanlarda da ana materyalden de kaynaklanabilir (Panah ve Pouyafar, 2006; Mostafazadeh-Fard ve ark., 2007). Ana materyallerde veya suda bulunan anyon ve katyonlar aynı ortamda bulduklarında tepkimeye girerek suda çözünebilir tuz bile ikleri olu tururlar (Cardon ve ark., 2009). Toprakta yaygın ekilde bulunan çözünebilir tuz bile iklerini te kil eden anyon ve katyonlar çizelge 2.2’de verilmi tir.

Çizelge 2.2. Katyon ve anyonların bile iminden olu an iyonik tuz kristalleri (Cardon ve ark., 2007).

Tuz Bile ni	Katyon (+)	Anyon (-)	Yaygın olarak bilinen ismi
NaCl	Sodyum	Klorit	Sofra tuzu
Na ₂ SO ₄	Sodyum	Sülfat	Sodyum Sülfat
MgSO ₄	Magnezyum	Sülfat	Magnezyum Sülfat
NaHCO ₃	Sodyum	Bikarbonat	Bikarbonat
Na ₂ CO ₃	Sodyum	Karbonat	Sodyum Karbonat
CaSO ₄	Kalsiyum	Sülfat	Jips
CaCO ₃	Kalsiyum	Karbonat	Kireç Ta ı

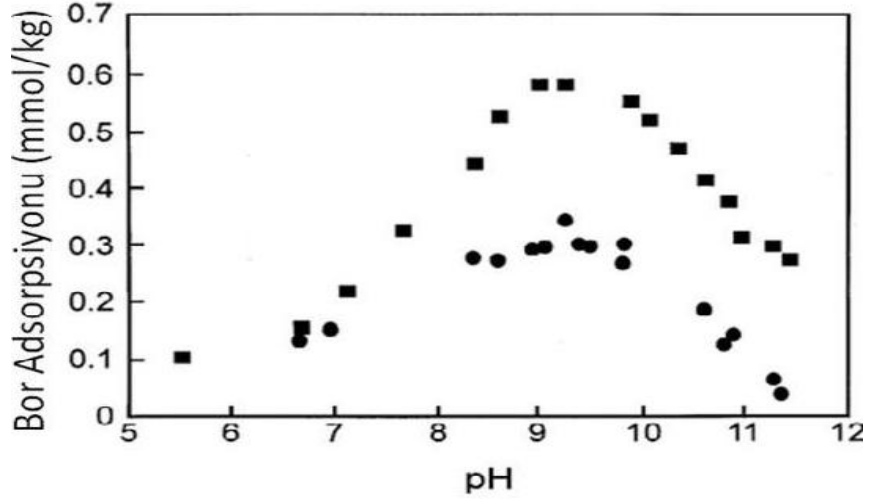
Kurak ve yarı kurak bölgelerde olu an tuzlu alkali topraklar di er topraklara göre daha yüksek bor içeriklerine sahiptirler. Türkiye topraklarının bor da ılımı önemli derecede de i iklik göstermektedir (Sönmez 2003). Topra ın olu umunda rol oynayan kireç ta ı,

kumta ı ve buzul molozları bor içermektedirler. Bununla beraber volkanik bölgelerin sediment depozitleri de bor minerali bakımından zengindirler. Topraktaki di er bor kaynakları ise bitki ve hayvan artıklarıdır. Toprakta bulunan bor minerali 4 farklı ekilde görülmektedir. Bunlar; 1. Kayalar ve mineraller ekinde, 2. killerin ve demir ile alüminyumun sulu oksitlerinin yüzeylerinde adsorbe edilmi ekilde, 3. organik maddeye ba lanmı olarak, 4. toprak çözeltisinde ba ımsız iyonize olmamı borik asit (H_3BO_3) ve borat $B(OH)_4$ ekinde görülmektedir (Sönmez, 2003).

Orta Güney Anadolu bölgesi tarım topraklarından 2000-2003 yıllarında alınan 1154 adet toprak örne inin analiz sonuçlarına göre bölge topraklarının bitkiye elveri li Bor miktarı $0,01 \text{ mg B kg}^{-1}$ ile $63,9 \text{ mg B kg}^{-1}$ arasında de i mektedir (Gezgin ve ark., 2005).

Borun toprakta adsorpsiyonuna birçok faktör etki etmektedir. A ır bünyeli topraklar, hafif bünyeli topraklardan ve kil gruplarından illit, kaolinit ve montmorillonitten daha fazla bor adsorbe etmektedir (Goldberg ve Glaubig, 1986). Topra ın pH de eri alkalinde i im aralı ında olması durumunda bor adsorpsiyonu artmaktadır. Topra ın ıslanma ve kuruma durumlarında daha fazla bor adsorbe edilmektedir. Dolayısıyla toprak nemi ve sıcaklık bor elveri lili i veya adsorpsiyonunu etkilemektedir. Topra ın neminin azalması bor adsorpsiyonuna olumlu etki yapmaktadır (Fleming, 1980).

Toprak çözeltisinde bor, pH'ya ba lı olarak borik asit ve borat anyonları formunda bulunmaktadır. Özellikle asit artlarda borik asit ekinde bulunup kolayca yıkanabilmekte, alkaline artlarda ise borat anyonu ekinde bulunmakta ve toprakta adsorbe edilerek birikmeye ba lamaktadır (Bennett ve Mathias, 1973). Yapılan birçok çalı mada toprakta pH artıkça bor konsantrasyonunun da artı ı rapor edilmi tir. Kurak bölge topraklarında yapılan bir çalı mada, toprak çözeltisindeki bor adsorpsiyonunun pH, 3,0'den 9,0'a do ru gittikçe arttı ı ve pH'nın 10-11,5 arasında oldu unda ise azaldı ı rapor edilmi tir (Goldsberg, 1997) (ekil 2.2).



ekil 2.2. Kurak bölge topraklarında yüzey () ve yüzey altı () topraklarında pH'nın Bor adsorpsiyonuna etkisi (Goldberg, 1997).

Toprakta bor miktarı artııkça hareketlili i de artmaktadır (Nsouli ve ark., 2006; Goldberg ve ark., 2008). Kum miktarı artııkça bor'un hareketlili inin artı ı ve çözeltideki konsantrasyonun azaldı ı, kil miktarı artııkça da hareketlili in azaldı ı ve adsorbe edilen bor miktarının artı ı rapor edilmi tir (Wear ve Patterson, 1962; Singh ve ark., 1976; Gupta, 1968; Bhatanger ve ark., 1979; Fleming ve ark., 1980).

2.3. Jeostatistiksel Yöntemler ve Tuzlu Alkali Toprakların Haritalanması

Topraklar; iklim, bitki örtüsü ve zamanın farklı topografyalardaki jeolojik ana materyal üzerine etkisi sonucu olu mu lardır. Topraklar üzerinde farklı süreç ve uygulamaların görülmesi farklı özellikte toprakların olu masına neden olmaktadır. Her uygulamanın farklı bir geri yansıması görülmektedir. Bu uygulamaların sonucu bazı özelliklerin de i imi metreden, kilometrelerce mesafe arasında de i im gösterebilmektedir. Arazideki ba lıca de i imler bellidir ve hava foto rafları veya uydu görüntüleri ile belirlenebilir. Öte yandan toprakların kimyasal özellikleri nadiren gözlemlenebilir (Webster ve Oliver, 2004.)

Topra ın birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelli inin arazide birkaç metrelik mesafe içerisinde dahi de i ti ini görmek mümkündür. De i kenli in miktarının ve deseninin belirlenmesi ve tanımlanması tarımsal üretim için oldukça önemlidir. Zira toprak özelliklerinin de i kenlik göstermesi, bir arazide aynı tarımsal uygulama sonucunda bitkisel ürünün arazinin de i ik yerlerinde farklılaşmasının en temel

nedenlerindedir (Robertson ve Freckman, 1995; Mulla ve McBratney, 2000; Jiang ve ark., 2006).

Tarımsal arazilerdeki toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de i kenli inin nedenleri, toprak olu um i lemleri ve ana materyallerin özelliklerinden dolayı do al (Geoderya, 1998; Iqbal ve ark., 2005) ve tarımsal uygulamalardan dolayı insan kaynaklı (Geoderya, 1998; Mulla ve Mc Bratney, 2000) olabilir. Toprak olu um faktörleri ve süreçlerine ilave olarak arazi kullanımındaki farklılar da toprakların zamanla farklılaşmasına neden olabilir. Trangmar ve ark., (1985)'na göre toprak özelliklerindeki de i im, bir bölgedeki arazi kullanımının çe it ve yo unlu una ba lı olarak önem kazanmaktadır.

Toprak özelliklerinin arazide homojen bir ekilde da ılım göstermiyor olması arazi çalı malarının sonuçlarını çok önemli bir biçimde etkilemektedir (Van Es ve ark., 1989). Bu nedenle, topra ın uzaysal de i kenli inin belirlenmesi toprak özellikleri ve çevresel faktörler arasında var olan karma ık ili kilerin anla ılması açısından oldukça önemlidir (Goovaerts, 1998). Topra ın fiziksel özelliklerinin (Russo ve Bresler, 1981; Mulla, 1988; Iqbal ve ark., 2005; Gupta ve ark., 2006;), kimyasal karakteristiklerinin (West ve ark., 1989; Charles ve ark., 2007; Douaik ve ark., 2007), ve fiziko-kimyasal karakteristiklerinin (Bresler ve ark., 1984, Camberdella ve ark., 1994; McCutcheon ve ark., 2006) uzaysal de i kenlikleri ile ilgili yayınlanmış bir çok ara tırma raporunu bulmak mümkündür.

Topraklardaki farklılıkları irdelemek, tanımlamak ve sınırlarını çizmek toprak etüt ve haritalamanın konusudur. Toprak haritaları toprakların sahip oldukları potansiyele uygun olarak kullanılmalarına olanak sa larlar. Bu amaçla yapılan toprak etüt ve haritalama çalı malarında, çalı manın detay derecesine göre arazide ve bürolarda yapılan i lemler ile toprak haritaları üretilmektedir. Etüt ve haritalama sonucu elde edilen haritalar kullanıcılar açısından son derece önemlidir. Günümüzde tarımsal alanda, amenajmanda, hassas tarımda, üretim modelleme çalı malarında, çevresel etki modellemelerinde ve co rafi bilgi sistemleri uygulamalarında (CBS) toprak haritalarından yaygın olarak yararlanılmaktadır (Di ve ark., 1989).

Kullanıcılar açısından son derece detaylı olan detaylı toprak haritaları hazırlanırken seri ve faz düzeyinde çalı ma yapılmakta, seriyi temsil edecek bir profil açılıp sınırlar ve fazlar ise burgu ile yapılan kontroller sonucu olu turulmaktadır. Ancak genellikle, haritaların kullanı lılı nı artırmak için arazide çalı ma yapılırken, seri tanımlamasından belli ölçülerde farklılık gösteren topraklar için yeni seri ve fazlar olu turulmayıp aynı seri içinde haritalanmaktadır. Bunun sonucu olarak aynı seri toprakları içinde belli ölçülerde farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Burrough, 1993; Rogowski ve Wolf, 1994; Burrough ve ark., 1997).

Detaylı toprak harita ve raporlarında seri tanımlanırken açılan profilden topra nın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait elde edilen verilerin tüm seri içerisinde hangi aralıklarda de i ti i, bu de i imin mesafeye ba lı olarak nasıl de i ti i anla ılamamaktadır. Son zamanlarda yapılan bilimsel çalı malarda ve tarımsal faaliyetlerde ço u ara tırmacı ve toprak harita kullanıcılarının bu tür verilere olan ihtiyacı artmı tır. Örne in hassas tarım modelleme ve alana özgü amenajman çalı malarında harita birimini temsilen bir profilden elde edilen de erler çalı malar için yeterli olmayıp, toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de i imi ile ilgili verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Akba , 2004).

Mulla ve Mc Bratney (2000), toprak de i kenli inin tamamının toprak etüt haritalama ve sınıflama çalı maları sonucu üretilen toprak haritalama üniteleri tarafından tanımlanamadı nı bildirmektedirler. Ara tırmacılara göre iki çe it de i kenlik söz konusudur. Haritalama üniteleri içinde, sınıflama ve haritalamadaki hatalardan kaynaklanan de i kenlik birinci kısmı olu turmaktadır. Haritalama üniteleri içinde de i kenli in ikinci nedeni ise insan tarafından amenajman çalı maları sonucu olu turmaktadır. Uygulanan amenajman ile ço u özelliklerin de i kenli i genellikle haritalama üniteleri içinde üniteler arasında göre daha azdır. Bununla birlikte, ünite içi de i kenlik üniteler arası de i kenlikten daha fazla olabilmektedir. Toprak amenajmanından en çok etkilenen toprak özellikleri, toprak rengi, A horizonunun kalınlı ı, strüktür, hacim a ırlı ı, makro ve mikro besin elementlerinin elveri li miktarları, pH ve EC parametreleridir. Örne in çiftlik gübresinin uygulanması toprakta besin elementi seviyesi ve elektriksel iletkenlik de erlerinde, uygulanmayan alanlara göre önemli artı a neden olmaktadır (Akba , 2004).

Topraklardaki de i kenli in ekli ve nedenini belirleyebilmek için araziden örnekleme yapılması zorunludur. Büyük alanlarda çok az sayıda bir örnekleme ile do ru bir amenajman ve haritalama mümkün olmayacaktır. Bunun için yo un bir toprak örneklenmesine ihtiyaç duyulacaktır. Ancak çok yo un bir toprak örneklemesi gerektiren tasarımlar ise yüksek i gücü, donanım ve maliyet nedeniyle tercih edilmemektedir. deal örnekleme sistemi en az sayıda örnek ile tarladaki heterojenli i do ru bir ekilde belirleyebilendir (Brady, 1990; Hergert ve ark., 1995). Dolayısıyla en az sayıda örnekleme sistemi ile arazi hakkında do ru bilgi elde edilmesi için istatistiksel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Toprak haritalama üniteleri ve en küçük örnekleme üniteleri içindeki özelliklerin de i kenli i (alan, deneysel noktalar, pedon gibi) klasik istatistik metodları tarafından tanımlanır (Trangmar ve ark., 1987; Burrough ve ark., 1997). Klasik istatistik bir örnekleme ünitesi içindeki ortalamanın birim varyans tarafından ifade edilen bir tahmini hata ile sabitlendi ini varsayar. Bu yakla ım ortalama etrafındaki de i kenli in rastgele oldu unu ve örnekleme birimleri içindeki farklı da ılımların co rafi referansları olmadığını varsaymaktadır. Ancak toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de i im gösterdi i bugüne kadar yapılmı birçok çalı ma ile açık bir ekilde ortaya konmu tur. Mesafeye ba lı de i kenlik jeostatistik kullanılarak açıklanabilmektedir. Jeostatistikte, örne in ba ımsız oldu u ve alanın homojen oldu u varsayımları kabul edilmemektedir (Upchurch ve Edmonds, 1991). Burada örneklerin ba ımlılık dereceleri ölçülmekte ve ço unlukla madencilikte ve petrol çıkarma çalı malarında kaynakların miktarlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Son yıllarda ise toprak biliminde kullanımı giderek yaygınla maktadır (Isaaks ve Srivastava, 1989; Goovaerts, 1999).

McBratney ve ark., (1982), Burgess ve Webster (1980 a ve b) ve Vieira ve ark., (1981) tarafından yapılan çalı malarda toprak de i kenli inin rastgele uzaysal ba ımlılı ın bir bile enini içerdi ini ortaya koymu lardır. Bu yakla ım toprak özelliklerinin uzaysal da ılımlarının mesafesiyle tanımlanabilece i gerçe inin anlaşılmasına yardımcı olmu tur. Geleneksel toprak sınıflamaları ve klasik istatistik yöntemleri ise bu tip de i kenli i do rudan dikkate almamaktadır (Trangmar ve ark., 1987).

Mesafeye ba lı olarak örnekler arası ili kiyi tanımlamak için, jeostatistik kullanılan en yaygın metottur (Unlu ve ark., 1990; Logsdon ve Jaynes, 1996). Bölgeselle tirilmi

de i kenleri esas alan jeostatistik toprak özelliklerinin de i kenli ini karakterize etmede çok faydalıdır. Jeostatistikteki en önemli kuram olan semivariogram toprak özelliklerinin uzaysal yapısını tahmin etmek amacı ile kullanılır ve enterpolasyon i lemlerinin temelini te kil eder. Yeterli veri noktası elde oldu unda, toprak özelli inin de i kenli inin yönsel olup olmadığını anlamak amacı ile farklı yönlerde semi-variogram hesaplanabilir. Semi-variogram aynı zamanda uzaysal yapıyı analiz etmek, gözlemlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri haritalamak ve fraktal boyutları tahmin etmek amacı ile de kullanılabilir (Yetgin, 2004).

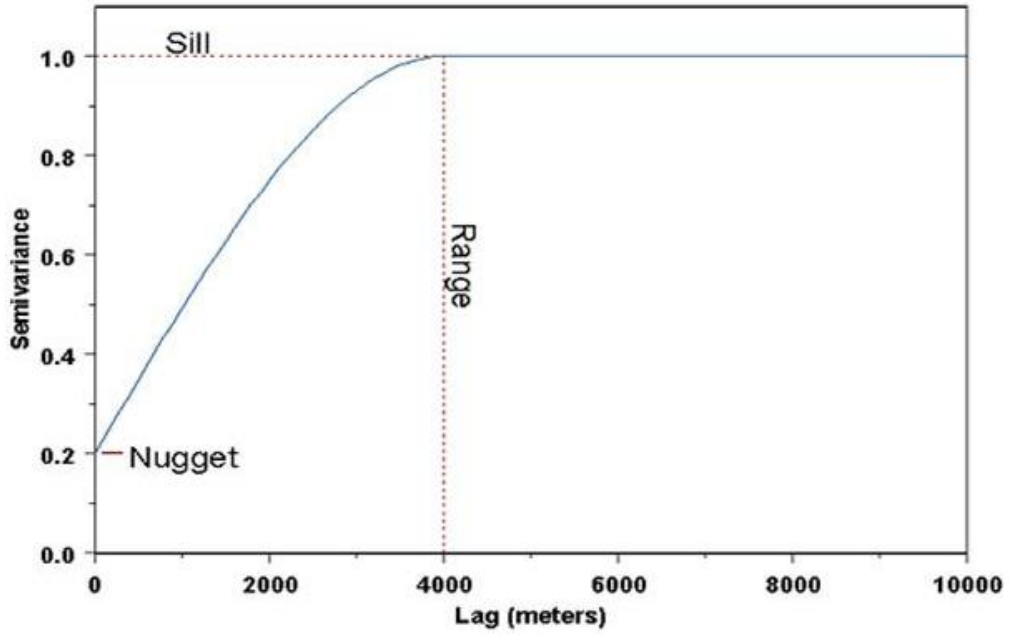
Jeostatistikte, arazi üzerinde gözlem yapılan iki nokta arasındaki mesafenin artması ile iki noktadan elde edilen verilerin benzerli inin gittikçe azaldı ı ve belli noktadan sonra tamamen yok oldu u varsayılır (Er ahin, 1999). Arazide, alınan örnekler arasındaki benzerli in sürdü ü mesafenin bilinmesi, arazi üzerinde yürütülecek tarımsal ve bilimsel faaliyetlerde büyük avantaj sa lamaktadır (Akba , 2004). Bu durumda bir toprak özelli inin arazi boyunca nasıl bir de i kenlik gösterdi ini belirlemek için, arazinin bazı noktalarından toprak örne i alıp, daha sonra bu noktalardaki toprak örneklerinde ilgili toprak özelliklerinin (örne in pH, EC, SAR, ESP vs.) de erlerini belirlemek ve bu de erleri kullanarak toprak örne i alınmayan noktalardaki de erlerin tahmin edilmesi gerekmektedir (Mulla ve McBratney, 2000). İgili toprak özelli inin örne klenen noktalar arasındaki ili kisinin (uzaysal ili kisinin) bilinmesi tahminin daha kolay ve do ru yapılmasına olanak sa lamaktadır (Upchurch ve Edmons, 1991, Yetgin, 2004).

Bir bölgede bir toprak özeli inin mesafeye ba lı de i iminin modellenmesi için örnekleme yapılyorsa, örnekleme deseninde, örnekler arası mesafe semivariogramın “range” de erinden daha kısa olmalıdır. ayet alınan örnekler arası mesafe “range” de erinden daha yüksek ise bu durumda örnekler arasında uzaysal ba ımlılı ın elde edilmeyece ini rapor etmi tir (McBratney ve Pringle, 1997).

Uzaysal modelleme belirli bir model için variogram modellerinin seçilmesi ile ba lar. Variogram analizi farklı mesafelerde ve yönlerde yapılan gözlemlerin kar ıla tırılması ile yapılabilir. Toprakta bulunan bitki besin elementlerinin de i kenlikleri oldukça yüksektir. Çe itli ara tırmalarda bu mesafe pH için 4 m, fosfor için 32 km, elektriksel

iletkenlik için 120 m ve potasyum için 10 ve 32 km olarak rapor edilmiştir (Yost ve ark., 1982; Trangmar ve ark., 1985; Gallichnad ve ark., 1992).

Birçok ara tirmacı yaptıkları çalı malarda örnekler arası mesafe azaldıkça benzerli in artı ı bunun aksine mesafe artıkça da benzerli in azaldı ı ve belirli bir mesafeden sonra bu benzerli in de i medi ini semivariogramlar olu turarak ortaya koymu lardır. Semivariogramlar olu turularak elde edilen de i kenlikler “sill”, “nugget” ve “range” parametreleriyle ifade edilmektedir. “Lag de eri” artıkça semivaryans de eri artmakta ve belli bir noktadan sonra sabit bir de ere ula maktadır. Ula ılan bu sabit de ere “sill” “denilmekte ve “sill” de erine kar ılık gelen mesafeye de “range” denilmektedir. Burada “range” aynı zamanda uzaysal ba ımlılı ın mesafesini belirtmektedir (ekil 2.3) (Deutsch ve Journel, 1998; Bohling, 2005).



ekil 2.3. Tipik bir semivariograma ilişkin parametreler (Bohling, 2005).

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

Burada; **h**; x_i ile x_i+h arasındaki ayırma mesafesi,

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

z(x_i), **z(x_i + h)**; h mesafesi aralı ı ile ayrılmı iki noktanın örnek de eri (Emadi ve ark., 2008)

Elde edilen semivariogramlar Linear (do rusal) model, Exponential (üs sel) model, Gaussian (kuramsal) model ve Spherical (küresel) modellerden birisi ile ifade edilebilir (ekil 2.4) (Bohling, 2005).

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

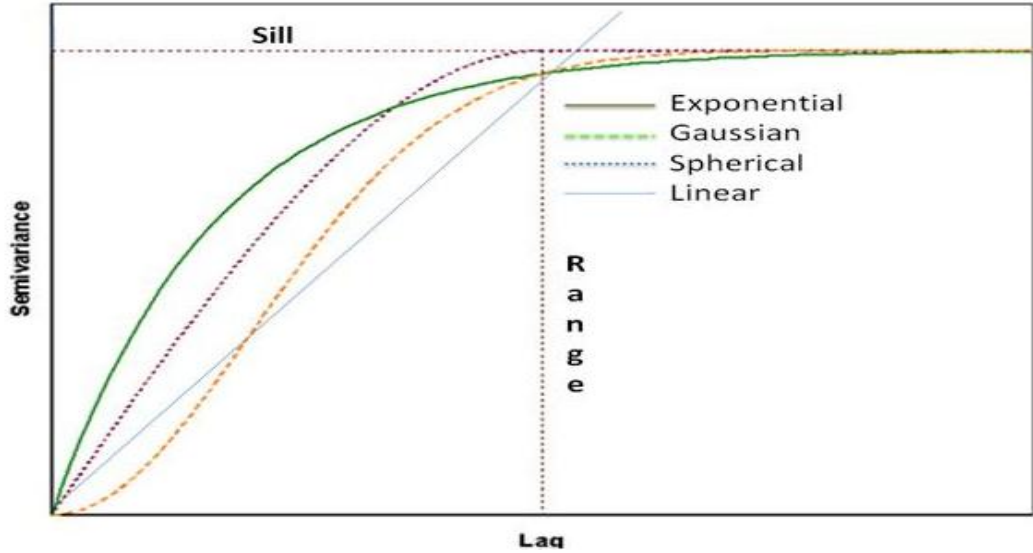
$$\text{Spherical: } g(h) = \begin{cases} c \cdot \left[1,5 \left(\frac{h}{a} \right) - 0,5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & \text{eğer } h \leq a \\ c & h \neq 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

$$\text{Exponential: } g(h) = c \cdot \left(1 - \exp \left(\frac{-3h}{a} \right) \right) \quad (2.4)$$

$$\text{Gaussian: } g(h) = c \cdot \left(1 - \exp \left(\frac{-3h^2}{a^2} \right) \right) \quad (2.5)$$

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

Burada; **h**: lag mesafesi, **a**: range de eri, **c**: sill de eridir. (Bohling, 2005).



ekil 2.4. Yaygın olarak kullanılan semi-variogram modelleri (Bohling, 2005).

Yo un bir ekilde i lenen tarım arazilerinde toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de i imlerinin izlenmesi ve bu de i imlerin yüksek derecede karakterize edilmesi toprak ara tırmacılarının gelecekteki ara tırmalar için analiz ve yorumlamada kullandıkları en etkili yoldur. Bir bölgede toprak örne i alınımı bir noktadan yola çıkarak etrafındaki toprak örne i alınmamı noktaların tahmin edilmesi ve elde edilen

bu verilerin mesafeye ba lı de i imlerinin haritalanması o bölgenin çevre kirlili i veya toprak verimlili i hakkında faydalı bilgiler elde etmemizi sa lamaktadır (Günel ve ark., 2008).

Toprak örne i alınımı bir noktadan yola çıkarak örnek alınmamı bir noktanın tahmininde krigleme metodu kullanılmaktadır. Krigleme, semivariogramın yapısal özelliklerini ve örnek alınımı noktaları kullanarak örnek alınmamı alanlardaki bir de i ken i en iyi tahmin eden bir tekniktir (Kalivas ve ark., 2002).

$$\text{Kriglemede bilinmeyen bir örnek noktası ; } (x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (2.7)$$

ba ntısı ile hesaplanır.

Burada (x_0) ; x_0 noktasındaki de eri bilinmeyen fakat enterplasyon ile tahmin edilecek de ğeri, $z(x_i)$; x_0 noktasındaki de erin tahmininde kullanılacak kom u de erler ve λ_i ; bu de ~erlere atanacak örnek a ırlı nı ifade etmektedir (Kalivas ve ark., 2002; Akba , 2004).

Uzaysal enterpolasyon metodların performanslarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar örnek yo unlu u (Isaaks ve Srivastava, 1989; Burrough ve McDonnell, 1998; Hartkamp ve ark., 1999), örnek uzaysal da ılımı (Collins ve Bolstad, 1996), örnek gruplaması (Isaaks ve Srivastava, 1989; Zimmerman ve ark., 1999), veri varyansı (Collins ve Bolstad, 1996; Schloeder ve ark., 2001), veri normalitesi (Rossi ve ark., 1992), analiz sonuçlarının kalitesi (Ahmed ve De Marsily, 1987; Goovaerts, 1997, 2000; Wang ve ark., 2005), sınıflama (Brus ve ark., 1996) ve örnek deseninde kullanılan grid büyüklü ü (Hengl, 2007)'dür.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluk ve alkalilik sorunlarının çalı ılması ve haritalanmasında jeostatistiksel yöntemlerin kullanılması çok faydalı bir tekniktir (Pozdnyakova ve Zhang 1999). Toprak çözeltisinde ve adsorpsiyon komplekslerindeki katyonlar ile çözünmü ve çökelmi tuzlar arasında dinamik bir denge mevcuttur. Topraklardaki tuz seviyesi zamansal ve yersel olarak önemli ölçüde de i imler göstermektedir. Bu de i im kendini yatay ve dikey konumda tuz içeri indeki farklıla malarla göstermektedir. Toprak tuzluluk de i imlerinin haritalanmasında son yıllarda co rafi bilgi sistemleri yo un olarak kullanılmaya ba lanılmı tır (Schofield ve Kirkby, 2003). Tuzlu ve sodik topraklarda toprak tuzlulu u ve sodikli i mesafeye ba lı

olarak önemli ölçüde de i kenlik gösterir. Bu de i kenli in temel nedenleri, ana materyal, mikrotopo rafya, sı taban suyu, mevsimsel su basmaları ve insan faktörleridir. Bu faktörler toprak heterojenli ine zamansal ve uzaysal olarak etki etmektedirler (Yang ve ark., 2011).

Bir topraktaki tuzlulu un nedenlerini ve miktarını do ru bir ekilde açıklanması tarımsal açıdan oldu u kadar çevre boyutunda da önemlidir. Toprak tuzlulu unun spatial de i kenli i bilgisi, etkin toprak i leme amenajmanı için oldukça kritik bir veridir ve özellikle sulama ile ilgili özellikleri daha uygun tanımlamak için gereklidir. Zira tuzlulu un fazlalı nı kaliteli sulama suyu ile azaltabilmek mümkündür (Cafarelli ve Pollice, 2010). Toprak tuzlulu unun spatial de i kenli ini tahmin etmek hassas tarımda önemli bir konudur. Jeostatiksel metotlar toprak tuzlulu unun uzaysal da ılımlarının heterojen do asını çalı ma olana ı sa larlar. Pozdnyakova ve Zhang, (1999), yaptıkları bir çalı mada 33 750 da bir tarımsal arazide SAR de erini tahmin etmek için kriking ve co-kriking gibi jeostatiksel yöntemleri kullanmı lardır. Co-kriglemede daha kolaylıkla ölçülebilen EC verileri SAR de erinin tahmin edilmesini geli tirmek amacıyla kullanılmı tır. Ara tırmacılar bu ekilde yapılan tahmin ile örnekleme masrafını önemli miktarda dü ürülebilece ini co-krigleme ile tahminin geli tirilebilece ini rapor etmi lerdir. Tuzlu ve alkali topraklarda topra ın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, toprak örne i alınmı bir noktadan yola çıkarak örnek alınmamı bir noktaya ait parametreleri tahmin etmek için uzaktan algılama, co rafi bilgi sitemleri, jeostatistik teknikleri ve özellikle regression-kriging ve indikatör kriging kullanılmaktadır (Odeh ve Onus, 2008).

Cafarelli ve Pollice (2010), yaptıkları bir çalı mada tuzlu ve alkali topraklarda elektriksel iletkenlik (EC) ve sodyum absorpsiyon oranı (SAR) de erleri ile toprak tekstürü arasındaki ili kiyi test etmek için jeostatistik yöntemleri kullanmı lardır. Ara tırmacılar toprak tuzlulu unun bir indikatörünün uzaysal da ılımını ve tuzlulu un toprak fiziksel, kimyasal ve hidrolojik özellikler ile do rusal olmayan ili kilerini analiz etmek için jeo-katkılı (geoadditive) bir model kullanmı lardır.

Tuzlu ve alkali topraklarda pH ve EC da ılımlarını en iyi ekilde ifade eden yöntem krigleme yöntemidir. Dolayısıyla tuzlu ve alkali toprakların haritalamasında krigleme yöntemiyle olu turulan haritalar toprak amenajmanı için çok ideal bir haritalama

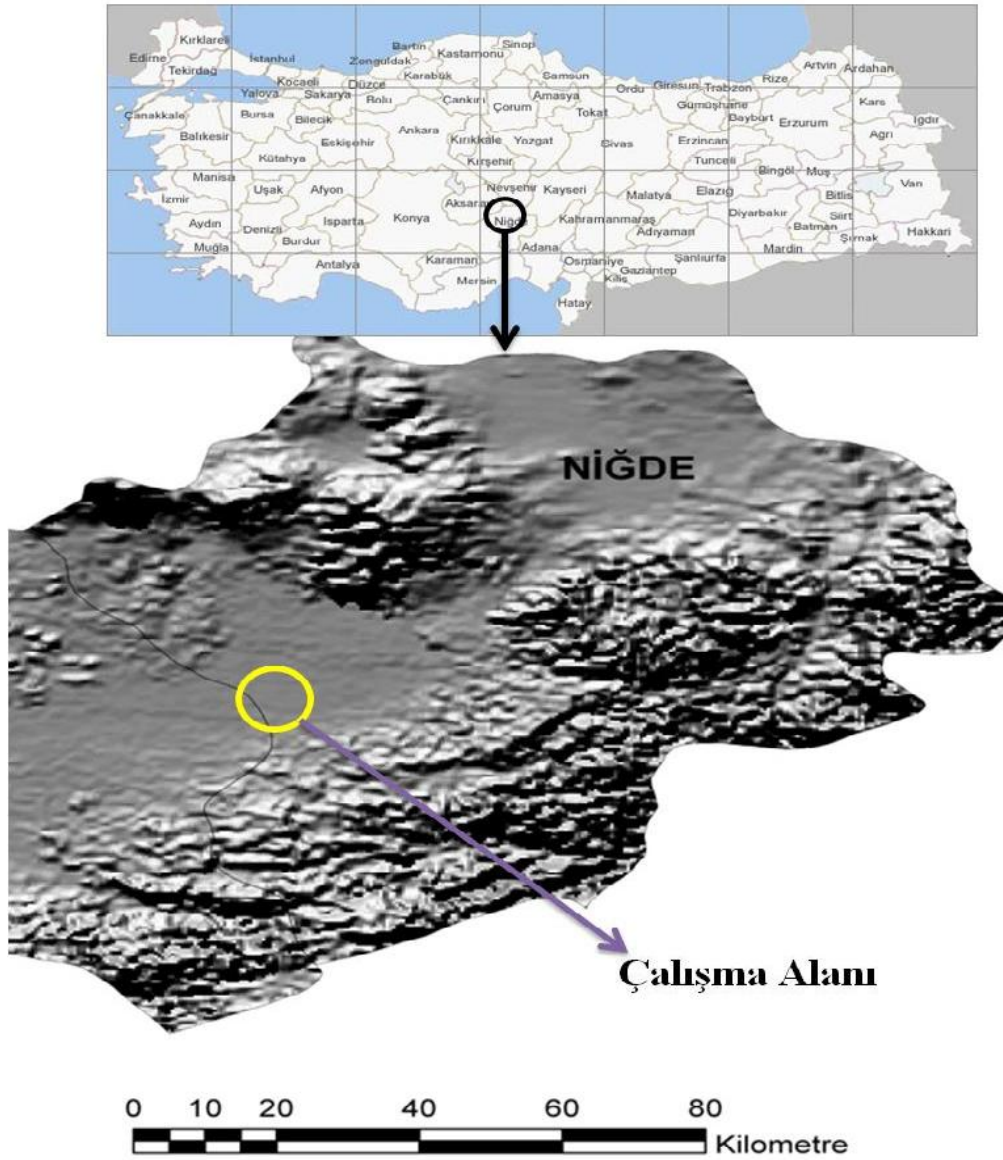
yöntemidir (Al-Omran ve ark., 2004). Ortak Krigleme (Cokriging) bir enterpolasyon tekniğidir. Bu teknik her iki de i kenden biri de i erinden daha sıklıkla örneklenmiş ise seyrek örneklenen de i kenin örneklenmeyen noktalardaki de i erinin tahmin edilmesine yardımcı olur. Eğer ana de i kenin örneklenmesi veya analiz edilmesi zor veya pahalı ise, bu durumda ana de i ken çok sıklıkla örneklenip analiz edilmeden tahmin edilebilir (Günel ve ark. 2008).

Bugüne kadar birçok ara tırmacı tuzlu ve alkali toprakları incelerken jeostatistiksel yöntemleri kullanmışlardır. Bunlardan; Walter ve ark., (2001) toprakta tuzluluk sorununun göstergesi olan elektriksel iletkenliği, Samra ve ark., (1988), sodik topraklardaki uzaysal de i kenliği, Emadi ve ark., 2008, Gökalp ve ark., (2010), tuzlu ve alkali topraklarda toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinin spatial dağılımını ve Yang ve ark., (2011), tuzlu ve alkali toprakların çevreyle olan ilişkilerini incelemede, jeostatistiksel yöntemleri kullanmışlardır.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Ni de Orta Anadolu'nun güneyinde ç Anadolu Bölgesinin güneydo usunda Orta Toroslar içinde yer alan Bolkarlar ve Alada ların kuzeye kıvrımlanarak sokuldukları alanın kuzeyinde kalır. Üç tarafı Toroslar'ın genç kıvrım da ları ile çevrilidir. Batı ucunda ise Konya Ovası ile birle ik Emen Ovası yer alır. Çalı ma alanı Ni de li Bor ilçesi Kızılca Kasabasına 1 km güneyinde Büyük Konya havzasının Bor bölümünde yer almaktadır (Driessen, 1970) (ekil 3.1).



ekil 3.1. Çalı ma alanının konumunu gösteren harita

3.1.1. Çalı ma Alanının klimi

Ni de'de karasal iklim görülür. Karasal iklim görülmesinin nedenleri ise; etrafının da larla çevrili olması, deniz seviyesinden 1200 m. yükseklik göstermesidir. Ni de'nin genel iklim özelli i; yazları sıcak ve kurak, kışları so uk ve kar yağ ılı geçen yarı kurak karakterdedir. En sıcak ay ortalaması Temmuz ayında, en so uk ay ortalaması ise ubat ayında görülmektedir. Gerek mevsimler arasındaki sıcaklık farkı, gerekse gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı karasal iklimin en açık örne idir. Ni de'de 16 yıldır yapılan gözlemlere göre sıcaklık ortalaması 10 °C dir. Tespit edilen maksimum (En yüksek 37,7 C° dir) sıcaklık Temmuz ayına, minimum sıcaklık ise (en dü ük -21 °C dir) ubat ayına rastlar. Kış aylarında yüksek basıncın etkisiyle Ni de'de de i ik bir yağ ı rejimi görülür. İkbaharda yüksek basıncın etkisi altında ve batıdan gelen alçak basınç merkezleri Ni de'yi etkisi altında bırakır. İkbaharın gelmesiyle bölgede sıcaklık derecesi yavaş yavaş yükselir. Yüksek basıncın hâkimiyeti do uya çekilir. Bu çekili ilkbaharda depresyon yağ ı larının meydana gelmesine neden olur. Nisan, Mayıs ve Haziran'ın ilk yarısına kadar sa anak halinde, bazen de sürekli yağ ı artları görülür. Ni de ilinde yıllık yağ ı toplamı 324 mm'dir. Yağ ı en fazla oldu u ay 45,85 mm ile Nisan, en az oldu u ay ise 5,03 mm ile Temmuz ayıdır. Ni de'de ortalama nisbi nem % 56 dır. Yıllık toplam buharlaşma 1245 mm'dir. Buharlaşmanın en fazla oldu u ay Temmuz ayı (272 mm)'dir (Anonim, 2008a).

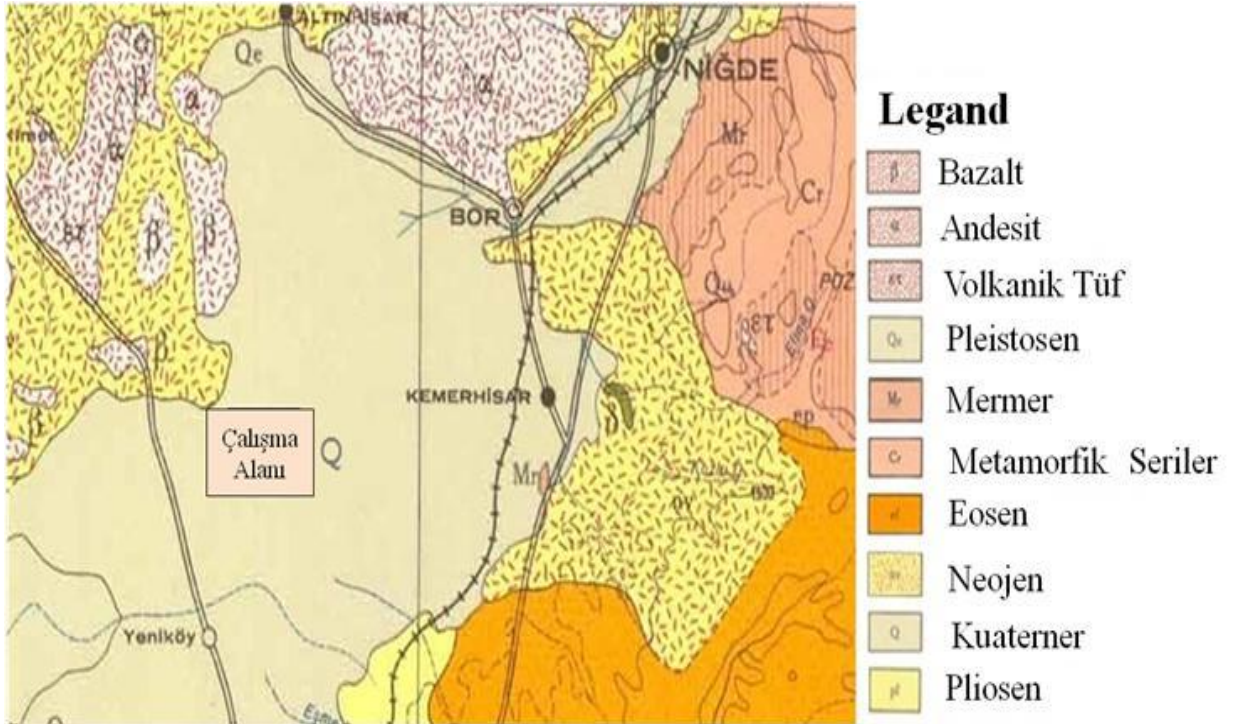
3.1.2. Çalı ma Alanının Jeolojisi

Çalı ma alanının kuzey ve kuzey do usu Hasanda 'ı, Keçeböyduran, Melendiz ve Erciyes da larından kaynaklanan malzemelerle kaplıdır. Bölgenin güneyinde Ni de Masifi, Güney Do usunda Alada lar ve Güney Batısında ise Bolkar Da ları yer almakta olup, oldukça farklı jeolojik materyallerden oluşu mu bir yapıya sahiptir (Anonim 2008b).

Ni de-Bor-Aksaray arasında Melendiz sırada ları, birçok kayaç çe idini barındıran sönmü volkan kraterlerinden meydana gelmektedir. Bölgedeki plato ve ovalar bazalt, kristal istler, trakitler, obsidienlerle birlikte tüf tabakaları ile örtülmü durumdadır.

Ni de'nin ikinci grup yapısında ise ön Toroslar, Bolkar da ları ve Alada lar gibi karstik malzemenin baskın oldu u da ku akları yer almaktadır (Anonim, 2009)

Driessen ve arkada ları 1965-1969 yılları arasında çalı ma alanını da içine alan Büyük Konya havzasında tuzlu ve alkali topraklarının olu umu üzerine ara tırmalar yapmı lardır. Büyük Konya havzası Orta Anadolu'da yer alan oldukça geni bir plato görünümündedir (ekil 3.2). Toplam alanı yakla ık 1 000 000 ha olan havzanın etrafı yüksek arazi ve da lıklarla çevrilidir. Bu durum bölgedeki drenaj sularının araziye terk edip denize ula malarını engellemektedir. Driessen (1970)'e göre alanda görülen tuzluluk ve alkalili in temel nedeni bu bölgede tuz minerallerince zengin olan farklı ana materyallerin varlı ıdır. Bu ana materyallerden ba lıcaları denizsel kaynaklı sedimentler, volkanik depozitler ve kayaların ayrı ma ürünleridir. Üst Eosen, Oligosen ve Miosen dönemlerinde olu an eski deniz sedimentlerinin yüksek derecede çözülebilir tuz ve jips içerdi ini rapor etmi lerdir.



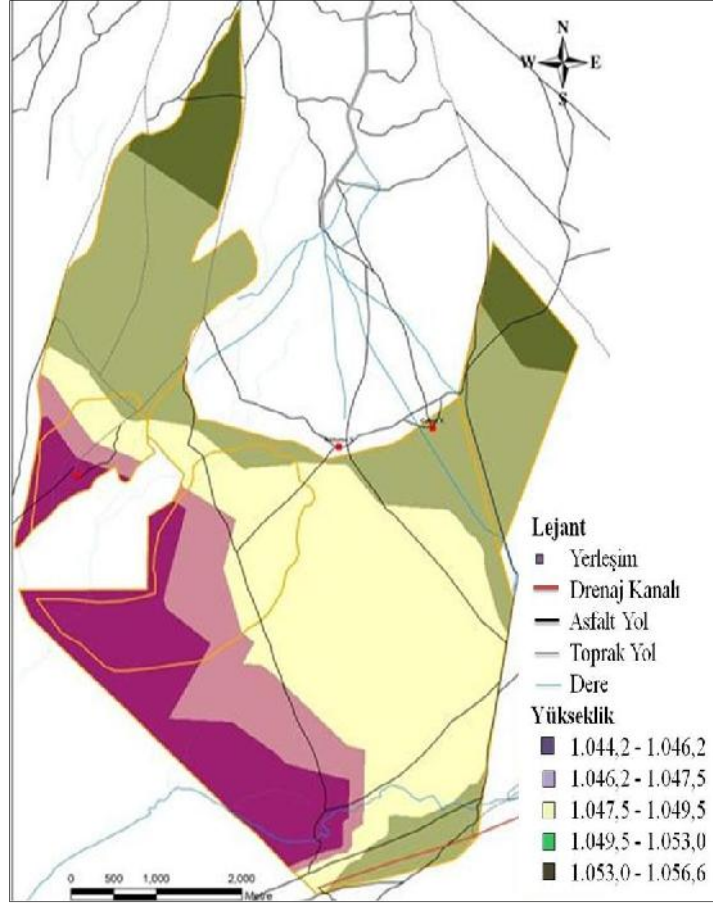
ekil 3.2. Çalı ma alanının jeolojik haritası (Ölçek: 1/500000)

Ayrıca yapılan bu çalı maya göre volkanik faaliyetler sonucunda ovada Karada masifinden Bor kasabasının merkezine do ru büyük bir fay geçidi meydana gelmi tir. Yörede bulunan volkanların birço u tuzlu krater göllere sahiptir. Bu göllerin yüksek

tuz içeriğine sahip olmalarının nedeni volkanik tüflerden ve tüflü topraklardan yıkanan tuzların bu göllerde birikmesinden ileri gelmektedir. Bu volkanik zincirler sonucunda de i ik formlarda tuzlu alkali topraklar oluşmuştur (Driessen, 1970).

Çalı ma alanında volkanik tüfler ve bazalt akıntıları hâkimdir. Genelde bu bölgede tüf türü malzemenin alterasyonu ile alüvyon niteliğini kazanan tüfler çok geniş alanlar kaplamaktadır. Kemerhisar, Bor, Ni de, çevresinde, Çakıt Çayı ve Ecemiş Çayı boyunca depolanmış alüvyonlar gevrek yapıdadır. Bunlar çakıl, kum, silt ve kil den oluşmuştur. Çalı ma alanında yapılan profil tanımlamaları ve sonrasında hazırlanmış toprak tekstürü haritalarında, kil büyüklüğündeki parçacıkların arazideki dağılım deseni çalı ma alanının eski bir göl tabanı olduğunu düşündürmektedir. Çalı ma alanının kuzey sınırları bu eski göl yatağının kıyıları ile örtülmektedir ve çalı ma alanının kum içeriğinin yüksek olan toprakları bu kısımda yer almaktadır. Çalı ma alanında güneye doğru gidildikçe topraklardaki kum içeriği göreceli olarak azalırken, kil içeriğinde önemli düzeyde artış meydana gelmiştir. Arazinin güney sınırlarında bulunan kuru bir dere yatağı görünümünde olan Küçüköz Deresine yakın yerlerde ise kil içeriğinin %70 ve daha yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Kil içeriğinin bu denli yüksek olduğu bu kısımlar muhtemelen eski göl yatağında kilin depolandığı orta noktalara denk gelmektedir.

Çalı ma alanının denizden yüksekliği 1044 m ile 1058 m arasında değişmektedir. Ortalama eğim ise %0,6 civarındadır. Özellikle arazinin orta kısımlarında oldukça büyük bir düzlük yer almaktadır (Şekil 3.3). Bu alanda yaklaşık 11 km boyunca kot farkı sadece 2 m'dir. Çalı ma arazisinin oldukça düz olan bu yapısı uzun yıllar çevreden gelen yüzey sularının arazide kalmasına neden olmuştur. Çevreden gelen yüzey sular derine sızma ve buharlaşma ile kaybolduklarında ise beraberlerinde getirdikleri tuzları arazi yüzeyinde bırakmışlardır.



ekil. 3.3. Çalı ma arazisine ait topo rafik haritalar kullanılarak oluşturulmuş sayısal yükselti haritası (DEM)

3.1.3. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı

Doğal bitki örtüsü dağlık alanlarda çam ve köknar, çay ve gölet kenarlarında söğüt ve kavak ağaçlarıdır. Düzlukler ise otsu bitkilerle kaplıdır. Çalı ma alanı toprakları tuzlu alkali karakterde olduklarından tuzluluğa karşı hassas olan bitkiler yetişmemektedir. Alanda baskın bir şekilde görülen bitkiler halofit bitkilerdir. Çalı ma alanında uzaysal olarak değişen tuzluluk alkalilik düzeyleri farklı halofit bitkilerin yetişmesine neden olmuştur. Bunlar; Ezgen (*Camphorosma monspeliaca*), Betne (*Halimione verrucifera*), *Aeloropus littoralis*, Sahil Karanfili (*Limonium sp.*), Erişte (*Plantago crassifolia*), Göstermeli Hindiba (*Taraxacum farinosum*), Etek Dikeni (*Onopordum davisii*), Etl Soda otu (*Salsola Crassa*), Deniz Börülcesi (*Salicornia Europaea*), Çorak otu (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. Subsp. *Distans*), Çuvan (*Halocnemum Strobilaceum*) ve Tüylü ot (*Pveeria Pilosa*) gibi halofit bitkilerdir.

3.2. Metod

3.2.1. Toprak Etüd Haritalama İlem ve Metodolojisi

Çalı ma alanına ait arazilerin ayrıntılı olarak yapılan etüdünde, haritalama ünitesi olarak toprak serileri ve bunların önemli fazları (derinlik, tuzluluk, alkalilik, erozyon) esas alınmıştır (Soil Survey Staff, 1993). Toprak serilerinin haritalama ünitesi olarak seçilmesinin nedeni; doğal toprak sınıflama sistemleri içerisinde serilerin tüm toprak karakteristiklerini benzersiz bir varlık olarak kapsaması ve bunun sonucu olarak toprakla ilgili bütün yorumlara olanak vermesidir. Çünkü bir seriye giren bütün topraklar benzer horizonlara sahip bulunmakta ve bu horizonların tüm fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin benzer olması gerekmektedir. Toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri yapıldıktan sonra söz konusu analiz sonuçları ile birlikte arazide belirlenen morfolojik özellikler de dikkate alınarak toprakların sınıflamaları yapılmıştır.

Landsat 5 uydusundan 2000 yılı Haziran ayında alınan görüntü ve veriler kullanılarak çalı ma alanına ait unsupervised (e itimsiz) uydu görüntüleri oluşturulmuştur (ekil 3.4). Sınıflanacak bölgeler hakkında herhangi bir bilginin olmaması durumunda e itimsiz sınıflama yöntemi kullanılmaktadır (Browning ve Duniway 2011). E itimsiz sınıflandırma yöntemi benzer spektral özelliklere sahip pikselleri gruplandırma işlemidir. Bu benzer piksellerden oluşan her grup bir spektral sınıf olarak adlandırılır ve spektral sınıfların örtü tipleriyle ilişkili olduğu varsayılır. E itimsiz sınıflandırma yönteminde sınıflandırma öncesinde var olan örtü tipine ait bilgilere ihtiyaç duyulmaz (Verbyla, 1995). Benzer pikselleri bir araya getirip spektral sınıf oluşturmak için, önce bir benzerlik veya yakınlık ölçütü tanımlamak gerekmektedir. Bu benzerlik ölçütlerini tanımlamak için Öklit (Euclidean) ve Mahalanobis gibi çeşitli ölçütler kullanılmaktadır (Mıtiş ve Dinç 1992).

$$\text{Öklit uzaklığı } D = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2} \quad (3.1)$$

Burada;

n ; Bant Sayısı X_i : i . Banttaki X pikselinin parlaklığı

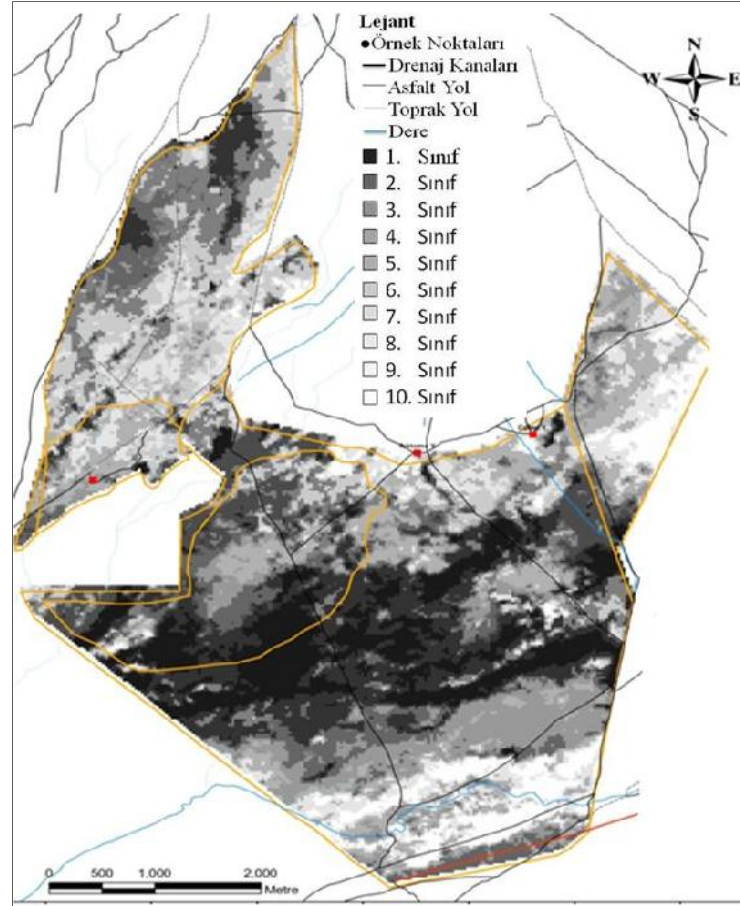
Y_i : i . banttaki y pikselinin parlaklığıdır.

$$\text{Mahalanobis mesafesi ise } D = \sqrt{(X_i - a)^T S^{-1} (X_i - a)} \quad (3.2)$$

$$\text{Burada; } a = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k X_i \quad (3.3)$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - a_i)(y_j - a_j) \quad (3.4)$$

Kovaryans matrisinde; n : Band sayısı, a_i : Birinci bant ortalaması, a_j : ikinci bant ortalaması, x_i : Birinci banttaki piksel parlaklığı, y_j : ikinci banttaki piksel parlaklığıdır.



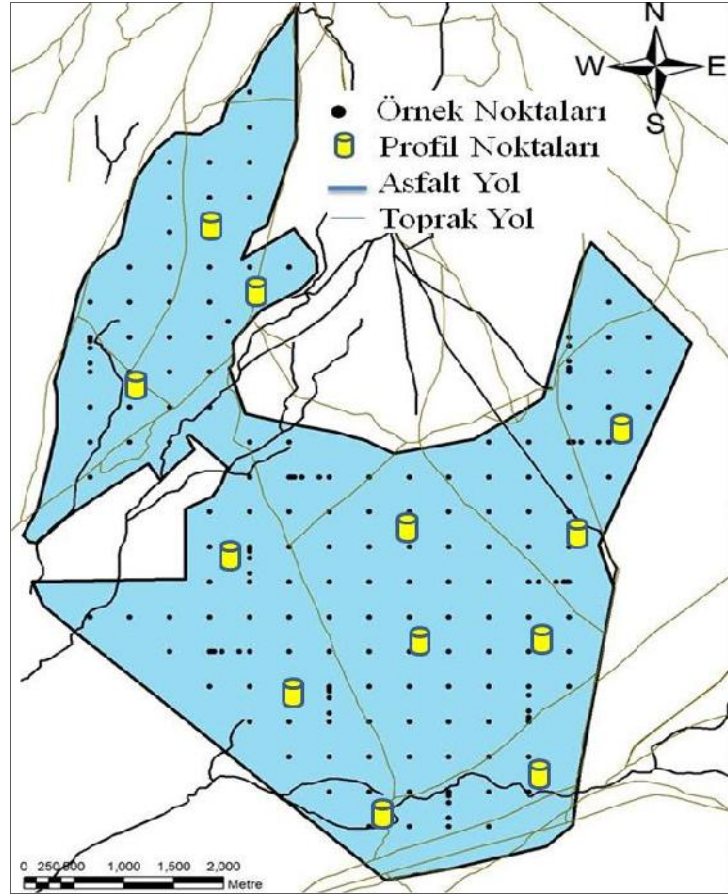
ekil 3.4. Çalı ma arazisi uydu görüntüsü yardımı ile oluşturulan eşitsiz uydu görüntüsü ve örnekleme noktaları

Bu ölçütler kararlaştırıldıktan sonra, kümeleri oluştururken seçilen algoritmalar genelde iki kriter üzerinde çalıştırılır. Birincisi kümeleri oluştururken piksellerin yakınlık veya benzerliklerinin bir dizi ile kontrolü, ikincisi oluşturulan kümelerin yakınlık veya benzerliklerine göre birleştirilmesi veya bölünmesidir. Buradaki amaç, kümelerin içindeki piksellerin uzaklığını mümkün olduğunca minimum, kümeler arası uzaklığını ise mümkün olduğunca maksimum olmasını sağlamaktır. Kümeleme sonuçlarının kontrolü, sınıflarla ilgili bilgi ve yer gerçeği olmadığından veya yetersiz olduğundan istatistiksel yöntemlerle yapılır. Kümelerin içerdiği piksellerin ortalamaları, varyansları,

standart sapmaları veya kovaryans matrisleri bulunarak kümelerin sağlıklı olup olmadığına karar verilir. Değerler yeniden küme aranmasına gidilir.

Oluşturulan bu haritalar eldeki topoğrafik haritalar ile birlikte kullanılarak farklı toprakların bulunacağı alanlar tespit edilmiştir. Çalışma alanını temsil edecek şekilde 12 tane toprak profili açılmış ve dokuz tanesinde tanımlama yapılmıştır (Şekil 3.5). Toprak inceleme derinlikleri altındaki genetik horizonları arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu her bir pedon farklı bir toprak serisi olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, toplam yedi adet toprak serisinin tanımlandığı çalışma alanında toprak serisi ve fazlarının arazide yerlerinin bulunması amacıyla detaylı toprak etüdüne geçilmiştir. Daha önceden elde edilen eşitimsiz uydu görüntüsü kullanılarak arazide 1.20 m'ye kadar (derinlik sınırlaması olmadığı takdirde) burgular ile kontroller yapılmıştır. Bu kontroller ile toprak serileri ve bunların fazları arasındaki sınırlar kesinleştirilmiştir. Arazide farklı sınırların kontrolü için arazi, 400 m X 400 m büyüklüğünde gridlere ayrılmış ve her bir gridin köşesinden toprak örneği alınarak toplam 152 noktada örnek alınmıştır (Şekil 3.5). Bunun yanı sıra toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerini belirlemek ve serilerin sınırlarını görebilmek için gridlerin köşeleri arasında 5-20-50-125-300 m aralıklarla toprak örnekleme yapılmıştır. Ara transekt adı verilen bu örnekleme yöntemi ile 10 farklı transektten ve her transekte 5 noktadan olmak üzere toplam 50 noktadan örnek alınmıştır (Şekil 3.5). Ara transektler 400 m mesafedeki ana grid mesafesinden daha kısa mesafelerdeki mesafeye bağlı yapının belirlenebilmesini sağlamıştır. Çalışma alanından toplam 202 noktadan herhangi bir sert katmana rastlanmadığı durumlarda ve 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden olmak üzere toplam 544 toprak örneği alınmıştır.

Arazide örneklerin alındığı her noktada, daha önce tanımlamaları yapılan toprak serileri ve belirlenen fazlarına ait değerlendirmeler yapılmış ve toprak haritasının hazırlanmasında kullanılmak üzere haritalama birimleri oluşturulmuştur. Arazi çalışmaları tamamlandıktan sonra örnek noktalarındaki değerlendirmeler ile birlikte farklı toprak serisi ve fazlarının sınırları belirlenmiştir. Digitizer yardımı ile ARC/INFO programında belirlenen toprak sınırları sayısallaştırılmıştır. Aynı metod ile 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritadan da yollar ve dere yatakları sayısallaştırılarak bilgisayar ortamında çakıtılmıştır.



ekil 3.5. Çalı ma alanında yapılan örnekleme sistemi ve profil noktaları

3.2.2. Toprak Özelliklerinin Mesafeye Ba lı De i iminin Modellenmesi ve Haritalanması

Jeoistatistik, toprak özelliklerinin mesafeye ba lı yapısının çalı ılması ve tahmin edilmesinde toprak biliminde özellikle son 25 senedir yaygın bir eklide kullanılan güçlü bir araçtır. Jeostatistik, örnekler arası ili kiyi tanımlamayı, modellemeyi ve haritalamayı amaçlayan bir metod olarak kullanılmaktadır (Logsdon ve Jaynes, 1996; McBratney ve ark., 2000; Emadi ve ark., 2008). Gözlem verilerinin deneysel variogram yapısının belirlenmesi ve bu yapıya teorik bir modelin uydurulması jeostatistiksel çalı maların temelini olu turmaktadır (Vieira ve ark., 1983). Jeostatistik variogram ve kriging olmak üzere iki a amadan olu maktadır. Variogram analizi uzaysal olarak farklı noktalardaki de i kenler arasındaki ili kiyi ölçme ve karakterize etmede, kriging ise ölçme yapılmayan nokta veya alandaki özelliklerin tahmininde kullanılmaktadır (Trangmar ve ark., 1985).

Çalı ma alanı 7 farklı seriyi içeren 27 000 dönüm araziden olu maktadır. Çalı ma alanına ait semivariogramlar olu turulurken en iyi modeli seçmek için öncelikle semivariogram de erlerindeki süreklilik izlenmi daha sonrada modelin uygunlu unu gösteren r^2 ve ölçüm hatalarından biri olan RSS (artık kareler toplamı (Residual Sum of Squares)) de erlerine bakılarak karar verilmi tir. Bu durumda en iyi modeli seçmek için r^2 de erinin 1'e en yakın ve RSS de erinin ise 0'a yakın olması tercih edilmi tir (Yang ve ark., 2011). Yapılan i lemler esnasında deneysel semivaryans de erinin bir sill de erine ula ması ve belirli bir mesafe devam etmesi gözlemlenmi tir. Deneysel semivaryans de erleri bir sill de erinde sabit kalmayıp azalı ve artı lar ekinde devam etti inde ise bu de i imleri içine alacak ekinde aktif lag mesafesi artırılıp azaltılarak en uygun semivariogram modelleri seçilmi tir (Akba , 2004). Yüzey ve yüzey altındaki toprak örneklerine ayrı ayrı bu i lemler uygulanmı tir. Bu nedenle her bir toprak de i ken için 0-30 cm ve 30-60 cm ve 60-90 cm toprak örnekleri için ayrı ayrı modellemeler elde edilmi tir.

Toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de i imlerinin modellemesinde ve çapraz de erlendirme sonucunda örnekleme yapılan bir noktadan yola çıkarak örnekleme yapılamayan noktalardaki de erlerin tahminlerde GIS 7.0 (Gamma Design Software, 2004) paket programı kullanılmı tir. Semivariogram ve çapraz de erlendirme sonucunda elde edilen en uygun parametreler kullanılarak her bir de i ken için mesafeye ba lı de i imin haritaları ArcGIS 9.2 (ESRI, 2006) paket programı ile olu turulmu tur.

Her bir de i ken için elde edilen semivariogram modeline ait nugget (Co), Range, Sill (Co+C) de erleri, modelin uygunlu unu gösteren r^2 ve ölçüm hatalarından biri olan RSS de erleri elde edilmi tir. Ayrıca uzaysal ba ımlılı ın derecesini gösteren % nugget oranı de erleri (nugget/sill) hesaplanmı tir. Modelleme ile ilgili elde edilen parametreler ile çapraz de erlendirme sonucunda ölçülen de er ile tahmin edilen de er arasındaki ili ki gösteren parametreler her bir de i ken için ayrı ayrı tabolalar halinde ileriki kısımlarda verilmi tir.

Modelleme ile elde edilen verilerden “nugget”, sıfıra yakın mesafedeki (h) semivaryansın ((h)) pozitif bir de eri olarak ifade edilir. Bu de er, örnekleme hatalarının varyansı ve minimum örnekleme mesafesinden daha kısa mesafedeki

uzaysal varyansı yansıtan atık (residual)'tır. deal ko ullar altında örnek alma veya örneklerin analizi sırasında herhangi bir hata yapılmadı ı zaman nugget de eri sıfıra e ittir. Ancak örnek alma ve analiz yapma esnasında meydana gelen hatalar nugget de erinin sıfırdan uzakla masına neden olmaktadır (Burrough, 1991; Upchurch ve Edmons, 1991; Mulla, 1998; Mulla ve McBratney, 2000).

Range (A), sill de erine ula ıldı ı andaki mesafenin de eridir. Range de erinden daha geni bir mesafede birbirlerinden ayrılan örnekler uzaysal olarak ba ımsız kabul edilirler. Çünkü farkların tahmin edilen semivaryansları ayırım mesafesinin dı ında geçersiz olacaktır (Mulla ve McBratney, 2000).

Modellemelerle elde edilen bu range de erleri söz konusu özelli in ölçülen iki nokta arasında korelasyonun olaca ı maksimum mesafeyi göstermektedir. Di er bir ifadeyle elde edilen mesafelerden daha büyük bir mesafede iki örne in birbirinden ba ımsız olaca ına daha kısa mesafelerde ise bir korelasyonun söz konusu olaca ına i aret etmektedir.

Toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de i kenliklerinin ifade edilmesinde uzaysal ba ımlılık yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzaysal ba ımlılık de eri, nugget semivaryansın toplam semivaryansa oranının $(Co/Co+C)$ yüzde olarak ifadesidir. ayet uzaysal ba ımlılık de eri % 25 ise de i ken kuvvetli uzaysal ba ımlı olarak sınıflandırılmakta, %25 ile %75 arasında ise orta derecede uzaysal ba ımlı olarak sınıflandırılmakta ve bu oran %75'den fazla ise de i ken zayıf uzaysal ba ımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Trangmar ve ark., 1985, Cambardella ve ark., 1994; Cambardella ve Karlen, 1999; Brodsky ve ark., 2004, Emadi ve ark., 2008; Yang ve ark., 2011).

Jeoistatistikte örne i alınmı bir noktadan yola çıkarak örne i alınmamı bir noktanın tahmininde bulunmak için en iyi tahmin yapan modelin belirlenmesi gerekir. Bunun için daha önce elde edilmi en iyi semivariogram modeli ve bu modelle ait de erler kullanılarak çapraz de erlendirme yapılır. Çapraz de erlendirme tüm de i kenler için yapılmı ve çapraz do rulamada nokta kriking yöntemi (point kriking) kullanılmı tır. Çapraz de erlendirme yönteminde veri setinde bir veri göz ardı edilir ve bu göz ardı edilen veri geri kalan veriler yardımı ile tahmin edilir. Bu i lemler sonucunda her bir alan için gerçek de erler ve model tarafından tahmin edilen de erler kullanılarak

modellin tahmin gücü belirlenmi olur. Çapraz de erlendirme yönteminde tahmin edilen de erin sonucuna semivariogram modellinin bile enleri (range, sill, nugget, lag sayısı), kullanılan kriking yöntemi ve nokta tahmininde bulunurken seçilen kom u sayısı gibi birçok faktör etki etmektedir (Akba , 2004). Bu durumda en iyi sonucu elde etmek için bu faktörlerin her biri tek tek de i tirlerek sonuca varılmaya çalı ılır. Bu ekilde ölçülen her bir de er için tahminler yapılır. Sonunda ölçülen ve tahmini yapılan de erler birbirleri ile kar ıla tırılarak saçılım grafi ine yerle tirilir. Saçılım grafiklerinde verilerin 1/1 e risine olan uzaklıkları yardımı ile modelin gerçe e ne kadar yakın do rulukta tahmin yapıldı ı konusunda bilgi sahibi olunur (David, 1976; Clark, 1986).

3.2.3 Toprak Analizleri

Çalı ma alanın genel özelliklerinin belirlenmesi amacı ile toprak tekstürü, agregat stabilitesi, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, kireç, yarayı lı bor içeri i, de i ebilir katyonlar (kalsiyum, ma nezyum, potasyum, sodyum), yarayı lı fosfor, Katyon De i im Kapasitesi (KDK), Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve de i ebilir sodyum yüzdesi (ESP) analizleri yapılmı tır. Bu analizlere ait metodlar a a ıda verilmi tir.

Toprakların % kil, silt ve kum içeriklerini belirlemek için “Bouyoucos Hidrometresi” metodu kullanılmı tır (Gee ve Bauder, 1986). Toprakların agregat dayanıklılı ı ıslak eleme yöntemine göre yapılmı tır (Anonim, 2007). Toprak pH’sı Neel pH’metresi ile belirlenmi tir (Hendershot ve ark., 1993). Toprak pH’sı için aynı zamanda saturasyon çamuru hazırlanarak hem saturasyon çamurunda hemde çamurlardan alınan süzüklerden pH okumaları yapılmı tır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). Elektriki iletkenlik (EC) pH ölçümü yapıldıktan sonra aynı süspansiyonda digital EC metre ile ölçüm yapılmı tır (Jansen, 1993) EC için aynı zamanda saturasyon çamuru hazırlanarak hem saturasyon çamurunda hem de çamurlardan alınan süzüklerden EC okumaları yapılmı tır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Organik madde Modifiye edilmi Walkey-Black metoduna göre yapılmı tır (Nelson ve Sommers, 1982). Kireç içeri i Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkı hacmine

göre belirlenmi tir (Allison ve Moodie 1965). Çalı ma alanı topraklarının kireç içeri i bakımından sınıflaması Kihschuk (2000)'a göre yapılmı tır (Çizelge 3.1). Yarayı lı Bor çeri i Azometin H ile olu turulan kompleksin renk yo unlu una dayanılarak belirlenmi tir (John ve ark. 1975).

Çizelge 3.1 Toprakların kireç bakımından sınıflandırılması (Kihschuk, 2000).

Kireç çeri i %	Sınıf
< 5	Kireçsiz
5-15	Az Kireçli
15-25	Kireçli
25-40	Çok kireçli
> 40	A ırını kireçli

De i ebilir Katyonlar (kalsiyum, magnezyum, potasyum ve sodyum) 1 N Amonyum Asetat yöntemine göre yapılmı tır (Thomas, 1982). Yarayı lı Fosfor Sodyum bikarbonat yöntemine göre belirlenmi tir (Olsen ve ark., 1954). Katyon De i im Kapasitesi (KDK) 1,0 N amonyum asetat (pH = 7.0) yöntemine göre belirlenmi tir (Jackson, 1958). Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) Hava kuru toprak örneklerinden hazırlanan saturasyon çamurlarından alınan süzüklerde de i ebilir katyonların belirlenmiş ve SAR de eri hesaplanmı tır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (3.5)$$

De i ebilir katyonlardan çözülebilir katyonlar çıkarılarak ESP de erleri hesaplanmı tır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

$$ESP = \frac{(DNa-SÇNa)}{((DNa-SÇNa)+(DCa-SÇCa)+(DK-SÇK)+(DMg-SÇMg)}} * 100 \quad (3.6)$$

D: De i ebilir, SÇ: Suda çözünebilir (Graff ve Patterson, 2001; Raine ve Loch, 2003)

3.2.4. Toprak Sınıflaması

Toprakların sınıflamasında Amerika Birleşik Devletleri, Tarım Bakanlığına bağlı bir kurulu olan Doal Kaynakları Koruma Servisi tarafından geliştirilen Toprak Taksonomisi kullanılmıtır (Soil Survey Staff, 1999). Çalıma alanına en yakın meteoroloji istasyonu Ni de il merkezinde kuruludur. Bu tesis çalıma alanından 30 km uzaklıkta ve aynı zamanda 200 m daha yüksektedir. Sözlü olarak edinilen bilgilere göre, Ni de il merkezi çalıma alanından daha yüksek ya ı almaktadır. Ni de il merkezinin yıllık ortalama toplam ya ı miktarı 324 mm'dir. Bu durumda çalıma alanı aridik/kserik nem rejimlerinin geçiinde yer almaktadır. Ni de ilinde 50 cm toprak derinlikteki ortalama sıcaklık 13,5 °C olduğundan sıcaklık rejimi de Mesic olarak sınıflandırılmıtır.

3.2.5. Statistikselsel Analizler

Çalıma alanından alınan farklı derinliklerdeki (0-30- 30-60, 60-90 cm) toplam 544 toprak örneğinde yapılan laboratuvar analiz sonuçları kullanılarak toprak özelliklerinin genel durumunu ve de iimini görmek için tanıtıcı istatistik analizleri yapılmıtır. Tanıtıcı istatistikte her bir de iken için (kum, kil, silt, pH, EC, organik madde, kireç, de iebilir kasyonlar (Na, K, Ca ve Mg), yarayılı fosfor, kation de iim kapasitesi (KDK), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR), de iebilir sodyum yüzdesi (ESP), yarayılı bor ve agregat stabilitesi) aritmetik ortalama, minimum, maksimum, standart sapma, % varyasyon katsayısı, çarpıklık ve basıklık de erleri SPSS 13.0 paket programı kullanarak hesaplanmıtır (SPSS, 2005). Tanıtıcı istatistik analizi yapılırken veri setinde hiç bir veri atılmadan de erlendirmeler yapılmıtır.

statistikselsel de erlendirmenin bir sonraki a amasında, her bir serinin içerisindeki toprak özelliklerini haritalama birimleri açısından de erlendirmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve ardından farklılıkların önemli oldu u durumlar için DUNCAN testleri yapılmıtır. Burada amaç, öncelikle aynı seride yer alan haritalama birimlerinin toprak özellikleri açısından birbirlerinden farklı olup olmadığını anlayabilmek ve bir sonraki a amada ise, bu haritalama birimlerini benzer özellikler açısından gruplamak olmu tur.

4. BULGULAR VE TARTI MA

Tezin sunumuna öncelikle tüm alana ait en düşük ve yüksek değerler, ortalama ve standart sapmalar, değişimin göstergesi olan varyasyon katsayısı ve yatıklık-basıklık değerlerinden oluşan tanımlayıcı istatistik verilerinin yorumlanması ile başlanacaktır. Araştırma bulguları ve tartışma bölümünün ilerleyen kısımlarında öncelikle çalışma alanı topraklarının oluşum ve sınıflaması, toprak etüd ve haritalamada haritalama ünitelerinin homojenliğinin araştırılması ve son kısımda da çalışılan toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerinin analizi tartışılacaktır.

4.1. Tanımlayıcı istatistikler

Kurak bir iklime sahip ve eski göl tabanı üzerinde yer alan çalışma alanı toprakları genel olarak organik madde içeriği düşük, kireçli, tuzlu ve alkali karakterdedirler. Tüm alanda 0-30 cm derinlikte kil içeriği ortalama %52,40 ve kum içeriği ortalama %26,08'dir (Çizelge 4.1). Çalışma alanında toprak tekstürü kuzey güney istikametinde göreceli olarak kumdan kile doğru değişmekte olup toprakların çoğunluğunda ince bünyeli bir tekstür hâkimdir.

Sodik topraklar, değişebilir Na yüzdesinin Ca ve Mg'a oranla daha yüksek olduğu ve EC'nin 4 ds/m'den düşük olduğu ve hatta çok zaman 2 dS/m'den dahi düşük olduğu toprakları tanımlamak için kullanılmaktadır. Toprak pH'sı genellikle 8,5'tan fazladır ve hatta bazı durumlarda 10 veya 11 gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır. Çalışma alanı yüzey topraklarının pH'sı 7,51 ile 9,31 arasında, EC 0,61 ile 27,40 dS/m, ESP %0,49 ile %54,82 ve SAR 0,23 ile 98,23 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). ESP'nin %15 ve SAR'ın 13'den yüksek olduğu durumda sodyumun toprağın fiziksel yapısını bozması ile sodiklik sorunu ortaya çıkmaktadır (ekil 4.1).



ekil 4.1. Sodik topraklarda toprağın fiziksel yapısının bozulduğu alanlar

Çizelge 4.1. Çalılık alanı yüzey topraklarına (0-30 cm) ait tanımlayıcı istatistik verileri (Örnek sayısı = 202)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	22,00	81,10	52,40	16,29	31,09	-0,124	-1,267
Kum (%)	3,87	61,55	26,08	14,24	54,58	0,432	-0,830
Silt (%)	8,75	55,11	21,52	6,45	29,97	0,672	2,557
Agregat Stabilitesi (%)	7,91	99,72	73,72	18,42	24,99	-0,787	0,412
pH	7,51	9,31	8,33	0,30	3,58	0,419	0,538
EC (dS/m)	0,61	27,40	6,09	5,50	90,45	1,328	1,502
Kireç çeri i (%)	3,99	49,47	31,43	10,81	34,40	-0,697	-0,604
Bor (ppm)	1,41	97,84	47,76	31,80	66,58	0,230	-1,459
Organik Madde (%)	0,32	4,50	1,87	0,70	37,19	0,516	0,602
P ₂ O ₅ (kg/da)	1,30	39,18	12,46	6,75	54,19	1,178	1,689
KDK (meq/100g)	11,88	41,08	24,68	5,64	22,86	0,120	-0,284
ESP (%)	0,49	54,82	12,71	11,31	88,98	1,277	1,220
SAR	0,23	98,23	14,07	14,80	105,19	2,138	5,938
Suda Çözülebilir Katyonlar							
Ca (meq/100g)	0,01	2,37	0,48	0,49	101,31	1,258	0,881
K (meq/100g)	0,00	2,06	0,49	0,45	90,87	1,232	1,006
Mg (meq/100g)	0,00	1,75	0,35	0,37	105,71	1,555	1,817
Na (meq/100g)	0,16	39,36	8,42	9,08	107,91	1,404	1,300
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde Değerlendirilebilir Katyonlar							
Ca (meq/100g)	14,98	133,76	35,43	20,35	57,44	2,224	6,808
K (meq/100g)	0,42	11,98	4,14	1,89	45,64	1,552	3,193
Mg (meq/100g)	1,12	17,58	6,85	2,99	43,68	0,609	0,247
Na (meq/100g)	0,55	76,18	14,53	14,38	98,99	1,403	1,689

Yüksek de i ebilir Na, yüksek pH, ve dü ük Ca ve Mg içeri i bir araya geldi inde toprak agregatlarının bozuldu u ve tam bir dispersiyon olayının gerçekleşti i görülmektedir. Toprak agregatlarının parçalanması sonucunda suyun toprak içerisine girmesi ve toprak profili içerisinde hareket etmesi engellendi inde dolayı arazi yüzeyinde suyun göllenmesi kaçınılmaz olmu tur (ekil 4.2)



ekil 4.2. Sodik topraklarda su göllenen alanlar.

Tuzlu-sodik ve kireçli topraklarda sodikli in göstergesi olan ESP'nin belirlenmesi ortamda bulunan serbest tuzların çözünmesi ve ortama sodyum iyonu vermelerinden dolayı oldukça güçtür. Toprak pH'sının 7,0'den yüksek oldu u ko ullarda de i ebilir katyonların belirlenmesi için önerilen amonyum asetat yönteminde ortamda bulunan suda çözülebilir tuzlarında çözünmesi ESP de erlerinin oldu undan daha yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Özellikle de suda çözülebilir tuzların kayna ı sodyum ise bu fark çok daha yüksek olmaktadır (I ık ve Usta, 2004). Çalı ma alanı topraklarının de i ebilir Na içeri i ortalama 14,53 (meq/100g) iken suda çözülebilir Na içeri inin ortalama 8,42 (meq/100g)'dir. Bu durum de i ebilir Na'un yakla ık %58'inin suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir. Suda çözünebilir sodyum içeri i belirlenmeden do rudan amonyum asetat yöntemi ile ESP de eri belirlenmi olsa çalı ma alanında ortalama ESP de eri %20,21 olarak elde edilecekti. Ancak suda çözünen Na konsantrasyonunun çıkarıldıktan sonra bu de er %12,71'e dü mü tür (Çizelge 4.1). Tuzların çözünmesi ile Na konsantrasyonunun artması sorununa benzer

ekilde Dohrmann (2006), de i ebilir katyonların amonyum asetat yöntemi ile belirlenmesinde kireçli topraklarda kalsiyum karbonatın çözünmesine ba lı olarak ortama Ca^{++} iyonunun verilmesinin toplam katyonlar içerisinde kalsiyumun oldu undan yüksek çıkmasına neden oldu unu rapor etmi tir. Konu edilen bu iki sorun bazı durumlarda de i ebilir katyonların toplamının (Na+Ca+Mg+K) katyon de i im kapasitesinden (KDK) daha yüksek çıkmasına neden oldu u Graaff ve Patterson (2001) ve Günal ve ark., (2008)'nın çalı malarında da rapor edilmi tir. Bu nedenle çalı ma alanı topraklarında ESP, de i ebilir katyonlardan suda çözünebilir katyonlar çıkarıldıktan sonra hesaplanmı tir.

Çalı ma alanı yüzey topraklarında ortalama fosfor (P_2O_5) içeri i 12,46 kg/da iken tüm alanda 1,3 ile 39,18 kg/da arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.1). Toprakların toplam fosfor kapsamlarının büyük farklılıklar göstermesi, olu tu u ana materyalden ve iklim ko ullarından kaynaklanmaktadır. Genellikle kireç ta ı, marn ve benzeri materyallerden olu mu toprakların toplam fosfor kapsamları asidik veya kireçsiz materyallerden olu mu toprakların toplam fosfor kapsamlarına göre daha yüksektir. Bunun nedeni kireçli materyallerde bulunan kalsiyum karbonatın orijininin kalsiyum ve fosforca zengin, suda ya ayan canlıların kalıntıları, iskelet ve kabuklarından meydana gelmesidir (Frossard, ve ark., 2000; Georga, ve ark., 2003).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde borat tuzları toprakta birikmeye ba lar ve çok yüksek konsantrasyonlara ula abilir. Bu durum yüksek EC ve sodiklikle ili kilidir. Ayrıca toprakta organik madde içeri i, pH, tekstür, kil miktarı ve tipi ile nem kapsamı topraktaki bor'un hareketlili ini etkileyen en önemli faktörlerdir (Goldberg, 1993). Çalı ma alanı yüzey topraklarında bor içeri i 1,41 ile 97,84 ppm arasında de i mektedir (Çizelge 4.1). Bor içeriklerinin bu kadar de i ken olmasının temel nedeni borun toprak içerisindeki konsantrasyonuna etki eden organik madde, tekstür, pH ve EC gibi toprak özelliklerinde görülen de i kenliklerdir.

Çalı ma alanı yüzey topraklarında de i ebilir K içeri i kil içeri ine ba lı olarak 0,42 ile 11,98 meq/100g arasında de i mektedir (Çizelge 4.1). Toprakların potasyum içeri i FAO (1990) sınıfamasına göre bitkisel üretim için yeterli ile çok fazla arasında sınıflandırılmaktadır.

Organik madde, kil, kireç, demir oksitler, de i ebilir Na yüzdesi ve katyon de i im kapasitesi (KDK) agregatla mayı etkileyen en önemli toprak özelliklerindedir. Topra ın teksel taneciklerinin kil, organik madde, kireç ve demir gibi çimentolayıcı maddelerle bir araya gelerek olu turdukları yapıya agregatla ma denilmektedir. Agregat stabilitesi ise agregatların mekanik parçalayıcı ve suyun dispers edici etkisine karşı göstermi oldukları direnç olarak tanımlanmaktadır (Günel ve ark., 2008). Toprak agregatların gösterdi i bu direnç toprak çözeltisi ile toprak parçacıkları arasındaki elektrostatik etkile imlerin ve moleküler arası çekici ve itici güçlerin bir fonksiyonudur (Howard ve Raine, 2004).

Toprakta agregat stabilitesinin yüksek olması toprakların havalanması ve hidrolik iletkenli inin artması gibi birçok fiziksel özeli e olumlu etkide bulunmaktadır. Topra ın önemli fiziksel özelliklerinden biri olan toprak bo lukları topra a giren suyun hareketine, tutulmasına do rudan etki etmektedir. Topraklarda agregatla manın artmasıyla toprak bo luklarında da bir artı meydana gelmektedir. Ancak çalı ma alanı topraklarında Na içeri inin yüksek olmasından dolayı dispersiyon i lemi gerçekleşmi ve toprak bo lukları önemli derecede azalmı tır.

Çalı ma alanında agregat stabilitesi için alınan toprak örnekleri (0-30 cm) fiziksel olarak parçalanmaya tabi tutulmadan do rudan 1 ile 2 mm arasında kalan agregatları ayıracak ekilde elenmi ve analiz edilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının agregat stabilitesi de erleri %7,91 ile %99,72 arasında de i im göstermi tir (Çizelge 4.1). Çalı ma alanında, kil ve kireç içeri i, organik madde kapsamı, de i ebilir sodyum yüzdesi, de i ebilir katyonların miktarı agregat stabilitesi de erlerinin çok geni bir aralıkta de i im göstermesine neden olmu tur. Kurak ve yarı kurak bir iklimde yer alan çalı ma alanında agregat stabilitesinin güçlü olması, toprakların özellikle rüzgâr erozyonuna karşı dirençli olmalarına neden olaca ından önemlidir. Agregat stabilitesinin geni bir aralıkta de i iyor olması, arazinin belirli kısımlarının rüzgar erozyonuna karşı çok hassas oldu una i aret etmektedir (ekil 4.3)



ekil 4.3. iddetli rüzgâr erozyonu sonucu arazi yüzeyinin durumu

Toprak kil içeri i ve organik madde (OM) içeri i katyon de i im kapasitesi (KDK) üzerine önemli bir etkiye sahiptirler. Toprakta kil içeri i ve organik madde içeri i artıkça KDK de erleride buna paralel olarak artmaktadır. Çalı ma alanı yüzey topraklarında KDK 11,88-41,08 meq/100g arasında ve ortalama 24,68 meq/100g, OM içeri i ise %0,32- 4,50 arasında olup ortalama %1,87'dir (Çizelge 4.1). Organik madde içeri i açısından çalı ma alanı toprakları Ülgen ve Yurtsever (1974)'e göre az ekinde sınıflandırılmaktadır. Organik madde içeri i bu kadar dü ük iken KDK'nın yüksek olmasının temel nedeni kil içeri inin yüksek olması ve muhtemelen kil tipinin yüksek yüzey alanına sahip 2:1 tipi smektit grubu kil minerallerinden oluşuyor olmasıdır. Arazi çalı maları esnasında gözlemlenen ve özellikle Karadeli, Kızılkuyu ve Acir serilerinin bulunduğu lokasyonlarda görülen yüzeyden derine inen geni çatlaklar 2.1 tipi i me büzülme potansiyeli yüksek smektit grubu killerin varlığına iaret etmektedir (ekil 4.4).



ekil 4.4. Kurak dönemde olu an geni çatlaklar

Toprakta olu an pedogenik i lemler sonucunda kireç ta ı ve dolomit parçalanarak yapısında bulunan Ca ve Mg toprak çözeltilisine geçmekte ve toprakların Ca ve Mg konsantrasyonlarının artması söz konusu olmaktadır. Çalı ma alanı yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %31,43 iken de i ebilir Ca içeri i ortalama 35,43 meq/100g ve de i ebilir Mg içeri i 6,85 meq/100g'dır (Çizelge 4.1). Toprakların kireç içeri i bakımından yapılan sınıflamaya göre çalı ma alanı toprakları oldukça yüksek kireç içeri ine sahiptirler.

Veriler arasındaki de i kenlik ölçütleri varyans, standart sapma ve % varyasyon katsayısıdır. Varyans, verilerin aritmetik ortalamadan uzaklıklarının karesinin toplam veri sayısına bölünmesi ile hesaplanmakta ve bu de erin karakökü standart sapma, de erini vermektedir. Varyasyon katsayısı ise standart sapmanın aritmetik ortalamaya bölünüp 100 ile çarpılması sonucu elde edilmektedir. Farklı ölçüm birimleri (kg, cm vb.) ve farklı büyüklüklerdeki özelliklerin de i kenlerini kıyaslamayı mümkün kılmaktadır. Toprak özelliklerindeki de i kenli in bir ifadesi olan % varyasyon katsayısı 3 gruba ayrılmaktadır. Yüzde varyasyon katsayısı <%15 olanlar dü ük derecede de i ken, %16-35 arası orta derecede de i ken % 36'dan büyük de erler ise yüksek derecede de i ken oldu u kabul edilmektedir (Wilding ve ark., 1994). Yüzey topraklarında yapılan de erlendirme sonucu elde edilen varyasyon katsayısı de erlerine göre pH en dü ük, SAR ise en yüksek de i kenli i göstermektedir. Tüm de erler

arasında varyasyon katsayısı ele alındığında pH düşük derecede de ikenli i gösterirken, sırasıyla kireç, kil, silt, agregat stabilitesi ve KDK içerikleri orta derecede de ikenlik, SAR, de i ebilir Na, EC, ESP, bor, de i ebilir Ca, kum, de i ebilir K ve Mg, P₂O₅ ve OM ise yüksek derecede de ikenlik göstermektedir (Çizelge 4.1).

De ikenlik ölçütleri veri setlerinin de ikenli ini ölçebilmekte ancak da ılma ekillerini belirtmemektedir. Da ılma ekillerini belirtmek için çarpıklık ve basıklık kat sayıları göz önünde bulundurulmalıdır. E er verilere ait çarpıklık katsayısı sıfır ise normal, sıfırdan büyük ise sağ çarpık, sıfırdan küçük ise sola çarpık bir da ılı göstermektedir (Günel ve ark. 2008). Bu durumda ortalama göz önünde bulunduruldu unda sağ çarpık da ılım gösteren veri setlerinde veriler ortalamadan daha küçük anlamına gelmekte, sola çarpık da ılım durumunda ise veriler ortalamadan daha yüksek anlamına gelmektedir. Basıklık ölçütü ise, veri setlerine ait de erlerin ortalamının çevresinde nasıl da ıldıklarını göstermektedir. Basıklık kat sayısı 3 oldu unda normal bir da ılım, 3'ten büyük oldu unda yayvan bir da ılım, 3'ten küçük oldu unda ise sivri (pik ekinde) bir da ılım göstermektedir (Günel ve ark., 2008). Di er bir ifadeyle yayvan durumda de erler ortalamadan uzakla makta, sivri durumda da de erler ortalama çevresinde toplanmaktadır. Bu durumda veri setinde kil ve kireç içeri i ile agregat stabilitesi sola çarpık bir da ılım gösterirken di er toprak özellikleri sağ çarpık bir da ılım göstermektedirler. Aynı zamanda Ca ve K ile SAR de erleri yayvan bir da ılım gösterirken di er toprak özellikleri ise sivri bir da ılım göstermektedirler (Çizelge 4.1).

Çalı ma alanı topraklarında tüm alanda 30-60 cm derinlikte kil içeri i ortalama %57,86 iken kum içeri i ise ortalama %26,52'dir (Çizelge 4.2). Genel olarak ince bünyeli bir tekstür hâkim olup yüzey topraklarına benzerlik göstermektedir. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,77-11,36 arasında, EC 0,70-21,50 dS/m, ESP %1,47-66,91, SAR ise 0,22-85,65 arasında de i im göstermiştir (Çizelge 4.2). Bu durum yüzey (0-30 cm) topraklarında oldu u gibi yüzey altı (30-60 cm) topraklarında da ciddi bir tuzluluk-sodiklik sorunu olduğunu göstermektedir. De i ebilir Na içeri i ortalama 21,39 meq/100g ve suda çözülebilir Na içeri i ortalama 9,89 meq/100g olarak elde edilmiştir. Kireç içeri i ortalama %34,06 ve de i ebilir Ca ortalama 24,38 meq/100g, de i ebilir Mg ortalama 7,62 meq/100g, de i ebilir K ortalama 4,14

meq/100g ve KDK ortalama 25,65 meq/100g'dır (Çizelge 4.2). Yüzey topraklarında oldu u gibi yüzey altı (30-60 cm) topraklarının bazı alanlarında da de i ebilir Ca içeri i KDK de erinden daha yüksek çıkmı tır. Bu sorun daha öncede izah edildi i gibi kireçli topraklarda 1,0 N amonyum asetat yöntemiyle de i ebilir katyonlar belirlenirken kar ıla ılan sorunlardan ileri gelmektedir. Yüzey altı topraklarında bor ortalama 49,23 ppm, P₂O₅ ortalama 15,68 kg/da ve OM ortalama %1,11 olup yüzey topraklarına göre daha yüksek bor ve fosfor içeri ine sahipken OM bakımından daha fakirdirler (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Çalı ma alanı yüzey altı topraklarına (30-60 cm) ait tanımlayıcı istatistik verileri (Örnek sayısı = 202)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	12,40	82,40	57,86	19,62	33,91	-1,038	-0,167
Kum (%)	4,70	79,30	26,52	18,32	69,08	1,179	0,362
Silt (%)	5,45	37,20	15,67	5,75	36,69	0,901	0,706
pH	7,77	11,36	8,67	0,40	4,58	2,065	11,131
EC (dS/m)	0,70	21,50	7,73	4,14	53,60	0,645	-0,006
Kireç çeri i (%)	3,97	62,07	34,06	12,48	36,66	-0,525	-0,486
Bor (ppm)	1,62	92,01	49,23	30,10	61,14	-0,146	-1,515
OM (%)	0,19	2,61	1,11	0,45	40,94	0,349	0,197
P ₂ O ₅ (kg/da)	0,75	36,26	15,68	9,05	57,71	0,109	-1,269
KDK (meq/100g)	11,22	46,95	25,65	6,81	26,55	0,324	0,293
ESP (%)	1,47	66,91	25,81	14,68	56,89	0,495	-0,322
SAR	0,22	85,65	16,63	11,70	70,39	2,390	9,116
Suda Çözülebilir Katyonlar							
Ca (meq/100g)	0,01	2,83	0,48	0,53	110,29	1,781	3,291
K (meq/100g)	0,05	2,51	0,86	0,54	62,83	0,501	-0,406
Mg (meq/100g)	0,01	2,36	0,53	0,49	92,23	1,225	0,940
Na (meq/100g)	0,20	25,94	9,89	6,50	65,73	0,372	-0,883
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar							
Ca (meq/100g)	12,45	53,66	24,38	11,64	47,75	1,082	-0,445
K (meq/100g)	0,94	12,36	4,14	1,93	46,65	1,297	2,549
Mg (meq/100g)	0,48	18,28	7,62	3,41	44,73	0,686	0,349
Na (meq/100g)	1,66	74,18	21,39	12,76	59,65	1,025	1,350

Yüzey altı (30-60 cm) topraklarına ait varyasyon katsayısına göre EC, SAR, ESP, de i ebilir katyonlar (Na, Ca, K, Mg.), bor, kum, P₂O₅, OM, silt ve kireç içeri i çok de i ken bir özellik gösterirken, kil ve KDK orta derecede de i ken pH ise az de i kenlik göstermektedir. Yüzey altı topraklarının ortalama göre da ılımlarına baktı ımızda kil, kireç ve Bor içerikleri sola çarpık bir da ılım gösterirken SAR, ESP, kum, silt, bor, de i ebilir Na, Ca, K ve Mg, P₂O₅, EC ve pH sa a çarpık bir da ılım

göstermektedir. Bununla beraber tüm veri içerisinde SAR ve pH yayvan bir dağılım gösterirken diğer tüm özellikler sivri bir dağılım göstermektedirler (Çizelge 4.2).

Çalınma alanı topraklarında tüm alanda 60-90 cm derinlikte kil içeriği ortalama %51,62 iken kum içeriği ise ortalama %33,72'dir (Çizelge 4.3). Genel olarak orta bünyeli bir tekstür hâkim olup yüzey topraklarına göre kil içeriği azalıp kum içeriği artmıştır. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerden pH 7,84-9,53 arasında, EC 0,48-20,50 dS/m, ESP %3,01-51,19, SAR ise 0,18-77,10 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3). Bu durum yüzey (0-30 cm) topraklarında olduğu gibi yüzey altı (60-90 cm) topraklarında da ciddi bir tuzluluk-sodiklik sorunu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. Çalınma alanı yüzey altı topraklarına (60-90 cm) ait tanımlayıcı istatistik verileri (Örnek sayısı = 140)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	10,70	86,90	51,62	22,28	43,16	-0,279	-1,342
Kum (%)	3,50	81,00	33,72	21,96	65,12	0,473	-1,051
Silt (%)	4,70	39,65	14,71	6,08	41,37	1,356	2,244
pH	7,84	9,53	8,66	0,37	4,31	0,273	-0,730
EC (dS/m)	0,48	20,50	6,60	4,25	64,50	0,972	0,338
Kireç içeriği (%)	5,77	62,82	34,53	13,44	38,92	-0,382	-0,840
Bor (ppm)	0,15	89,48	37,76	31,98	84,70	0,376	-1,455
OM (%)	0,06	2,53	0,79	0,53	67,19	0,956	0,146
P ₂ O ₅ (kg/da)	0,54	38,09	15,08	9,69	64,25	0,457	-0,724
KDK (meq/100g)	4,79	36,37	20,73	6,15	29,67	0,141	-0,072
ESP (%)	3,01	51,19	21,41	12,21	57,03	0,481	-0,792
SAR	0,18	77,10	15,44	15,22	98,57	1,972	3,893
Suda Çözülebilir Katyonlar							
Ca (meq/100g)	0,01	2,99	0,40	0,45	111,54	2,749	10,033
K (meq/100g)	0,02	3,13	0,57	0,44	77,19	2,174	8,536
Mg (meq/100g)	0,01	3,01	0,46	0,44	96,56	2,369	8,372
Na (meq/100g)	0,10	34,75	8,02	6,79	84,67	1,445	2,134
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde Değiştirilebilir Katyonlar							
Ca (meq/100g)	11,47	49,77	21,39	9,59	44,81	2,147	3,150
K (meq/100g)	0,57	8,92	3,13	1,78	56,91	1,125	0,986
Mg (meq/100g)	0,93	16,12	6,37	2,81	44,02	0,978	1,346
Na (meq/100g)	0,82	52,89	16,35	11,16	68,27	1,107	0,821

Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında kireç içeriği ortalama %34,53 ve değiştirilebilir Ca ortalama 21,39 meq/100g, değiştirilebilir Mg ortalama 6,37 meq/100g, değiştirilebilir K ortalama 3,13 meq/100g ve KDK ortalama 20,73 meq/100g'dir (Çizelge 4.3). Yüzey topraklarında olduğu gibi yüzey altı (60-90 cm) topraklarının bazı alanlarında da

de i ebilir Ca içeri i KDK de erinden daha yüksek çıkmı tır. Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında bor ortalama 37,76 ppm, P₂O₅ ortalama 15,08 kg/da ve OM ortalama %0,79 olup yüzey topraklarına benzerlik gösterirken OM bakımından daha fakirdirler (Çizelge 4.3).

Yüzey altı (60-90 cm) topraklarına ait varyasyon katsayısına göre EC, ESP, SAR, de i ebilir katyonlar (Na, Ca, K, Mg), bor, OM, kum, P₂O₅, K, kil, silt, ve kireç içeri i çok de i ken bir özellik gösterirken KDK orta derecede de i ken pH ise az de i kenlik göstermektedir. Yüzey altı topraklarının ortalamaya göre da ılımlarına baktı ımızda kil ve kireç içerikleri sola çarpık bir da ılım gösterirken SAR, ESP, Kum, Silt, Bor, Na, Ca, K, Mg, P₂O₅, EC, pH ve OM sa a çarpık bir da ılım göstermektedir. Bununla beraber tüm veri içerisinde sadece SAR ve Ca yayvan bir da ılım gösterirken di er tüm özellikler sivri bir da ılım göstermektedirler (Çizelge 4.3).

4.1.1. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi iki veya daha fazla de i kenin birbirleri ile olan ili kilerini inceleyen bir istatistik tekni idir. Korelasyon katsayısı r ile gösterilir ve -1 ile +1 (-1 r +1) arasında de i en de erler alır. Korelasyon katsayısı (r) = 0 oldu u durumlarda de i kenler arasında bir ili kinin olmadığı, 0 ile +1 arasında oldu u durumlarda de i kenler arasında pozitif bir ili kinin oldu u ve 0 ile -1 arasında oldu u durumlarda ise negatif bir ili kinin oldu u varsayılır.

Korelasyon katsayısının pozitif olması, bir de i kene ait verilerin artması durumunda di erinin de artması veya bir de i kene ait verilerin azalması durumunda di erinin de azalması anlamına gelir ve de i kenler arasında do rusal bir ili kinin oldu u varsayılır. Korelasyon katsayısının negatif olması ise; bir de i kene ait verilerin artması durumunda di erinin azalması veya bir de i kene ait verilerin azalması durumunda di erinin artması anlamına gelmektedir ve de i kenler arasında ters yönlü bir ili kinin oldu u varsayılmaktadır.

Çalı ma alanı yüzey topraklarında de i kenler arasında yapılan korelasyon analizine göre kil içeri i ile kireç, bor, pH, KDK, ESP, Mg ve Na arasında, pH ile EC SAR, ESP, K, ve Na arasında, EC ile SAR, ESP, Ca, K ve Na arasında ve bor ile pH, EC, SAR,

ESP, KDK, Na, Ca ve Mg arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli pozitif ili kiler tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Çalınma alanında kil içeriğinin ve pH'nın yüksek olduğu alanlarda toprakta borun çözünürlüğü azalmış ve toprakta birikim göstermiştir. Bu nedenle kil ile bor ve pH ile bor arasında pozitif ili kiler bulunmuştur. Wear ve ark., (1962), Gupta (1968), Bhatnager ve ark., (1979), Fleming ve ark., (1980) ve Xu ve ark., (2011), toprakta kil ve pH'nın artmasıyla bor içeriğinin de artması ve bu özellikler arasında pozitif bir ili kilerin olduğu rapor edilmiştir.

Yüzey topraklarında organik madde ile kil, bor, Na, SAR, ESP, EC, pH ve KDK arasında, bor ile agregat stabilitesi ve kum arasında, agregat stabilitesi ile pH, EC, SAR, ESP ve Na arasında, kireç ile P_2O_5 , kum ve K arasında ve kil ile P_2O_5 arasında $P < 0,01$ düzeyinde önemli negatif bir ili kiler bulunmaktadır (Çizelge 4.4). Ayrıca $P < 0,05$ önem düzeyinde agregat stabilitesi ile kum ve P_2O_5 arasında, kil ile EC arasında, kireç ile OM ve P_2O_5 ile K arasında pozitif bir ili kiler varken, Kum ile ESP arasında, agregat stabilitesi ile Mg arasında ve KDK ile pH arasında negatif bir ili kiler söz konusudur (Çizelge 4.4).

Toprakta Na içeriğinin artmasıyla agregatların parçalanması gerçekleşmekte ve toprak dispersiyona uğramaktadır. Ayrıca toprakta fazla miktarda deiyonize sodyum bulunması bitkilerde yüksek düzeyde toksik etki yaratmaktadır. Bu tür topraklarda bitki yetiştirilmeden toprakta organik madde içeriği çok düşük olmaktadır (Abrol ve ark., 1988).

Richards ve ark., (1954), Jordan ve ark., (2004); Horneck ve ark., (2007), toprakta Ca, Na, K ve Mg gibi katyonların artmasıyla toprakta tuzluluğun meydana geldiği ve bu durumda EC değerinin artması rapor edilmiştir. Ayrıca yapılan bu araştırmalarda Na ile pH, ESP ve SAR değerlerinin pozitif bir ili kilerle sahip olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 4.4.Yüzey toprak (0-30 cm) özellikleri arasında korelasyon analizi

	Kil	Kum	Silt	Agragat	Kireç	Bor	OM	P ₂ O ₅	pH	EC	SAR	KDK	ESP	Ca	K	Mg
Kum	-0.919**															
Silt	-0.497**	0.116														
Agragat	-0.225**	0.172*	0.188**													
Kireç	0.537**	-0.462**	-0.337**	0.085												
Bor	0.614**	-0.475**	-0.502**	-0.492**	0.204**											
OM	-0.437**	0.379**	0.267**	0.357**	0.163*	-0.348**										
P₂O₅	-0.306**	0.259**	0.202**	0.156*	-0.300**	-0.160*	0.032									
pH	0.204**	-0.054	-0.393**	-0.481**	0.014	0.509**	-0.399**	-0.012								
EC	0.172*	-0.062	-0.296**	-0.512**	-0.208**	0.575**	-0.235**	-0.044	0.525**							
SAR	-0.127	0.167*	-0.048	-0.470**	-0.424**	0.345**	-0.206**	0.125	0.631**	0.729**						
KDK	0.534**	-0.478**	-0.294**	0.160*	0.112	0.278**	-0.200**	-0.029	-0.143*	0.107	-0.185**					
ESP	0.290**	-0.177*	-0.339**	-0.323**	-0.065	0.531**	-0.280**	0.106	0.629**	0.652**	0.546**	0.156*				
Ca	-0.03	0.066	-0.07	-0.334**	-0.073	0.181**	-0.009	-0.263**	0.044	0.260**	0.06	-0.069	-0.249**			
K	-0.410**	0.333**	0.301**	-0.202**	-0.621**	-0.003	0.005	0.180*	0.203**	0.399**	0.570**	-0.170*	0.225**	0.039		
Mg	0.517**	-0.436**	-0.344**	-0.158*	0.638**	0.216**	0.053	-0.465**	-0.039	0.033	-0.332**	0.227**	-0.193**	0.383**	-0.381**	
Na	0.188**	-0.094	-0.267**	-0.504**	-0.186**	0.579**	-0.234**	0.034	0.624**	0.934**	0.758**	0.0115	0.754**	0.187**	0.422**	-0.006

** P<0,01 seviyesinde önemli

*P<0.05 seviyesinde önemli

Çalı ma alanı yüzey altı (30-60 cm) topraklarında de i kenler arasında yapılan korelasyon analizine göre kil ile kireç, bor ve Mg arasında pH ile SAR, ESP ve bor arasında EC ile bor, K, Na, SAR ve ESP arasında, SAR ile Na, ESP ve K arasında önemli pozitif bir ili ki ($P<0.01$) bulunurken kil ile kum, silt ve ESP arasında, EC ile kireç arasında, kum ile bor, kireç ve Mg arasında, ESP ile Mg, arasında, Ca ile P_2O_5 arasında OM ile SAR, ESP ve pH, Na arasında ve kireç ile P_2O_5 , EC, K ve ESP arasında $P<0,01$ önem düzeyinde negatif bir ili ki bulunmu tur. Bununla beraber kil ile OM arasında, Silt ile SAR ve ESP arasında, K ile kum ve Ca arasında ve KDK ile Mg arasında $P<0.05$ önem pozitif bir ili ki söz konusu iken kum ile Ca, kireç ile SAR arasında ve OM ile EC arasında negatif bir ili ki söz konusudur (Çizelge 4.5).

Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında de i kenler arasında kil ile OM, kireç, bor, pH, EC, SAR, K, Na, KDK ve Mg arasında, pH ile, Na, SAR, ESP ve bor arasında, EC ile bor, K, Na, SAR ve ESP arasında ve bor ile EC, SAR, ESP, Na, KDK, Ca, Mg, ve K arasında pozitif bir ili ki bulunurken kum ile kireç, bor, pH, EC, SAR, K, Mg, Na, Ca, ESP ve KDK arasında, OM ile SAR, EC ve bor arasında kireç ile Na, SAR, ESP ve K arasında negatif bir ili ki söz konusudur. Kil ile ESP arasında, kum ile OM arasında, silt ile SAR ve ESP arasında ve pH ile EC arasında $P<0,05$ önem seviyesinde pozitif bir ili ki söz konusu iken kum ile Ca arasında ve OM ile kireç arasında negatif bir ili ki söz konusudur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Yüzey altı (30-60 cm) topraklarına ait verilerde yapılan korelasyon analizi

	Kil	Kum	Silt	Kireç	Bor	OM	P2O5	pH	EC	SAR	Ca	K	Mg	Na	KDK
Kum	-0.956**														
Silt	-0.367**	0.079													
Kireç	0.584**	-0.530**	-0.307**												
Bor	0.719**	-0.677**	-0.298**	0.305**											
OM	0.177*	-0.177*	-0.043	0.370**	-0.006										
P2O5	-0.137	0.115	0.105	-0.236**	-0.1	-0.391**									
pH	0.102	-0.088	-0.065	-0.027	0.347**	-0.295**	0.135								
EC	-0.026	-0.051	0.249**	-0.319**	0.216**	-0.184*	0.056	0.016							
SAR	-0.024	-0.031	0.181*	-0.166*	0.267**	-0.285**	0.032	0.487**	0.502**						
Ca	0.092	-0.139*	0.125	0.249**	0.065	0.456**	-0.589**	-0.198**	-0.017	0.055					
K	-0.197**	0.152*	0.190**	-0.476**	0.099	-0.067	0.023	-0.078	0.409**	0.202**	0.160*				
Mg	0.451**	-0.428**	-0.179*	0.421**	0.397**	0.468**	-0.418**	-0.251**	0.107	-0.083	0.662**	0.125			
Na	-0.083	0.022	0.214**	-0.408**	0.217**	-0.236**	0.207**	0.094	0.843**	0.502**	-0.119	0.514**	0.037		
KDK	0.05	-0.048	-0.019	-0.007	0.077	-0.063	-0.1	-0.116	0.008	0.006	0.108	0.183**	0.165*	0.076	
ESP	-0.249**	0.221**	0.154*	-0.623**	0.014	-0.499**	0.436**	0.211**	0.549**	0.292**	-0.581**	0.315**	-0.446**	0.748**	0.021

** P<0,01 seviyesinde önemli

*P<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.6. Yüzey altı (60-90 cm) topraklarına ait verilerde yapılan korelasyon analizi

	Kil	Kum	Silt	Kireç	Bor	OM	P2O5	pH	EC	SAR	Ca	K	Mg	Na	KDK
Kum	-0.962**														
Silt	-0.191*	-0.084													
Kireç	0.312**	-0.264**	-0.192*												
Bor	0.783**	-0.781**	-0.049	0.061											
OM	-0.290**	0.201*	0.334**	-0.194*	-0.400**										
P2O5	0.375**	-0.321**	-0.214*	0.289**	0.331**	-0.309**									
pH	0.509**	-0.532**	0.078	0.016	0.573**	-0.153	0.210*								
EC	0.348**	-0.385**	0.131	-0.188*	0.527**	-0.352**	0.114	0.221*							
SAR	0.353**	-0.417**	0.201*	-0.236**	0.569**	-0.299**	0.188*	0.533**	0.513**						
Ca	0.101	-0.178*	0.270**	0.079	0.212*	0.05	-0.285**	0.037	0.138	0.031					
K	0.226**	-0.301**	0.259**	-0.422**	0.378**	0.135	-0.103	0.102	0.265**	0.125	0.347**				
Mg	0.477**	-0.494**	0.032	0.074	0.514**	-0.066	0.084	0.122	0.288**	0.006	0.638**	0.531**			
Na	0.380**	-0.453**	0.242**	-0.333**	0.574**	-0.151	0.175*	0.345**	0.642**	0.742**	0.091	0.467**	0.301**		
KDK	0.375**	-0.415**	0.123	-0.165	0.422**	0.006	0.194*	0.17	0.327**	0.156	0.283**	0.612**	0.611**	0.456**	
ESP	0.189*	-0.250**	0.210*	-0.470**	0.343**	0.029	0.05	0.283**	0.387**	0.435**	-0.185*	0.424**	0.015	0.755**	0.328**

** P<0,01 seviyesinde önemli

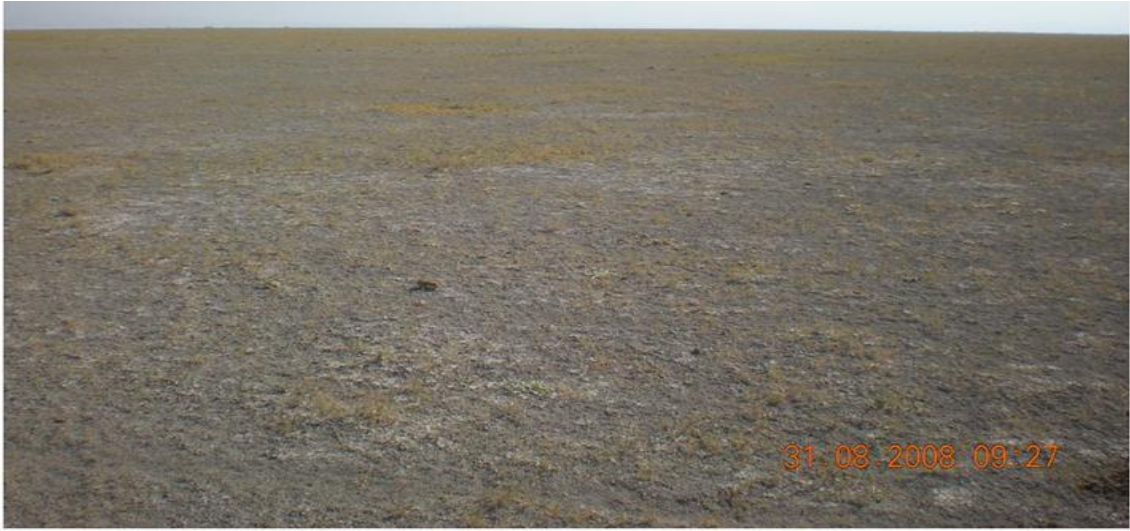
*P<0.05 seviyesinde önemli

4.2. Toprak Oluşumu ve Sınıflandırılması

Çalılık alanının içerisinde bulunduğu büyük Konya ovası toprakları denizsel kaynaklı sedimentler, volkanik sedimentler gibi farklı ana materyaller üzerinde oluşmuşlardır. Bu ana materyaller yüksek miktarda tuz ve bor mineralleri içermektedirler. Özellikle çalılık alanı çevresindeki volkanik kayaların önemli bir kısmı bazalt kayası veya tüfü eklenmiştir. Bu materyallerin içerisinde bol miktarda sodyum ve kalsiyum feldispatlar bulunmaktadır (Driessen 1970).

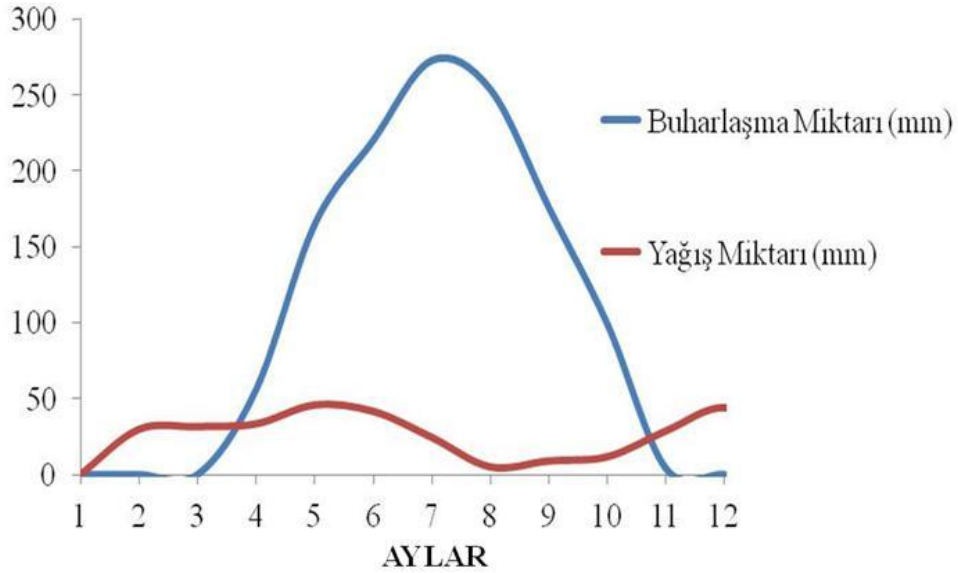
Çalılık alanı çok uzun süre sığ bir göl şeklinde kalmış ve bu göl içerisinde çevredeki yüksek arazilerden sularla taşınan sedimentler depolanmıştır. Taşınan sedimentlerin tuzluluğuna neden olan anyon ve katyonlarca zengin olması yanı sıra drenajın zayıf olması alanda sürekli tuz birikimine neden olmuştur. Ayrıca buharlaşmanın yanı sıra drenajın zayıf olması alanda kapılar yükselme ile tuz toprak yüzeyinde birikim göstermiş ve zamanla çalılık alanı topraklarında tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmeye başlanmıştır. Çalılık alanı topraklarında hem tuzluluk hemde alkaliliğin temel nedeni Na tuzlarıdır. Deiyon komplekslerinde adsorbe olmuş Na toprağın alkalileşmesinin temel nedenidir. Çalılık alanı topraklarının çok büyük bir kısmı kalsiyumca zengindir. Alanda Ca içeriğinin yüksek olduğu topraklarda ESP değerinin düşük olduğu görülmektedir. Na içeriğinin yüksek ve nispeten Ca içeriğinin düşük olduğu çalılık alanının kuzeyindeki toprakların iddetteli bir şekilde tuzluluktan etkilendiği görülmektedir.

Çalılık alanı topraklarında görülen tuzluluk ve alkalilik sorununun temel nedenlerinden biri arazide doğal drenajın yetersiz oluşu olarak görülmektedir. Kızılca'da bulunan çalılık alanında bugüne kadar herhangi bir tarımsal üretim yapılmadığından insan etkisi sonucu ortaya çıkan bir tuzluluk söz konusu değildir. Bu alanın çevre arazilere göre daha çukur bir topoğrafyaya sahip olması ve eğiminin %0,6 gibi çok düşük olması uzun yıllar çevreden gelen yüzey sularının özellikle volkanik sedimentleri de beraberinde getiren suların arazide kalmasına neden olmuştur. Çevreden gelen bu yüzey suları derine sızma ve buharlaşma ile kaybolduklarında ise beraberlerinde getirdikleri tuzları arazi yüzeyinde bırakmışlardır (Şekil 4.5).



ekil 4.5. Çalı ma alanı topraklarında yüzeyde tuz birikimi

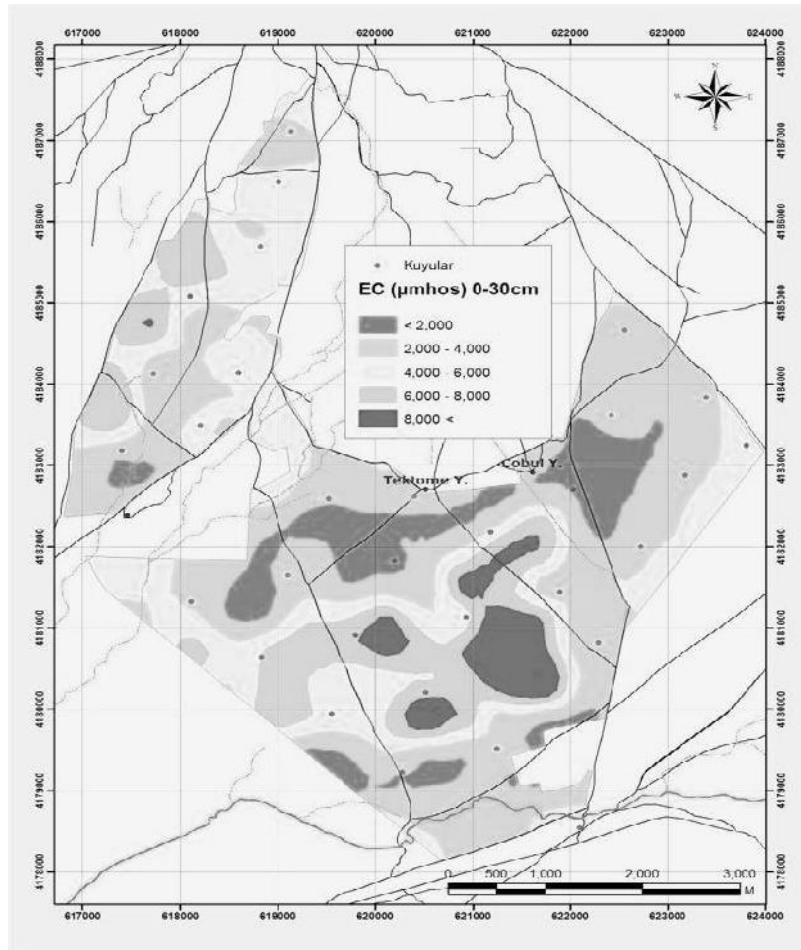
yi havalanan ve yeterince ya ı n oldu u yerlerde çözülebilir tuzlar toprak profilinden a a ıya do ru yıkanarak uzakla ırlar. Ancak alı ma alanında drenajın yetersiz olmasının yanı sıra, bölgede ya ı n buharla madan az olması derine yıkanmayı engellemektedir (ekil 4.6) . Bu durumda tuzlulu a ve sodikli e neden olan iyonlar ile bor iyonu bitkisel üretimi engelleyecek düzeyde birikim göstermi tir (ekil 4.7 ve 4.8) (Blaylock,1994).



ekil 4.6. Çalı ma alanında 1971-2008 yılına ait aylık ortalama buharla ma ve ya ı miktarları



ekil 4.7. Çalı ma alanı topraklarında (yüzeyden 5-10 cm derinlikte) görülen tuz birikimi



ekil 4.8. Çalı ma alanı yüzey topraklarının (0-30 cm) tuzluluk dağılımı

Çalı ma alanındaki tuzlulu un çok büyük bir kısmı salinizasyon i leminin bir ürünü olan dı soloncaklar eklindedir. Arazideki daha dü ük kodlu çevresine göre nispeten çukur olan depresyon alanlarında çevreden gelen tuzlu suların uzun süre beklemesi ve suyun evaporasyonla uzakla ması ile olu an bu tip soloncaklara çalı ma alanında çok rastlanılmaktadır.

Çukur alanları bahar aylarında yüzey akı ıyla ve yüksek arazilerden sızma ile gelen tuzlu sular doldurmaktadır. Çalı ma alanının hemen hemen yarısını bu tip depresyon alanlarında olu mu dı soloncaklar olu turmaktadır. Toprakların ilk 30 cm'sindeki tuz konsantrasyonu 4 dS/m'den daha büyüktür. Hemen hemen düz düze yakın bir e ime sahip olan bu depresyon alanlarında suyun buharla ması ile yüzeyde beyaz bir kabuk eklinde tuz birikiminin oldu u görülmü tür (ekil 4.9 ve 4.10).

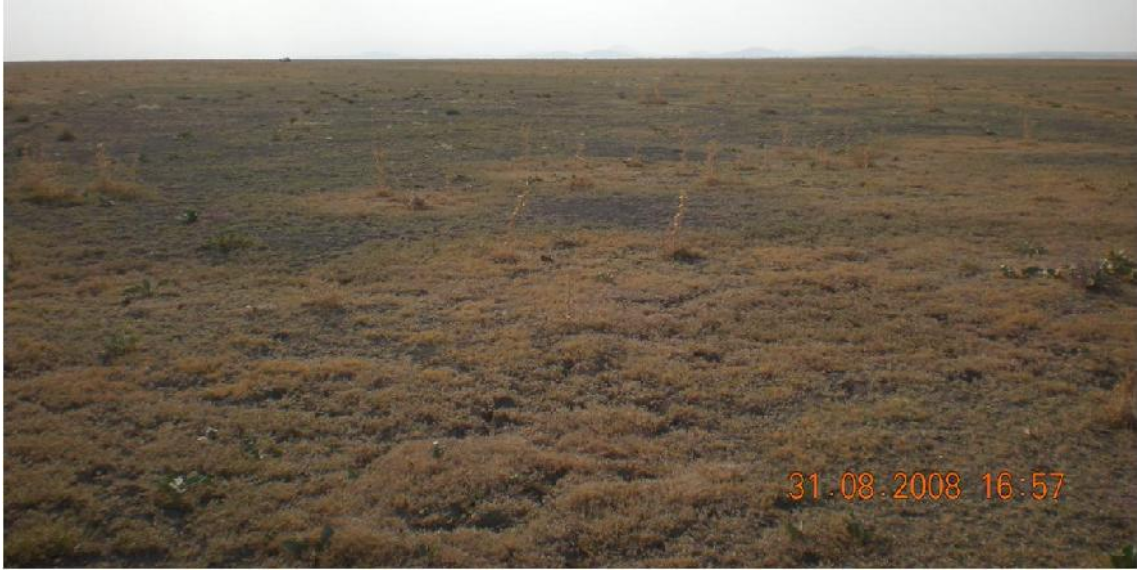


ekil 4.9. Depresyon alanlarında olu mu dı soloncaklar



ekil 4.10. Yüzeyde tamamen halofit bitkilerin bulundu u beyaz tuz kabuklarının oldu u dı soloncaklar.

Çalı ma alanında Na^+ içeri inin yüksek oldu u toprakların tamamında tuzlulu unda yüksek oldu u görülmü tür. Bu yüzden iddetli alkali karakterdeki topraklarında önemli bir kısmı çalı ma alanının dü ük kodlu yerlerinde görülmü tür. Arazide bu iki grubu her zaman birbirinden ayırmak mümkün olmamı tır. Çalı ma alanında sadece Na^+ 'un yüksek oldu u ve tuzluluk probleminin olmadı ı solodi adı verilen üçüncü evre topraklarına rastlanmamı tır. De i ebilir katyonun ço unlukla Na^+ oldu u ve ESP'nin çok yüksek oldu u alanlarda kil ve humus daha hareketli bir forma dönü tü ünden yüzeydeki tuz kabu uda dâhil olmak üzere topra ın renginin daha koyu oldu u görülmü tür (ekil 4.11).



ekil 4.11. Tuzlu alkali koyu renkli topraklar

Çalı ma alanı topraklarının organik madde içeri i oldukça dü üktür. Ancak buna ra men koyu renkli olarak görülmektedirler. Bunun temel nedeni toprak çözeltisindeki de i ebilir sodyum miktarının artması sonucunda toprakta bulunan mevcut organik maddenin dispersiyona u rayıp kapılar yükselmeyle toprak yüzeyinde birikmesi ve bu birikim sonucunda koyu renkli veya ya ımsı renkte bir katman olu turmasıdır (Horneck ve ark., 2007; Scharenbroch, 2008).

Karbonatlar ço unlukla topraktan evaporasyon ile su kaybının yo un oldu u kurak ve yarı-kurak iklimlerde ya ı ın karbonatları toprak profilinden uzakla tırmaya yetmedi i durumlarda toprak profili içerisinde birikme e ilimindedirler (Günel, 2001). Çalı ma alanı topraklarında pedogenik i lemler sonucunda toprak profili içerisinde kalsiyum karbonat birikiminin oldu u ve bu birikim sonucunda kalsik ve zamanla sertle ip

çimentola manın etkisi ile petrokalsik horizonlarının olu tu u görülmektedir. Soil Survey Staff (1999)'a göre kalsik ve petrokalsik horizonun varlı ı toprakta kalsiyum ve magnezyum karbonatların birikiminden kaynaklanmaktadır. Bu birikim genellikle karbonatların çözünmesi ve yer de i tirmesi sonucu olu maktadır (West ve ark., 1988).

Toprak yüzeyinden yıkanan karbonat ve bikarbonatların yüzey altında kalsiyum ile çökelmeleri neticesinde kalsik horizon olu umu ba lamaktadır. Bu birikim genelde B ve C horizonlarında gerçekleşmektedir. Kalsik horizonu sahip topraklar kurak ve yarı-kurak iklime sahip olan dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak görülmektedir (Sobecki ve Wilding, 1982). Yıllık ortalama ya ı ı 324 mm olan çalı ma alanı FAO (Anonim, 2011)'nin yaptı ı sınıflamaya göre kurak iklimin sınırındadır. Bu topraklarda meydana gelen kalsifikasyon i lemi kirecin toprak profili içerisinde birikmesine neden olmu tur. Ya ı ların oldu u dönemlerde topra ın ıslanmasıyla hareket eden bikarbonatlar ve de i ebilir katyonlardan kalsiyum, profilin alt katmanlarına do ru yıkanmı ve pedlerin yüzeyinde ve gözeneklerde birikmi tir. Bölgedeki ya ı ın buharla maya olan oranının yaklaşık % 25 gibi çok dü ük düzeyde olması zamanla çözünen tuz ve kirecin toprak profilinin alt katmanlarında birikmesine neden olmu tur. Biriken kalsiyum karbonat zamanla sertle erek çimentola mı ve petrokalsik horizonun olu umu ile sonuçlanmı tur.

Toprak yüzeyinden derinlere do ru yıkanan tuz ve kirecin birikti i derinlik, tekstüre, geçirgenli e, su tutma kapasitesine ve toprak içine sızan suyun miktarına ba lı oldu undan (Burt ve Isbel, 2005; Foley, 2005; Shankar ve Achyuthan, 2007; Amit ve ark., 2010), arazi genelinde farklı derinliklerde birikim görülmü tür. Kurak dönemlerde evaporasyonla suda çözünebilir tuzların bir kısmı kapılar yükselmeye tekrar toprak yüzeyine çıkıp birikmeye ba larken kireç ve kil gibi bile enler yıkandı ı derinliklerde birikmi lerdir. Bu toprak olu umu süreçleri sonucunda alt katmanlarda kalsiyum karbonatca zengin kalsik horizonu olu mu tur. Kil gibi topra ın bile enlerinin hareket edebilmesi için daha yüksek ya ı ın gerekti i bilinmektedir. Nitekim kil birikim horizonu olan argillik horizon ço unlukla yarı kurak veya ya ı lı bölgelerde tanımlanmaktadır. Pedojenik i lemlerin devam etmesiyle kalsik horizonu sert bir katman olan petrokalsik horizonuna dönü mü tür (Netterberg, 1971; Reheis ve ark., 1992; Khadkikar ve ark., 2000; Güzel ve Gülüt, 2010). Çalı ma alanında kil birikim

horizonlarının oluşumu jeolojik dönemlerde görülen iklim salınımları ile açıklanabilir (Federoff, 1997). Argillik horizonlarda tipik olarak görülen prizmatik ve blok strüktür sodyumun dispers edici etkisinden dolayı yerini kısmen kolumnar strüktüre bırakmıştır (ekil 4.12).



ekil 4.12. Acir serisinde kısmen oluşmuş kolumnar strüktür

Petrokalsik horizon illuvial bir horizondur ve ikincil karbonat veya di er karbonatlara sahip kalsik horizonunun sertleşmesiyle oluşur. Genellikle 10 cm den daha fazla bir kalınlığa ve 3 veya daha fazla sertleşmiş bölgeye sahiptir. Kireçle birlikte çimentolayıcı madde olarak SiO_2 'de bulunabilir. Suda yumuşamaz, burgu ve kürek ile lemeyecek kadar serttir (Soil Survey Staff, 1999). Çalınma alanının genelinde görülen petrokalsik horizon arazinin kuzeyinde ve eski gölün kıyılarında 50-60 cm derinlikte görülürken güneye doğru gidildikçe derinlere inmiş ve bazı durumlarda 120 cm'den sonra görülmeye başlanmıştır (ekil 4.13 ve 4.14). Toprak profillerinde tuz çönelukla petrokalsik horizonun hemen üstündeki katmanlarda birikim göstermektedir. Petrokalsik horizonun işlenmesiyle parçalandığı yerlerde bu katmanın altında bulunan ve daha kaba tekstürlü olan toprakların elektriksel iletkenliklerinin düşük olması da sert katmanların geçirimsizliğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.



ekil 4.13. Karadeli serisi topraklarında 60 cm derinlikte petrokalsik horizonu olu umu



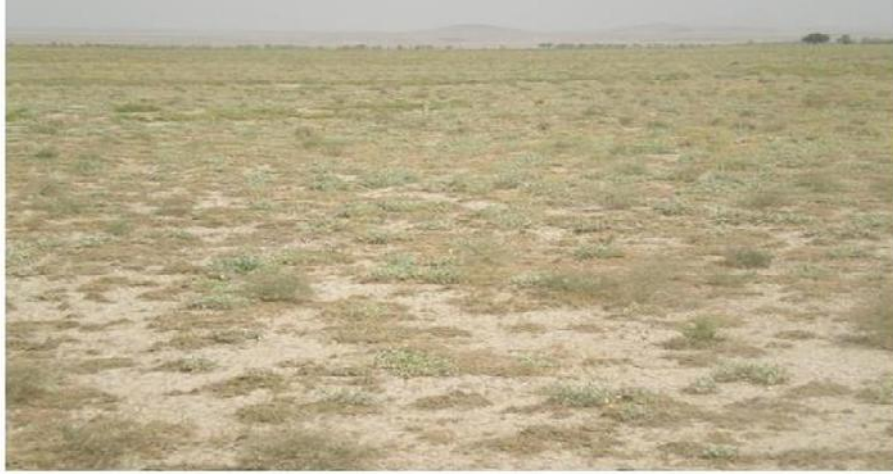
ekil 4.14. Kızılkuyu serisi topraklarında 120 cm derinlikte tabakalı strüktüre sahip petrokalsik horizonu olu umu

4.2.1. Toprak Serilerinin Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalı ma alanında topo rafik harita ve arazi gözlemleri sonucunda 12 noktada toprak profilleri açılmı , Soil Survey Manual (1993)'de belirtildi i gibi birbirlerinden renk, tekstür, strüktür veya özel görünümler gibi özellikler açısından farklı olan toprak horizonları ayırt edilerek seri ayrımları yapılmı tır. Tanımlaması yapılan 12 toprak profilinde toplam 7 adet toprak serisi tanımlanmı tır. Bu toprak serilerine ait detaylı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile olu umları ilerleyen bölümlerde detaylı olarak tartı lmaktadır.

4.2.1.1. Kızılca (Kz) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kızılca serisi (253,56 ha) topraklarına ait tanımlayıcı toprak profili Kızılca kasabasının güneyinde bulunan Ni de-Aksaray karayolunun yaklaşık 1 km güneyinde yer almaktadır. Bugüne kadar herhangi bir tarımsal üretimin yapılmadığı alanda tanımlanan Kızılca serisine ait toprakların yer aldığı araziler doğal mera olarak kullanılmaktadır (ekil 4.15). Arazide çoğunlukla Ezgen (*Camphorosma monspeliaca*), Betne (*Halimione verrucifera*), *Aeloropus littoralis* ve Sahil Karanfili (*Limonium sp.*) gibi halofit bitkilerin bulunması tuzluluk probleminin olduğu açık göstergesidir (ekil 4.16).

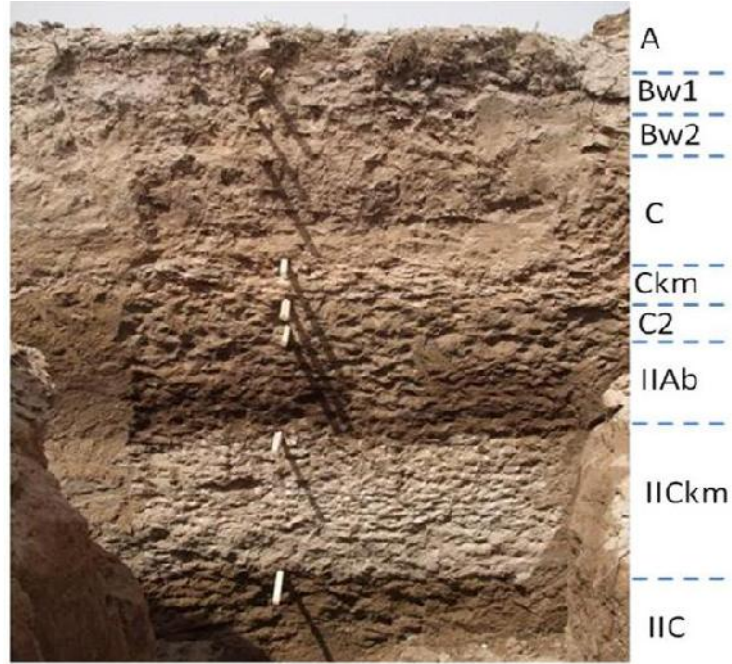


ekil. 4.15. Kızılca serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü



ekil. 4.16. Kızılca serisi topraklarında baskın olarak bulunan halofit bitkiler (a:Ezgen(*Camphorosma monspeliaca*), b: Betne (*Halimione verrucifera*), c: *Aeloropus littoralis*, d: Sahil Karanfili (*Limonium sp.*)).

Kızılca serisi toprakları eski göl tabanında %0-1 e imli bir arazide olu mu tur. Seriyeye ait toprak profilinde horizon dizilimi tipik olarak A-Bw- C-Ckm-IIAb-IIckm-IIC eklindedir (ekil 4.17, Çizelge 4.7). Yüzey horizonunda pedlerin yüzeylerinde çok yo un bir tuz birikimi bulunmaktadır (ekil 4.18). Kızılca serisi topraklarında 76 cm'de görülen petrokalsik horizonun altında nispeten daha koyu renkli gömülü bir A horizonu yer almaktadır. Bu horizonun altında çok daha önceden olu mu ikinci bir geçirimsiz katman yer almaktadır. kinci petrokalsik horizonun hemen altındaki horizonlar oldukça kaba tekstürlüdür.



ekil. 4.17. Kızılca serisi toprak profili



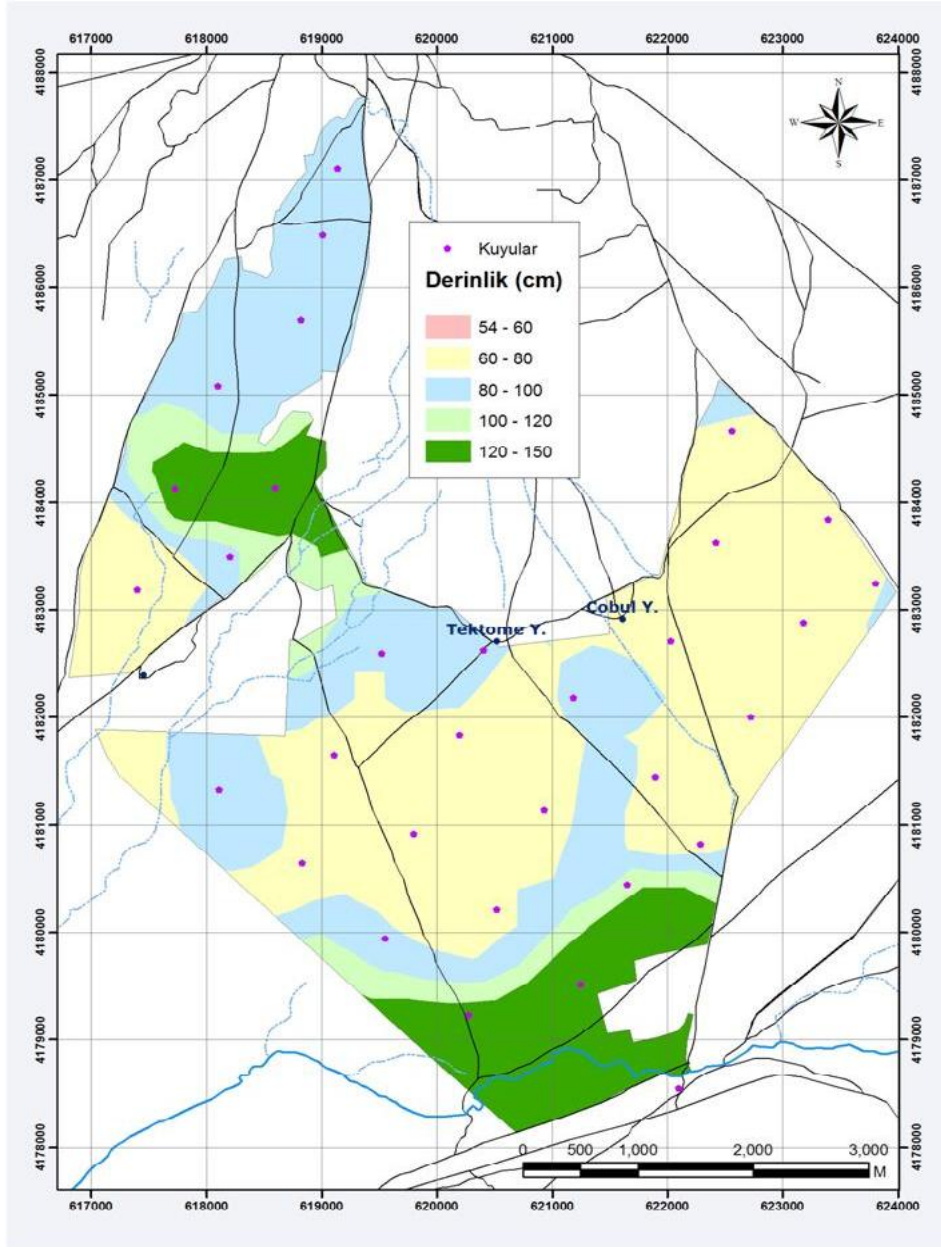
ekil 4.18. Ped yüzeylerinde tuz kristallerinin birikimi

Çizelge 4.7. Kızılca serisi profil tanımlaması

Horizon	Derinlik (cm)	Özellikler
A	0-17	10 YR 7/2 (kuru) donuk sarımsı portakal rengi, 10 YR 6/3 (nemli) donuk sarımsı portakal rengi; orta zayıf yarı kö eli blok, orta zayıf granüler strüktüre dönü üyor; killi tın; kuru iken hafif sert, nemli iken az yapı kan, ya iken az plastik; çok kireçli; çok fazla ince saçak kök ve seyrek kazık kök; ped yüzeyinde yaygın tuz kaplamaları; kesin düz sınır.
Bw1	17-31	10 YR 7/3 (kuru) donuk sarımsı portakal rengi, 10 YR 6/3 (nemli) donuk sarımsı portakal rengi; orta orta yarı kö eli blok; killi tın; nemli iken hafif sıkı, ya iken hafif yapı kan; çok kireçli; seyrek saçak ve kazık kök; pedlerin yüzeyinde orta yo un kireç miselleri; kesin düz sınır.
Bw2	31-45	10 YR 6/4 (nemli) donuk sarımsı portakal rengi; orta kuvvetli prizmatik; killi tın; çok kireçli; yer yer seyrek kazık kök; pedlerin yüzeyinde orta yaygın kireç miselleri, kesin düz sınır.
C	45-76	10 YR 5/4 (nemli) donuk sarımsı kahverengi; orta kuvvetli prizmatik; kil; nemli iken hafif sıkı, ya iken hafif yapı kan; çok kireçli; seyrek kazık kök; yaygın lateral vesicular porlar; kesin düz sınır.
Ckm	76-89	10 YR 6/8 (matriks rengi) parlak sarımsı kahverengi ve 2.5 Y 6/3 donuk sarı (horizonun üst ve altında genelde çürümü köklerin bulunduğu 0.5 cm kalınlığında yumu ak ve da ılgan bir erit ekinde; masif; kumlu tın, nemli iken çok sert; yapı kan ve plastik de il; çok kireçli; kök yok; kesin düz sınır.
C2	89-99	2.5 Y 6/3 donuk sarı; masif; kumlu killi tın ; nemli iken da ılgan, plastik ve yapı kan de il; çok kireçli; yaygın lateral vesicular porlar; dalgalı düzensiz sınır.
2Ab	99-132	2.5 Y 4/3 (nemli) zeytuni kahverengi: masif; kumlu tın; nemli iken da ılgan, plastik ve yapı kan de il; çok kireçli; orta yaygın lateral vesicular porlar; kesin düz sınır.
2Ckm	132-187	5 Y 7/2 (nemli) açık gri; masif; kumlu killi tın, nemli iken çok sert, çok kireçli; kesin düz sınır.
2C	187-247+	10 YR 5/2 (nemli) grimsi sarı kahverengi; teksel; tınlı kum; nemli iken da ılgan plastik ve yapı kan de il; kireçli; serbest su akı ı bulunmaktadır.

Profilde bitki köklerinin gelişmesine elverişli toprak derinliği 76 cm'de olmakla birlikte, derinliğin arazide de ikenlik gösterdiği tespit edilmiştir (ekil 4.19). Bu derinlikte bulunan sert ve geçirimsiz petrokalsik horizon toprak profilinde yüzeyden gelen suların derinlere sızmasını engellediği gibi, kurak yaz aylarında taban suyunun kapilarite ile yüzeye çıkmasını da engellemektedir. Kızılca serisinde çalılık alanında tanımlanan diğer tüm toprak serilerinde olduğu gibi, tuz birikiminin temel nedenlerinden bir tanesi tuzların profilden uzaklaşmasını engelleyen petrokalsik horizon olduğu düşünülmektedir. Tuz içeriğinin petrokalsik horizonun altında bulunan katmanlarda birikmemesi olması bu olasılığı güçlendirmektedir. Petrokalsik horizonun hemen üst ve

altında tanımlanan iki horizontda da çok sayıda lateral porların oldu u görülmü tür. A a ıya veya yukarıya hareket edemeyen sular muhtemelen yatay yönde hareket etmektedirler.



ekil 4.19. Çalı ma alanında toprak derinli inin da ılımı

Toprak profilinde pH 7,87 – 8,21 arasında de i im gösterirken EC 0,53-15,21 (dS/m) arasında de i mektedir (Çizelge 4.8). ESP de erleri %7,06- 59,07 arasında, SAR de erleri ise 1,46- 20,57 arasında de i mektedir (Çizelge 4.9). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan bu parametrelere göre Kızılca serisi toprakları tuzlu ve sodik olarak

sınıflandırılmaktadır. Tuzluluk ve sodiklik göstergesi olan parametreler petrokalsik horizonun altında problem olu turmayacak kadar dü ük düzeylerde dir.

Yüzeydeki tuz topra ın oldukça da ılgan bir kıvam kazanmasına neden olmu tur. Yüzey toprakları gev ek yapılı, dü ük organik madde içeri i (%2,04) ve orta düzeyde agregat stabilitesine (%68,78) sahip olup yüzeyde ya ı lardan sonra geçirimsiz bir kabuk olu maktadır. nsan veya hayvan etkisi ile yüzeyde olu an kabuklar parçalandı nda ise yüzey topra ı rüzgâr erozyonuna kar ı oldukça hassas bir konuma gelmektedir (ekil 4.20).



ekil.4.20. Toprak yüzeyinde olu an kabuklar

Eski göl tabanı üzerinde olu an Kızılca serisi toprakların kireç içeri i profilin ilk 30 cm içerisinde ortalama %8,35 iken derinlikle beraber artmı ve birinci petrokalsik horizonunda %27,23'e çıkmı tır (Çizelge 4.8). Birinci petrokalsik horizonundan sonra derinlikle beraber kireç içeri i azalmaya ba lamı ve ikinci petrokalsik horizonunda tekrar yükselme tir. Bu durum kirecin ya ı lı dönemlerde toprak profilinin üst katmanlarından a a ı lara do ru yıkandı ı fakat petrokalsik horizonun varlı ı nedeniyle daha derinlere inemedi inin açık bir göstergesidir. Petrokalsik horizon, çalı manın yapıldı ı bölgede günümüz ikliminde ya ı ların kireci yıkayabildi i toprak derinli i olarak dü ünülebilir. Günal (2001), Brock ve Buck (2008), House ve ark., (2010) karbonatların birikti i bu derinli i ıslanma mesafesi olarak tanımlamı lardır. Etkin yıkanma derinli i olarakta bilinen bu derinlik arazi içerisinde konuma (topo rafya) ve topra ın tekstürüne göre farklılık göstermi tir.

Çizelge 4.8. Kızılca serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstür Sınıfı	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK meq/100 g	Bor ppm	P ₂ O ₅ kg/da
						Saturasyon Çamuru						
A	0-17	29,9	31,7	38,5	Killi tın	7,93	3,48	8,71	2,04	25,8	26,03	14,67
Bw1	17-31	36,1	23,4	40,5	Killi tın	8,13	14,00	7,99	1,32	24,5	24,96	2,78
Bw2	31-45	39,6	22,9	37,6	Killi tın	8,21	13,50	14,16	1,15	26,8	10,15	3,72
C	45-76	42,4	23,4	34,3	Kil	8,13	15,20	25,78	1,33	29,2	4,79	3,72
Ckm	76-89	16,1	12,2	71,8	Kumlu tın	7,87	7,83	27,23	0,77	21,0	5,00	1,00
C2	89-99	20,4	22,9	56,8	Kumlu killi tın	7,78	4,50	21,79	0,22	22,5	1,62	5,18
2Ab	99-132	14,1	17,9	68,0	Kumlu tın	7,88	1,59	11,98	0,77	25,9	2,30	2,78
2Ckm	132-187	21,1	15,9	63,0	Kumlu killi tın	8,15	0,61	37,40	0,59	10,8	1,80	21,25
2C	187-247	14,1	5,4	80,5	Tınlı kum	7,87	0,53	1,09	0,03	6,1	0,34	2,78

Yapılan bir çok çalı mada kalsik ve petrokalsik horizon olu umu (kalsifikasyon) farklı a amalar ile açıklanmı tır. Bu a amalardan birincisi toprak profilinin üst katmanlarında bulunan kireçin çözünmesi ve toprak profilinin alt katmanlarına do ru yıkanması ile ba lamaktadır. kinci a amada profilin alt katmanlarında kalsik horizonuyla bir geçi horizonu olu ur ve nem içeri ine ba lı olarak CaCO₃ küçük kalsit kristalleri veya i neler ekinde birikim gösterir. Üçüncü a amada ise kireç birikimi artmaya ba lar ve bitki kökleri veya bo luklar nedeniyle morfolojik ve büyüklük bakımından karbonat nodülleri ekinde kendini gösterir. Olu umun dördüncü a amasında çok yo un bir karbonat birikimi söz konusu olmaktadır. Özellikle toprak neminin azalmasından dolayı kalsiyum karbonatlar çökelmeye ba lamı tır ve bu durumda bir Bk (kalsik) horizonunun olu umu tamamlanmı tır. Bu evrede bitki kökleri ihtiyaç duydu u suyu lateral hareketlerle veya alt horizonlarla olan ba lantılardan almaya çalı maktadır. Yapılan çalı malara göre petrokalsik horizonun olu umu be inci a amada gerçekleşmektedir. Toprak profilinin alt katmanlarında nemin azalmasıyla çökelmi halde bulunan kireç zamanla sertle erek petrokalsik horizonunu olu turur. Pedojenik i lemler sonucunda olu an bu petrokalsik horizonu bitki köklerinin ve suyun dikey hareketini tamamen engelledi i gibi suyun kapilar yükselmesini de engellemektedir (Shankar ve Achyuthan 2007). Kızılca serisi toprak profilinde petrokalsik horizonu tanımlanmasına ra men kalsik horizonu tanımlanmamı tır. Bunun nedeni toprak profilinde toprak taksonomisine (Soil Survey Staff, 1999) göre kalsik horizon tanımlanması için gerekli kriterlerin bulunmamasından ileri gelmektedir.

Profilde toprak tekstürü yüzeyden petrokalsik horizonuna kadar a ırlıklı olarak killi tın iken bu sert katmandan sonra kil oranı azalmı ve kum oranı artmı tır. Kızılca serisine ait topraklar geçirimsiz olan Ckm horizonuna kadar orta ve bu katmandan sonra kaba bünyelidirler.

2Ab horizonunun üstünde ve altındaki horizonlara göre daha koyu renkli olması ve organik madde bakımından daha yüksek olması Kızılca serisi topraklarında gömülü bir A horizonun varlı na i aret etmektedir. Gömülü horizonların hangi dönemde yüzeyde oldukları, yapılacak radi karbon analizleri ile belirlenmesi mümkündür (Orlova ve Panychev, 1993; Presley, 2007). Organik madde içeri i profilin ilk 30 cm'sinde %1,68 iken derinlikle beraber azalmı tır (Çizelge 4.8). Toprak profilinin 99-132 cm arasında

tanımlanan daha önce yüzeyde bulundu una inandı mız 2Ab horizonunda ise organik madde içeri i hemen üstündeki horizonlardan daha yüksek düzeydedir. Organik madde içeri i yüzeyden derinlere do ru olan de i ime benzer bir ekilde gömülü horizonun altından itibaren azalma göstermi tir.

Bir çok kültür bitkisi için toksiklik ve yeterlilik sınırları oldukça yakın oldu undan dolayı topraklarda bor elementinin varlı ı ve fraksiyonları hakkında yapılmı oldukça fazla sayıda literatür bulunmaktadır (Goldberg, 1993). Bor içeri i ilk 30 cm içerisinde 25,5 ppm iken derinlikle beraber azalma göstermi ve 187-247 cm arasında 0,34 ppm kadar inmi tir (Çizelge 4.8). Toprak profilinde derinlikle beraber bor içeri inin azalması kum içeri inin yüksek olmasının yanında, tuzda oldu u gibi petrokalsik horizonun ortama katılan borun derinlere gitmesini engellemesinden de kaynaklanmaktadır. Toprakta bitkilerce alınabilir bor miktarı 1 ppm' den dü ük ise bor noksanlı ı, 5 ppm'den yüksek ise bor fazlalı ı söz konusu olabilmektedir (Gupta 1968; Rashid ve Ryan, 2004). Kurak alanlarda yüksek düzeyde çözülebilir borun varlı ı genellikle bor içeren toprak minerallerinin ayrı ması ve yüksek bor içeren sulama sularının kullanımıyla ili kilendirilmi tir (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Driessen (1970) çalı masında bitkilere toksik etki yapacak düzeyde yüksek olan çözülebilir borun kayna ının, çevredeki volkanik depozitlerde bulunan yüksek bor oldu unu belirtmi lerdir.

Kasyon De i im Kapasitesi (KDK) 6,1-29,2 meq/100g arasında de i mekte olup toprak profili içerisinde kil ve organik maddenin azaldı ı horizonlarda KDK de erleri de azalmı tır. Ancak gömülü olan A horizonunda kil miktarı azalmasına ra men KDK artmı tır (Çizelge 4.8). Bu durum gömülü A horizonunda organik maddenin nispeten yüksek olmasından ileri gelmektedir. Seilsepour ve Rashidi (2008), KDK'nın toprak tekstürü ve organik madde içeri ine ba lı olarak de i kenlik gösterdi ini, kil ve organik maddenin artmasıyla KDK'nın artı nı rapor etmi lerdir.

Kızılca serisi topraklarının de i ebilir Na içeri i tüm profilde 0,68- 19,93 meq/100g arasında iken suda çözülebilir Na içeri i 0,39-18,99 meq/100g arasında de i im göstermektedir. Çizelge 4.9'da görüldü ü gibi neredeyse tüm horizonlarda de i ebilir Na'un %50'den daha fazlası suda çözülebilir Na'dan ileri gelmektedir. Bu durum Kızılca serisi topraklarında tuzluluk ve alkalili e neden olan temel iyonun Na oldu una

değiştirilmektedir. Toprak profilinin tamamında deşebilir Ca 4,46-69,9 meq/100g, deşebilir Mg 2,29-7,75 meq/100g ve deşebilir K ise 0,41-6,10 meq/100g arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.9). Graff ve Paterson (2001) deşebilir katyonlar için çalışma da kireçli topraklarda amonyum asetat yöntemi ile deşebilir katyonların belirlenmesinde kirecin çözünmesine bağılı olarak Ca iyonunun çözeltiye geçtiğini ve bazı durumlarda deşebilir Ca'un KDK'dan daha yüksek çıktığını rapor etmişlerdir. Kızılca serisi toprak profilinde A horizonunda deşebilir Ca 69,9 meq/100g iken KDK değeri 25,8 meq/100g olarak bulunmuştur. Serisi topraklarının tuzlu-alkali ve kireçli olması nedeniyle analiz esnasında CaCO₃'ün yapısında bulunan Ca'un bir kısmının çözeltiye geçip deşebilir Ca olarak algılanmasının bu duruma neden olduğunu inanılmaktadır.

Çizelge 4.9. Kızılca serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve deşebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				Deşebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A	0-17	0,56	0,4	2,39	0,32	69,90	4,89	4,34	3,64	3,63	7,79
Bw1	17-31	0,65	0,94	16,97	0,72	20,62	6,10	17,60	4,25	20,57	52,37
Bw2	31-45	1,03	0,75	18,99	0,99	15,87	4,47	19,93	6,08	18,89	57,14
C	45-76	1,81	1,18	16,37	1,82	16,15	3,38	19,92	7,75	12,16	59,07
Ckm	76-89	6,69	0,49	11,32	0,74	11,67	2,33	13,24	5,46	5,88	47,29
C2	89-99	0,08	0,26	4,50	0,16	17,65	3,12	9,89	5,79	12,83	34,72
2Ab	99-132	0,02	0,09	1,38	0,13	19,31	2,54	5,01	5,99	5,12	18,54
2Ckm	132-187	0,03	0,07	0,62	0,11	16,22	0,41	0,84	2,35	2,30	7,06
2C	187-247	0,01	0,02	0,39	0,13	4,46	0,69	0,68	2,29	1,46	12,33

4.2.1.1.1. Kızılca Serisi Topraklarının Tanımlayıcı İstatistikleri

Çalışma alanında Kızılca serisinin bulundu u arazilerden toplam 10 ayrı noktadan 0-30 ve 30-60 cm derinliklerden ve 8 noktada ise 60-90 cm arasından toprak örnekleri alınmıştır. Kızılca serisi profil tanımlamasında petrokalsik horizonun derinli i 76 cm olarak belirlenmesine rağmen kontrol noktalarında burgu ile yapılan incelemede bu derinli in bazı noktalarda 57 cm de oldu u tespit edilmiştir. Dolayısıyla Kızılca serinde 2 kontrol noktasında 60-90 cm arasında toprak örne i alınamamıştır. Toprakların çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı İstatistiklerine ait veriler Çizelge 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Kızılca serisi topraklarında 0-30 cm derinlikte kil ortalama %33,02 ve kum içeri i %41,50 olup orta bünyeli bir tesktüre sahiptirler. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerden pH 7,98-8,73 arasında, EC 2,46-18,67 dS/m, ESP %1,18-24,73 ve SAR 2,46-48,45 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.10).

Fosfor (P_2O_5) içeri i ortalama 10,52 kg/da iken tüm seride 3,94 ile 16,47 kg/da arasında, bor içeri inin ise ortalama 51,24 ppm ve tüm seride 23,79 ile 80,89 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.10). Bor içeriklerinin bu kadar de i ken olmasının temel nedeni daha öncede izah edildi i gibi borun toprak içerisindeki konsantrasyonuna etki eden organik madde, tekstür, pH ve EC gibi toprak özelliklerinin arazideki de i kenlikleridir (Berger 1949; Keren ve Bingham, 1985).

Seriye ait yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %12,02 olup Kihuschuk, (2000) yaptığı sınıflamaya göre, kireç içeri i %5 ile %15 arasında oldu undan az kireçli olarak sınıflandırılmaktadır. Seri topraklarının KDK'si 17,85 ile 30,60 meq/100g arasında olup ortalama 23,38 meq/100g'dır. Organik madde %1,15 ile %2,17 arasında olup ortalama %1,57'dir ve dü ük organik madde içeriklerine sahiptir. Agregat stabilitesi ortalama %68,78 olup tüm seride %41,29 ile 88,45 arasında de i im göstermekte ve bu elde edilen veriler seri içerisinde yer yer rüzgâr erozyonuna hassas alanların oldu una i aret etmektedir (Çizelge 4.10).

Yüzey topraklarında de i ebilir K içeri i ortalama 5,9 meq/100g olup 0,42-11,55 meq/100g arasında de i mektedir. Kızılca serisi toprakları FAO (1990)'nun yapımı oldu u sınıflamaya göre bitkiye yararlı potasyum açısından yeterlidir ve tarımsal üretim yapıldı ında belirli bir süre gübrelemeye gereksinim duyulmayacaktır. De i ebilir Ca ortalama 75,45 meq/100g olup 38,12-131,22 meq/100g arasında, de i ebilir Mg ortalama 4,47 meq/100g olup 1,47-6,94 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.10). De i ebilir Ca içeri inin yüksek olmasının temel nedeni bir önceki bölümde de inildi i gibi sodyum asetat yönteminde serbest kirecin çözünmesinden dolayı Ca iyonlarının çözeltiye geçmesidir. Bu durum de i ebilir Ca'un bazı durumlarda KDK'dan daha yüksek çıkmasına neden olmu tur (Dohrman, 2006). De i ebilir Na ortalama 22,34 meq/100g iken suda çözülebilir Na ortalama 19,66 meq/100g'dır. Buda Kızılca serisinde de i ebilir Na'un ortalama %88'nin suda

çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir. Suda çözünebilen Na ise ço unlukla toprakta bulunan ve su ile çözünebilen NaCl tuzlarıdır.

Çizelge 4.10. Kızılca serisine ait tanımlayıcı istatistikler (0-30 cm) (Örnek sayısı = 10)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	27,00	40,75	33,02	4,47	0,701	-0,071
Kum (%)	32,55	48,80	41,50	4,86	-0,118	-0,034
Silt (%)	17,95	28,95	25,48	3,74	-1,246	0,365
Agregat Stabilitesi (%)	41,29	88,45	68,78	13,16	-0,675	1,175
pH	7,98	8,73	8,30	0,27	0,591	-0,837
EC (dS/m)	2,46	18,67	11,22	6,08	-0,429	-1,438
Kireç içeri i (%)	3,99	18,16	12,02	4,61	-0,405	-0,854
Bor (ppm)	23,79	80,89	51,24	20,99	0,327	-1,419
Organik Madde (%)	1,15	2,47	1,75	0,41	0,261	-0,078
P ₂ O ₅ (kg/da)	3,94	16,47	10,52	3,61	-0,410	0,722
KDK (meq/100g)	17,85	30,60	23,38	3,93	0,475	-0,356
ESP (%)	1,18	24,73	7,89	8,51	1,241	1,134
SAR	2,46	48,45	23,03	17,47	0,108	-1,685
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,85	1,49	1,03	0,19	1,706	2,895
K (meq/100g)	0,23	1,83	0,97	0,53	0,231	-0,864
Mg (meq/100g)	0,28	0,79	0,47	0,16	1,140	0,782
Na (meq/100g)	1,95	39,36	19,66	14,43	-0,086	-1,836
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	38,12	131,22	75,45	32,81	0,927	-0,231
K (meq/100g)	0,42	11,55	5,90	2,88	0,104	1,879
Mg (meq/100g)	1,47	6,94	4,47	1,44	-0,397	1,904
Na (meq/100g)	2,27	55,67	22,34	19,35	0,620	-1,052

Kızılca serisi yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %23,68 ve kum içeri i ortalama %53,86 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyelidir (Çizelge 4.11). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,10-11,36 arasında, EC 6,46-21,50 dS/m arasında ESP %31,03-53,89 ve SAR 3,79-27,64 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.11). Kızılca serisinde derinlikle beraber kil içeri i azalıp kum içeri i artmı tır.

Yüzey altı (30-60 cm) toprak örneklerine ait pH, EC, Na, ESP ve SAR de erlerinin üstündeki (0-30 cm) ve altındaki (60-90 cm) toprak derinliklerinden oldu undan daha yüksek çıkmı tır. Bu durum Kızılca serisinde 57 cm den sonra görülmeye ba layan petrokalsik horizonun sert ve geçirimsiz bir katman oldu u ve bu sert katmandan dolayı tuzların a a ıllara do ru yıkanamadı ı tezini do rular niteliktedir.

Çizelge 4.11. Kızılca serisine ait tanımlayıcı istatistikler (30-60 cm) (Örnek sayısı =10)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	16,10	37,90	23,68	9,05	0,703	-1,437
Kum (%)	37,10	70,60	53,86	12,14	-0,427	-1,387
Silt (%)	13,40	29,40	22,54	4,16	-0,759	2,558
pH	8,10	11,36	8,77	0,99	2,823	8,251
EC (dS/m)	6,46	21,50	12,26	5,40	0,324	-1,059
Kireç içeri i (%)	5,33	22,47	14,64	4,73	-0,346	1,105
Bor (ppm)	4,46	41,16	16,10	12,99	1,256	0,200
Organik Madde (%)	0,43	1,80	1,02	0,45	0,227	-0,669
P ₂ O ₅ (kg/da)	3,72	29,43	19,71	8,36	-0,834	-0,151
KDK (meq/100g)	12,92	35,11	27,37	6,39	-1,390	2,169
ESP (%)	31,03	53,89	43,93	8,21	-0,305	-1,565
SAR	3,79	27,64	19,51	7,32	-1,310	1,459
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,51	1,18	0,88	0,22	-0,366	-0,375
K (meq/100g)	0,64	2,51	1,46	0,61	0,145	-0,670
Mg (meq/100g)	0,20	0,85	0,51	0,21	0,661	-0,082
Na (meq/100g)	3,51	23,45	16,06	6,50	-0,974	0,000
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	14,43	36,39	21,45	6,62	1,465	2,021
K (meq/100g)	2,12	8,69	5,91	1,99	-0,506	0,256
Mg (meq/100g)	2,56	8,61	5,85	1,76	-0,384	0,066
Na (meq/100g)	17,35	60,54	41,12	15,42	-0,577	-1,231

Yüzey altı topraklarının (60-90 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %24,70 ve kum içeri i ortalama %53,55 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyelidir (Çizelge 4.13). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,04-9,03 arasında, EC 0,48-20,50 dS/m arasında ESP %23,23-50,28 ve SAR 3,27-23,84 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.12).

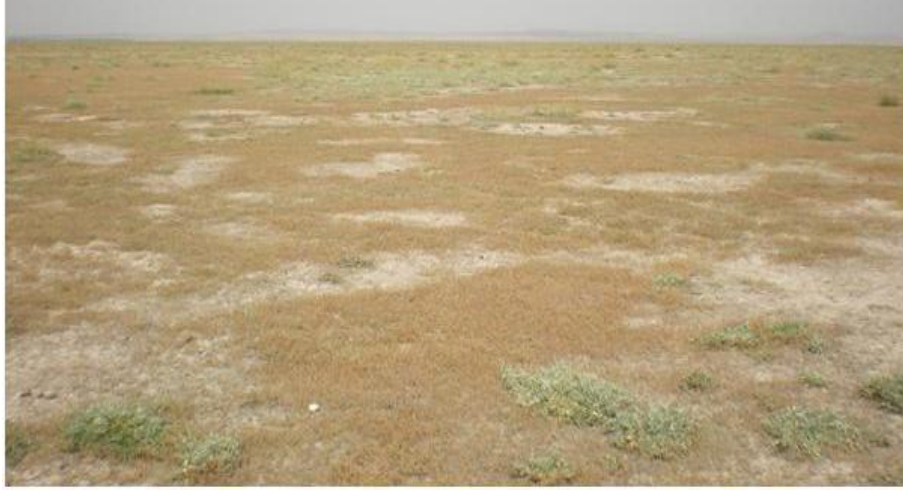
Kızılca serisinde tüm profil boyunca kum içeri inin ortalama %40'tan fazla olmasına rağmen tuzluluk ve sodiklik parametreleri yüksek çıkmı tır. Çalışma alanının etrafında yüzey akı la gelen suların araziye giri yaptı ı ilk bölüm kuzey kısmıdır. Kızılca serisi arazinin kuzeyinde yüzey suların ilk girdi i alanı te kil etmektedir. Bu durum yüksek kum içeri ine rağmen tuzluluk ve sodiklik parametrelerinin yüksek olmasının nedeni olarak görülmektedir.

Çizelge 4.12. Kızılca serisine ait tanımlayıcı istatistikler (60-90 cm) (Örnek sayısı =8)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	18,20	41,00	24,70	7,62	1,526	2,826
Kum (%)	35,90	61,40	53,55	8,49	-1,327	2,133
Silt (%)	20,00	24,70	21,83	1,84	0,604	-1,497
pH	8,04	9,03	8,35	0,35	1,436	2,075
EC (dS/m)	0,48	20,50	8,86	6,72	0,751	0,262
Kireç içeriği (%)	9,13	26,51	16,54	5,47	0,622	0,398
Bor (ppm)	0,59	13,99	5,54	5,15	0,583	-1,268
Organik Madde (%)	0,92	1,89	1,23	0,31	1,494	3,098
P ₂ O ₅ (kg/da)	1,48	10,70	4,76	3,73	1,289	-0,178
KDK (meq/100g)	13,29	25,58	21,98	4,07	-1,523	2,761
ESP (%)	23,23	50,28	34,02	8,31	0,899	1,438
SAR	3,27	23,84	9,94	6,76	1,239	1,971
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,41	1,79	0,79	0,45	1,918	4,133
K (meq/100g)	0,16	0,96	0,54	0,31	0,301	-1,263
Mg (meq/100g)	0,34	1,40	0,59	0,35	2,132	4,724
Na (meq/100g)	2,08	19,15	7,78	5,24	1,603	3,351
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde Değerlendirilebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	13,91	30,44	20,33	5,20	0,970	1,058
K (meq/100g)	2,62	8,64	5,23	1,92	0,444	0,177
Mg (meq/100g)	3,91	7,07	5,75	1,19	-0,675	-1,103
Na (meq/100g)	11,14	52,89	24,01	13,44	1,630	2,915

4.2.1.2. Leben (Lb) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Leben serisi (243,75 ha) topraklarına ait tanımlayıcı toprak profili Kızılca kasabasının 5 km güneyinde ve Selçuklu mezarlığının 500 m batısında yer almaktadır. Bugüne kadar herhangi bir tarımsal üretimin yapılmadığı alanda tanımlanan Leben serisine ait toprakların yer aldığı araziler diğer tüm seriler gibi doğal mera olarak kullanılmaktadır. Betne (*Halimione verrucifera*), Erişte (*Plantago crassifolia*), Göstermeli Hindiba (*Taraxacum farinosum*) ve Çorak otu (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. Subsp. *Distans*) gibi halofit bitkilerin bulunması ve yüzeyin kabuklu olması arazinin tuzlu alkali olduğunu açık göstergesidir (Şekil 4.21 ve 4.22).



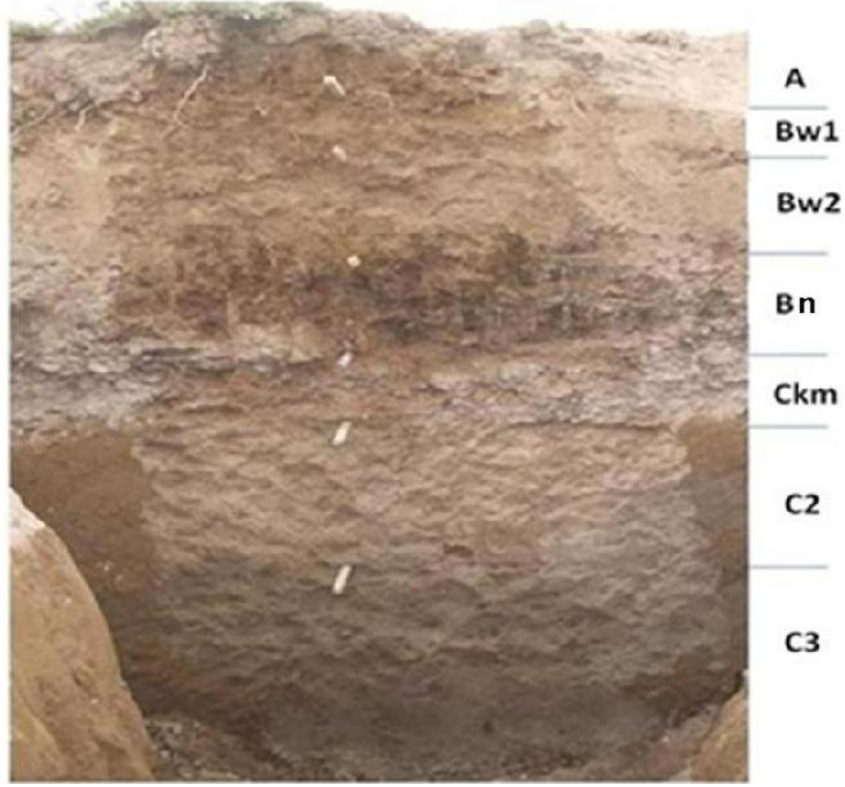
ekil 4.21. Leben serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü



ekil 4.22. Leben serisi topraklarında yeti en halofit bitkiler (a: Betne (*Halimione verrucifera*), b: Eri te (*Plantago crassifolia*) c: Gösteri li Hindiba (*Taraxacum farinosum*) d: Çorak otu (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. Subsp. *Distans*))

Leben serisi toprakları eski göl tabanı düzlü ünde %0-1 e imli bir arazide olu mu tur. Serinin tipik toprak pofili A-Bw-Bn-Ckm-C eklindedir (ekil 4.23, Çizelge 4.13). Seriyeye ait profilde bitkilere elveri li toprak derinli i 89 cm olarak tespit edilmi tir. Bu derinlikten sonra bulunan 18 cm kalınlı ındaki sert ve geçirimsiz petrokalsik horizonu toprak profilinde yüzeyden gelen suların derinlere sızmasını engelledi i gibi, kurak yaz aylarında taban suyunun kapilarite ile yüzeye çıkmasını da engellemektedir. Yüzeye ya ı lar ile gelen suların yıkadı ı tuzların ve muhtemelen Na'un daha derinlere inmesi bu katman tarafından engellenmekte ve toprak profili içerisinde birikmesine neden olmaktadır. Toprak profilinde petrokalsik horizonun olu umunda tabakalı bir yapının

olu tu u görülmü tür. Bu tabakalı yapı muhtemelen a a ıya veya yukarıya hareket edemeyen suyun yatay yönde hareket etmesi sonucunda olu mu tur (ekil 4.24). Birçok ara tırmacı petrokalsik horizonun olu masıyla suyun dikey hareketinin engelendi i ve suyun yatay harekete geçmesiyle tabakalı ekilde geli ti i rapor edilmi tir (Duniway ve ark., 2007; Shankar ve Achyuthan, 2007).



ekil 4.23. Leben serisi toprak profili



ekil 4.24 Tabakalı yapıya sahip petrokalsik horizon

Çizelge 4.13. Leben serisi profil tanımlaması

Horizon	Derinlik cm	Özellikler
A	0-22	2,5 Y 7/3 (kuru), 2,5 Y 5/4 (nemli); orta orta yarı kö eli blok ve çok ince granüller strüktür; killi tın, çok kireçli; az yaygın saçak ve orta yaygın kazık kök; yüzeyde kabuk olu mu , ezilen yerlerde ise strüktür bozulmu ve ince bir granülle yapı olu mu , agregat stabilitesi çok zayıf; kesin düz sınır.
Bw1	22-39	10 YR 6/4 (kuru) donuk sarımsı portakal rengi; orta zayıf yarı kö eli blok strüktür; killi tın çok kireçli; orta yaygın kazık kök; kesin düz sınır.
Bw2	39-64	10 YR 6/3 (Nemli) donuk sarımsı portakal rengi; kalın zayıf tabakalı strüktür; kumlu tın nemli iken çok sert, ya iken yapı kan ve plastik; çok kireçli; seyrek kazık kök; kesin düz sınır.sınır.
Bn	64-89	Nemli iken 10YR 4/2; çok kalın güçlü tabakalı strüktür; kumlu tın, kuru iken çok sert, nemli iken çok sert; çok kireçli; orta yaygın kazık kök;orta yaygın lateral porlar, seyrek kireç benekleri; kesin düz sınır.
Ckm	89-107	Kuru iken 10 YR 8/2; kalın tabakalı ve iri kuvvetli kö eli blok; tınlı kum, nemli iken çok sert, çok kireçli; seyrek kazık kök; kırıklı ve tabakalı çimentola mı kireç; kesin düz sınır.
C2	107-146	Nemli iken 10 YR Y 8/2, teksele; killi tın, nemli iken çok sert, çok kireçli; seyrek kazık kök; yaygın lateral porlar; Kesin düz sınır.
C3	146-216+	Nemli iken 5 Y 7/2; teksele; nemli iken da ılgan ya iken yapı kan ve plastik de il; killi tın, çok kireçli; seyrek kazık kök; kesin düz sınır

Leben serisi toprak profilinde petrokalsik horizonunun hemen üstünde bir argilik-natrik horizonu tanımlanmıştır. Bu argilik horizonun oluşumu daha öncede de inildiği gibi jeolojik dönemlerde görülen iklim salınımları ile açıklanabilir (Federoff, 1997). Natrik horizonu ise yüzeyden yıkanan Na⁺lu tuzların petrokalsik horizonun varlığı nedeniyle daha alt katmanlara yıkanmayıp bu katmanda birikmesi sonucu oluşmuştur. Kızılca serisi profilinde olduğu gibi petrokalsik horizonun altında bulunan horizonlarda tuzun birikmemesi olması bu olasılığı Leben serisi toprakları içinde güçlendirmektedir.

Organik madde içeriği profilin ilk 30 cm'sinde %1,86 olmakla beraber derinlikle beraber azalmıştır. Toprak profilinde pH 7,86 - 8,83 arasında değişim gösterirken EC 0,24-10,91 dS/m arasında değişmektedir (Çizelge 4.14). ESP değerleri %2,84- 44,57 arasında, SAR değerleri 0,39- 30,72 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.15). Leben serisi toprakları tuzluluk bakımından Kızılca serisine benzerlik göstermektedir. Bu seriye ait toprakların yüzey horizonlarında daha şiddetli bir tuzluluk bulunmaktadır.

Bunun yanında toprak pH'sı da hemen yüzeyde 8,4 ve yüzey altında 8,9'dur (Çizelge 4.14). Yüksek pH genel anlamda toprakta alkalili in bir göstergesidir (Richards ve ark., 1954; Horneck ve ark., 2007) ve yüzeyden itibaren ilk 39 cm'deki yüksek pH, bu derinli in altında iddetini yitirmektedir. Yüzeydeki tuz, topra ın oldukça da ılgan bir yapı kazanmasına neden olmu tur. Yüzey toprakları gev ek yapılı, dü ük organik madde içeri i (%1,86) ve orta düzeyde agregat stabilitesine (%68,11) sahiptir.

Leben serisi toprakları Kızılca serisine oldukça benzerlik göstermektedir. Leben serisinde ya ı larla beraber dispers olan toprak tanecikleri ya ı lardan sonra geçirimsiz bir kabuk olu turmaktadır. nsan veya hayvan etkisi ile yüzeyde olu an bu kabuklar parçalandı nda ise yüzey topra ı rüzgâr erozyonuna kar ı oldukça hassas bir konuma gelmektedir (ekil 4.25).



ekil 4.25. Leben serisi topraklarında yüzeyde kabuk olu umu

Kızılca serisine göre geçirimsiz katmanları biraz daha derindedir. Toprak profili tekstür bakımından de i kenlik göstermekle beraber genel itibari ile %40'dan daha fazla kum içeri ine sahiptir ve geçirimlidir. Bu seriye ait topraklarda da tarımsal üretim açısından en önemli problem Ckm horizonunun varlı ıdır ve bu katmanın derinli i arazideki konuma ba lı olarak de i mektedir.

Çizelge 4.14. Leben serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstür Sınıfı	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK me/100 g	Bor ppm	P2O5 kg/da
		%										
A	0-22	34,4	23,9	41,8	Killi Tın	8,44	6,24	19,24	1,86	25,6	10,98	5,68
Bw1	22-39	33,1	22,2	44,8	Killi Tın	8,83	10,55	18,88	0,92	19,7	4,26	0,16
Bw2	39-64	18,6	23,4	58,0	Kumlu Tın	8,19	10,91	13,07	0,66	27,6	1,81	3,25
Bt	64-89	13,4	18,7	68,0	Kumlu Tın	7,86	7,12	14,89	0,62	26,0	1,90	1,00
Ckm	89-107	13,1	6,4	80,5	Tınlı Kum	8,23	1,33	36,31	0,43	5,8	1,58	3,72
C2	107-146	19,4	19,7	61,0	Killi Tın	8,36	0,50	34,13	0,37	10,0	0,94	8,29
C3	146-216	17,4	16,7	66,0	Killi Tın	8,20	0,24	19,61	0,04	7,3	0,13	3,72

Leben serisi toprakların kireç içeriği tüm profilde %13,07-36,31 arasındadır (Çizelge 4.15) ve kireç içeriği bakımından Kihuschuk (2000)'un yaptığı sınıflamaya göre kireçli olarak sınıflandırılmıştır. Bor içeriği ilk 30 cm içerisinde 10,98 ppm iken derinlikle beraber azalma göstermiş ve 146-216 cm arasında 0,13 ppm'e kadar inmiştir. Leben serisinin Kızılca serisine göre daha düşük bor içeriğine sahip olması tekstürün genel anlamda daha kaba bünyeli olmasından ileri gelmektedir (Kelling, 1999) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.15. Leben serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				De i ebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A	0-22	0,42	0,57	6,98	0,14	17,60	6,99	16,57	2,08	13,21	38,33
Bw1	22-39	0,81	0,85	15,50	0,16	15,89	6,65	18,81	2,54	22,23	42,86
Bw2	39-64	0,42	0,79	17,16	0,21	17,12	6,44	21,56	3,25	30,72	44,57
Bt	64-89	2,60	0,44	9,46	0,75	17,76	3,60	11,84	4,12	7,32	31,74
Ckm	89-107	0,01	0,10	2,15	0,16	16,55	0,84	2,49	2,45	7,27	11,16
C2	107-146	0,02	0,00	0,48	0,04	17,24	0,80	1,33	2,62	2,77	6,05
C3	146-216	1,33	0,28	0,33	0,05	14,79	0,35	0,50	1,94	0,39	2,84

4.2.1.2.1. Leben Serisi Topraklarının Tanımlayıcı istatistikleri

Çalınma alanında Leben serisine ait toprak profilinin tanımlandığı noktanın haricinde toplam 20 noktadan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmış ve çeşitli fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.16, 4.17 ve 4.18'de verilmiştir.

Leben serisi topraklarının 0-30 cm derinlikte kil içeriği ortalama %32,14 ve kum içeriği %41,53 olup orta bünyeli bir tekstüre sahiptir (Çizelge 4.16). Bu grup topraklarda geçirgenlik ve havalanma kültür bitkileri için olumlu düzeylerde gerçekleşir. Ancak kum içeriğinin yüksekliğinden dolayı toprakta depolanacak su miktarı sınırlı olacaktır. Bu durumda arazi yüzeyinin bozulmaması oldukça önemlidir. Zira yıllık buharla manın yarı tan çok yüksek olduğu bu bölgede, toprağa giren su buharla man ile kolaylıkla uzaklaşacaktır.

Çizelge 4.16. Leben serisine ait tanımlayıcı istatistikler (0-30 cm) (Örnek sayısı =20)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	22,60	51,73	32,14	7,42	1,115	1,154
Kum (%)	13,14	61,55	41,53	11,63	-0,705	0,750
Silt (%)	15,85	55,11	26,33	7,98	2,498	9,060
Agregat Stabilitesi (%)	7,91	98,02	68,11	24,17	-1,224	1,317
pH	7,83	8,94	8,30	0,27	0,180	0,174
EC (dS/m)	2,08	26,70	9,58	7,40	0,985	-0,009
Kireç içeri i (%)	7,99	25,42	14,91	4,53	0,432	-0,230
Bor (ppm)	9,77	88,36	31,81	20,81	1,503	2,214
Organik Madde (%)	0,79	3,34	1,91	0,57	0,576	1,078
P ₂ O ₅ (kg/da)	2,92	35,63	14,83	8,78	1,042	0,579
KDK (meq/100g)	11,88	34,13	21,95	5,94	0,492	-0,160
ESP (%)	1,04	38,07	17,38	11,59	0,248	-1,194
SAR	2,66	98,23	28,89	24,20	1,388	2,062
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,03	1,13	0,44	0,33	1,240	0,760
K (meq/100g)	0,12	1,90	0,86	0,60	0,565	-1,209
Mg (meq/100g)	0,02	0,61	0,21	0,14	1,081	1,693
Na (meq/100g)	1,22	35,90	15,05	11,73	0,477	-1,352
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	15,89	94,79	34,05	18,60	1,925	5,079
K (meq/100g)	3,49	11,98	7,40	2,22	0,327	0,251
Mg (meq/100g)	1,51	8,88	4,32	2,06	0,552	-0,692
Na (meq/100g)	5,31	52,60	23,94	16,81	0,537	-1,271

Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,83-8,94 ve EC 2,08-26,70 dS/m, ESP %1,04-38,07 ve SAR 2,66-98,23 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.16). Bu durum Leben serisi yüzey topraklarında ciddi bir tuzluluk-sodiklik sorununun oldu unu göstermektedir.

Yüzey topraklarında fosfor (P₂O₅) içeri i ortalama 14,83 kg/da iken tüm seride 2,92 ile 35,63 kg/da arasında, bor içeri i nin ise ortalama 31,81 ppm ve tüm seride 9,77 ile 88,36 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.16). Leben serisinde bor içeri i nin yüksek ve çok büyük bir aralıkta olmasının nedeni toprakta bor konsantrasyonuna etki eden organik madde tekstür, pH ve EC gibi toprak özelliklerinde görülen de i kenliklerdir. Seriyeye ait yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %14,91 olup Kihshuk, (2000) yaptı ı sınıflamaya göre az kireçli olarak sınıflandırılmaktadır. Seri topraklarında KDK, 11,88-34,13 meq/100g ve ortalama 21,95 meq/100g ve organik madde %0,79-3,34 arasında olup ortalama %1,91'dir. Bu verilere göre Leben serisi topraklarının bir kısmı yeterli organik madde içeriklerine sahiptir. Agregat stabilitesi

ortalama %68,11 olup tüm seride %7,91 ile 98,02 arasında de i im göstermekte ve bu elde edilen veriler seri içerisinde yer yer rüzgâr erozyonuna hassas alanların oldu una i aret etmektedir. Seriyeye ait yüzey topraklarında de i ebilir K ortalama 7,40 meq/100g olup 3,49-11,98 meq/100g arasında, de i ebilir Ca ortalama 34,05 meq/100g olup 15,89-94,79 meq/100g arasında, de i ebilir Mg ortalama 4,32 meq/100g olup 1,51-8,88 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.16). Leben serisi toprakları potasyum bakımından FAO (1990)'nun yaptı ı sınıflamaya göre yeterlidir.

Kızılca serisinde oldu u gibi Leben serisinde de de i ebilir katyonların belirlenmesi de kullanılan amonyum asetat yönteminden dolayı de i ebilir Ca içeri i KDK'dan daha yüksek çıkmı tır. Ross ve Kettering (1995)'in yaptıkları çalı mada amonyum asetat yöntemi ile de i ebilir katyonların belirlenmesinde elde edilen sonuçlara göre de i ebilir Ca'un toplam KDK'dan daha yüksek çıktı ı rapor etmi tir. De i ebilir Na ortalama 23,94 meq/100g iken suda çözülebilir Na ortalama 15,05 meq/100g'dır. Buda Leben serisinde de i ebilir Na'un yakla ık %62,86'sının suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir (Çizelge 4.16).

Leben serisi yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %28,79 ve kum içeri i ortalama %49,87 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyelidir (Çizelge 4.17). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,77-9,13, EC 1,65 ile 19,15 dS/m, ESP %12,22-66,91 ve SAR 1,95-35,07 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.17).

Leben serisi yüzey altı topraklarının (60-90 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %23,89 ve kum içeri i ortalama %55,16 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyeli bir tekstüre sahiptir. Buda Leben serisinde toprak derinli i artıkça kum içeri inin de artı ını göstermektedir (Çizelge 4.18). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,07-8,56, EC 0,67-8,16 dS/m, ESP %6,65-51,19 ve SAR 1,07-33,42 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.18). Yüzey topraklarına göre yüzey altı (60-90 cm) toprakları daha dü ük bir tuzluluk alkalilik probleminin oldu unu göstermektedir.

Çizelge 4.17. Leben serisine ait tanımlayıcı istatistikler (30-60 cm) (Örnek sayısı =20)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	13,60	58,40	28,79	13,85	1,071	-0,235
Kum (%)	16,00	71,00	49,87	16,32	-0,710	-0,669
Silt (%)	11,70	29,70	21,39	4,78	-0,235	-0,516
pH	7,77	9,13	8,47	0,34	-0,174	0,035
EC (dS/m)	1,65	19,15	10,12	4,84	0,133	-0,659
Kireç içeriği (%)	5,84	26,99	16,57	5,80	0,017	-0,492
Bor (ppm)	1,74	62,76	16,17	15,72	1,784	3,018
Organik Madde (%)	0,35	1,66	0,93	0,41	0,191	-1,022
P ₂ O ₅ (kg/da)	1,70	29,43	17,46	10,13	-0,298	-1,559
KDK (meq/100g)	14,07	46,95	27,92	7,36	0,816	1,288
ESP (%)	12,22	66,91	37,97	17,38	0,179	-1,134
SAR	1,95	35,07	17,46	10,20	0,106	-0,906
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,02	0,62	0,22	0,19	0,695	-0,921
K (meq/100g)	0,07	2,01	0,82	0,60	0,548	-0,672
Mg (meq/100g)	0,01	0,69	0,20	0,18	1,237	1,653
Na (meq/100g)	0,73	20,45	7,22	5,79	0,914	0,090
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde Değerlendirilebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	14,43	48,79	24,28	11,65	1,154	-0,354
K (meq/100g)	1,37	12,36	6,64	2,77	0,420	0,383
Mg (meq/100g)	1,83	12,14	5,85	2,94	0,614	-0,425
Na (meq/100g)	6,73	56,82	29,33	14,05	0,608	-0,234

Çizelge 4.18. Leben serisine ait tanımlayıcı istatistikler (60-90 cm) (Örnek sayısı =9)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	16,00	39,40	23,89	8,82	1,287	0,196
Kum (%)	35,20	64,70	55,16	10,84	-1,327	0,319
Silt (%)	11,70	25,50	21,01	3,83	-1,987	5,341
pH	8,07	8,56	8,30	0,19	0,201	-1,477
EC (dS/m)	0,67	8,16	3,59	3,56	0,889	-1,877
Kireç içeriği (%)	8,09	20,95	16,14	3,86	-0,889	1,684
Bor (ppm)	0,37	6,30	2,97	2,15	0,313	-1,566
Organik Madde (%)	0,64	2,53	1,50	0,63	0,253	-0,453
P ₂ O ₅ (kg/da)	2,13	13,82	5,74	3,79	1,401	1,653
KDK (meq/100g)	18,26	36,04	24,63	5,29	1,214	2,046
ESP (%)	6,65	51,19	29,51	15,17	-0,315	-1,032
SAR	1,07	33,42	10,98	10,73	1,232	1,164
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,07	2,99	0,79	0,97	1,789	2,927
K (meq/100g)	0,05	0,68	0,36	0,23	0,023	-1,010
Mg (meq/100g)	0,02	1,90	0,55	0,63	1,586	1,851
Na (meq/100g)	0,72	23,35	6,53	7,04	1,962	4,495
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde Değerlendirilebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	16,07	48,31	21,37	10,47	2,654	7,229
K (meq/100g)	2,09	7,80	4,80	1,84	0,200	-0,507
Mg (meq/100g)	1,87	14,23	6,01	4,10	1,220	0,568
Na (meq/100g)	2,77	46,88	19,19	12,77	1,251	2,287

4.2.1.3. Karadeli (Kr) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Karadeli serisi (1443,96 ha) topraklarına ait toprak profili Karadeli mezarlı mın yaklaşık 1 km güney do usunda, tarımsal üretim yapılmayan ve do al mera olarak kullanılan bir alanda tanımlanmıştır (ekil 4.26). Arazide ço unlukla tuzlulu a kar ı dayanlı olan halofit bitkiler görülmü tür. Bunlar; Gösteri li Hindiba (*Taraxacum farinosum*), Tüylü ot (*Pveeria pilosa*), E ek Dikeni (*Onopordum davisii*) ve Betne (*Halimione verrucifera*) gibi halofit bitkilerdir (ekil 4.27).



ekil 4.26. Karadeli serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü



ekil 4.27. Karadeli serisi topraklarında baskın olarak görülen halofit bitkiler (a: Gösteri li Hindiba (*Taraxacum farinosum*) b: Tüylü ot (*Pveeria pilosa*), c: E ek Dikeni(*Onopordum davisii*) d: Betne (*Halimione verrucifera*)).

Karadeli serisi toprakları eski göl tabanında, Kızılca ve Leben serilerinin aksine gölün kıyısından uzakta daha ince bünyeli malzemenin depolandığı kısımlarda yer almaktadır. Serinin toprak profilinde tipik horizon dizilimi A-Bw-Bk1- Bk2-Ckm eklindedir (ekil 4.28; Çizelge 4.19). Çalılık alanı içerisindeki en yaygın toprak serisi Karadeli olduğundan 4 adet toprak profili tanımlanmıştır. Seri toprakları neredeyse tamamen düz sayılabilecek bir topografyada yer almaktadır. Uzun yıllar, çevredeki yüksek arazilerin tuzlu formasyonlarından gelen yüzey suları ile taşınan tuzlar birikimi ve yüzey toprağının oldukça gevrek bir yapıda olmasına yol açmıştır. Bitki köklerinin gelişmesine elverişli toprak derinliği arazideki konuma bağlı olarak değişimle birlikte ortalama 80 cm olarak belirlenmiştir. Yüzeiden yıkanan karbonatın zamanla birikimi ve sertleşimi bir petrokalsik horizon bulunmaktadır.



ekil 4.28. Karadeli serisi Toprak Profili

Petrokalsik horizonun doğası Kızılca ve Leben serilerinde olduğundan oldukça farklıdır. Bu toprak profilinde gözlemlenen petrokalsik horizon Kızılca ve Leben serilerinde

görülen petrokalsik horizonundan daha kalın ve oldukça serttir. Arazi çalı maları esasında burgu ile delmek mümkün olmadı ı gibi, profil çukurunu açan i makinası dahi birkaç cm kazıdıktan sonra devam edememi tir. Karadeli serisine ait tanımlanan 4 profilde de petrokalsik horizonunun üstünde kalsik horizon tanımlanmı tır (ekil 4.28).

Çizelge 4.19. Karadeli serisi Örnek Toprak profil tanımlaması

Horizon	Derinlik cm	Özellikler
A	0-16	10 YR 5/3 (kuru), 10 YR 5/4 (nemli); orta kuvvetli kö eli blok, orta kuvvetli prizmatik strüktür; kil; kuru iken çok sert, çok kireçli; orta yaygın saçak ve seyrek kazık kök; ped yüzeyinde tuz kristalleri; kesin düz sınır.
Bw	16-26	10 YR 6/4 (kuru) donuk sarımsı portakal rengi, 10 YR 6/3 (nemli) donuk sarımsı portakal rengi; orta kuvvetli prizmatik strüktür; kil; kuru iken çok sert; çok kireçli; orta yaygın saçak ve kazık kök; orta yaygın vesiküler porlar; kesin düz sınır.
Bk1	26-41	Kireç birikimi yüzeyi 2,5 Y 7/3, Matriks 10 YR 6/3 donuk sarımsı portakal rengi; iri kuvvetli prizmatik; kil; kuru ve nemli iken hafif sert; çok kireçli; orta yaygın saçak kök; pedlerin yüzeyinde kireç birikimi; belirli dalgalı sınır.
Bk2	41-80	Kuru iken 5Y 8/2, nemli iken 2,5 Y 6/3; kalın tabakalı; kumlu kumlu tın; kuru iken hafif sert, nemli iken da ılgan; çok kireçli; kireç ta la mı ; seyrek saçak-kazık kök; 15 cm çapında gelincik veya farelerin getirdi i bitki artıklarınca zengin malzeme; kesin düz sınır.
Ckm	80-112+	Kuru iken 5Y 8/2, nemli iken 5Y 7/2; sert kayaç kumlu tın

Shankar ve Achyuthan (2007) göre bu durumu kalsifikasyon i lemi sonucunda öncelikle kalsiyum karbonatın birikmesiyle olu an bir kalsik horizonu, zamanla kalsik horizonun alt katmanının sertle erek geçirimsiz bir hal alması ve petrokalsik horizon olu umu ile açıklamaktadır. Seriyeye ait tüm profillerde petrokalsik horizonunun üstünde A ve B horizonlarında oldukça iyi geli mi prizmatik strüktürler tanımlanmı tır (ekil 4.29).



ekil 4.29. Karadeli serisi profilinde A ve B horizonlarında görülen prizmatik ve blok strüktür gelişimi

Çalınma alanında en geniş yer kaplayan Karadeli serisi topraklarında tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli faktör toprak profilindeki tuz içeriği, yüksek pH, bor toksisitesi ve derinlebilir sodyum içeriğidir. Toprak profilinin ilk 40 cm'sinde ortalama kil içeriği %50 civarında ve bu derinlikte kum içeriğinde bir artış gözlemlenmektedir. Profil tanımlaması esnasındaki gözlemlerimiz bu derinlikte kum içeriğinin bu kadar yüksek olmadığını işaret etmektedir. Ancak Karadeli serisine ait toprak profillerinde bu derinliklerde kolay parçalanabilen bir kalsik horizon (kireç birikim horizonu) yer almaktadır. Bu horizon içerisindeki sertleşmiş kalsiyum karbonat nodülleri kum ekinde algılandıktan dolayı tekstür sınıfı kumlu tınlı gibi gözükmektedir.

Karadeli serisine ait yüzey toprakları gevrek yapılı, organik madde içeriği orta (%3,39) ve orta düzeyde agregat stabilitesine (%76,78) sahiptir. Karadeli serisinde yağlarla beraber yer yer dispers olan toprak tanecikleri geçirimsiz bir kabuk oluşturmaktadır (ekil 4.37). Seri toprakları düşük organik madde içeriğine sahip olmamasına rağmen yer yer koyu renkli olarak görülmektedirler. Horneck ve ark., (2007) ve Scharenbroch, (2008), bu durumu toprak çözeltisindeki derinlebilir sodyum miktarının artması sonucunda toprakta bulunan mevcut organik maddenin dispersiyona uğrayıp kapılar yükselmeye toprak yüzeyinde birikmesi ve bu birikim sonucunda koyu renkli veya yağimsı renkte bir katman oluşturmasından ileri geldiğini açıklamışlardır (ekil 4.30). Bununla beraber Karadeli serisi topraklarında yüzeyden itibaren geniş ve derin çatlaklar görülmüştür (ekil 4.31).



ekil 4.30. Karadeli serisi topraklarında yüzeyde kabuk olumu



ekil 4.31. Karadeli serisi topraklarında yüzeyde görülen çatlaklar

Kil içeriğinin yüksek olduğu ilk 40 cm içerisinde yer alan toprakların pH'ları 8,47 ve üzerindedir. 40 cm'den sonra ise toprak pH'sı düşmektedir. Toprak profilinin EC'si petrokalsik horizonunun üstünde 2,56-6,96 dS/m arasında iken bu sert katmandan sonra 0,65 dS/m düzeylerine inmektedir. SAR değerleri 1,37-6,16 arasında ESP ise %5,85-37,05 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.20, 4.21). Bu verilere göre hem tuz hem de sodyum içeriğinin yüksek olması nedeniyle Karadeli serisi tuzlu-alkali olarak sınıflandırılmıştır. Karadeli serisi toprakların kireç içeriği tüm profilde %33,77-50,11 arasındadır ve ortalama kireç içeriği %42,64 olup Kihshuk, (2000) tarafından yapılan sınıflamaya göre ağır kireçlidirler. Bor içeriği yüzeyde 23,41 ppm ile toksik düzeyde iken derinlikle beraber azalmış ve Ckm horizonunda 2,12 ppm'e kadar inmektedir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Karadeli serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstur Sınıfı	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK me/100 g	Bor ppm	P ₂ O ₅ kg/da
		%										
A	0-16	46,1	24,2	29,7	Kil	8,47	2,56	33,77	3,39	20,7	23,41	0,58
Bw	16-26	52,4	15,5	32,2	Kil	8,57	6,69	39,22	1,79	23,1	21,07	2,33
Bk1	26-41	56,9	14,7	28,5	Kil	8,52	6,96	45,75	1,54	15,9	14,14	1,00
Bk2	41-80	20,3	20,0	59,7	Kumlu tın	8,26	5,78	44,30	1,60	9,7	9,68	8,83
Ckm	80-112+	16,1	13,4	70,5	Kumlu tın	8,10	0,646	50,11	0,11	9,5	2,12	8,29

Karadeli serisi toprak profilinde KDK 9,5-23,1 meq/100g arasında de i mektedir. De i ebilir Na içeri i 1,31-14,49 meq/100g, de i ebilir Ca bakımından çok fazla de i kenlik göstermeyip 16,01-22,31 meq/100g, de i ebilir Mg 2,68-5,12 meq/100g ve de i ebilir K ise 1,23-3,37 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Karadeli serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				De i ebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A	0-16	0,36	0,41	2,98	0,10	22,31	3,37	6,60	5,12	6,16	17,64
Bw	16-26	0,37	0,96	9,99	0,49	17,29	3,26	14,49	4,07	15,27	37,05
Bk1	26-41	0,04	1,38	8,66	0,83	17,86	1,96	9,01	3,84	13,14	27,58
Bk2	41-80	0,57	0,81	6,14	0,27	16,01	1,91	7,82	2,68	9,46	27,51
Ckm	80-112+	0,11	0,06	0,40	0,07	17,03	1,23	1,31	2,90	1,37	5,85

4.2.1.3.1. Karadeli Serisi Topraklarının Tanımlayıcı istatistikleri

Daha öncede de inildi i gibi Karadeli serisi çalı ma alanının en geni yayılım gösteren toprak serisidir. Bu nedenle toplam 101 noktada örnekleme yapılmı tır. Alınan toprak örneklerinin çe itli fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmı ve Çizelge 4.22, 4.23 ve 4.24'de verilmi tir.

Karadeli serisi toprakları 0-30 cm derinlikte kil içeri i ortalama %55,55 ve kum içeri i %25,54 olup tekstür bakımından ince bünyeli bir tekstrüre sahiptir. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan pH 7,88-9,31, EC 0,69 ile 27,40 dS/m, ESP %0,78 ile 54,82 ve SAR 0,23 ile 46,18 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.22). Karadeli serisi yüzey toprakların tuzluluk parametrelerinin geni bir aralıkta de i mesi ve bazı toprak örneklerinde yüksek de erlere sahip olması arazide yer yer ciddi tuzluluk-sodiklik sorununun oldu unu göstermektedir. Fosfor (P_2O_5) içeri i ortalama 11,20 kg/da iken serinin yayılım gösterdi i alanlarda 1,30 ile 30,64 kg/da arasında, bor içeri i ise ortalama 52,06 ppm iken 1,41 ile 97,84 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.22). Bor içeriklerinin geni aralıkta de i mesinin sebebi çalı ma alanının tamamında oldu u gibi organik madde, tekstür, pH, kil ve EC gibi toprak özelliklerinde görülen de i kenliklerdir. Seriyeye ait yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %38,33 olup Kihuschuk (2000)'un yaptı ı sınıflamaya göre çok kireçlidir.

Çizelge 4.22. Karadeli serisine ait tanımlayıcı istatistikler (0-30 cm) (Örnek sayısı = 101)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	24,75	81,10	55,55	13,46	-0,068	-1,027
Kum (%)	4,73	57,05	25,54	10,24	0,515	-0,112
Silt (%)	8,75	30,90	18,91	5,56	0,291	-0,800
Agregat Stabilitesi (%)	40,33	99,72	76,78	16,17	-0,324	-1,063
pH	7,78	9,31	8,35	0,29	0,502	0,578
EC (dS/m)	0,69	27,40	5,52	5,05	1,483	2,666
Kireç içeriği (%)	18,88	48,57	38,33	4,94	-1,154	2,710
Bor (ppm)	1,41	97,84	52,06	32,67	0,030	-1,571
Organik Madde (%)	0,89	4,50	2,03	0,65	0,990	1,201
P ₂ O ₅ (kg/da)	1,30	30,64	11,20	5,77	1,125	1,650
KDK (meq/100g)	11,88	41,08	24,91	5,78	0,103	-0,024
ESP (%)	0,78	54,82	13,18	12,00	1,571	2,050
SAR	0,23	46,18	10,30	9,43	2,136	4,852
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,03	1,67	0,46	0,50	1,067	-0,281
K (meq/100g)	0,05	2,06	0,47	0,40	1,164	1,318
Mg (meq/100g)	0,02	1,60	0,38	0,39	1,082	0,095
Na (meq/100g)	0,16	38,77	6,40	6,92	1,762	4,019
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde Değerlendirilebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	14,98	133,76	34,27	19,69	2,211	6,938
K (meq/100g)	1,63	8,20	3,27	1,07	1,430	3,934
Mg (meq/100g)	1,17	14,64	7,71	2,74	0,480	-0,146
Na (meq/100g)	0,97	76,18	13,20	13,65	1,825	4,201

Seriye ait yüzey topraklarında KDK 11,88 ile 41,08 meq/100g arasında ve ortalama 24,91 meq/100g, organik madde ise %0,89 ile %4,50 arasında değerlerde olup ortalama %2,03'tür (Çizelge 4.22). Ortalama değerlere bakıldığında Karadeli serisi toprakları yeterli organik madde içeriklerine sahip olmakla birlikte yüzeyde %1'in altında organik maddenin bulunduğu lokasyonlarında bulunduğu görülmektedir. Agregat stabilitesi ortalama %76,78 olup tüm seride %40,33 ile %99,72 arasında değerler göstermektedir. Seriye ait yüzey topraklarında bitkiler için yeterli miktarda yararlı K (3,27 meq/100g) bulunmaktadır. Değerlendirilebilir Ca ortalama 34,27 meq/100g olup 14,98-133,76 meq/100g arasında, değerlendirilebilir Mg ortalama 7,71 meq/100g olup 1,17-14,64 meq/100g arasında değerler göstermektedir (Çizelge 4.22). Değerlendirilebilir Ca içeriğinin bu denli yüksek olmasının temel nedeninin Kızılca ve Leben serilerinde izah edildiği gibi değerlendirilebilir katyonların belirlenmesinde kullanılan amonyum asetat yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Değerlendirilebilir Na ortalama 13,20 meq/100g iken suda çözülebilir Na

ortalama 6,40 meq/100g'dır. Buda Karadeli serisinde de i ebilir Na'un yakla ık %45,5'nin suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir.

Karadeli serisi yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %63,19 ve kum içeri i ortalama %23,37 olup yüzey topraklarına göre daha ince bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.23). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,79-9,63, EC 0,80-11,16 dS/m, ESP %4,53-48,55 ve SAR 0,22-55,37 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.23). Karadeli serisinin bu derinlikteki topraklarda yüzey topraklarına göre kil içeri i ile beraber pH, EC, kireç, Na, ESP ve SAR de erlerinin artması ya ı larla beraber toprak profilinin üst horizonlarından tuzların ve killerin yıkandı mın ve alt horizonlarda birikim gösterdi inin i aretidir. Toprak porfilinde kil yıkanması olmasına ra men argilik horizonu tanımlanacak kadar bir birikim söz konusu olmamı tır.

Çizelge 4.23. Karadeli serisine ait tanımlayıcı istatistikler (30-60 cm) (Örnek sayısı = 101)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	14,10	81,60	63,19	11,85	-1,709	4,218
Kum (%)	9,20	75,10	23,37	11,19	2,254	6,884
Silt (%)	5,45	28,30	13,49	4,56	1,061	1,405
pH	7,79	9,63	8,68	0,33	0,550	1,077
EC (dS/m)	0,80	11,16	6,23	2,58	-0,029	-0,865
Kireç çeri i (%)	14,64	62,07	42,32	6,46	-0,272	3,177
Bor (ppm)	5,32	86,34	51,08	25,84	-0,222	-1,367
Organik Madde (%)	0,19	2,61	1,17	0,47	0,382	0,587
P ₂ O ₅ (kg/da)	0,75	36,26	15,14	8,97	0,273	-1,050
KDK (meq/100g)	12,54	45,83	26,30	6,49	0,308	0,417
ESP (%)	4,53	48,55	20,39	10,05	0,176	-0,650
SAR	0,22	55,37	15,01	8,45	1,520	4,673
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,02	2,38	0,49	0,53	1,823	3,147
K (meq/100g)	0,08	2,16	0,89	0,44	0,410	-0,411
Mg (meq/100g)	0,01	1,90	0,54	0,44	0,994	0,356
Na (meq/100g)	0,20	22,74	9,27	5,45	0,314	-0,869
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	13,53	53,66	23,32	11,05	1,140	-0,286
K (meq/100g)	0,94	5,79	3,10	0,96	0,205	0,039
Mg (meq/100g)	2,17	18,28	7,92	3,46	1,017	0,860
Na (meq/100g)	1,75	34,18	16,72	7,70	0,085	-0,772

Karadeli serisi topraklarında örnekleme yapılan noktaların yaklaşık %34'ünde toprak derinliği 60 cm'den daha fazla olmadığından dolayı 60 ile 90 cm derinliğe ait 67 toprak örneği alınabilmektedir. Bu derinlikteki ortalama kil içeriği %51,75 ve kum içeriği ortalama %35,38 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.24). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,08 ile 9,40, EC 0,79 ile 12,78 dS/m, ESP %3,01 ile 36,59 ve SAR değeri ise 0,18 ile 32,15 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Karadeli serisine ait tanımlayıcı istatistikler (60-90 cm) (Örnek sayısı = 67)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	15,70	78,20	51,75	17,51	-0,366	-1,066
Kum (%)	10,50	74,50	35,38	17,79	0,568	-0,775
Silt (%)	7,70	23,50	12,92	4,02	1,136	0,882
pH	8,08	9,40	8,63	0,34	0,696	-0,315
EC (dS/m)	0,79	12,78	4,51	2,25	1,182	2,441
Kireç içeriği (%)	23,87	62,82	44,55	6,90	-0,445	1,249
Bor (ppm)	1,80	79,94	28,19	21,24	0,847	-0,345
Organik Madde (%)	0,06	2,02	0,79	0,57	0,643	-0,991
P ₂ O ₅ (kg/da)	0,54	38,09	16,77	8,01	0,232	-0,270
KDK (meq/100g)	6,98	35,88	18,16	4,77	0,586	2,053
ESP (%)	3,01	36,59	14,40	7,70	0,675	0,171
SAR	0,18	32,15	10,58	6,83	0,872	0,680
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,04	2,09	0,39	0,39	2,690	8,285
K (meq/100g)	0,10	2,05	0,61	0,43	1,335	1,889
Mg (meq/100g)	0,03	1,82	0,39	0,32	2,206	6,815
Na (meq/100g)	0,10	22,94	6,17	4,52	1,257	2,359
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde Değişebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	14,01	49,28	19,97	7,95	3,038	8,318
K (meq/100g)	0,59	3,57	1,98	0,64	0,264	-0,458
Mg (meq/100g)	2,54	11,90	5,66	1,87	0,751	0,625
Na (meq/100g)	0,82	31,86	10,54	5,35	0,929	2,709

4.2.1.4. Acir (Ac) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Acir serisi (104,19 ha) topraklarına ait tanımlayıcı toprak profili çalı ma alanının orta bölümlerinde yer almaktadır. Tarımsal üretimin yapılmadı ı alan do al mera olarak kullanılmaktadır (ekil 4. 32). Arazide tuzlulu a kar ı dayanıklı olan sahil karanfili (*Limonium sp.*), *Aeloropus littoralis* ve Eri te (*Plantago crassifolia*) gibi halofit bitkiler tanımlanmı tır (ekil 4. 33).



ekil 4.32. Acir serisi topraklarının yer aldı ı arazilerin genel görünümü



ekil 4.33. Acir serisi topraklarının yer aldı ı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler (a: Sahil Karanfili (*Limonium sp.*), b ve d: *Aeloropus littoralis*, c: Eri te (*Plantago crassifolia*)).

Acir serisi toprakları eski göl tabanı düzlü ünde %0-1 e imli bir arazide yer almaktadır. Seriyeye ait toprak profiline tipik horizon dizilimi A-Bt-Btk-Ck-Ckm eklindedir (Çizelge 4.25; ekil 4.34) Petrokalsik horizonun oluşumu Karadeli serisine benzemektedir. Toprak profili açılırken 40 cm'den daha fazla kalın olan petrokalsik horizonu kepçe yardımıyla kazınması olsada burgu ile örnekler alınırken yer yer 60 cm'in altına inilememiştir. Acir serisi toprak profiline pedojenik isimler sonucunda B ve C horizonunda kalsik horizon oluşumu tur. Zamanla kalsik horizonun sert geçirimsiz bir katman haline gelmesiyle de petrokalsik horizon oluşumu tur. Profilde 96 cm'den sonra görülen bu petrokalsik horizon Çobul serisinden sonra en fazla kalınlığa sahip olanıdır.

Çizelge 4.25. Acir serisi Örnek Toprak profil tanımlaması

Horizon	Derinlik cm	Özellikler
A	0-17	10 YR 6/3 (kuru), donuk sarımsı portakal rengi, 10 YR 4/3 (nemli); orta orta yarı kö eli blok, küçük dayanıklı yarı kö eli blok strüktür; kil; kuru iken sert, ya iken yapı kan ve plastik; çok kireçli; orta yo un saçak kök; belirgin düz sınır.
Bt	17-44	10 YR 6/4-[5 YR 5/6(kil)] (kuru) donuk sarımsı portakal rengi, 10 YR 5/3 -[5 YR 5/4(kil)] (nemli); iri kuvvetli prizmatik strüktür; kil; kuru iken çok sert, ya iken çok yapı kan ve plastik; çok kireçli; seyrek saçak kök; orta yo un vesiküler porlar; yüzeyden yıkanan kilin ped yüzeylerine çok yo un bir ekilde birikimi ; belirgin dalgalı sınır.
Btk	44-68	10 YR 6/2 (kuru), 10 YR 7/2 (nemli); iri kuvvetli prizmatik strüktür; kil; kuru iken sert; çok kireçli; seyrek saçak kök; orta yo un kil kaplamaları, yo un vesiküler porlar; kireç ped yüzeylerinde kaplama eklindedir; kesin düz sınır,
Ck1	68-98	Kuru iken 10YR 8/2, nemli iken 10 YR 7/2; ince kuvvetli tabakalı strüktür; killi tın; kuru iken çok sert; çok kireçli; çok seyrek saçak kök; az yo un kırmızımsı kil kaplamaları; orta yo un vesiküler porlar; belirgin düz sınır.
Ckm	98-142+	Kuru ve nemli iken 7,5 Y 8/1; masif strüktür; kumlu tın, çok sert, çok kireçli, belirgin düz sınır.

Acir serisine ait toprak profiline ilk 17 cm'de organik madde içeriği (%2,36) iken derinlik arttıkça organik madde içeriği de azalmıştır. Yüzey toprakları orta düzeyde agregat stabilitesine (%68,01) sahiptir. Acir serisi toprakları düşük organik madde içeriğine sahip olmasına rağmen Kızılkuyu serisinde olduğu gibi koyu renkli olarak görülmektedirler. Daha öncede açıklandığı gibi bu durum toprak çözeltisindeki de iyebilir sodyum miktarının artması sonucunda toprakta bulunan mevcut organik

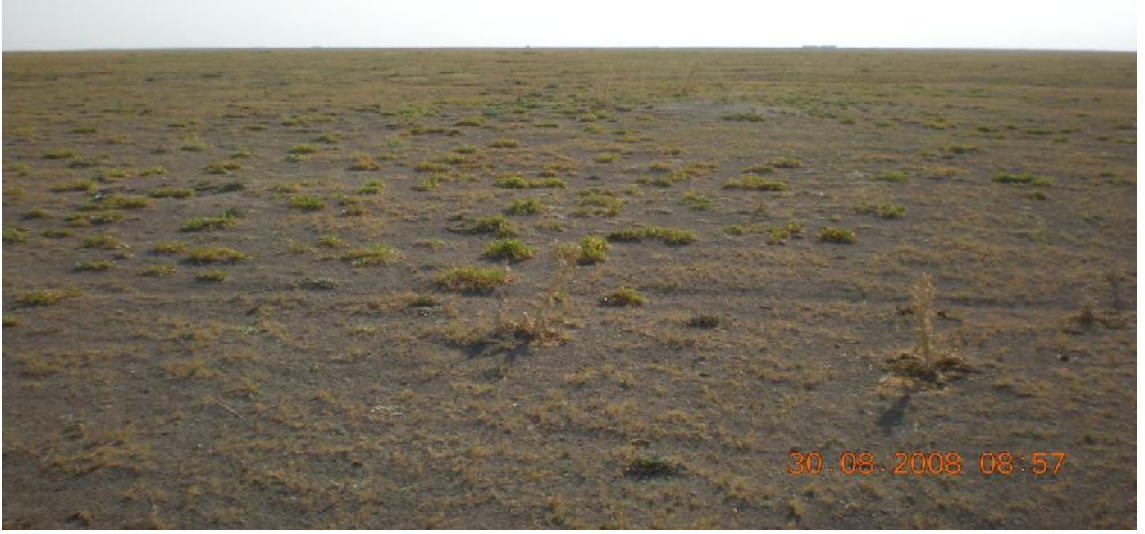
maddenin dispersiyona uğrayıp kapılar yükselmeyle toprak yüzeyinde birikmesi ve bu birikim sonucunda koyu renkli veya ya ımsı renkte bir katman oluştuğundan ileri gelmektedir (ekil 4.35).



ekil 4.34. Acir serisi toprak profili

Yüzeyde biriken tuz topra ın oldukça gev ek bir yapıda olmasına yol açmaktadır. Bitki köklerinin geli mesine elveri li toprak derinli i 98 cm olarak belirlenmi tir. Yüzeyden yıkanan kalsiyum karbonatın zamanla birikti i ve sertle ti i bu katman (petrokalsik horizon) her iki yönde (yukardan a a ıya veya tersi) su hareketini engellemektedir.

Ana materyal niteli i lakustrin olan Acir serisi toprakları hafif rüzgar erozyonu riski ta ımaktadır. Tanımlayıcı horizonlardan yüzey altı horizonu olarak argilik ve kalsik horizonları tanımlanmı tır. Toprak profilinde B horizonunda prizmatik ve blok strüktür görülmü tür. Na içeri inin yüksek olmasından dolayı prizmatik strüktürün yerini yer yer kolumnar strüktüre bırakmaya ba ladı ı tespit edilmi tir (ekil 4.36). Grevers ve Jong (1992), Taboada, (2003), Wongpokhom ve ark., (2008), Miller ve Brierley (2011) ve daha birçok ara tırmacı tuzlu alkali topraklarda de i ebilir Na'un yüksek olmasından dolayı prizmatik strüktürün yerini kolumnar strüktüre bıraktı ını rapor etmi tir.



ekil 4.35. Acir serisi topraklarında koyu renkli yüzey toprakları



ekil 4.36. Acir serisi profilinde B horizonunda görülen Prizmatik, Blok ve Kolumnar strüktür.

Acir serisine ait topraklar, toprak oluşumu açısından Karadeli ve Kızılkuyu serileri arasında bir geçi özelliindedir. Her iki seriye benzer özellikler sergileyen bu toprakların ilk 68 cm'sinin kil içeriği ortalama %70'dir. Bu derinlikten sonra kil içeriği düşer ve toprak tekstürü kaba bir hal almıştır (Çizelge 4.26). Toprak profilinde tuzluluk ve alkalik parametrelerinden pH ilk 17 cm de 8,3 iken argilik ve kalsik horizonlarında 8,5'in üzerine çıkmıştır. EC değerleri 2,31-10,52 dS/m arasında değişmektedir ve en yüksek değere Bt horizonunda ulaşmaktadır (Çizelge 4.26). SAR değerleri 3,18- 17,45 ve ESP değerleri %10,51-40,51 arasında değişmektedir (Çizelge 4.27)

Çizelge 4.26. Acir serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstur	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK me/100 g	Bor ppm	P ₂ O ₅ kg/da
						Saturasyon Çamuru						
A	0-17	65,1	21,5	13,5	Kil	8,23	3,08	35,22	2,36	19,3	22,67	13,45
Bt	17-44	71,1	13,0	16,0	Kil	8,73	10,52	43,57	0,97	41,0	27,55	7,75
Btk	44-68	73,2	11,7	15,2	Kil	8,69	7,64	42,85	0,41	29,6	27,63	15,93
Ck1	68-98	38,6	18,4	43,0	Killi tın	8,54	4,81	34,86	0,56	18,1	20,08	6,18
Ckm	98-142+	17,5	12,8	69,8	Kumlu tın	8,37	2,31	60,28	0,19	15,0	7,23	11,66

Acir serisi toprakların kireç içeriği tüm profilde %34,86-60,28 arasındadır ve kireç içeriği bakımından Kihschuk (2000)'ün yaptığı sınıflamaya göre ağır kireçli olarak sınıflandırılmıştır. Bor içeriği petrokalsik horizonun üstünde ortalama 24,48 ppm iken bu sert katmanda ortalama 7,23 ppm'e düşmüştür. Bu durum petrokalsik horizonunda kum içeriğinin %70'lere çıkmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.26).

Acir serisi toprak profilinde KDK 15,0-41,0 meq/100g arasında değişmektedir (Çizelge 4.26). Değişebilir Na içeriği 3,72-15,88 meq/100g, değişebilir Ca 14,33-22,21 meq/100g, değişebilir Mg 4,61-7,50 meq/100g ve değişebilir K ise 2,02-3,32 meq/100g arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Acir serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve değişebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				Değişebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A	0-17	0,03	0,56	3,04	0,34	22,21	3,32	3,72	6,12	7,06	10,51
Bt	17-44	0,04	1,40	14,68	1,92	15,53	2,84	15,51	7,50	14,82	37,49
Btk	44-68	0,33	1,27	14,62	1,07	14,36	3,15	15,88	5,81	17,45	40,51
Ck1	68-98	0,19	0,82	1,69	0,38	14,33	2,17	5,19	5,49	3,18	19,11
Ckm	98-142+	0,08	0,14	1,31	0,15	16,63	2,02	4,45	4,61	3,86	16,07

4.2.1.4.1. Acir Serisi Topraklarının Tanımlayıcı Statistikleri

Daha öncede de inildiği gibi Acir serisi, Karadeli ve Kızılkuyu serileri arasında geçi özelliğine sahiptir. Çalışma alanında toprak profilinin tanımlandığı nokta haricinde toplam 11 noktadan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmış ve çeşitli fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.28, 4.29 ve 4.30'da verilmiştir.

Acir serisi topraklarında 0-30 cm derinlikte kil içeriği ortalama %72,50 iken kum içeriği %11,34'dür. Bu da Acir serisine ait toprakların ince bünyeli bir tekstüre sahip olduğunu göstermektedir. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,10-8,76, EC 1,96-20,10 dS/m, ESP %0,76-34,61 ve SAR ise 1,79-31,86 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.28). Bu durum Acir serisi yüzey topraklarında ciddi bir tuzluluk-alkalilik sorununun olduğunu göstermektedir. Fosfor (P₂O₅) içeriği ortalama 7,28 kg/da iken tüm seride 1,88 ile 14,06 kg/da arasında, bor içeriğinin ise ortalama

70,91 ppm ve tüm seride 14,96 ile 97,36 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.28). Bor içeriklerinin bu kadar de i ken olmasının temel nedeni borun toprak içerisindeki konsantrasyonuna etki eden organik madde, pH, SAR, ESP ve EC gibi toprak özelliklerinde görülen de i kenliklerdir. Ayrıca Acir serisi çalı ma alanında tanımlanan seriler arasında bor içeri i en yüksek olanıdır.

Çizelge 4.28. Acir serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm) (Örnek sayısı = 11)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	66,35	79,55	72,50	4,76	0,154	-1,644
Kum (%)	8,48	14,45	11,34	1,85	0,149	-0,848
Silt (%)	11,70	21,20	16,16	3,99	-0,029	-2,131
Agregat Stabilitesi (%)	51,97	85,82	68,01	10,91	0,446	-0,758
pH	8,10	8,76	8,40	0,24	0,363	-1,261
EC (dS/m)	1,96	20,10	9,69	6,17	0,330	-0,686
Kireç içeri i (%)	31,23	48,57	39,91	4,71	-0,091	0,561
Bor (ppm)	14,96	97,36	70,91	26,69	-0,871	0,236
Organik Madde (%)	0,85	2,49	1,76	0,51	-0,402	-0,875
P ₂ O ₅ (kg/da)	1,88	14,06	7,28	3,54	0,458	-0,221
KDK (meq/100g)	22,11	36,28	29,17	5,87	-0,251	-2,040
ESP (%)	0,76	34,61	15,99	11,01	0,339	-0,816
SAR	1,79	31,86	11,99	9,17	1,295	1,112
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,14	2,37	1,15	0,77	0,056	-1,273
K (meq/100g)	0,00	1,44	0,73	0,48	-0,267	-1,386
Mg (meq/100g)	0,15	1,75	0,96	0,57	-0,330	-1,332
Na (meq/100g)	0,97	29,00	12,20	9,30	0,656	-0,213
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	22,35	63,37	42,88	12,79	-0,016	-0,857
K (meq/100g)	1,94	5,16	3,69	0,95	-0,311	-0,365
Mg (meq/100g)	8,04	17,58	11,52	2,64	0,898	2,060
Na (meq/100g)	1,37	56,05	23,10	17,33	0,595	-0,439

Seriye ait yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %39,31 olup Kihuschuk, (2000) göre çok kireçli olarak sınıflandırılmaktadır. Seri topraklarında KDK, 22,11-36,28 meq/100g arasında de i mekte olup ortalama 29,17 meq/100g ve organik madde %0,85- %2,49 arasında de i mekte olup ortalama %1,76'dır. Agregat stabilitesi ortalama %68,01 olup tüm seride %51,97 ile 85,82 arasında de i im göstermektedir Di er serilerde oldu u gibi Acir serisinde de yer yer rüzgar erozyonu görülmektedir. Seriyeye ait yüzey topraklarında de i ebilir K ortalama 3,69 meq/100g olup 1,94-5,16 meq/100g arasında, de i ebilir Ca ortalama 42,88 meq/100g olup 22,35-63,37 meq/100g arasında, de i ebilir Mg ortalama 11,52 meq/100g olup 8,04-17,58 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.28). De i ebilir Ca içeri i nin yüksek olmasının temel nedeni

daha öncede izah edildi i gibi de i ebilir katyonların belirlenmesinde kullanılan analiz yönteminden ileri gelmektedir ki bu aynı zamanda de i ebilir Ca'un bazı durumlarda KDK'dan daha yüksek çıkmasına neden olmu tur. De i ebilir Na ortalama 23,10 meq/100g iken suda çözülebilir Na ortalama 12,20 meq/100g'dır. Bu da Acir serisinde de i ebilir Na'un yakla ık %52,8'nin suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir.

Acir serisi yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %71,27 ve kum içeri i ortalama %15,02 olup yüzey topraklarına benzer ince bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.29). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,28-8,76, EC 5,74-14,52 dS/m, ESP %4,11-58,88 ve SAR 8,50-23,18 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.29). Yüzey topraklarına göre kil içeri inde fazla bir de i im olmamakla beraber genel olarak pH, EC, kireç, Na, ESP ve SAR de erleri artı göstermi tir.

Çizelge 4.29. Acir serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm) (Örnek sayısı = 11)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	58,80	82,40	71,27	6,94	-0,139	-0,501
Kum (%)	8,00	29,00	15,02	6,32	1,320	1,159
Silt (%)	9,52	19,30	13,77	3,51	0,273	-1,661
pH	8,28	8,76	8,54	0,16	-0,208	-1,307
EC (dS/m)	5,74	14,52	11,44	3,03	-1,042	-0,154
Kireç içeri i (%)	25,03	52,34	41,11	8,63	-0,172	-0,418
Bor (ppm)	26,64	86,88	65,29	21,85	-0,842	-0,491
Organik Madde (%)	0,94	2,10	1,41	0,37	0,677	-0,255
P ₂ O ₅ (kg/da)	3,05	26,19	16,31	9,71	-0,394	-1,819
KDK (meq/100g)	12,92	36,04	21,98	6,80	0,698	0,303
ESP (%)	4,11	58,88	25,65	17,72	0,287	-0,228
SAR	8,50	23,18	15,92	4,33	0,025	-0,012
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,34	2,83	1,41	0,70	0,591	0,519
K (meq/100g)	1,11	2,41	1,62	0,41	0,556	-0,448
Mg (meq/100g)	0,73	2,36	1,47	0,48	0,470	-0,118
Na (meq/100g)	9,00	25,94	18,86	5,89	-0,591	-0,592
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	15,92	52,93	29,93	15,30	0,694	-1,738
K (meq/100g)	2,64	9,76	5,16	2,03	1,077	1,455
Mg (meq/100g)	6,22	15,87	12,19	2,70	-0,851	1,209
Na (meq/100g)	8,65	74,18	30,92	18,62	1,092	1,953

Acir serisi yüzey altı topraklarının (60-90 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %51,78 ve kum içeri i ortalama %34,32 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.30). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde

pH 8,24-8,68, EC 3,33-11,12 dS/m, ESP %9,74-42,88 ve SAR 1,15-19,47 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.30). Seri topraklarının üçüncü derinli inde (60-90 cm) kil, EC, kireç, Na, SAR ve bor içerikleri önemli derecede azalmı tır.

Çizelge 4.30. Acir serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm) (Örnek sayısı = 6)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	18,60	79,40	51,78	27,59	-0,097	-2,854
Kum (%)	10,00	71,40	34,32	26,71	0,502	-2,017
Silt (%)	8,40	26,40	13,93	6,52	1,833	3,609
pH	8,24	8,68	8,45	0,18	0,341	-2,031
EC (dS/m)	3,33	11,12	8,21	2,71	-1,279	2,240
Kireç çeri i (%)	23,84	43,87	34,90	9,61	-0,108	-3,023
Bor (ppm)	6,66	63,77	35,69	18,71	-0,109	1,392
Organik Madde (%)	0,22	0,80	0,53	0,21	-0,248	-0,441
P ₂ O ₅ (kg/da)	13,06	34,64	24,68	8,92	-0,177	-2,202
KDK (meq/100g)	18,66	32,58	26,86	5,07	-0,720	0,096
ESP (%)	9,74	42,88	28,88	15,57	-0,234	-2,723
SAR	1,15	19,47	8,31	7,41	0,899	-1,195
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,01	0,67	0,34	0,26	-0,097	-1,619
K (meq/100g)	0,15	1,21	0,56	0,41	0,993	-0,542
Mg (meq/100g)	0,06	0,86	0,38	0,27	1,151	2,376
Na (meq/100g)	0,68	17,04	5,69	6,63	1,280	0,467
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	17,25	22,40	20,45	1,84	-1,092	1,289
K (meq/100g)	1,25	5,48	3,51	1,35	-0,490	2,551
Mg (meq/100g)	5,32	10,01	7,39	1,75	0,428	-0,801
Na (meq/100g)	6,81	29,28	20,67	7,82	-1,204	1,796

4.2.1.5. Kızılkuyu (Ky) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kızılkuyu serisi (394,51 ha) topraklarına ait tanımlayıcı toprak profili Ni de-Aksaray karayolunun Kızılca Kasabası giri inden 7,5 km güneyinde yer almaktadır. Herhangi bir tarımsal üretimin yapılmadığı alanda tanımlanan Kızılkuyu serisine ait toprakların yer aldığı araziler diğer seriler gibi doğal mera olarak kullanılmaktadır (ekil 4.37). Arazide Sahil Karanfili (*Limonium sp.*), Etili Soda otu (*Salsola Crassa*), Deniz Börülcesi (*Salicornia Europaea*) ve *Aeloropus littoralis* gibi halofit bitkilerin bulunması ve yüzeyde tuz kristallerinin bulunması tuzluluk probleminin olduğunu açık bir göstergesidir (ekil 4.38).

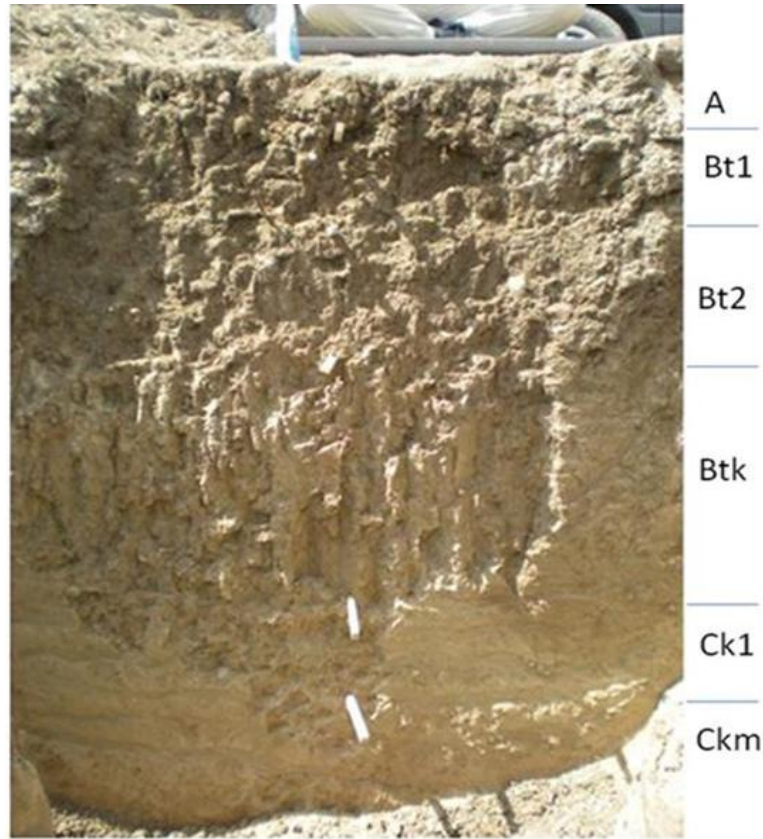


ekil 4.37. Kızılkuyu serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü



ekil 4.38 Kızılkuyu serisi topraklarının yer aldığı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler (a: Sahil karanfili (*Limonium sp.*), b: Etili Soda otu (*Salsola Crassa*), c: Deniz Börülcesi (*Salicornia Europaea*), d: *Aeloropus littoralis*)

Kurak iklim ku a ında yer alan Kızılkuyu serisi toprakları eski göl tabanı düzlü ünde %0-1 e imli bir arazide yer almaktadır. Serinin tipik toprak pofili A-Bt-Btk-Ck-Ckm ekinde olup Acir serisini profil dizilimine benzemektedir. Ancak Acir serisine göre daha derinde ve daha ince bir petrokalsik horizon olu umuna sahip olması yanısıra Acir serisinde oldu u gibi kolumnar strüktür geli imi görülmemi tir. Petrokalsik horizonun üstünde kireççe zengin bir kalsik horizonu olu mu tur. Bu kalsik horizonunun üstünde de illuviyal kil birikimi olan argilik horizonu tespit edilmi tir (ekil 4.39; Çizelge 4.31)



ekil 4.39. Kızılkuyu serisi toprak profili

Yüzeyde biriken tuz, topra ın oldukça gev ek bir yapıda olmasına yol açmaktadır. Bitki köklerinin geli mesine elveri li toprak derinli i 148 cm olup bazı yerlerde bu farklılık göstermektedir. Çalı ma alanının en derin toprak profiline sahip olan Kızılkuyu serisi topraklarının kil içeri i toprak yüzeyinden geçirimsiz katmanın yer aldı ı 148 cm'ye kadar oldukça yüksektir. Ortalama kil içeri i %70 civarında olup killi tekstür sınıfına sahiptir (Çizelge 4.32). Kızılkuyu serisinde toprak yüzeyinde bulunan geni ve derin

çatlaklar özellikle i me büzülme kapasitesi yüksek olan smektit grubu kil mineralinin varlığına işaret etmektedir (ekil 4.40).

Çizelge 4.31. Kızılkuyu serisi toprak profil tanımlaması

Horizon	Derinlik cm	Özellikler
A	0-14	10 YR 5/3 (kuru), 10 YR4/3 (nemli); kil; yarı kö eli blok orta strüktür; kuru iken ser; çok kireçli; seyrek saçak ve kazık kök; orta yaygın vesiküler porlar; belirgin düz sınır.
Bt1	14-36	10 YR 5/3 (kuru), 10 YR 4/3 (nemli); kil ; orta orta yarı kö eli blok, orta zayıf prizmatik strüktür; kuru iken çok sert, nemli iken hafif sert; çok kireçli; seyrek saçak ve kazık kök; ped yüzeylerinde ve gözeneklerde orta yaygın 0,2-0,3mm çapında kırmızımsı kil mineralleri (renk 7,5 YR 5/4) belirgin düz sınır.
Bt2	36-65	10 YR 5/2(kuru), 10 YR5/2 (nemli); kil; orta orta yarı kö eli blok, orta zayıf prizmatik strüktür; kuru iken sert, nemli iken da ılgan; çok kireçli; seyrek kazık kök; vesiküler porlar ve bu porların etrafında seyrek kil kaplamaları; kesin düz sınır,
Btk	65-122	10 YR 6/3 (kuru), 10 YR6/3 (nemli); kil; orta kuvvetli prizmatik, orta orta kuvvetli kö eli bloklara ayrılıyor; kuru iken çok sert, nemli iken sert; çok kireçli; vesiküler porlar, yer yer küçük kireç benekleri, ped yüzeylerinde kireç kaplamaları; kesin düz sınır,
Ck1	122-148+	10 YR 7/2 (kuru), 5 Y 8/2 (nemli); kil; masif; kuru iken çok sert, nemli iken sert; çok kireçli; vesiküler porlar; kesin düz sınır,
Ckm	148-178+	Nemli iken 10 Y 7/3; masif kuru iken çok sert, nemli iken sert; kumlu tın, çok kireçli; yumu ak iken kürekle kazılabilir, kuru iken çok a ırı sert, vesiküler porlar,; düz belirgin sınır.



ekil 4.40. Kızılkuyu serisi toprak yüzeyinde görülen çatlaklar.

Kızılkuyu serisi, toprak profilinin ilk 30 cm'sinde organik madde içeriği (%1,30) olup düşük organik madde içeriğine sahiptir ve derinlik arttıkça organik madde içeriği azalmıştır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.32. Kızılkuyu serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstür	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK me/100 g	Bor ppm	P ₂ O ₅ kg/da
		%										
A	0-14	68,6	20,5	11,0	Kil	8,45	3,71	23,24	1,49	26,1	27,14	6,70
Bt1	17-36	76,1	13,4	10,5	Kil	8,73	8,55	24,69	1,10	27,8	27,80	4,68
Bt2	36-65	75,2	10,9	13,9	Kil	8,22	7,16	32,68	0,85	24,0	21,94	3,72
Btk	65-122	67,0	15,5	17,5	Kil	8,66	7,03	36,67	0,38	18,5	27,46	8,83
Ck1	122-148	65,2	16,4	18,5	Kil	8,41	8,39	32,68	0,13	26,2	26,11	15,30
Ckm	148-178+	24,1	9,0	66,9	Kumlu tın	8,12	8,31	47,20	0,14	12,4	18,62	2,33

Tüm profilde tuzluluk ve alkalik parametlerinden pH ilk 14 cm de 8,45 olup argilik ve kalsik horizonlarında 8,5'in üzerine çıkmı tır. EC de erleri 3,71-8,55 dS/m arasında de i mektedir. En yüksek EC de erine Bt horizonunda ula makla beraber bu serinin profilinde yer alan tüm horizonlarda tuzluluk göstergesi olan elektriksel iletkenlik yüksektir (Çizelge 4.32). SAR de erleri 4,85- 10,43 arasında ve ESP de erleri %23,10-46,77 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.34) Kızılkuyu serisi toprakların kireç içeri i tüm profilde %23,24-42,70 arasında olup kireç içeri i bakımından Kihuschuk (2000)'un yaptı ı sınıflamaya göre çok kireçli olarak sınıflandırılmı tır. Bor içeri i 18,62-27,80 ppm arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.32).

Kızılkuyu serisi toprak profilinde KDK 12,4-27,8 meq/100g arasında de i mektedir (Çizelge 4.32). Kil içeri i yüksek olan horizonlarda KDK de erleri de yüksektir. De i ebilir Na içeri i 7,91-15,48 meq/100g, de i ebilir Ca 8,63-18,88 meq/100g, de i ebilir Mg 4,65-8,75 meq/100g ve de i ebilir K ise 1,69-6,60 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Kızılkuyu serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				De i ebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A	0-14	0,34	0,44	5,24	0,17	18,88	6,60	9,05	4,65	10,31	23,10
Bt1	17-36	0,09	1,23	10,12	1,79	16,26	5,41	11,23	8,75	10,43	26,95
Bt2	36-65	13,56	1,09	13,31	1,50	8,63	1,69	15,48	7,30	4,85	46,77
Btk	65-122	0,05	1,06	7,39	1,62	14,31	3,32	10,90	5,85	8,09	31,69
Ck1	122-148	1,15	0,65	6,42	1,19	13,58	2,89	7,91	5,84	5,95	26,17
Ckm	148-178+	0,69	0,30	7,88	0,72	15,77	2,36	12,10	5,53	9,41	33,84

4.2.1.5.1. Kızılkuyu Serisi Topraklarının Tanımlayıcı istatistikleri

Çalı ma alanında Kızılkuyu serisinin toprak profilinin tanımlandı ı nokta haricinde toplam 40 noktadan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmı ve çe itli fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmı tır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.34, 4.35 ve 4.36'da verilmi tir.

Kızılkuyu serisi topraklarında 0-30 cm derinlikte kil içeri i ortalama %63,77 iken kum içeri i %11,06'dır. Kızılkuyu serisine ait topraklar ince bünyeli olarak sınıflandırılmaktadır. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,51-9,04, EC 0,67-18,57 dS/m, ESP %0,49-38,78 ve SAR 0,99-57,77 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.34). Kızılkuyu serisi yüzey topraklarında ciddi bir tuzluluk-alkalilik sorununun oldu unu tuzluluk paratrelerinden görülmektedir.

Çizelge 4.34. Kızılkuyu serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm) (Örnek sayısı = 40)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	44,55	78,75	63,77	8,20	-0,597	-0,012
Kum (%)	3,87	23,92	11,06	4,83	0,793	0,618
Silt (%)	15,00	40,01	25,16	5,31	0,301	0,446
Agregat Stabilitesi (%)	20,41	95,93	70,45	22,56	-0,770	-0,669
pH	7,51	9,04	8,29	0,34	0,104	0,040
EC (dS/m)	0,67	18,50	4,45	4,26	1,586	2,208
Kireç çeri i (%)	17,43	49,47	28,16	6,50	1,218	1,850
Bor (ppm)	3,29	96,88	48,42	34,75	0,073	-1,721
Organik Madde (%)	0,32	2,33	1,26	0,53	-0,023	-0,890
P ₂ O ₅ (kg/da)	3,72	20,56	12,67	4,47	-0,120	-0,815
KDK (meq/100g)	17,54	35,76	26,02	4,68	0,058	-0,742
ESP (%)	0,49	38,78	11,84	10,95	0,808	-0,526
SAR	0,99	57,77	13,94	15,72	1,557	1,606
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,04	0,91	0,24	0,20	1,833	3,413
K (meq/100g)	0,03	0,98	0,21	0,19	2,589	8,197
Mg (meq/100g)	0,03	1,13	0,21	0,23	2,887	9,297
Na (meq/100g)	0,29	30,02	6,38	7,63	1,577	1,775
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	17,57	52,20	28,14	9,89	1,136	-0,112
K (meq/100g)	2,71	6,35	4,14	1,00	0,621	-0,219
Mg (meq/100g)	2,40	11,33	6,13	2,07	0,325	-0,329
Na (meq/100g)	0,55	44,83	11,39	11,62	1,254	0,814

Fosfor (P₂O₅) içeri i ortalama 12,67 kg/da iken serinin tamamında 3,72 ile 20,56 kg/da arasında, bor içeri i ortalama 48,42 ppm iken tüm seride 3,29 ile 96,88 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.34). Organik madde, kil ve EC gibi toprak özelliklerinde görülen de i kenlikler bor içeriklerinde de i im aralı nın fazla olmasına neden olmu tur. Seriyeye ait yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %28,16 olup kireçli olarak sınıflandırılmaktadır (Çizelge 4.34).

Yüzey topraklarında topraklarında KDK, 17,54-35,76 meq/100g arasında de i mekte olup ortalama 26,02 meq/100g ve organik madde %0,32-2,33 de i mekte olup ortalama %1,26'dır. Bu verilere göre Kızılkuyu serisi toprakları dü ük organik madde içeriklerine sahiptirler. Agregat stabilitesi ortalama %70,45 olup tüm seride %20,41 ile 95,93 arasında de i im göstermekte ve bu elde edilen veriler seri içerisinde yer yer rüzgâr erozyonuna hassas alanların oldu una i aret etmektedir. Seriyeye ait yüzey topraklarında de i ebilir K ortalama 4,14 meq/100g olup 2,71-6,35 meq/100g arasında, de i ebilir Ca ortalama 28,14 meq/100g olup 17,57-52,20 meq/100g arasında, de i ebilir Mg ortalama 6,13 meq/100g olup 2,40-11,33 meq/100g arasında olup bitkisel üretim açısından yeteri miktarda de i ebilir K içeri ine sahiptir. De i ebilir Na ortalama 11,39 meq/100g iken suda çözülebilir Na ortalama 6,38 meq/100g'dır. Bu durum Kızılkuyu serisinde de i ebilir Na'un yakla ık %56'sının suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir (Çizelge 4.34).

Seriyeye ait yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %73,23 ve kum içeri i ortalama %9,86 olup yüzey topraklarına göre daha ince bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.35). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,16-9,43, EC 1,48-16,47 dS/m, ESP %5,09-54,08 ve SAR 0,91-73,39 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.35). Seriyeye ait yüzey altı toprakları (30-60 cm) tuzluk ve alkalilik bakımından 0-30 cm derinlikteki horizonlardan daha fazla 60-90 cm derinlikteki horizonlardan daha az tuz içeri ine ve sodikli e sahiptirler.

Kızılkuyu serisi yüzey altı topraklarının (60-90 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %71,90 ve kum içeri i ortalama %12,55 olup yüzey topraklarına göre daha ince bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.36). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,41-9,53, EC 2,62-16,92 dS/m, ESP %7,18-48,51 ve SAR 1,04-77,10 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.36). Bu derinlikteki toprak horizonları üstündeki horizonlara göre daha yüksek tuz içeriklerine sahiptirler. Bunun temel nedeni toprak yüzeyinden ilk 90 cm içerisinde tuzların yıkanmasını engeleyecek bir sert katmanın olmamasıdır.

Çizelge 4.35. Kızılkuyu serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm) (Örnek sayısı = 40)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	60,40	82,00	73,23	5,86	8,00	-0,591
Kum (%)	4,70	21,30	9,86	4,11	41,69	0,910
Silt (%)	9,20	32,95	16,96	5,66	33,35	1,330
Agregat Stabilitesi (%)	8,16	9,43	8,79	0,29	3,34	0,125
pH	1,48	16,47	9,22	4,71	51,10	-0,075
EC (dS/m)	18,25	44,98	29,37	6,34	21,59	0,700
Kireç çeri i (%)	22,51	92,01	77,93	15,84	20,33	-1,916
Bor (ppm)	0,37	2,12	1,03	0,40	39,23	0,524
Organik Madde (%)	3,94	31,93	14,34	7,93	55,30	0,438
P ₂ O ₅ (kg/da)	60,40	82,00	73,23	5,86	8,00	-0,591
KDK (meq/100g)	11,55	41,84	24,77	6,69	27,00	0,621
ESP (%)	5,09	54,08	28,15	14,54	51,66	0,224
SAR	0,91	73,39	20,54	16,56	80,62	1,514
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,03	1,78	0,36	0,43	117,87	1,881
K (meq/100g)	0,08	1,72	0,62	0,47	75,23	0,834
Mg (meq/100g)	0,04	1,68	0,57	0,52	90,82	0,946
Na (meq/100g)	1,01	22,62	10,79	6,71	62,16	0,051
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	12,45	47,82	25,32	11,70	46,22	1,005
K (meq/100g)	2,44	8,35	4,95	1,53	30,86	0,368
Mg (meq/100g)	3,12	13,84	8,10	2,48	30,64	0,231
Na (meq/100g)	4,33	44,09	24,60	12,05	48,98	-0,016

Çizelge 4.36. Kızılkuyu serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm) (Örnek sayısı = 38)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	48,80	86,90	71,90	10,27	-0,980	-0,327
Kum (%)	3,50	39,50	12,55	7,72	1,830	3,962
Silt (%)	7,50	39,65	15,61	7,57	1,931	3,166
pH	8,41	9,53	8,94	0,27	-0,017	-0,972
EC (dS/m)	2,62	16,92	10,26	4,09	-0,252	-1,154
Kireç çeri i (%)	15,70	50,37	30,10	7,86	0,388	-0,255
Bor (ppm)	46,12	89,48	79,02	11,63	-1,844	2,383
Organik Madde (%)	0,20	0,98	0,53	0,22	0,602	-0,583
P ₂ O ₅ (kg/da)	2,31	35,49	17,66	10,63	0,339	-1,174
KDK (meq/100g)	12,33	36,37	25,12	5,15	-0,454	1,010
ESP (%)	7,18	48,51	28,78	11,34	-0,365	-0,969
SAR	1,04	77,10	28,97	21,52	0,595	-0,804
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,02	1,81	0,30	0,37	2,261	6,815
K (meq/100g)	0,20	3,13	0,64	0,51	3,227	14,590
Mg (meq/100g)	0,04	3,01	0,58	0,61	1,975	5,474
Na (meq/100g)	0,87	34,75	12,97	8,57	0,672	-0,218
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	11,47	49,77	25,04	12,75	1,116	-0,620
K (meq/100g)	2,05	8,92	4,46	1,66	0,926	0,844
Mg (meq/100g)	3,27	16,12	8,43	3,05	0,828	0,235
Na (meq/100g)	6,77	47,36	26,25	11,28	0,052	-0,846

4.2.1.6. Çobul (Çb) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çobul serisi (168,22 ha) topraklarına ait tanımlayıcı toprak profili Çobul mevkiinin 1 km kuzey do usunda yer almaktadır (ekil 4.41). Bugüne kadar, herhangi bir tarımsal üretimin yapılmadı ı ve do al mera olarak kullanılan bir alanda tanımlanan Çobul serisine ait toprakların elektriksel iletkenli i tarımsal üretim için problem olu turacak düzeyde tuzlulu un olmadı nı göstermektedir. Tuzluluk çok iddetli olmamakla birlikte bitkilerce alınabilir bor içeri inin yüksek olması arazide Betne (*Halimione Verrucifera*), Çorak otu (*Puccinellia distans (Jacq.) Parl. Subsp. Distans*), E ek Dikeni (*Onopordum Davisii*) ve Çuvan (*Halocnemum Strobilaceum*) gibi halofit bitkilerin görülmesine neden olmu tur (ekil 4.42).



ekil 4.41. Çobul serisi topraklarının yer aldı ı arazilerin genel görünümü



ekil 4.42. Çobul serisi topraklarının yer aldı ı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler (a: Betne (*Halimione Verrucifera*), b: Çorak otu (*Puccinellia distans (Jacq.)*)

Parl. Subsp. Distans), c: E ek Dikeni (*Onopordum Davisii*), d: Çuwan (*Halocnemum Strobilaceum*))

Çobul serisi toprakları eski göl tabanı düzlü ünde %0-1 e imli bir arazide yer almaktadır. Serinin tipik toprak profili A-Bk-Ckm eklindedir (ekil 4.43; Çizelge 4.37).



ekil 4.43. Çobul serisi toprak profili

Çizelge 4.37. Çobul serisi toprak profil tanımlaması

Horizon	Derinlik cm	Özellikler
A1	0-7	10 YR 7/3 (kuru), 10 YR 5/4 (nemli); tabakalı ince zayıf strüktür; killi tın kuru iken hafif sert, ya iken da ılgan; çok kireçli; orta yo un saçak kök; çok küçük 0-1 mm çapında yo un tuz kristalleri; belirgin düz sınır.
A2	7-37	7,5 YR 5/4 (kuru), 7,5 YR 4/4 (nemli); Orta orta Tabakalı stürktür; kil, kuru iken sert, nemli iken hafif sert; çok kireçli; seyrek saçak kök; fare delikleri, çok ince tuz ve kireç miselleri;; belirgin dalgalı sınır.
Bk	37-65	10 YR 7/2 (kuru), 10 YR 6/3 (nemli); orta zayıf prizmatik strüktür; ki,l kuru iken sert, nemli iken da ılgan; çok kireçli; seyrek saçak kök; çok yaygın vesiküler porlar; kesin düz sınır,
Ckm1	65-170	Kuru nemli iken 7,5 Y 8/, nemli iken 2,5 Y 8/2; masif strüktür; çok sert, kumlu tın, çok kireçli, belirgin düz sınır.
Ckm2	170+	Kuru nemli iken 7,5 Y 8/, nemli iken 2,5 Y 8/2; masif strüktür; kumlu tın, çok sert, çok kireçli, 170 cm'den sonra serbest su var

Çobul serisinde görülen petrokalsik horizonu tüm seriler içerisinde en kalın olanıdır. Toprak profili kazılırken petrokalsik horizonun kepçe ile parçalanmasıyla beraber profilin 170 cm'sinde su birikmeye başlamıştır (ekil 4.44)



ekil 4.44. Toprak profilinde petrokalsik horizonun kırılması sonucunda alt katmanda suyun birikmesi

Profil tanımlaması yapıldığı dönemde (28 Ağustos 2008) A horizonunun altındaki tüm profilin nemli olduğu görülmüştür. Bitki köklerinin gelişmesine elverişli toprak derinliği 65 cm olarak belirlenmiştir. Bu derinlik arazi üzerinde de nemlilik gösterebilir. Ancak yüzeyden yıkanan kalsiyum karbonatın zamanla biriktiği ve sertleştiği bu katman (petrokalsik horizon) her iki yönde (yukardan aşağıya veya tersi) su hareketini engellemektedir. Ana materyal niteliği lakustrin olan Çobul serisi topraklarının yüzeyinde tuz kristallerinin bulunmasından dolayı toprak çok gevrek bir yapı almıştır. Dolayısıyla bu serinin yüzeyinde rüzgâr erozyonu riski oldukça yüksektir (ekil 4.45).



ekil 4.45. Gev ek yapıdaki toprak yüzeyi

Çalı ma alanında sadece Çobul serisinde tabakalı strüktüre rastlanılmı tır. A horizonunda olu an bu tabakalı strüktür nedeniyle toprak infiltrasyonu oldukça dü üktür (ekil 4.46). Tabakalı strüktür suyun toprak içerisinde hareketini oldukça yava latmaktadır. nfiltrasyonu azaltı ı gibi hidrolik iletkenli i de dü ürmektedir. Toprakta strüktür geli imi toprakta suyun hareketinin etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Toprakta prizmatik ve blok strüktür suyun dikey hareketini hızlandırırken tabakalı strüktür suyun dikey hareketini engellemektedir. Toprak suyunun tabakalı strüktürü geçip alt katmanlara ula ması için tabakaların dizili ini takip etmesi gerekir. Bu bazen suyun hareketini tamamen engellemektedir (Brady ve Weil. 2002; Muray ve Grant 2007; Reszkowska ve ark., 2011).



ekil 4.46. Çobul serisinde A horizonunda görülen tabakalı strüktür

Çobul serisi topraklarında A horizonunda görülen tabakalı strüktür, yağışlarla gelen suların toprak içine infiltre olmasını engellediğinden toprak yüzeyinde su göllenmeye başlamıştır. Yağışlardan sonra suyun buharlaşmasıyla da yüzeyde tuz kabukları oluşmuştur (ekil 4.47)



ekil 4.47. Yağışlardan sonra toprak yüzeyinde kabuk oluşumu

Yüzeyde bulunan ince bir A horizonunda kil içeriği ortalama %31,32 iken bu horizontan sonra kil içeriği ortalama % 58 olan 60 cm'lik bir katman yer almaktadır. Bu katmanın altında ise nemli iken kolayca parçalanabilen (burgu veya kepçe ile) ancak kuruduklarında oldukça sertleşen ve bitki kökleri için geçirimsiz olarak tanımlanan Ckm horizonu yer almaktadır. Ckm horizonuyla beraber toprak tekstürü tekrar kaba bir hal almıştır.

Çobul serisi, toprak profilinin ilk 30 cm'sinde organik madde içeriği ortalama %2,0 olup orta derecede organik madde içeriğine sahiptir. Ancak derinlikle beraber organik madde içeriği azalmıştır (Çizelge 4.38). Tüm profilde tuzluluk ve alkalik parametrelerinden pH 7,81-8,59 arasında değişmekte olup sadece kalsik horizontunda 8,5'in üstüne çıkmıştır. EC değerleri 1,03-6,26 dS/m arasında değişmektedir. En yüksek EC değeri ilk 7 cm'nin altındaki horizontta görülmektedir (Çizelge 4.38). SAR değerleri 0,53-5,57 arasında ve ESP değerleri %0,41-7,02 arasında değişim göstermektedir. Bu verilere göre; Çobul serisi toprak profilinde sadece tuzluluk sorunu görülmektedir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.38. Çobul serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstür Sınıfı	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK me/100g	Bor ppm	P ₂ O ₅ kg/da
A1	0-7	31,2	27,2	41,7	Killi tın	7,81	2,34	27,96	3,42	15,7	27,46	15,93
A2	7-37	57,5	15,9	26,7	Kil	8,50	6,26	39,22	1,53	24,1	0,59	9,38
Bk	37-65	59,4	12,7	27,9	Kil	8,59	5,38	44,30	0,74	23,8	19,59	1,44
Ckm1	65-170	15,9	8,7	75,4	Kumlu tın	8,24	1,59	43,94	0,07	12,7	7,57	6,70
Ckm2	170+	16,7	9,2	74,2	Kumlu tın	8,16	1,03	44,30	0,08	8,4	3,06	8,83

Çobul serisi toprakların kireç içeriği tüm profilde %27,96-44,30 arasında değişmekte olup kireç içeriği bakımından Kihschuk (2000)'ün yaptığı sınıflamaya göre çok kireçli olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.38). Bor içeriği 0,59-27,46 ppm arasında değişim göstermektedir. Seriyeye ait profilin ilk 7 cm'sinde bor içeriği 27,46 ppm iken bu katman (7-37cm) altında hızla azalmış ve 0,59 ppm'e kadar düşmüştür. Bu katman altında tekrardan bor içeriği yükselerek 19,59 ppm'e çıkmıştır (Çizelge 4.38).

Çobul serisi toprak profilinde KDK 8,4-24,1 meq/100g arasında değişmekte olup kil içeriği yüksek olan horizonlarda KDK değerleri de yüksektir. Değişebilir Na içeriği 0,72-5,68 meq/100g, değişebilir Ca 16,84-56,30 meq/100g, değişebilir Mg 1,66-4,83 meq/100g ve değişebilir K ise 1,26-3,24 meq/100g arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Çobul serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve değişebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				Değişebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A1	0-7	1,19	0,44	0,47	0,37	56,30	2,97	0,72	3,93	0,53	0,41
A2	7-37	1,04	1,28	3,84	0,76	19,44	3,24	5,68	4,83	4,05	7,02
Bk	37-65	0,58	1,28	4,71	0,85	17,93	2,25	5,38	4,60	5,57	2,96
Ckm1	65-170	0,05	0,21	1,11	0,67	17,45	1,51	1,64	1,96	1,85	2,59
Ckm2	170+	0,03	0,12	0,89	0,91	16,84	1,26	1,03	1,66	1,30	0,74

4.2.1.6.1. Çobul Serisi Topraklarının Tanımlayıcı Statistikleri

Çobul serisi toprakları Acir ve Tektome serilerinden sonra en küçük alana sahip olan toprak serisidir. Açılan toprak profili haricinde 10 noktadan örnekleme yapılmış ve bu örneklere ait toprakların fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Serinin toprak örneklerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.40, 4.41 ve 4.42'de verilmiştir.

Çobul serisi topraklarında 0-30 cm derinlikte kil içeriği ortalama %36,08 ve kum içeriği %37,69 olup tekstür bakımından orta bünyeli bir tekstüre sahiptir. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,82-8,45, EC 0,61-4,65 dS/m, ESP %0,69-7,91 ve SAR 1,38-10,40 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.40). Bu durum Çobul serisinde önemli bir tuzluluk alkalilik sorununun olmadığına işaret etmektedir. Fosfor

(P₂O₅) içeri i ortalama 15,72 kg/da iken tüm seride 4,59 ile 29,85 kg/da arasında, bor içeri inin ise ortalama 35,82 ppm iken tüm seride 11,63 ile 76,99 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.40). Seriyeye ait yüzey topraklarının kireç içeri i ortalama %35,13 olup çok kireçli olarak sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 4.40. Çobul serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm) (Örnek sayısı = 10)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	25,00	44,33	36,08	5,83	-0,648	-0,044
Kum (%)	27,64	48,80	37,69	6,52	0,546	-0,267
Silt (%)	21,53	32,10	26,23	3,48	0,623	-0,271
Agregat Stabilitesi (%)	39,47	98,00	73,36	21,09	-0,570	-0,930
pH	7,82	8,45	8,17	0,21	-0,267	-0,801
EC (dS/m)	0,61	4,65	2,36	1,26	0,551	-0,184
Kireç çeri i (%)	31,23	39,58	35,13	3,12	0,544	-1,403
Bor (ppm)	11,63	76,99	35,82	23,19	0,526	-0,899
Organik Madde (%)	1,68	3,62	2,78	0,57	-0,652	0,291
P2O5 (kg/da)	4,59	29,85	15,72	9,03	0,240	-1,381
KDK (meq/100g)	12,98	27,98	20,59	5,03	0,037	-1,196
ESP (%)	0,69	7,91	3,29	2,40	0,979	0,941
SAR	1,38	10,40	5,62	3,80	0,188	-2,048
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,04	1,09	0,41	0,37	1,023	-0,197
K (meq/100g)	0,06	0,86	0,33	0,26	1,130	0,795
Mg (meq/100g)	0,03	0,57	0,22	0,15	1,210	2,126
Na (meq/100g)	0,52	6,70	2,65	2,10	0,830	-0,003
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	23,25	53,13	40,61	9,21	-0,829	0,132
K (meq/100g)	2,21	5,85	3,82	1,22	0,421	-1,021
Mg (meq/100g)	3,65	10,91	6,66	2,41	0,302	-1,058
Na (meq/100g)	1,12	8,71	3,96	2,94	0,664	-1,332

Seri topraklarında KDK, 12,98-27,98 meq/100g arasında de i mekte olup ortalama 20,59 meq/100g ve organik madde %1,68-3,62 arasında de i mekte olup ortalama %2,78'dir. Bu verilere göre Çobul serisi toprakları yeterli organik madde içeri ine sahiptirler. Agregat stabilitesi ortalama %73,36 olup tüm seride %39,47 ile 98,00 arasında de i im göstermekte ve bu elde edilen veriler seri içerisinde yer yer rüzgâr erozyonuna kar ı hassas alanların oldu una i aret etmektedir. Seriyeye ait yüzey topraklarında de i ebilir K 2,21-5,85 meq/100g arasında de i mekte olup ortalama 3,82 meq/100g'dır. Bu verilere göre Çobul serisi tarımsal üretim açısından yeteri miktarda de i ebilir K içeri ine sahiptir. De i ebilir Ca ortalama 40,61 meq/100g olup 23,25-53,13 meq/100g arasında, de i ebilir Mg ortalama 6,66 meq/100g olup 3,65-10,91

meq/100g arasında de i im göstermektedir. De i ebilir Na ortalama 3,96 meq/100g iken suda çözülebilir Na ortalama 2,65 meq/100g'dır. Buda Çobul serisinde de i ebilir Na'un yakla ık %66,92'sinin suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir (Çizelge 4.40).

Çobul serisi yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %55,71 ve kum içeri i ortalama %29,45 olup yüzey topraklarına göre daha ince bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.41). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,40-9,03, EC 0,70-7,59 dS/m, ESP %1,47-32,73 ve SAR 4,62-26,70 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Çobul serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm) (Örnek sayısı = 10)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	31,30	63,80	55,71	9,66	-2,161	4,842
Kum (%)	19,70	62,80	29,45	12,67	2,424	6,309
Silt (%)	5,90	19,20	14,87	3,74	-1,593	3,495
pH	8,40	9,03	8,58	0,21	1,530	2,092
EC (dS/m)	0,70	7,59	3,99	2,52	0,053	-1,579
Kireç çeri i (%)	28,79	44,98	38,42	5,34	-0,610	-0,683
Bor (ppm)	8,08	80,73	39,74	26,64	0,480	-1,138
Organik Madde (%)	0,80	1,91	1,31	0,34	-0,022	-0,053
P2O5 (kg/da)	2,91	31,93	12,18	11,16	1,030	-0,767
KDK (meq/100g)	15,42	33,63	24,14	5,33	-0,151	0,375
ESP (%)	1,47	32,73	13,72	12,23	0,734	-1,246
SAR	4,62	26,70	11,75	7,31	1,052	0,478
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,02	0,49	0,16	0,14	1,570	3,201
K (meq/100g)	0,14	1,46	0,66	0,49	0,569	-1,375
Mg (meq/100g)	0,03	0,80	0,24	0,24	1,638	3,077
Na (meq/100g)	0,77	16,26	5,66	5,24	1,140	0,368
1 N Amonyum Asetat Çözeltisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	16,82	49,52	35,99	14,16	-0,515	-1,961
K (meq/100g)	1,56	5,77	3,66	1,40	0,249	-0,833
Mg (meq/100g)	3,86	11,21	6,90	2,79	0,224	-1,876
Na (meq/100g)	1,66	24,71	11,04	8,07	0,455	-1,218

A ır ı derece kireçli ve orta bünyeli tesktüre sahip olan Çobul serisi yüzey altı topraklarında (60-90 cm) tuzluluk sorunu bulunmaktadır. Ancak yeterli sayıda örnek bulunmadı ından sa lıklı bir veri de erlendirmesi yapılmamı tır. Çobul serisi topraklarında derinlikle beraber kil, kireç, bor, EC, Na ve SAR de erlerinde artı gözlemlenmi tir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Çobul serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm) (Örnek sayısı = 2)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	37,70	71,30	54,50	23,76	.	.
Kum (%)	16,55	51,70	34,13	24,85	.	.
Silt (%)	10,70	12,15	11,43	1,03	.	.
pH	7,92	8,50	8,21	0,41	.	.
EC (dS/m)	7,32	17,94	12,63	7,51	.	.
Kireç çeri i (%)	44,12	52,17	48,15	5,69	.	.
Bor (ppm)	17,15	78,10	47,63	43,10	.	.
Organik Madde (%)	0,40	0,64	0,52	0,17	.	.
P2O5 (kg/da)	4,07	6,83	5,45	1,95	.	.
KDK (meq/100g)	14,63	18,27	16,45	2,57	.	.
ESP (%)	5,91	13,67	9,54	5,13	.	.
SAR	10,07	13,79	11,93	2,63	.	.
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,46	0,89	0,68	0,30	.	.
K (meq/100g)	0,74	0,75	0,75	0,01	.	.
Mg (meq/100g)	0,75	0,76	0,76	0,01	.	.
Na (meq/100g)	9,15	10,73	9,94	1,12	.	.
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	17,69	44,90	31,30	19,24	.	.
K (meq/100g)	1,79	5,10	3,45	2,34	.	.
Mg (meq/100g)	3,28	10,77	7,03	5,30	.	.
Na (meq/100g)	3,08	19,65	11,37	11,72	.	.

4.2.1.7. Tektome (Tk) Serisi Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tektome Serisi (122,56 ha) topraklarına ait tanımlayıcı toprak profili Ni de-Aksaray karayolunun yaklaşık 2,5 km güneyinde yer almaktadır. Tektome serisine ait toprakların yer aldığı araziler do al mera olarak kullanılmaktadır (ekil 4.48). Arazide Çuvan (*Halocnemum Strobilaceum*), Betne (*Halimione Verrucifera*), Sahil Karanfile (*Limonium sp.*) ve Tüylü ot (*Pveeria Pilosa*) gibi halofit bitkilerin bulunması ve yüzeyde tuz kristallerinin bulunması tuzluluk probleminin olduğunu açık bir göstergesidir (ekil 4.49).



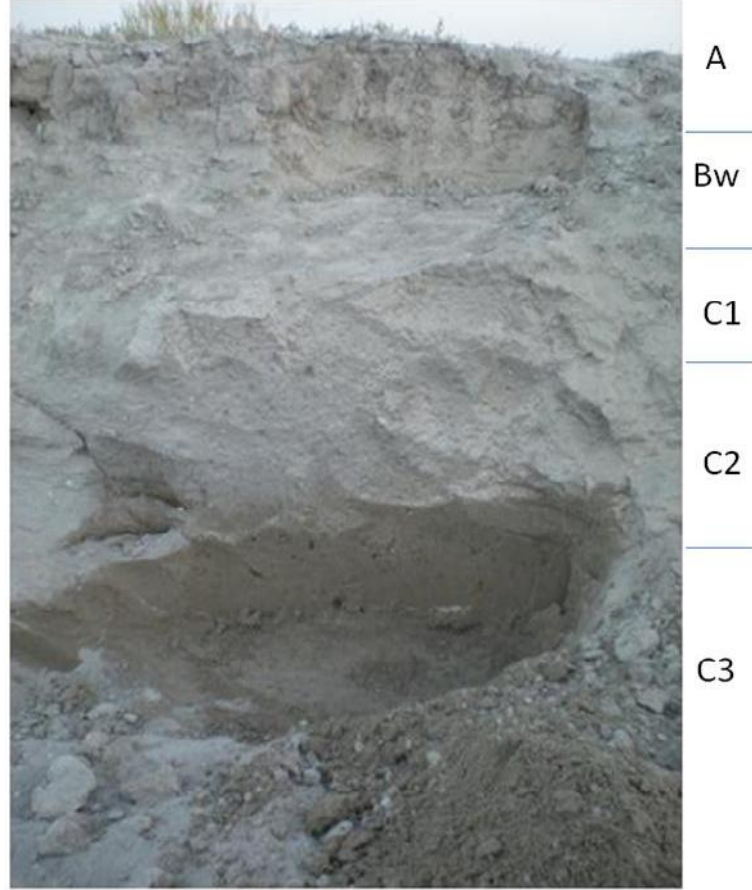
ekil 4.48. Tektome Serisi topraklarının yer aldığı arazilerin genel görünümü



ekil 4.49. Tektome Serisi topraklarının yer aldığı arazilerde yaygın olarak görülen halofit bitkiler (a. Çuvan (*Halocnemum Strobilaceum*), b: Betne (*Halimione Verrucifera*), c: Sahil Karanfili (*Limonium sp.*), d: Tüylü ot (*Pveeria Pilosa*))

Tektome serisi toprakları nehir bankı üzerinde olmuştur ve %0-1 e imli bir arazide yer almaktadır. KD-GB yönünde uzanan nehrin debisi yüksek olmadığından tıdılı materyal daha çok ince kum ve kil büyüklüündeki materyallerdir. Yaılı dönemlerde nehir bankının olu tu u Tektome serisinin yer aldığı alanda kum birikirken kil büyüklüündeki materyal tektome serisinden daha uzakta olan alanlara ta ınıp birikim göstermiştir. Toprak profilinde yer alan horizonların dizilimi A-Bw-C eklindedir (ekil 4.50; Çizelge 4.43). Bitki köklerinin gelişmesine elverişli toprak derinliği 125 cm'den daha fazladır. Tektome serisini diğer serilerden ayıran en önemli özellik petrokalsik horizonunun olmaması ve yüzeyden 32 cm sonra bir kum katmanının olmasıdır. Bu

kum katmanı sayesinde her iki yönde (yukardan a a ıya veya tersi) su hareketi gerçekte mekte ve kalsiyum karbonat ile tuz kristalleri ortamdan uzakla maktadır.



ekil 4.50. Tektome Serisi Toprak Profili

Çizelge 4.43. Tektome Serisi toprak profil tanımlaması

Horizon	Derinlik cm	Özellikler
A	0-17	5 Y 8/1 (kuru), 10 YR5/3 (nemli); zayıf ince granüller strüktür; kuru iken hafif sert, kumlu killi tın nemli iken da ılgan, ya iken az yapı kan; çok kireçli; seyrek saçak kök; belirgin düz sınır.
Bw	17-32	2,5 Y 7/2 (kuru), 10 YR 5/3 (nemli); orta zayıf yarı kö eli blok strüktür; kumlu killi tın kuru iken hafif sert, nemli iken da ılgan; çok kireçli; seyrek saçak kök, çok yo un vesiküler porlar, seyrek kireç ve tuz miselleri ;belirgin düz sınır.
C1	32-60	2,5 Y 8/2 (kuru), 2,5 Y 5/3 (nemli); teksel strüktür; kumlu killi tın kuru iken da ılgan; çok kireçli; seyrek saçak kök; kum; kesin düz sınır,
C2	60-80	5 Y68/1 (kuru), 5Y 8/2 (nemli); teksel; kumlu tın kuru iken da ılgan; çok kireçli; kum; kesin düz sınır,
C3	80-120+	5 Y 8/2 (kuru), 5 Y 5/2 (nemli); teksel; kumlu tın kuru iken da ılgan; çok kireçli; kum; kesin düz sınır,

Tektome Serisinin tüm profilinde kum içeri i %50'den daha fazladır ve derinlik artıkça kum içeri i de artmaktadır. Toprak profilinin ilk 30 cm'sinde organik madde içeri i ortalama %1,2 olup dü ük organik madde içeri ine sahiptir ve derinlik artıkça organik madde içeri i de azalmı tır (Çizelge 4.44).

Tektome serisi toprakları çalı ma alanında Kızılca ve Leben serileri ile co rafi birlik olu turmaktadır. Toprak profili yüksek miktarda kum içermektedir. Üst horizonlardan yıkanan kireç ve di er tuzlar 32-80 cm arasında sert bir katmanın olu masına yol açmı tır. Ancak bu sert katman Kızılca ve Leben serilerinde oldu u kadar geçirimsiz de ildir. Arazi çalı malarımız esnasında zor olmakla birlikte burgu kullanarak bu katman geçilebilmi tir. Derin bir toprak profiline sahip olan Tektome serisi topraklarının profillerinde tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Bu seride EC 4 dS/m'den küçük oldu undan (0,260-1,287 dS/m arasında) tuzsuz olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak toprak profilinde 60 cm'den sonra pH'nın 8,5'un üzerine çıktı ı ve derinlikle beraber pH'nında artı ı tespit edilmi tir. Toprak pH'sının >8,5 olması her ne kadar alkalilik ile ili kilendirilse de bu denli kaba tekstürlü bir toprakta de i ebilir sodyum içeri inin yüksek olması beklenmez. Çalı ma alanında yeterince ya ı olmadı ından toprak profilinin üst katmanlarından yıkanan kireç ve tuzlar toprak profilinden tamamen uzakla mamı ve alt katmanlarda birikim söz konusu olmu tur. Bu yüzden alt katmanlarda de i ebilir Na içeri i ve pH üst katmanlara kıyasla yüksek çıkmı tır.

Toprak profilinde SAR de eri 0,9-1,13 arasında de i im gösterirken ESP de eri %1,86-10,72 arasında de i im göstermi tir. Kumlu topraklarda her ne kadar de i ebilir Na yüzdesinin yüksek olması beklenmese de pH'nın 8,73 ve 8,85 oldu u C horizonlarında ESP de erleri de %10,71 ve %7,21 olarak bulunmu tur (Çizelge 4.44 ve 4.45). Kireç içeri i 5,81-13,80 arasında olup Kihschuk (2000)'un yaptı ı sınıflamaya göre az kireçlidirler. Bor içeri i 0,65-2,61 arasında de i im göstermekte olup derinlikle beraber hem kireç hemde bor içeri i azalmaktadır (Çizelge 4.44). Çalı ma alanında tanımlanan 7 seri içerisinde kum içeri i en yüksek ve kireç içeri i ile bor içeri i en dü ük olan seri Tektome serisidir. Tektome serisi toprak profilinde KDK 1,7-27,3 meq/100g arasında de i mektedir (Çizelge 4.44). De i ebilir Na içeri i 1,14-2,45 meq/100g, de i ebilir Ca 14,89-22,50 meq/100g, de i ebilir Mg 1,55-4,57 meq/100g ve de i ebilir K ise 0,45-2,0 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.45).

Çizelge 4.44. Tektome Serisi toprak profilinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Horizon	Derinlik (cm)	Kil	Silt	Kum	Tekstür Sınıfı	pH	EC (dS/m)	Kireç %	Organik Madde %	KDK me/100 g	Bor ppm	P2O5 kg/da
						Saturasyon Çamuru						
A	0-17	32,9	15,0	52,1	Kumlu killi tın	7,77	0,856	13,07	1,43	21,5	2,61	21,95
Bw	17-32	33,7	13,0	53,4	Kumlu killi tın	7,79	1,287	13,80	1,00	27,3	2,48	6,70
C1	32-60	21,7	6,7	71,7	Kumlu killi tın	8,24	0,825	7,26	0,33	15,5	1,81	2,78
C2	60-80	18,7	3,5	77,9	Kumlu tın	8,73	0,416	5,81	0,17	7,8	1,17	2,33
C3	80-125+	15,0	3,4	81,7	Kumlu tın	8,85	0,260	7,99	0,11	1,7	0,65	0,58

Çizelge 4.45. Tektome Serisi toprak profilinin suda ekstrakte edilebilir ve de i ebilir katyon içerikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Suda Ekstrakte Edilebilir Katyonlar meq/100g				De i ebilir Katyonlar				SAR	ESP %
		Ca	K	Na	Mg	Ca	K	Na	Mg		
A	0-17	0,33	0,10	0,41	0,28	22,50	2,00	1,14	4,31	0,52	2,55
Bw	17-32	0,46	0,07	0,86	0,47	21,50	1,81	1,37	4,57	0,89	1,86
C1	32-60	0,02	0,03	0,48	0,16	16,83	1,09	2,10	3,33	1,13	7,15
C2	60-80	0,01	0,01	0,34	0,14	14,89	0,71	2,45	2,19	0,88	10,71
C3	80-125+	0,01	0,01	0,07	0,13	15,10	0,45	1,39	1,55	0,19	7,21

4.2.1.7.1. Tektome Serisi Topraklarının Tanımlayıcı istatistikleri

Tektome serisinde açılan toprak profili haricinde toplam 10 noktadan toprak örne i alınarak fiziksel ve kimyasal analizler yapılmı tır. Yapılan bu analizlerin istatistiksel sonuçları Çizelge 4.46, 4.47 ve 4.48’de verilmi tir.

Tektome serisi topraklarının 0-30 cm derinli inde kil içeri i ortalama %29,14 iken kum içeri i %49,94’dur. Bu da Tektome serisine ait toprakların kaba bünyeli bir tesktüre sahip oldu unu göstermektedir. Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,80-9,28, EC 1,10-12,42 dS/m, ESP %3,50-23,20 ve SAR 4,22-61,05 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.46). Tektome serisinde kum içeri i yüksek olmasına ra men önemli bir tuzluluk alkalilik sorunu bulunmaktadır. Fosfor (P_2O_5) içeri i ortalama 23,77 kg/da iken tüm seride 11,63 ile 39,18 kg/da arasında, bor içeri i nin ise ortalama 16,49 ppm iken tüm seride 3,49 ile 35,35 ppm arasında de i ti i tespit edilmi tir (Çizelge 4.46). Seri topraklarında bor içeriklerinin bu kadar de i ken olmasının temel nedeni toprak pH’sı ile ili kilendirilebilir. Yapılan birçok çalı mada pH de erinin artmasıyla bor absorpsiyonun arttı ı rapor edilmi tir (Xu ve ark 2011).

Çizelge 4.46. Tektome Serisi tanımlayıcı istatistik (0-30 cm) (Örnek sayısı = 10)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	22,00	35,75	29,14	4,80	-0,002	-1,720
Kum (%)	37,39	58,89	49,94	7,49	-0,481	-0,990
Silt (%)	13,98	29,36	20,92	4,54	0,276	-0,077
Agregat Stabilitesi (%)	58,53	94,72	78,73	13,01	-0,402	-1,336
pH	7,80	9,28	8,41	0,45	0,934	0,752
EC (dS/m)	1,10	12,42	6,00	4,05	0,070	-1,136
Kireç çeri i (%)	6,17	23,24	14,31	4,76	0,098	0,581
Bor (ppm)	3,49	35,35	16,49	10,66	0,504	-0,657
Organik Madde (%)	0,94	3,07	1,99	0,72	0,340	-1,022
P2O5 (kg/da)	11,63	39,18	23,77	8,14	0,306	0,170
KDK (meq/100g)	16,05	29,94	22,95	4,25	-0,073	-0,643
ESP (%)	3,50	23,20	10,22	5,48	1,785	4,497
SAR	4,22	61,05	24,51	15,07	1,588	4,000
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,01	1,01	0,47	0,39	0,219	-1,733
K (meq/100g)	0,05	0,96	0,51	0,38	-0,311	-2,136
Mg (meq/100g)	0,00	0,54	0,24	0,19	0,198	-1,633
Na (meq/100g)	1,43	27,87	12,72	8,86	0,182	-0,824
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	15,12	65,41	25,64	14,39	2,824	8,501
K (meq/100g)	1,87	8,53	5,34	1,95	-0,351	0,115
Mg (meq/100g)	1,12	5,58	3,43	1,46	-0,046	-0,868
Na (meq/100g)	1,22	33,75	15,06	10,38	0,385	-0,681

Seri topraklarında KDK, 16,05-29,94 meq/100g arasında de i mekte olup ortalama 22,95 meq/100g ve organik madde %0,94-3,07 arasında de i mekte olup ortalama %1,99'dur. Bu verilere göre Tektome serisi toprakları orta organik madde içeriklerine sahiptirler. Agregat stabilitesi ortalama %78,73 olup tüm seride %58,53 ile 94,72 arasında de i im göstermektedir. Seriyeye ait yüzey topraklarında de i ebilir K ortalama 5,34 meq/100g olup 1,87-8,53 meq/100g arasında, de i ebilir Ca ortalama 25,64 meq/100g olup 15,12-65,41 meq/100g arasında, de i ebilir Mg ortalama 3,43 meq/100g olup 1,12-5,58 meq/100g arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.46). De i ebilir

Na ortalama 15,06 meq/100g iken suda çözülebilir Na ortalama 12,72 meq/100g'dır. Bu da Tektome serisinde de i ebilir Na'un yakla ık %84,46'sının suda çözülebilir Na'dan geldi ini göstermektedir (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.47. Tektome Serisi tanımlayıcı istatistik (30-60 cm) (Örnek sayısı = 10)

	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	12,40	43,20	22,30	8,87	1,481	2,992
Kum (%)	19,70	79,30	60,55	16,44	-1,813	4,508
Silt (%)	7,20	37,20	17,23	9,02	1,220	1,528
pH	8,00	10,18	8,65	0,72	1,629	1,855
EC (dS/m)	1,38	16,27	7,32	4,37	0,872	1,298
Kireç içeri i (%)	3,97	20,86	11,60	5,78	-0,118	-1,024
Bor (ppm)	1,62	24,80	6,90	6,81	2,342	6,313
Organik Madde (%)	0,26	1,28	0,67	0,32	0,377	-0,161
P2O5 (kg/da)	2,78	26,99	21,72	7,43	-2,190	5,091
KDK (meq/100g)	11,22	36,23	21,78	8,92	0,664	-1,219
ESP (%)	15,82	55,87	39,67	12,49	-0,845	0,308
SAR	3,75	85,65	18,40	24,32	2,844	8,501
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,01	1,20	0,30	0,40	1,428	1,597
K (meq/100g)	0,05	1,63	0,41	0,57	1,607	1,358
Mg (meq/100g)	0,01	0,61	0,19	0,24	1,005	-0,594
Na (meq/100g)	0,53	19,22	6,18	6,42	0,931	0,053
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde De i ebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	12,88	20,74	16,71	2,55	-0,173	-0,829
K (meq/100g)	1,06	5,57	3,90	1,43	-0,714	0,245
Mg (meq/100g)	0,48	9,88	3,73	2,61	1,412	3,162
Na (meq/100g)	2,04	46,05	20,04	12,21	0,686	1,638

Tektome serisi yüzey altı topraklarının (30-60 cm derinlikte) kil içeri i ortalama %22,30 ve kum içeri i ortalama %60,55 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyeli bir tekstüre sahiptirler. (Çizelge 4.47). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 8,00-10,18, EC 1,38-16,27 dS/m, ESP %15,82-55,87 ve SAR 3,75-85,65 arasında de i im göstermektedir (Çizelge 4.47).

Tektome serisi yüzey altı topraklarının (60-90 cm derinlikte) kil içeriği ortalama %19,56 ve kum içeriği ortalama %67,48 olup yüzey topraklarına göre daha kaba bünyeli bir tekstüre sahiptirler (Çizelge 4.48). Tuzluluk ve sodiklik göstergeleri olan parametrelerde pH 7,84-9,19, EC 1,16-7,58 dS/m, ESP %6,39-30,39 ve SAR 1,79-21,34 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.48. Tektome Serisi tanımlayıcı istatistik (60-90 cm) (Örnek sayısı = 10)

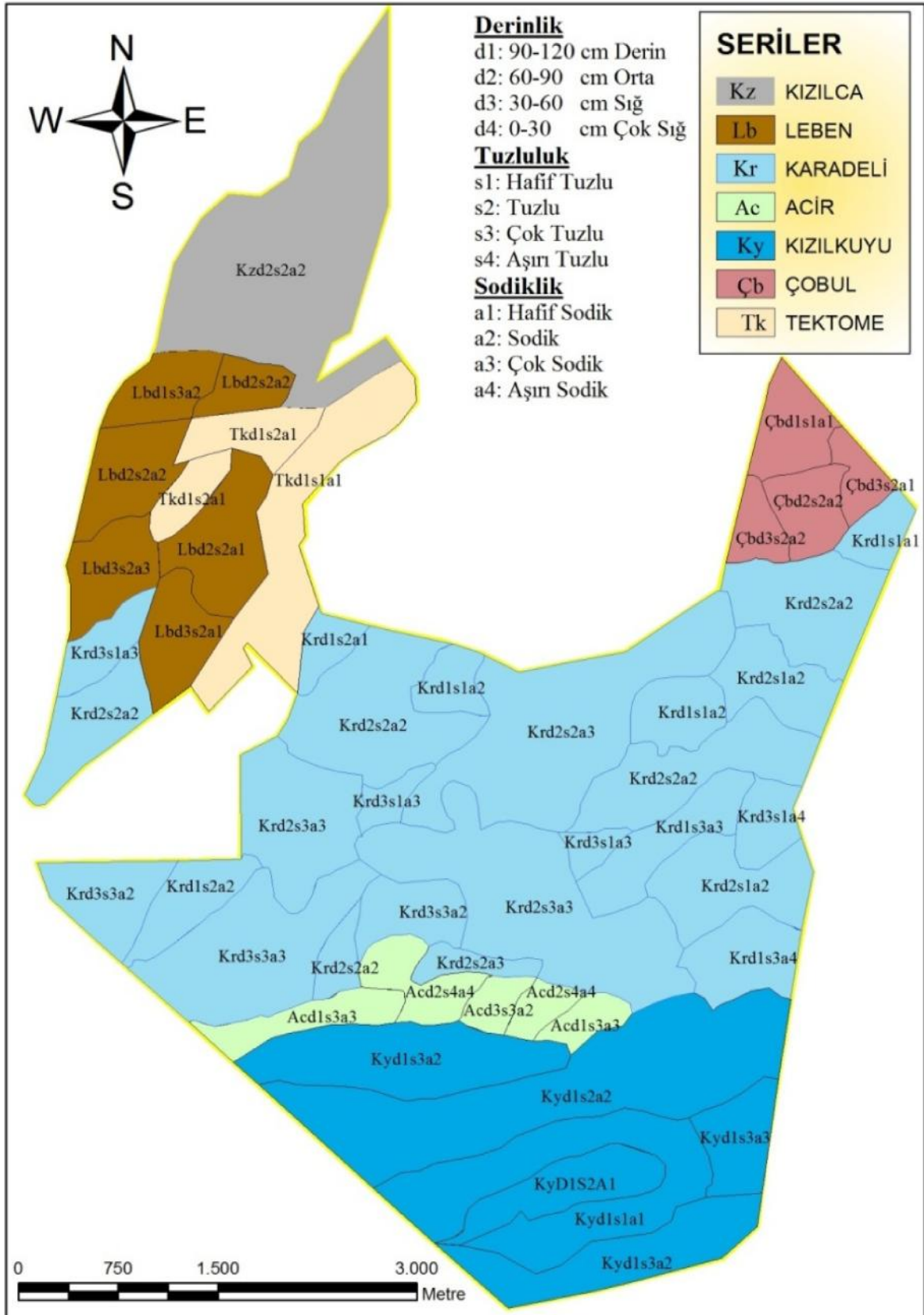
	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Yatıklık	Basıklık
Kil (%)	10,70	42,70	19,56	9,59	1,854	3,478
Kum (%)	32,70	81,00	67,48	16,38	-1,452	1,227
Silt (%)	4,70	26,70	13,05	7,77	0,772	-0,432
pH	7,84	9,19	8,46	0,39	0,444	0,596
EC (dS/m)	1,16	7,58	4,60	1,82	-0,438	1,092
Kireç içeriği (%)	5,77	23,11	12,32	7,11	0,527	-1,807
Bor (ppm)	0,15	5,83	1,36	1,72	2,297	5,830
Organik Madde (%)	0,14	2,00	0,99	0,54	0,570	0,159
P2O5 (kg/da)	1,45	25,01	6,76	7,48	1,833	3,653
KDK (meq/100g)	4,79	23,44	14,00	5,40	0,196	0,124
ESP (%)	6,39	30,39	19,12	8,15	-0,150	-1,299
SAR	1,79	21,34	8,91	7,14	0,965	-0,257
Suda Çözülebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	0,03	0,57	0,24	0,19	0,625	-0,925
K (meq/100g)	0,02	0,43	0,14	0,14	1,165	0,810
Mg (meq/100g)	0,01	0,60	0,21	0,21	1,003	-0,200
Na (meq/100g)	0,47	8,05	3,48	2,60	0,387	-0,861
1 N Amonyum Asetat Çözeltilisinde Değişebilir Katyonlar						
Ca (meq/100g)	13,71	18,66	16,46	1,81	-0,237	-1,661
K (meq/100g)	0,57	5,59	2,37	1,51	0,959	1,075
Mg (meq/100g)	0,93	7,12	3,41	2,07	0,514	-0,603
Na (meq/100g)	1,89	13,30	7,35	4,80	0,207	-2,013

4.2.2. Toprak Sınıflaması

Çalı ma alanı toplam 2700 ha'dır. Yapılan detaylı toprak etüd haritalama çalı maları sonucu çalı ma alanında 7 farklı toprak serisi tanımlanmıştır. Tanımlanan serilere ait taksonomik sınıflamalar Çizelge 4.49'da, elde edilen toprak haritası ise ekil 4.51'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Toprak Taksonomisine göre çalı ma alanı topraklarının sınıflaması

Seri	Ordo	Altordo	Büyük Grup	Alt Grup	Familiya
Kızılca	Aridisols	Calcids	Petrocalcids	Xeric Petrocalcids	Fine-Siltly, superactive, Mesic, Xeric Petrocalcids
Leben	Aridisols	Calcids	Petrocalcids	Argid Petrocalcids	Fine-Siltly, superactive, Mesic, Argid Petrocalcids
Karadeli	Aridisols	Calcids	Haplocalcids	Xeric Haplocalcids	Clayey, active, Mesic Xeric Haplocalcids
Acir	Aridisols	Argids	Petroargids	Typic Petroargids	Very fine, semiactive, mesic, Typic Petroargids
Kızılkuyu	Aridisols	Argids	Calciargids	Vertic Calciargids	Very fine, active, Mesic, Vertic Calciargids
Çobul	Aridisols	Calcids	Petrocalcids	Calcic Petrocalcids	Clayey, active, Mesic, Calcic Petrocalcids
Tektome	Aridisols	Durids	HaploDurids	Cambidic Haplodurids	Loamy, superactive, mesic Xeric Haplodurids



ekil 4.51. Çalı ma alanında tanımlanan serilerin konumlarını belirten harita

4.3. Haritalama Birimleri/Üniteleri Arasında Değişkenlik

Arazi boyunca toprak özelliklerinin değişkenliklerinin ve düzeyinin bilinmesi genelde arazinin kullanımı ve özelde aratırma sonuçlarının yaygınlaştırılabilmesi ve uygulanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Çalışma alanında tanımlanan toprak serilerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kendi içerisinde ve seriler arasındaki değişkenlikleri varyasyon katsayısı, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve DUNCAN gruplaması yapılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde aratırma sonuçları seriler arası ve seri içi değişkenlikler şeklinde alt başlıklara ayrılarak verilecektir.

Geleneksel olarak toprak değişkenli, toprak etüt haritalama ve sınıflama çalışmaları ile üretilen toprak haritalama üniteleri tarafından tanımlanmaktadır. Haritalama üniteleri içinde iki çeşit değişkenlik söz konusudur. Birincisi sınıflama ve haritalamadaki hatalardan kaynaklanan değişkenlik ikincisi ise arazi kullanımı sonucu ortaya çıkan değişkenliktir (Mulla ve McBratney, 2000). Toprak özelliklerinde tarımsal üretim esnasındaki uygulamalardan kaynaklanan değişkenlik, haritalama üniteleri içinde üniteler arasına göre daha azdır. Ancak bazı durumlarda ünite içi değişkenlik üniteler arası değişkenlikten daha yüksek olabilmektedir. Toprak amenajmanından en çok etkilenen toprak özellikleri, renk ve A horizonu kalınlığı gibi morfolojik, strüktür, hacim ağırlığı ve hidrolik iletkenlik gibi fiziksel ve makro-mikro besin elementlerinin elverişli miktarları, pH ve EC gibi kimyasal özelliklerdir (Akba, 2004). Çalışma alanı topraklarında görülen tuzluluk alkalilik sorununun arazi boyunca çok değişken olduğu arazi yüzeyindeki değişimlerden anlaşılacağı gibi yapılan detaylı toprak analiz sonuçlarından da açıkça görülmektedir.

4.3.1. Seriler Arası Değişkenlik

Kızılca serisi 253,56 ha alana sahip olup Karadeli (1143,96 ha) ve Kızılkuyu (394,51 ha) serilerinden sonra en fazla alana sahip olan toprak serisidir. Kızılca serisi yüzeyden ilk 30 cm içerisinde kireç, K ve ESP içeriği bakımından yüksek değişkenliğe sahip iken kum, Mg ve KDK bakımından en az değişkenliğe sahip toprak serisidir (Çizelge 4.50). Kızılca serisi topraklarında ESP ve kireç içeriklerinin çok değişken olması tanımlanan petrokalsik horizonunun derinliği ile ilişkilendirilebilir. Serinin tanımlandığı tipik toprak profilinde petrokalsik horizonunun derinliği 76 cm'dir. Ancak arazi kontrolleri

sırasında bu derinli in 57 cm ile 125 cm arasında de i ti i tespit edilmi tir. Seri içinde farklı derinlikte bulunan sert ve geçirimsiz petrokalsik horizonu çevreden gelen yüzey sularının toprak profilinin derinlerine sızmasını engellemekte ve bu derinliklerde tuz ve kireç birikiminin olmasına neden olmaktadır. Katyon de i im kapasitesi ve kum içeri i bakımından az de i ken bir yapıda olması ise serinin yayılım gösterdi i alanlarda yüzey topra nda ana materyale ba lı olarak toprak tekstürünün önemli düzeyde de i memesinden kaynaklanmaktadır.

Çalı ma alanında Leben serisi 243,78 hektar alana sahip olup yüzey topraklarında silt, agregat stabilitesi, Mg ve KDK bakımından en fazla de i kenli e sahip olan toprak serisidir. Karadeli serisi kil, Ca ve Na bakımından en fazla de i kenli e sahip olan toprak serisidir. Karadeli serisi çalı ma alanında ince bünyeli malzemenin depolandı ı alanda yer almaktadır. Oldukça geni bir alanda yer alan Karadeli serisi topraklarının bir kısmı Leben ve Kızılca gibi kaba tekstürlü ve Acir ve Kızılkuyu serisi gibi ince tekstürlü toprak serileri ile kom udur. Bu nedenle Karadeli serisi kil içeri i, Ca ve Na bakımından oldukça yüksek de i kenlik göstermi tir (Çizelge 4.50). Çobul serisi yüzey topraklarında silt, EC, pH, Kireç, OM, Ca ve K bakımından en dü ük de i kenli e sahip olan toprak seridir. Kil, agregat stabilitesi ve bor içeri i bakımından en az de i kenli e sahip seri ise Acir serisidir. Çobul (168,22 ha), Acir (104,19 ha) ve Tektome (122,56 ha) serileri çalı ma alanında di er serilere kıyasla daha küçük bir alana sahiptirler. Bu nedenle Çobul serisi silt, EC, pH, Kireç, OM, Ca ve K bakımından, Acir serisi ise kil, agregat stabilitesi ve bor içeri i bakımından az de i kenlik göstermi tir (Çizelge 4.50).

Yapılan birçok çalı mada toprak de i kenli i üzerine, ana materyal, iklim, topo rafya ve amenajman uygulamalarının etkili oldu u rapor edilmi tir (Mulla ve McBratney, 2000; Webster ve Oliver, 2004; Jiang ve ark., 2006). Çalı ma alanında tanımlanan toprak serileri her ne kadar bir göl tabanında olu mu olsalarda, bu eski gölün farklı lokasyonlarında bulunuyor olmaları tekstür açısından önemli düzeyde farklılı malarına neden olmu tur. Bununla birlikte olu tukları topografya açısından özellikle çalı ma alanının orta kesimlerinde yer alan Acir, Karadeli ve Kızılkuyu serileri di er serilere göre daha çukur bir alanda olu mu lardır. Bu durum alana giren yüzey sularının do al drenaj ile uzakla masını önlemekte ve yer yer tuzluluk, sodiklik ve bor toksikli i gibi sorunların iddetlenmesine neden olmaktadır. Tüm çalı ma alanı, toprak etüd haritalama

çalı maları yapılarına kadar do al mera olarak kullanılmı tır. Bu nedenle seriler arasındaki de i kenliklere herhangi bir ekilde amenajmanın etkisi bulunmamaktadır. Seriler arasındaki de i kenli in en temel nedenleri toprak olu faktörlerindeki de i kenliklerdir.

Kızılkuyu serisi 394,51 hektar alana sahip olup yüzey topraklarında kum, EC, bor, OM ve SAR bakımından en fazla de i kenli e sahip olan toprak serisidir. Tektome serisi ise pH içeri i bakımından en fazla de i kene sahip olan seri iken Na, ESP ve SAR bakımından da en az de i kenli e sahip olan seridir. Yapılan bir çok çalı mada toprak nem içeri i, kil içeri i ve de i ebilir katyonların toprak EC'si üzerine önemli etkilerde bulundu u rapor edilmi tir (Farahani ve ark., 2005). Kızılkuyu serisi boyunca bu özelliklerin farklı desenler sergilemesi ve özellikle de de i ebilir katyonlardaki önemli düzeydeki de i kenlik EC'nin çok fazla de i mesine neden olmu tur. Tektome serisinin Na, ESP ve SAR bakımından az de i kenlik göstermesi de çalı ma alanındaki yayılım alanının daha küçük olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.50).

Çalı ma alanında ikinci (30-60 cm) derinlikte %VK de erleri incelendi inde Kızılca serisi pH bakımından en fazla, kum ve ESP bakımından en az de i kenli e sahip olan seridir (Çizelge 4.50). pH bakımından Kızılca serisi tüm seriler arasında en büyük de i kenli e sahip olmasına ra men (%11,25) çok az bir de i kenlik göstermi tir. Kil içeri i bakımından Leben serisi, kum içeri i bakımından ise Karadeli serisi orta de i kenli e sahi olup seriler içinde en fazla de i kenli i göstermi lerdir. Ayrıca Karadeli serisi kireç bakımından en az de i kenli e sahip olan seridir. Karadeli, Acir ve Çobul serileri kireç içeri i bakımından en zengin toprak serileridir. Toprak profilinin tamamında kireç içeri i % 40'tan daha fazladır. Bu seriler içinde Karadeli serisi her ne kadar en az de i kenli e sahip olsa da Çobul ve Acir serileri de kireç bakımından fazla de i kenlik göstermemi lerdir. Kireç içeri inin çok de i ken olmaması seriler boyunca ana materyalin çok de i memesinden ileri gelmektedir.

Yüzey altı 30-60 cm derinlikte Acir serisi Ca bakımından en fazla, pH, EC, SAR ve Mg bakımından en az de i kenli e sahip olan seridir. Çobul serisi EC, ESP ve Na bakımından en fazla, kireç, OM ve KDK bakımından en az de i kenli e sahip olan seridir. Yüzey topraklarında Acir ve Çobul serileri toprak özellikleri bakımından daha homojen bir desen sergilerken yüzey altında bazı özelliklere ait de i kenli in çok artı ı

görölmü tür. Bunun temel nedeni arazide toprak yüzeyinin vertisollerde oldu u gibi gilgai topo rafyasına benzer yamalı bir topo rafyaya sahip olmasından ileri gelmektedir. Ya ı larla beraber yüzey akı la gelen sular arazinin çukur alanlarında birikip göllenmeye neden olmu tur. Zamanla suyun buharla masıyla çukur alanlarda tuz birikmi tir. Yüksek tuz etkisiyle çukur alanlarda bitki geli ememi ve yüzey çıplak bir hal almı tir. ekil 4.52'de görüldü ü gibi arazide bitkiden yoksun alanlar çukur alanları te kil etmektedir. Çalı ma alanında 400 m aralıklarla örnekler alındı ndan bazı örnek noktaları bitkiden yoksun çukur alanlara denk gelirken bazı örneklerde bitkiyle kaplı daha yüksek alanlara denk gelmi tir. Genel anlamda çukur alanlarda infiltrasyon ve topraktan suyun hareketi kısıtlı oldu undan toprak yüzeyinde tuz birikimi söz konusu olurken bitki yeti en yüksek yerlerde infiltrasyon ve toprakta suyun hareketi fazla oldu undan toprak yüzeyindeki tuzlar yıkanarak daha derinliklerde birikim göstermi tir. Bu nedenle Acir serisinde Ca, Çobul serisinde ise EC, ESP ve SAR çok fazla de i kenlik göstermi tir.



ekil 4.52. Acir serisinde arazi yüzeyinde görölen çukur alanlar

Çizelge 4.50. Seriler arası toprak özelliklerine ait en yüksek ve en düşük % varyasyon katsayıları

SER ADI	Derinlik (cm)	% VARYASYOM KATSAYILARI																
		Kil	Kum	Silt	Agregat	pH	EC	Kireç	Bor	OM	P ₂ O ₅	Ca	K	Mg	Na	KDK	ESP	SAR
Kızılca	0-30	13,6	11,7	14,7	19,1	3,2	54,2	38,4	41,0	23,1	34,3	43,5	48,9	21,3	86,6	16,8	107,9	75,9
	30-60	38,2	22,6	18,5	-	11,3	44,0	32,3	80,7	44,4	42,4	30,9	33,8	30,1	37,5	23,4	18,7	37,5
	60-90	30,9	15,9	8,4	-	4,2	75,9	33,1	92,9	25,3	78,3	25,6	36,7	20,7	56,0	18,5	24,4	68,1
Leben	0-30	23,1	28,0	30,3	35,5	3,3	77,2	30,4	65,4	29,7	59,2	54,6	29,9	47,6	70,2	27,1	66,0	83,7
	30-60	48,1	32,7	22,4	-	4,0	47,8	35,0	97,2	44,0	58,1	48,0	41,7	50,3	47,9	26,4	45,8	58,4
	60-90	36,9	17,0	18,2	-	2,3	99,2	23,9	72,3	41,8	66,1	49,0	38,4	68,1	66,6	21,5	51,4	97,8
Karadeli	0-30	24,2	40,1	29,4	21,1	3,4	91,5	12,9	62,8	31,9	51,5	57,4	32,7	35,6	103,5	23,2	91,0	91,6
	30-60	18,8	47,9	33,8	-	3,9	41,4	15,3	50,6	39,9	59,3	47,4	31,0	43,7	46,0	24,7	49,3	56,3
	60-90	33,8	50,3	31,2	-	4,0	49,9	15,5	75,3	71,5	47,8	39,8	32,6	33,1	50,7	26,3	53,5	64,5
Acir	0-30	6,6	16,3	24,7	16,0	2,8	69,8	11,8	37,6	29,1	48,6	29,8	25,8	22,9	75,0	20,1	68,8	76,5
	30-60	9,7	42,1	25,5	-	1,8	26,5	21,0	33,5	26,2	59,6	51,1	39,3	22,1	60,2	30,9	69,1	27,2
	60-90	53,3	77,8	46,8	-	2,2	33,0	27,5	52,4	39,4	36,1	9,0	38,3	23,7	37,8	18,9	53,9	89,2
Çobul	0-30	16,1	17,3	13,3	28,8	2,5	53,5	8,9	64,7	20,6	57,5	22,7	31,9	36,3	74,4	24,4	72,9	67,6
	30-60	17,4	43,0	25,2	-	2,4	63,2	13,9	67,0	25,7	91,6	39,4	38,2	40,5	73,1	22,1	89,1	62,2
	60-90	43,6	72,8	9,0	-	5,0	59,5	11,8	90,5	32,6	35,8	61,5	67,9	75,4	103,1	15,6	53,76	22,1
Kızalkuyu	0-30	12,9	43,7	21,1	32,0	4,1	95,8	23,1	71,8	42,6	35,3	35,1	24,2	33,7	102,0	18,0	92,5	112,8
	30-60	8,0	41,7	33,4	-	3,3	51,1	21,6	20,3	39,2	55,3	46,2	30,9	30,6	49,0	27,0	51,7	80,6
	60-90	14,3	61,5	48,5	-	3,1	39,9	26,1	14,7	42,1	60,2	50,9	37,3	36,1	43,0	20,5	39,4	74,3
Tektome	0-30	16,5	15,0	21,7	16,5	5,3	67,4	33,3	64,7	36,2	34,3	56,1	36,5	42,7	68,9	18,5	53,6	61,5
	30-60	39,8	27,2	52,4	-	8,3	59,8	49,9	98,6	48,5	34,2	15,3	36,8	70,2	60,9	40,9	31,5	132,2
	60-90	49,1	24,3	59,5	-	4,6	39,6	57,7	126,8	54,8	110,6	11,0	63,9	60,6	65,3	38,6	42,7	80,1

Kızılkuyu serisi kil ve bor içeriği bakımından en düşük değerli ve sahip olan seridir. Kızılkuyu serisi yüzey topraklarında olduğu gibi bu derinlikte (30-60 cm) de kil içeriği %70 civarındadır. Serinin tamamında kil içeriği yüksek olduğundan diğer serilere göre daha homojen bir yapı sergilemiştir. Tektome serisi SAR, kireç, bor, OM, KDK ve Mg bakımından en fazla ve Ca bakımından en az değerli ve sahip olan seridir (Çizelge 4.50). Tektome serisinde değerli in bu denli yüksek olması örnek sayısının (10) az olmasından kaynaklanmaktadır. Nehir bankı üzerinde bulunan Tektome serisine ait SAR değerleri 3,75 ile 85,65 arasında değişim göstermiştir. Bu da tüm alanda olduğu gibi arazinin yamalı bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışma alanı üçüncü (60-90 cm) derinlikte toprak özelliklerinin %VK bakımından Leben serisi EC ve SAR bakımından, Karadeli serisi OM bakımından, Acir serisi kil ve kum bakımından, Çobul serisi pH, ESP, Na, Ca, Mg ve K bakımından ve Tektome serisi kireç, bor ve KDK bakımından en fazla değerli ve sahip olan toprak serileridir (Çizelge 4.50). Kızılca serisi kum, ESP, OM ve Mg bakımından, Kızılkuyu serisi kil ve bor içeriği bakımından, Acir serisi pH, EC, Ca ve Na bakımından ve Çobul serisi SAR, kireç ve KDK bakımından en az değerli ve sahip olan toprak serileridir (Çizelge 4.50).

Toprak serilerinin toprak özellikleri açısından homojenliklerini test edebilmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır (Çizelge 4.51).

Çalışma alanında yer alan farklı serilerin yüzey toprakları pH ve agregat stabilitesi açısından birbirlerine benzemektedir. Ancak kil, kum, silt, EC, kireç, P_2O_5 , SAR, Na, K, Ca, Mg, KDK, bor ve organik madde içerikleri $P<0.01$ düzeyinde ve ESP değerleri $P<0.05$ düzeyinde seriler arasında istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık göstermektedir (Çizelge 4.51).

Yüzey altı (30-60 cm) toprakları için yapılan analiz sonuçlarına göre toprak serileri pH, SAR ve P_2O_5 içerikleri açısından birbirlerine benzemektedir. Ancak kil, kum, silt, EC, kireç, Na, K, Mg, ESP, bor ve organik madde içerikleri $P<0.01$ düzeyinde ve Ca içeriği ve KDK değerleri $P<0.05$ düzeyinde seriler arasında istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık göstermektedir (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. Çalı ma alanında yer alan toprak serilerine ait özelliklerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özeli i	Derinlik (cm)	Önem Derecesi	Toprak Özeli i	Derinlik (cm)	Önem Derecesi
Kil	0-30	0,000	Na	0-30	0,001
	30-60	0,000		30-60	0,000
	60-90	0,000		60-90	0,000
Kum	0-30	0,000	K	0-30	0,000
	30-60	0,000		30-60	0,000
	60-90	0,000		60-90	0,000
Silt	0-30	0,000	Ca	0-30	0,000
	30-60	0,000		30-60	0,011
	60-90	0,000		60-90	0,097
pH	0-30	0,744	Mg	0-30	0,000
	30-60	0,086		30-60	0,000
	60-90	0,000		60-90	0,000
EC	0-30	0,000	KDK	0-30	0,000
	30-60	0,000		30-60	0,049
	60-90	0,000		60-90	0,000
ESP	0-30	0,033	P₂O₅	0-30	0,000
	30-60	0,000		30-60	0,143
	60-90	0,000		60-90	0,000
SAR	0-30	0,000	Bor	0-30	0,000
	30-60	0,156		30-60	0,000
	60-90	0,000		60-90	0,000
Kireç	0-30	0,000	Organik Madde	0-30	0,000
	30-60	0,000		30-60	0,001
	60-90	0,000		60-90	0,000
Agregat Stabilitesi	0-30	0,247			

Toprak profillerinin üçüncü derinliklerinden (60-90 cm) alınan örneklerin analiz sonuçlarının varyans analizine göre toprak serileri de i ebilir Ca bakımından benzerlik gösterirken kil, kum, silt, pH, EC, kireç, P₂O₅, bor, organik madde, de i ebilir Na, de i ebilir K, de i ebilir Mg, KDK, ESP ve SAR de erlerinin ise P<0.01 düzeyinde seriler arasında istatistiksel açıdan farklılık göstermektedir (Çizelge 4.51).

Çalı ma alanında tanımlanan serilerin belirlenen toprak özellikleri açısından benzer olanlarının gruplandırılması için DUNCAN testi yapılmı tır (Çizelge 4.52, 4.53 ve

4.54). Kızılca, Leben ve Tektome serileri tüm profilde kil içeri i bakımından benzer olarak gruplandırılmı tır. Daha yüksek kil içeri ine sahip Karadeli, Kızılkuyu ve Acir serilerinin her biri ise yüzey topraklarının kil içeri i bakımından farklı gruplarda yer almı tır. Yüzey altı (30-60 cm) topraklarında ise Acir ve Kızılkuyu serileri kendi aralarında benzerlik gösterirken Çobul ve Karadeli serileri farklı gruplarda yer almı tır (Çizelge 4.52). Toprak profilinin 60-90 cm derinlikleri arasında kil içeri i bakımından Karadeli, Acir ve Çobul serileri kendi aralarında benzerlik gösterirken Kızılkuyu serisi yüksek kil içeri i ile ayrı bir grupta yer almı tır (Çizelge 4.54).

Kızılca ve Leben serilerinin kum içerikleri tüm profilde birbirine benzerdir. Acir ile Kızılkuyu serileri ise ilk 60 cm içerisinde benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.52, 4.53 ve 4.54). Yüzeyde ilk 60 cm derinlik içerisinde kum içeri i açısından Tektome serisi di er serilerden önemli düzeyde farklılık göstermi tir. Yüzey altı (30-60 cm) topraklarında kum içeri i bakımından Acir ile Kızılkuyu serileri ve Karadeli ile Çobul serileri kendi aralarında benzerlik göstermektedir. Kil ve kum içeri inde oldu u gibi Kızılca ve Leben serileri silt içeri i açısından da önemli düzeyde benzerlik göstermi lerdir. Yüzeyin hemen altında Kızılca ve Leben serilerinin haricindeki di er be toprak serisi silt içeri i bakımından benzerdir. Toprak tekstür bile enleri varyans analizinde her ne kadar seriler arasında önemli düzeyde farklı görünse de bir sonraki a amada yapılan DUNCAN gruplamasında ço u durumda iki ayrı grupta yer aldıkları görülmü tür. Kızılca ve Leben serileri her üç bile en içinde toprak profilinin tamamında benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte Karadeli, Acir, Kızılkuyu ve Çobul serilerine ait topraklar ço u durumda benzer gruplarda yer almı tır. Eski bir dere yata ı/bankında olu tu u dü ünülen Tektome serisi ise genelde farklı bir grupta yer almı tır. Serilerin bu benzerlikleri ço unlukla çalı ma alanı içerisindeki konumları ile ili kilidir. Eski bir göl yata ı olan çalı ma alanında, gölün kıyılarında kaba malzemenin depolandı ı kısımlarda yer alan Kızılca ve Leben serileri birbirlerine benzerlik gösterirken, gölün iç kısımlarında ince malzemenin depolandı ı bölgelerde yer alan Karadeli, Acir ve Kızılkuyu serileri tekstür bakımından benzerlik göstermi tir.

Çalı ma alanında tanımlanan serilerin tümü agregat stabilitesi bakımından benzer özellik göstermi tir (Çizelge 4.52). Toprakta agregatla mada etkin olan organik madde, kil ve kireç içeri i bakımından birbirinden farklı özelliklere sahip olan toprak serilerinin

yüzey topraklarında agregat stabilitesi önemli bir farklılık göstermemektedir. Bunun temel nedenleri, çalı ma alanının yıllık ortalama toplam ya ı miktarının sürekli bir vejetasyonu desteklemeye yetecek kadar yüksek olmamasından dolayı organik maddenin dü ük olması, var olan bitki örtüsünün yöredeki özellikle koyun sürüleri tarafından yo un bir eklide otlatılıyor olması ile birlikte mineralizasyonun fazla olması sayılabilir. Bununla beraber alanda tuzluluk, sodiklik ve bor toksikli i problemlerinin, sadece belirli bir vejetasyonun varlı na müsaade ediyor olması mera bitkilerinin çe itlili ini de kısıtlamakta, dolayısı ile topra a giren organik madde içeri i azalmaktadır. Tüm bu etmenler, ilk 30 cm içerisinde agregat stabilitesinin seriler arasında benzer olmasına yol açmı tır.

Yüzeyden ilk 60 cm toprak derinli i içerisinde pH açısından tüm seriler benzerlik gösterirken yüzey altı (60-90 cm) topraklarında pH bakımından Kızılkuyu serisi di er serilerden önemli düzeyde farklılık göstermi tir ve sadece Karadeli serisi ile aynı grupta yer almı tır (Çizelge 4.52, 4.53, 4.54). EC bakımından toprak profilinin ilk 60 cm derinli inde Kızılca, Leben ve Acir serileri benzer grup içinde yer alırken Karadeli, Kızılkuyu ve Çobul serileri de benzer grup içinde yer almı tır (Çizelge 4.52, 4.53). Bu derinlikte en dü ük EC Çobul serisinde ve en yüksek EC ise Kızılca serisinde tespit edilmi tir. Örneklenen üçüncü derinlikte (60-90 cm) Çobul, Acir ve Kızılkuyu kendi aralarında, Leben, Karadeli ve Tektome serileri ise kendi aralarında EC bakımından benzer özellik göstermi tir (Çizelge 4.54). Çalı ma alanında tanımlanan serilerin pH bakımından benzer özellik göstermeleri yetersiz drenaj ve buharla manın ya ı lardan çok fazla olmasından ileri gelmektedir. Çalı ma alanı kurak bir iklimte sahip oldu undan toprakta sürekli olarak tuzlulu a neden olan iyonların birikmesi söz konusu olmaktadır. Yüzey topraklarında Kızılca, Leben ve Tektome serileri yüksek kum içeriklerine sahip olmalarına ra men di er seriler gibi tuzlu ve sodik karakterdedirler. Bunun temel nedeni yüzey suları ile gelen tuzların arazide birikmesi ve bu biriken tuzların toprak profilinin alt katmanlarına do ru yıkanması için yeterli ya ı n olmamasından kaynaklanmaktadır.

Yüzey topraklarının kireç içeri i bakımından seriler her ne kadar dört gruba ayrılmı olsa da Kızılca, Leben ve Tektome serileri di er dört seriden belirgin bir eklide dü ük kireç içerdiklerinden aynı grup içinde yer almı lardır. Bu gruptaki topraklar %15'den

daha dü ük kireç içerdiklerinden dolayı Kihschuk (2000)'a göre az kireçli olarak sınıflandırılmaktadırlar. Yüzeyde en yüksek kireç içeri i Acir ve Karadeli serilerine görülmü ve bu iki seri aynı grupta yer almı tır. Bununla birlikte Çobul ve Kızılkuyu serileride %25'den daha yüksek kireç içerdiklerinden dolayı çok kireçli olarak sınıflandırılmı lardır. Bu durumun özellikle sodiklik problemi için tedbir alınması gerekti inde mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Zira yüksek kireç içeri i olan serilerin ıslahında kalsiyum içeren katkı maddelerinin uygulanmasından ziyade bu topraklarda var olan kireci çözecek ve kalsiyumu aktif hale getirecek sülfirik asit veya elementel kükürt gibi katkı maddelerinin kullanılması gerekecektir.

Yüzey topraklarında de i ebilir Na içeri i bakımından Kızılca ve Leben serileri kendi aralarında Acir ve Tektome serileri kendi aralarında aynı grupta yer alırken Na içeri i en dü ük olan Çobul serisi di er tüm serilerden farklı bir grupta yer almı tır (Çizelge 4.52). Yüzey altı (30-60 cm) topraklarında Leben ve Acir serileri aynı grupta yer alırken Na içeri i en yüksek olan Kızılca serisi di er serilerden farklı bir grupta yer almı tır (Çizelge 4.53). Yüzey altı (60-90 cm) toprak derinli inde ise Kızılca, Leben, Acir ve Kızılkuyu serileri kendi aralarında, Karadeli, Çobul ve Tektome serileri ise kendi aralarında benzerlik göstermi tir (Çizelge 4. 54).

Toprak yüzeyinin ilk 30 cm içerisinde de i ebilir K bakımından Kızılca ve Tektome serileri kendi aralarında, Karadeli, Acir, Çobul ve Kızılkuyu serileri ise kendi aralarında aynı grupta yer alırken en yüksek K içeri ine sahip olan Leben serisi farklı bir grupta yer almı tır (Çizelge 4.53). Yüzeyin hemen altındaki 30-60 cm derinlikte Karadeli ve Çobul serileri kendi aralarında, Acir ve kızılkuyu serileri kendi aralarında de i ebilir K bakımından aynı grupta yer alırken di er serilerin her biri farklı özellikler göstermi tir. Yüzey altı 60-90 cm derinlikte ise Kızılkuyu ile Leben serileri ve Çobul ile Tektome serileri de i ebilir K bakımından aynı grupta yer almı tır (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.52. Serilere ait toprak özelliklerinin DUNCAN testi# (0-30 cm)

Seri Adı	Kil	Kum	Silt	Agregat	pH	EC	Kireç	Na	K	Ca	Mg	KDK	ESP	SAR	Bor	OM	P ₂ O ₅
Kızılca	33,02a	41,50c	25,47c	68,78a	8,29a	10,65c	12,01a	22,34c	5,89b	75,44c	4,46ab	23,38ab	7,24ab	23,02bc	51,24bc	1,75b	10,52ab
Leben	32,13a	41,53c	26,33c	68,11a	8,34a	9,35bc	14,91a	23,94c	7,40c	34,05ab	4,32ab	21,95ab	17,37c	28,89c	31,81ab	1,90b	14,83bc
Karadeli	55,55b	25,53b	18,95ab	76,68a	8,36a	3,92ab	38,30cd	13,42abc	3,29a	34,35ab	7,71c	24,86b	13,35bc	10,44a	52,17bc	2,05b	11,19abc
Çobul	35,93a	38,47c	25,59c	74,11a	8,21a	2,35a	35,33c	3,76a	3,70a	38,76ab	6,47c	19,95a	4,40a	6,76a	35,12ab	2,67c	17,08c
Acir	73,19d	10,79a	16,01a	69,10a	8,37a	9,14bc	40,06d	21,31bc	3,52a	42,66b	11,39d	30,16c	14,72bc	11,08a	70,38c	1,69b	7,74a
Kızılkuyu	63,77c	11,06a	25,16c	70,45a	8,30a	4,51a	28,16b	11,39ab	4,13a	28,13a	6,12bc	26,02b	11,83abc	13,93ab	48,41bc	1,25a	12,67bc
Tektome	29,14a	49,94d	20,92b	78,73a	8,38a	5,47ab	14,31a	15,05bc	5,34b	25,64a	3,42a	22,95ab	9,63abc	24,50c	16,48a	1,99b	23,76d

Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.53. Serilere ait toprak özelliklerinin DUNCAN testi# (30-60 cm)

Seri Adı	Kil	Kum	Silt	pH	EC	Kireç	Na	K	Ca	Mg	KDK	ESP	SAR	Bor	OM	P ₂ O ₅
Kızılca	23,68a	53,86cd	22,54b	8,73ab	11,82c	14,64ab	41,12d	5,90cd	21,45ab	5,84ab	27,36bc	43,93c	19,50a	16,09a	1,01bc	19,70ab
Leben	28,79a	49,87c	21,39b	8,45a	9,91c	16,57b	29,33c	6,64d	24,28ab	5,85ab	27,92c	37,96c	17,46a	16,16a	0,93ab	17,45ab
Karadeli	63,20c	23,49b	13,34a	8,67ab	6,17a	42,26d	16,84ab	3,11a	23,36ab	7,95b	26,43abc	20,69ab	15,15a	50,98b	1,17bcd	14,81ab
Çobul	55,28b	29,02b	15,70a	8,60ab	3,95a	39,00d	10,64a	3,50a	34,19c	6,62b	23,42abc	15,28a	11,48a	38,58b	1,27cd	14,36a
Acir	71,42d	15,57a	14,05a	8,53ab	11,00c	41,49d	29,51c	5,03bc	29,55bc	11,7c	22,13ab	22,82ab	15,16a	66,91c	1,40d	17,19ab
Kızılkuyu	73,23d	9,86a	16,96a	8,77b	9,05bc	29,37c	24,60bc	4,95bc	25,31ab	8,10b	24,77abc	28,15b	20,54a	77,93c	1,03bc	14,34a
Tektome	22,30a	60,55d	17,23a	8,66ab	6,64ab	11,60a	20,03b	3,90ab	16,71a	3,72a	21,77a	40,22c	18,40a	6,90a	0,66a	21,71b

Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çizelge 4.54. Serilere ait toprak özelliklerinin DUNCAN testi# (60-90 cm)

Seri Adı	Kil	Kum	Silt	pH	EC	Kireç	Na	K	Ca	Mg	KDK	ESP	SAR	Bor	OM	P ₂ O ₅
Kızılca	24,39a	53,73c	21,95c	8,36ab	7,21ab	17,00a	21,65b	4,88d	20,13a	6,04bc	22,32bc	30,98b	9,07a	5,04a	1,29bc	5,29a
Leben	22,97a	56,25c	20,82bc	8,25a	4,08a	14,46a	20,36b	4,67cd	21,89a	6,22bc	23,57c	30,11b	11,41a	3,19a	1,40c	6,29a
Karadeli	51,34b	35,98b	12,72a	8,62bc	4,30a	44,45c	10,55a	1,97a	19,99a	5,66b	18,26ab	14,21a	10,69a	27,75b	0,79ab	16,91b
Çobul	54,90b	29,71b	15,45ab	8,36ab	10,66b	47,97c	9,61a	2,84ab	26,11a	5,85bc	14,88a	17,14a	10,07a	36,33b	0,84ab	3,81a
Acir	55,01b	30,91b	14,10a	8,47ab	7,93b	36,74b	19,73b	3,39bc	20,81a	7,40bc	25,59c	28,51b	7,89a	40,80b	0,53a	24,56b
Kızılkuyu	71,89c	12,55a	15,60ab	8,92c	9,95b	30,09b	26,24b	4,46cd	25,04a	8,43c	25,12c	28,58b	28,97b	79,02c	0,53a	17,66b
Tektome	20,49a	66,60c	13,05a	8,42ab	3,78a	13,20a	8,05a	2,74ab	16,33a	3,00a	25,29c	20,53ab	11,08a	1,37a	1,04abc	5,93a

#Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde farklılık yoktur.

Çalı ma alanı yüzey topraklarında de i ebilir Ca bakımından Leben, Karadeli ve çobul serileri kendi aralarında, Kızılkuyu ve Tektome serileri ise kendi aralarında benzer özellik göstermi tir (Çizelge 4.52). Yüzey altı 30-60 cm derinlikteki toprak örneklerinde de i ebilir Ca bakımından Kızılca, Leben, Karadeli ve Kızılkuyu serileri aynı grupta yer alırken yüzey altı 60-90 cm derinlikteki toprak örneklerinde çalı ma alanında tanımlanan yedi seride aynı grupta yer almı tır (Çizelge 4.53, 4.54).

Kızılca ve Leben serileri birçok toprak özelli inde oldu u gibi de i ebilir Mg bakımından da her üç derinlikte aynı grup içinde yer almı tır. Ayrıca toprak yüzeyinde Karadeli ve Çobul serileri de toprak yüzeyden ilk 60 cm içinde aynı grup içinde yer almı tır (Çizelge 4.52, 4.53). Yüzey altı 30-60 cm toprak derinli inde Kızılkuyu serisi de Karadeli ve Çobul ile aynı grupta yer alırken di er seriler ise bu iki (0-30 cm, 30-60 cm) derinlikte farklı gruplarda yer almı tır. Yüzey altı 60-90 cm derinlikte de i ebilir Mg bakımından Kızılca, Leben, Karadeli, Acir ve Kızılkuyu serileri aynı grupta yer alırken Çobul ve Tektome serileri farklı gruplarda yer almı tır (Çizelge 4.54).

Yüzey topraklarında kil içeri i ve organik madde bakımından aynı grupta yer alan Kızılca, Leben ve Tektome serileri KDK bakımından da aynı grupta yer almı tır. Bununla beraber KDK bakımından Karadeli ile Kızılkuyu serileri aynı grupta yer almı tır (Çizelge 4.52). Yüzey altı 30-60 cm derinlikte Karadeli, Çobul ve Kızılkuyu serileri KDK bakımından aynı grupta yer alırken di er seriler farklı gruplarda yer almı tır (Çizelge 4.53). Yüzey altı 60-90 cm derinlikte ise Leben, Acir, Kızılkuyu ve Tektome serileri KDK bakımından aynı grupta yer alırken di er seriler farklı gruplarda yer almı tır (Çizelge 4.54).

Yüzey topraklarında ESP bakımından Kızılkuyu ile Tektome serileri aynı grup içinde ve Acir ile Karadeli serileri ise aynı grup içinde yer almı tır. Yüzey topraklarında en yüksek ESP de erine sahip Leben serisi ve di er 2 seri farklı gruplar içerisinde yer almı tır (Çizelge 4.52). Yüzey altı 30 60 cm toprak derinli inde birçok özelli kte oldu u gibi Kızılca, Leben ve Tektome serileri aynı grup içinde, Karadeli ve Acir serileri ise aynı grup içinde yer almı tır (Çizelge 4.53). Yüzey altı 60-90 cm derinlikte ESP de eri di er serilere göre daha dü ük olan Karadeli ve Çobul serileri aynı grup içinde yer alırken di er 5 seri aynı grup içinde yer almı tır (Çizelge 4.54). Yüzey topraklarında

Karadeli, Acir ve Çobul serileri SAR bakımından aynı grup içinde Leben ve Tektome serileri aynı grup içinde yer almı tır (Çizelge 4.52). Yüzey altında alınan iki derinlikte de tüm seriler aynı grup içinde yer almı tır. Ancak 60-90 cm derinlikte SAR içeri i daha yüksek olan Kızılkuyu serisi farklı bir grupta yer almı tır (Çizelge 4.53, 4.54).

Çalı ma alanı yüzey topraklarında bor bakımından Kızılca, Karadeli ve Kızılkuyu serileri aynı grup içinde yer alırken, Leben ve Çobul serileri aynı grupta di er seriler ise farklı gruplarda yer almı tır (Çizelge 4.53). Çalı ma alanının ikinci (30-60 cm) ve üçüncü derinliklerinde bor bakımından seriler 3 farklı grupta yer almı lardır. Her iki derinlik için Kızılca, Leben ve Tektome serileri aynı grupta yer almı tır. Ayrıca ikinci derinlikte Acir ile Kızılkuyu serileri aynı grupta ve Karadeli ile Çobul serileri aynı grupta yer almı tır (Çizelge 4.53). Üçüncü (60-90 cm) derinlikte ise Karadeli, Çobul ve Acir serileri aynı grupta yer alırken bor içeri i en yüksek olan Kızılkuyu serisi farklı bir grupta yer almı tır (Çizelge 4.54).

Toprak profilinin ilk (0-30 cm) derinli inde organik madde bakımından Kızılca, Leben, Karadeli, Acir ve Tektome serileri aynı grup içinde yer alırken, organik madde içeri i en dü ük olan Kızılkuyu serisi ve en yüksek olan Çobul serileri farklı gruplarda yer almı lardır (Çizelge 4.52). Çalı ma alanının ikinci (30-60 cm) derinli inde Kızılca ile Kızılkuyu serileri ve Karadeli ile Çobul serileri aynı grupta di er seriler ise farklı gruplarda yer almı lardır (Çizelge 4.53). Çalı ma alanının üçüncü derinli inde ise Karadeli ile Çobul ve Acir ile Kızılkuyu serileri aynı grup içinde yer alırken di er seriler farklı gruplar içinde yer almı tır (Çizelge 4.54).

Çalı ma alanında her ne kadar 7 seri tanımlansa da benzer özellikler bazında gruplandırıldı nda 3 farklı gruba ayırmak mümkündür. Karadeli, Acir ve Kızılkuyu serilerinin genel anlamda benzer özellik gösterdi i ancak Acir serisi yüksek bor içeri i, yüksek kil ve dü ük derinlik bakımından, Kızılkuyu serisi ise yüksek kil içeri i ve yüksek derinlik bakımından Karadeli serisinden ayrı mı tır. Kızılca, Leben ve Tektome serileri birçok toprak özelli i bakımından benzer özellik göstermektedir. Ancak Tektome serisi yüksek kum içeri i bakımından Leben serisi ise bu serilere göre yüksek kil içeri ine sahip olmasından dolayı Kızılca serisinden ayrı mı tır. Çobul serisi ise dü ük tuzlulu a sahip olması bakımından di er serilerden ayrı mı tır.

4.3.2. Seri içi Homojenliğin Değerlendirilmesi

Farklı serilere ait toprakların özellikleri birbirlerinden önemli düzeyde değiştiği gibi aynı seri içerisinde de birçok toprak özelliğinin değeri kenlik gösterebileceği rapor edilmiştir. Bu değeri kenliğin seriler arasında daha yüksek olması, farklı seriler için toprak yapan faktörlerin değişiyor olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı seri hatta aynı haritalama ünitesi (faz) içerisinde dahi küçükte olsa değeri kenliklerin olduğu önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Falatah ve ark., 1997). Bu kısımda çalışılma alanında tanımlanan serilerin kendi içerisindeki homojenlikleri tartışılacaktır.

Toprak özelliklerinin arazide mesafeye bağlı olarak değişiyor olması hatta bir tarla ölçümünde dahi homojen olmaması gerçeği tarımsal üretimde göz önüne alınması gereken en önemli faktörlerden birisidir. Dolayısıyla toprak değeri kenliğini en iyi ifade eden istatistiksel yöntemlerin kullanılması tarımsal girdilerin etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Geleneksel istatistikte toprak özelliklerindeki değeri kenliğin en iyi ifade edici varyasyon katsayısıdır. Varyasyon katsayısı seçilen toprak özelliğine göre %300'e kadar değeri en değerler alabilir (Yates ve Warrick, 2002). Değeri kenliğin yüksek olması geleneksel istatistikte sorun olarak tanımlanır. Tez bu kısımda çalışılma alanında tanımlanan 7 serinin toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) verilmiş ve tartışılmıştır.

4.3.2.1. Kızılca Serisi

Kızılca serisi yüzey ve yüzey altı toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (VK) Çizelge 4.55'de verilmiştir. Kil, kum, silt ve KDK gibi daha çok genetik toprak özelliklerinde en yüksek değeri kenliğin 30-60 cm derinlikte, değeri ebilir katyonların, ESP ve SAR'ın ise yüzeyde çok değeri ken olduğu belirlenmiştir. Kızılca serisi yüzey topraklarında (0-30 cm) ESP, Na, K, Ca, SAR, EC, bor ve kireç içeriği çok değeri ken iken (%35), P₂O₅, Mg, organik madde, agregat stabilitesi ve KDK orta değeri ken (VK, %15-35), silt, kil, kum ve pH ise az değeri kenlik (CV %15) olan özelliklerdir. Çalışılma alanı toprakları benzer ana materyal üzerinde oluştuklarından tekstür bileşenleri bakımından çok fazla değeri kenlik göstermemiştir. Kızılca serisi yüzey altı (30-60 cm) toprak özellikleri, % VK değerlerine göre bor, organik madde, EC, P₂O₅, kil, SAR ve Na çok değeri ken, K, Ca, kireç içeriği, Mg, KDK, kum, ESP ve silt orta derecede

de i ken ve sadece pH az de i ken olarak sınıflandırılmı tır. Toprak profillerinin üçüncü derinliklerinden (60-90 cm) alınan toprakların % VK de erlerine göre bor, P₂O₅, EC, SAR, Na, K çok, kil, Ca, organik madde, ESP, Mg, KDK ve kum orta derecede de i ken, silt ve pH ise az de i ken ekinde sınıflandırılmı tır (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Kızılca serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)				0-30	30-60	60-90
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm				
Kil	13,55	38,23	30,86	P₂O₅	34,29	42,44	78,33
Kum	11,72	22,55	15,86	Ca	43,49	30,86	25,55
Silt	14,66	18,45	8,43	K	48,87	33,75	36,66
pH	3,24	11,25	4,18	Mg	32,31	30,07	20,73
EC	54,15	44,03	75,85	Na	86,60	37,50	55,96
Kireç	38,37	32,31	33,08	KDK	16,79	23,35	18,51
Bor	40,97	80,72	92,91	ESP	107,86	18,68	24,42
OM	23,42	44,38	25,26	SAR	75,88	37,53	68,05
Agregat Stabilitesi	19,12						

De i ebilir sodyum yüzdesi, Na, SAR, EC, K, Ca, bor ve kireç içeri i için varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin bu özellikler açısından oldukça de i kenlik gösterdi ini ifade etmektedir. Tsegaye ve Hill (1998) toprak fiziksel özelliklerinin örnekleme noktaları arasında hatta bir haritalama ünitesi içerisinde dahi çok de i ken olabilece ini ifade etmi lerdir. Bu çalı mada da ESP, de i ebilir Na, SAR, EC, de i ebilir K, de i ebilir Ca, Bor ve kireç içeri i için elde edilen de i kenlik Tsegaye ve Hill (1998)'in bir haritalama ünitesi içerisinde tespit ettikleri de i kenli i destekler niteliktedir.

Geleneksel olarak yapılan toprak etüdlerinin kullanımı ile toprak haritalama ünitelerinin bitkisel üretim üzerine etkilerini anlamak mümkün olabilir. Bununla birlikte, bu haritalar, günümüzde yere özgü amenajman için kullanılan ölçekte tarla içi tahminlerin yapılmasına izin vermeyi dü ünerek hazırlanmamı lardır (Mausbach ve ark., 1993). Yüksek varyasyon katsayısına sahip toprak özelliklerinin büyük bir kısmı belirli e ik de erlerin üzerinde oldukları vakit bitkisel üretimi önemli düzeyde sınırlandırabilirler. Sadece serideki ortalama de erlerine bakılarak tarımsal üretimin planlanması ortalamanın üzerinde veya altındaki de erlere sahip alanlarda uygun olmayan uygulamaların yapılmasına neden olabilir.

Kızılca serisinin yayılım gösterdiği alanlarda, seri içerisinde ayrı bir faz kurmayı gerektirecek de i kenlik gözlemlenmedi inden sadece bir haritalama ünitesi tanımlanmıştır. Bu haritalama ünitesi içerisinde ESP, de i ebilir Na, K, Ca, SAR, EC, bor ve kireç içeri i gibi özelliklerinin bu düzeyde de i kenlik gösteriyor olması, Doerge (1999)'nin de kendi çalışmasında önerdiği gibi seri içerisinde farklı amenajman zonlarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Amenajman zonları, benzer amenajmanların uygulanabilece i arazi içerisindeki alt birimler olarak tanımlanmaktadır. Stafford ve ark., (1996) ise amenajman zonlarını toprak etütlerini daha özeldir toprak tiplerini kullanarak tanımlamışlardır.

4.3.2.2. Leben Serisi

Leben serisi toprak özelliklerine ait % VK değerleri Çizelge 4.56'da verilmiştir. Leben serisi yüzey toprakları için elde edilen % VK değerlerine göre SAR, EC, Na, ESP, bor, P₂O₅, Ca ve Mg çok de i ken, kireç, agregat stabilitesi, silt, K, organik madde, kum, KDK ve kil içeri i orta de i ken, pH ise az de i ken olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.81). Yüzey altı (30-60 cm) toprak özelliklerinden bor, SAR, P₂O₅, Mg, Ca, Na, K, EC, ESP, OM ve kil çok de i ken, kireç içeri i, kum, KDK ve silt orta de i ken pH ise az de i ken olarak tanımlanmıştır (Çizelge 4.56). Toprak profilinin üçüncü derinliğinden (60-90 cm) alınan toprak örneklerinin % VK'ne göre EC, SAR, bor, Mg, Na, Ca, K, P₂O₅, ESP, OM ve kil çok de i ken, KDK, kireç içeri i, kum ve silt orta de i ken pH ise az de i ken toprak özellikleridir (Çizelge 4.56).

Leben serisi yüzey topraklarında SAR, ESP, EC, Ca, Na, Mg, bor ve P₂O₅ içeriklerine ait varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin yayılım gösterdiği alanların bu özellikler açısından oldukça de i kenlik gösterdiğini ifade etmektedir. Leben serisinde Lbd1s3a2, Lbd2s2a1, Lbd2s2a2, Lbd3s2a1 ve Lbd3s2a3 ekinde 5 farklı haritalama ünitesi tanımlanmıştır. Seri içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerinin toprak özellikleri açısından benzer olup olmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.57). Leben serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden kil ve P₂O₅ içeri i bakımından P<0,05 önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u diğer toprak özelliklerinin ise farklı olmadığını tespit edilmiştir (Çizelge 4.57).

Çizelge 4.56. Leben serisi toprak özelliklerinin varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)						
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	
	cm			cm			
Kil	23,08	48,11	36,93	P₂O₅	59,18	58,05	66,11
Kum	28,00	32,72	19,65	Ca	54,63	47,99	49,01
Silt	30,31	22,36	18,23	K	29,94	41,70	38,38
pH	3,30	3,97	2,28	Mg	47,63	50,31	68,12
EC	77,23	47,79	99,20	Na	70,21	47,90	66,57
Kireç	30,35	34,99	23,91	KDK	27,07	26,35	21,49
Bor	65,41	97,23	72,33	ESP	66,71	45,78	51,41
OM	29,65	43,99	41,77	SAR	83,74	58,42	97,76
Agregat Stabilitesi	35,49						

Çizelge 4.57 Leben serisinde yer alan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özeli i	Önem	Toprak Özeli i	Önem
Kil	0,000	P₂O₅	0,000
Kum	0,064	Ca	0,573
Silt	0,771	K	0,909
pH	0,318	Mg	0,856
EC	0,205	Na	0,361
Kireç	0,516	KDK	0,122
Bor	0,077	ESP	0,872
OM	0,113	SAR	0,797
Agregat Stabilitesi	0,138		

4.3.2.3. Karadeli Serisi

Çalı ma alanında en geni alana sahip olan Karadeli serisi yüzey ve yüzey altı toprak özelliklerine ait % varyasyon katsayıları Çizelge 4.58'de verilmiştir. Yüzey topraklarında en fazla de i kenlik gösteren özellik Na ve en az de i kenlik e sahip özellik ise toprak pH'sıdır. En fazla de i ken özellik Na olmakla birlikte SAR, EC, ESP, bor, Ca, P₂O₅ ve kum içeri inin VK de eri %35 oldu undan çok de i ken, Mg, K, OM, silt, kil, KDK ve agregat stabilitesi orta de i ken ve kireç içeri i ile pH ise az de i ken toprak özellikleridir (Çizelge 4.58).

Yüzey altı (30-60 cm) topraklarında P₂O₅, SAR, bor, Ca, ESP, kum, Na, Mg, EC ve OM çok de i ken, silt, K, KDK, kil ve kireç içeri i orta de i ken ve pH ise az de i ken özelliklerdir (Çizelge 4.58). Profilin üçüncü (60-90 cm) derinli inde bor, OM, SAR,

ESP, Na, Ca, kum, EC ve P₂O₅ içerikleri çok de i ken; kil, Mg, K, silt, KDK ve kireç içeri i orta de i ken ve pH ise az de i ken özellikleridir (Çizelge 4.58).

Karadeli serisinde Na, SAR, EC, ESP, bor, Ca, P₂O₅ ve kum içeri i için varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin da ılım gösterdi i alanın bu özellikler açısından oldukça de i ken oldu unu göstermektedir. Karadeli serisi içerisinde Krd1s1a1, Krd1s1a2, Krd1s2a1, Krd1s2a2, Krd1s3a3, Krd1s3a4, Krd2s1a2, Krd2s2a2, Krd2s2a3, Krd2s3a3, Krd3s1a3, Krd3s1a4, Krd3s3a2, Krd3s3a3 ekinde 14 farklı haritalama ünitesi tanımlanmı tır. Varyans analizleri sonuçları Karadeli serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait yüzey topraklarının kil, silt ve KDK P<0,05 önem seviyesinde, kum, kireç, P₂O₅, SAR, K, Ca ve Mg içeri i ise P<0,01 önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u tespit edilmi tir (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.58. Karadeli serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)				Varyasyon Katsayısı (%)		
	0-30	30-60 cm	60-90		0-30	30-60 cm	60-90
Kil	24,22	18,75	33,84	P₂O₅	51,49	59,26	47,78
Kum	40,09	47,86	50,29	Ca	57,44	47,38	39,82
Silt	29,42	33,83	31,15	K	32,72	30,96	32,64
pH	3,42	3,85	3,98	Mg	35,55	43,74	33,07
EC	91,47	41,38	49,93	Na	103,46	46,04	50,73
Kireç	12,89	15,27	15,49	KDK	23,20	24,69	26,26
Bor	62,75	50,59	75,34	ESP	91,03	49,31	53,50
OM	31,89	39,94	71,50	SAR	91,55	56,30	64,52
Agregat Stabilitesi	21,07						

Çizelge 4.59. Karadeli serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özelli i	Önem	Toprak Özelli i	Önem
Kil	0,010	P₂O₅	0,000
Kum	0,007	Ca	0,000
Silt	0,014	K	0,000
pH	0,249	Mg	0,000
EC	0,129	Na	0,234
Kireç	0,002	KDK	0,022
Bor	0,169	ESP	0,236
OM	0,305	SAR	0,002
Agregat tabilitesi	0,091		

4.3.2.4. Acir Serisi

Acir serisi yüzey ve yüzey altı topraklarına ait % VK Çizelge 4.60'da verilmiştir. Yüzey topraklarında % VK bakımından SAR, Na, ESP, EC, P₂O₅ ve bor içeriğinin çok de i ken, K, Ca, Mg, OM, silt, KDK, kum ve agregat stabilitesi orta de i ken, kireç içeriğinin az de i ken olarak sınıflandırılmaktadır (Çizelge 4.60). Yüzey altı (30-60 cm) toprakları için % VK değerlerine göre ESP, Na, Ca, K, P₂O₅ ve kum çok de i ken, bor, KDK, SAR, EC, OM, silt, Mg ve kireç içeriğinin orta de i ken, kil ve pH ise az de i kendir (Çizelge 4.60). Yüzey altı (60-90 cm) toprakları için % VK bakımından SAR, kum, ESP, kil, bor, Ca, K, Na, silt, OM ve P₂O₅ çok de i ken, EC, kireç içeriğinin az de i ken, Mg, KDK orta de i ken, kum ve pH ise az de i kenlik göstermektedir (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. Acir serisi toprak özelliklerine varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)				Varyasyon Katsayısı (%)		
	0-30	30-60 cm	60-90		0-30	30-60 cm	60-90
Kil	6,57	9,73	53,28	P₂O₅	48,65	59,56	36,12
Kum	16,27	42,09	77,83	Ca	29,83	51,11	8,98
Silt	24,70	25,47	46,76	K	25,75	39,29	38,30
pH	2,81	1,82	2,15	Mg	22,93	22,13	23,65
EC	63,75	26,52	32,98	Na	75,04	60,23	37,83
Kireç	11,79	20,99	27,53	KDK	20,11	30,91	18,87
Bor	37,64	33,46	52,41	ESP	68,83	69,09	53,91
OM	29,06	26,20	39,37	SAR	76,46	27,16	89,19
Agregat Stabilitesi	16,04						

Acir serisinde Na, SAR, ESP, EC, P₂O₅ ve bor içerikleri için varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin bu özellikler açısından oldukça de i kenlik gösterdiğini ifade etmektedir. Acir serisi içerisinde Acd1s3a3, Acd2s4a4 ve Acd3s3a2 ekinde 3 farklı haritalama ünitesi tanımlanmıştır. Varyans analizi sonuçları Acir serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinin tamamının birbirlerine benzediğini göstermektedir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. Acir serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özeli i	Önem	Toprak Özeli i	Önem
Kil	0,856	P₂O₅	0,457
Kum	0,860	Ca	0,150
Silt	0,720	K	0,717
pH	0,750	Mg	0,456
EC	0,786	Na	0,781
Kireç	0,646	KDK	0,859
Bor	0,693	ESP	0,721
OM	0,563	SAR	0,897
Agregat Stabilitesi	0,495		

4.3.2.5. Çobul Serisi

Çobul serisi yüzey ve yüzey altı topraklarına ait % VK Çizelge 4.62’de verilmi tir. Yüzey toprakları için elde edilen % VK’larına göre Na, ESP, SAR, bor, P₂O₅, EC ve Mg içerikleri çok de i ken, K, agregat stabilitesi, KDK, Ca, OM, kum ve kil orta de i ken, silt, kireç içeri i ve pH az de i ken olarak sınıflandırılmı tır (Çizelge 4.62). Yüzey altı (30-60 cm) topraklarında % VK de erlerine göre P₂O₅, ESP, Na, Mg, Ca, K bor, EC, SAR ve kum çok de i ken, OM, silt, KDK ve kil orta de i ken, kireç içeri i ve pH az de i ken olarak sınıflandırılmı tır (Çizelge 4.62). Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında ise Na, Mg, K, Ca, bor, kum, EC, ESP, kil ve P₂O₅ çok de i ken, OM, SAR ve KDK orta de i ken, kireç, sit ve pH az de i ken olarak sınıflandırılmı tır (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.62. Çobul serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)						
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	
	cm			cm			
Kil	16,14	17,35	43,59	P₂O₅	57,45	91,62	35,81
Kum	17,30	43,02	72,83	Ca	22,68	39,36	61,48
Silt	13,27	25,19	8,97	K	31,91	38,23	67,94
pH	2,51	2,40	5,00	Mg	36,26	40,48	75,39
EC	53,47	63,16	59,46	Na	74,37	73,12	103,10
Kireç	8,89	13,91	11,82	KDK	24,41	22,09	15,65
Bor	64,74	67,04	90,49	ESP	72,94	89,10	53,76
OM	20,56	25,70	32,64	SAR	67,64	62,17	22,05
Agregat Stabilitesi	28,75						

Çobul serisi için çalı ılan örneklerden Na, ESP, SAR, bor, P₂O₅, EC ve de i ebilir Mg içerikleri için varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin bu özellikler açısından oldukça de i kenlik gösterdi ini ifade etmektedir. Çobul serisi içerisinde Çbd1s1a1, Çbd2s2a2, Çbd3s2a1 ve Çbd3s2a2 ekinde 4 farklı seri ünitesi tanımlanmıştır. Varyans analizi sonuçları Çobul serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden kil içeri i P<0,05 önem düzeyinde birbirlerinden farklıyken di er 16 toprak özelli i bakımından birbirlerine benzerdir (Çizelge 4.63).

Çizelge 4.63. Çobul serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özeli i	Önem	Toprak Özeli i	Önem
Kil	0,038	P₂O₅	0,368
Kum	0,060	Ca	0,096
Silt	0,459	K	0,449
pH	0,463	Mg	0,116
EC	0,119	Na	0,702
Kireç	0,125	KDK	0,437
Bor	0,993	ESP	0,159
OM	0,276	SAR	0,132
Agregat Stabilitesi	0,738		

4.3.2.6. Kızılkuyu Serisi

Kızılkuyu serisi yüzey ve yüzey altı topraklarına ait % VK de erleri Çizelge 4.64'de verilmiştir. Yüzey topraklarında %VK de erlerine göre SAR, Na, Ca, EC, ESP, bor, kum, OM ve P₂O₅ çok de i ken, Mg, K, agregat stabilitesi, kireç içeri i, silt ve KDK orta de i ken, kil ve pH ise az de i kendir (Çizelge 4.64). Yüzey altı (30-60 cm) toprakları için % VK bakımından SAR, P₂O₅, ESP, EC, Na, Ca, kum ve OM içeri i çok de i ken, silt, K, Mg, KDK, kireç ve bor içeri i orta de i ken, kil ve pH ise az de i kendir (Çizelge 4.64). Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında ise %VK bakımından SAR, EC, ESP kum, Na, Ca, K, Mg, P₂O₅, silt ve OM çok de i ken, kireç içeri i ve KDK orta de i ken, bor, kil ve pH ise az de i ken olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. Kızılkuyu serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)			Varyasyon Katsayısı (%)			
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	
	cm			cm			
Kil	12,85	8,00	14,28	P₂O₅	35,26	55,30	60,17
Kum	43,67	41,69	61,49	Ca	35,14	46,22	50,93
Silt	21,09	33,35	48,50	K	24,16	30,86	37,31
pH	4,08	3,34	3,07	Mg	33,71	30,64	36,11
EC	95,76	51,10	39,89	Na	102,00	48,98	42,96
Kireç	23,09	21,59	26,11	KDK	17,97	27,00	20,50
Bor	71,78	20,33	14,71	ESP	92,54	51,66	39,42
OM	42,61	39,23	42,12	SAR	112,81	80,62	74,28
Agregat Sabilitesi	32,02						

Kızılkuyu serisi %VK bakımından Na, ESP, SAR, EC, Ca, bor, kum, OM, P₂O₅ ve içerikleri için varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin bu özellikler açısından oldukça de i kenlik gösterdi ini ifade etmektedir. Kızılkuyu serisi içerisinde Kyd1s1a1, Kyd1s2a1, Kyd1s2a2, Kyd1s3a2 ve Kyd1s3a3 ekinde 5 farklı haritalama ünitesi tanımlanmıştır. Varyans analizi sonuçları Kızılkuyu serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden kireç, silt, OM ve K'un birbirlerine benzer oldu u di er 13 toprak özelli inin ise P<0,01 önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u tespit edilmiştir (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. Kızılkuyu serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özeli i	Önem	Toprak Özeli i	Önem
Kil	0,001	P₂O₅	0,000
Kum	0,000	Ca	0,000
Silt	0,155	K	0,079
pH	0,002	Mg	0,000
EC	0,000	Na	0,000
Kireç	0,450	KDK	0,001
Bor	0,000	ESP	0,000
OM	0,123	SAR	0,000
Agregat Sabilitesi	0,000		

4.3.2.7. Tektome Serisi

Tektome serisi yüzey ve yüzey altı topraklarına ait % VK de erleri Çizelge 4.66'da verilmi tir. Yüzey topraklarında % VK de erlerine göre Na, Ca, Mg, K, ESP, SAR, EC, bor ve OM çok de i ken, P₂O₅, kireç, silt, KDK, kil ve agregat stabilitesi orta de i ken, kum ve pH ise az de i kendir (Çizelge 4.66). Yüzey altı (30-60 cm) topraklarında % VK bakımından Na, K, Mg, EC, SAR, bor, silt, kireç, OM, KDK ve kil çok de i ken, P₂O₅, ESP, kum ve Ca içeri i orta de i ken pH ise az de i kendir (Çizelge 4.66). Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında % VK bakımından EC, ESP, SAR, Na, K, Mg, bor, silt, kireç, OM, kil, P₂O₅ ve KDK çok de i ken, kum orta de i ken, Ca ve pH ise az de i ken olarak sınıflandırılmı tır (Çizelge 4.66).

Çizelge 4.66. Tektome serisi toprak özelliklerine ait varyasyon katsayıları (%)

	Varyasyon Katsayısı (%)						
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	
	cm			cm			
Kil	16,46	39,79	49,05	P₂O₅	34,26	34,20	110,62
Kum	15,00	27,15	24,27	Ca	56,11	15,29	10,97
Silt	21,69	52,35	59,52	K	36,54	36,75	63,92
pH	5,30	8,29	4,63	Mg	42,70	70,17	60,58
EC	67,43	59,75	39,64	Na	68,94	60,93	65,30
Kireç	33,30	49,85	57,68	KDK	18,53	40,94	38,56
Bor	64,65	98,63	126,76	ESP	53,61	31,48	42,65
OM	36,21	48,52	54,79	SAR	61,51	132,16	80,12
Agregat Stabilitesi	16,52						

Tektome serisinde Na, ESP, SAR, EC, Ca, Mg, K, bor ve OM için varyasyon katsayılarının yüksek olması, serinin bu özellikler açısından oldukça de i kenlik gösterdi ini ifade etmektedir. Tektome serisi içerisinde Tkd1s1a1 ve Tkd1s2a1 ekinde 2 farklı haritalama ünitesi tanımlanmı tır. Varyans analizi sonuçları Tektome serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden agregat stabilitesi ve pH de erlerinin P<0,01 önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u di er toprak özelliklerinin ise birbirlerine benzer oldu u görülmü tür (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. Tektome serisinde yer alan haritalama fazlarına ait toprak özelliklerinin (0-30 cm) tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

Toprak Özeli i	Önem	Toprak Özeli i	Önem
Kil	0,428	P₂O₅	0,091
Kum	0,428	Ca	0,393
Silt	0,596	K	0,579
pH	0,002	Mg	0,164
EC	0,843	Na	0,637
Kireç	0,865	KDK	0,288
Bor	0,333	ESP	0,914
OM	0,057	SAR	0,071
Agregat Stabilitesi	0,007		

4.4. Toprak Özelliklerinin Mesafeye Ba lı De i iminin Modellenmesi ve Haritalanması

Bu bölümde gridler ve ara transektlerden 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin mesafeye ba lı de i kenliklerine ait modeller ve model parametreleri ile krigleme sonucu olu turulan haritalar verilmi ve tartı ılmı tır. Herbir toprak özelli i ayrı ayrı ele alınmı tır.

4.4.1. Toprak Tekstür Bile enlerinin Mesafeye Ba lı De i imlerinin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprak tekstürü, topra ın kimyasal ve hidrolojik özelliklerini etkileyen en önemli bile endir. Arazide toprak tekstüründeki bir de i im topra ın besin depolama ve besin elementlerinin yarayı lılı na, su tutma kapasitesine, suyun yarayı lılı na, suyun hareketine ve potansiyel olarak verimlili ine önemli düzeyde etki etmektedir. Topra ın su tutma kapasitesi, sulama sistemlerinin dizayn edilmesi ve sulama aralıklarının belirlenmesinde önemlidir. Bir sulama sistemi bitkinin strese girmemesi için topra a gerekli miktarda suyu uygulayabilmelidir. Topra a verilecek su miktarının belirlenmesi ise topra ın tekstürü ile yakından ili kilidir. Toprak tekstürü hem arazi boyunca hem de derinlikle beraber de i kenlik göstermektedir. Toprak tekstürünün bu spatial de i kenli inin hem sulama sistemlerinin dizayn edilmesi hem de sulama zamanlarının belirlenmesinde dikkate alınması gerekmektedir.

4.4.1.1. Kil içeriğinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprak kaynaklarının etkin bir şekilde idare edilebilmesi için mesafeye bağlı değişimlerinin güvenilir bir şekilde belirlenmesine gereksinim vardır. Arazi sahiplerinin toprağı etkin kullanabilmek ve doğru idare edebilmek için ihtiyaç duydukları en temel toprak özelliği ise kil içeriğidir. Yüzey toprağının tekstürü, su tutma kapasitesi ve hidrolik iletkenliği oldukça fazla etkilediği, katyon değişim kapasitesi ile ilişkisi, toprağın verimliliği ve dolayısıyla üretkenliği etkilediği bilinmektedir. Özellikle kurak bölgelerde hidrolojik döngüdeki fonksiyonundan dolayı yüzey altı ve vadoz bölgenin kil içeriğide oldukça önemlidir. Zira kil içeriğinin yüksek olması suyun hareketini yavaşlatmakta, derine drenajını engellemekte ve potansiyel olarak suyun profil içerisinde göllenmesine neden olmaktadır (Triantafyllis ve Lesch, 2005). Farklı derinliklerden alınan kil içeriklerine ait modellerin parametreleri Çizelge 4.68’de verilmiştir. Elde edilen modeller incelendiğinde yüzey toprağına ait kil içeriği küresel modele sahip iken yüzey altındaki her iki derinlikte de üssel modeller elde edilmiştir.

Çalınma alanı topraklarında kil içeriği 0-30 cm (%11,45) ve 60-90 cm (%2,70) derinliklerde kuvvetli bir uzaysal bağımlılığa, 30-60 cm (%33,11) derinlikte ise orta derecede uzaysal bağımlılığa sahiptir. Kil içerikleri için oluşturulan semivariogram modellerinde yüzeyde range değeri 3529 m iken, 30-60 cm derinlikte 2556 m ve 60-90 cm derinlikte ise range değeri 2412 m olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.68). Bu durum çalınma alanında kil içeriği için uzun mesafelerde bir uzaysal bağımlılığın olduğunu işaret etmektedir. Çalınma alanında derinlikle beraber uzaysal bağımlılık mesafesinin azaldığı görülmektedir.

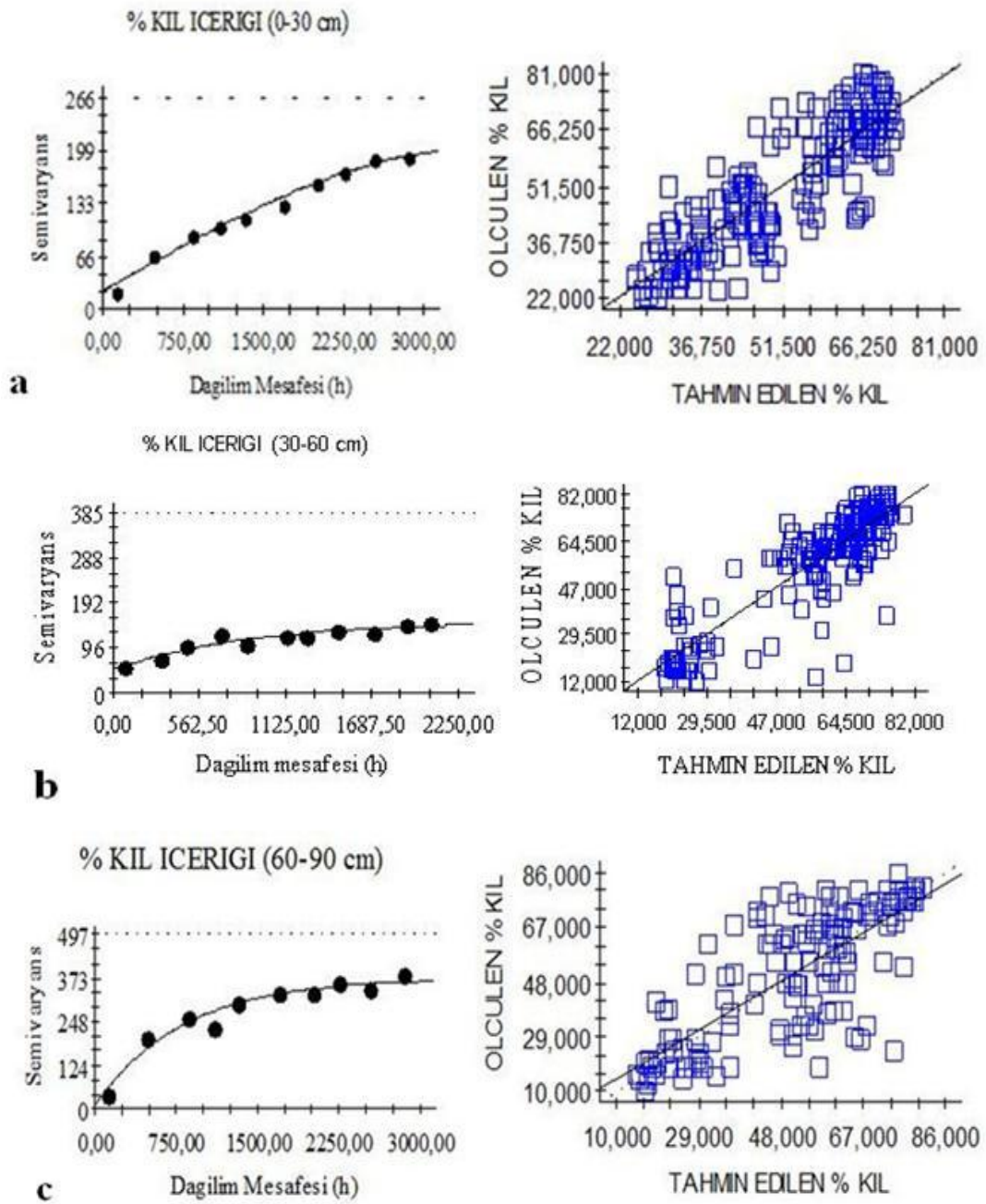
Çizelge 4.68. Kil içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz Değer
									(r ²)
K L	0-30	Küresel	23,20	202,6	11,45	3529	0,98	396	0,75
	30-60	Üssel	50,10	151,3	33,11	2556	0,90	829	0,77
	60-90	Üssel	10,00	371,0	2,70	2412	0,95	4390	0,57

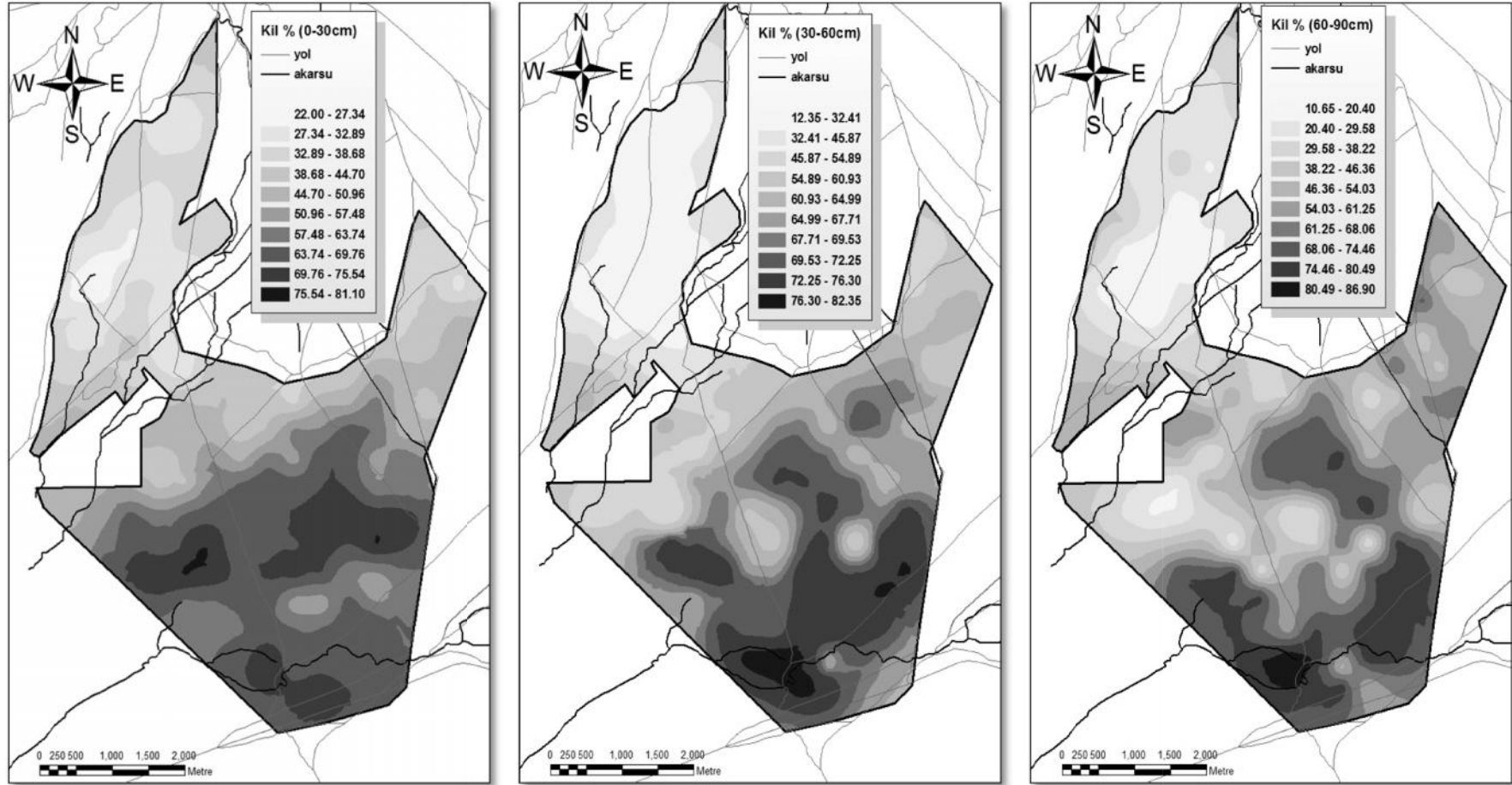
U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

Kavianpor ve ark., (2012), kurak bölgede 6 ha'lık bir alanda yaptıkları çalı mada kil için range de erini 157 m, Emadi ve ark., (2008), 10187 ha'lık tuzlu alkali topraklarda yaptıkları çalı mada kil içeri i için 0-30 cm'de 1611 m 30-60 cm derinlikte 17191 m ve 60-90 cm'de 10352 m range de erleri elde ettiklerini rapor etmi lerdir. Ara tırmacılar örnekler arası mesafenin yüksek olmasını ana materyalin arazi boyunca de i memesi ile ili kilendirmi lerdir. Kil içerikleri için yüksek range de erlerinin elde edilmesi, elde edilen bu mesafelerde tekstür bakımından ana materyalin çok fazla de i memesinden kaynaklanmaktadır. Yüzeyde belli bir mesafeye kadar örnekler arası benzerlik gittikçe azalmakta ve sill de erine ula tıktan sonra bu benzerlik mesafeyle beraber çok fazla de i memektedir (ekil 4.53). Örne in yüzey topraklarında kil için 2500 m'ye kadar örnekler arası benzerlik düzenli bir ekilde azalırken 2500-3000 m arasında örnekler arasında benzerlik çok fazla de i memi tir (ekil 4.53a).

Semivariogram modelleri olu turulduktan sonra nokta kriging yöntemi kullanılarak çalı ma alanında her üç toprak derinli i için kil içeri inin de i imlerini gösteren tahmin haritaları olu turulmu tur (ekil 4.54). Çalı ma alanı yüzey topraklarının kil içerikleri 0-30 cm'de % 22 ile %81,1 arasında, 30-60 cm'de %12,35 ile 82,35 arasında ve 60-90 cm'de %10,65 ve 86,9 arasında de i im göstermi tir. Her üç derinlik için olu turulan tahmin haritalarında Kuzey'den Güney'e do ru gidildikçe kil içeri inde önemli düzeyde bir artı meydana geldi i görülmektedir (ekil 4.54). Çalı ma alanının eski bir göl tabanı oldu u dü ünüldü ünde, kil içeri i yüksek olan alanların muhtemelen kilin depolandı ı gölün orta kısımlarına denk geldi i anla ılmaktadır. Çalı ma alanında kil içeri inin yüksek oldu u alanlar Karadeli, Acir ve Kızılkuyu serisi olarak tanımlanmı tır.



ekil 4.53. Kil (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90 cm) içeriklerine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri



ekil 4.54. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların kil içeriğinin dağılımları

4.4.1.2. Kum içeriğinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması

Kum ve kil toprağın mineral olan kısmının iki önemli bileşenleridir ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri birbirlerinin tam tersidir. Kum parçacıkları yapı itibarı ile küresel bir yapıya sahip iken killer tabakalı bir yapıya sahiptir ve kil içeriği yüksek olan toprakların toplam yüzey alanı kumlu topraklara göre çok daha fazla olmaktadır. Toplam yüzey alanının farklı olması yanısıra içerdikleri negatif yük miktarlarındaki farklılık fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirlerinden çok farklı olmasına neden olmaktadır. Toprakta boşlukların büyüklük dağılımı, baskın olan parçacık boyutuna ve parçacık büyüklük dağılımına bağlıdır. Genellikle kum büyüklüğündeki parçacıklardan oluşan bir toprakta geniş boşlukların fazla olmasından dolayı su toprakta tutunmamakta ve hızlı bir şekilde toprak profilinin alt katmanlarına doğru drene olmaktadır. Kumlu topraklarda hidrolik iletkenlik oldukça yüksektir. Bu nedenle kimyasal gübreleme, pestisit ve herbisit kullanımı gibi tarımsal faaliyetler sonucunda su ile taşınması kolay olan kimyasal maddeler kolaylıkla aküfere kadar taşınmakta ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Bununla beraber kurak bölgelerde kumlu topraklarda bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve bitki besin elementleri depolanmadığından kumlu alanların doğru sınıflaması oldukça fazla önem taşımaktadır.

Kum içeriklerine ait model parametreleri Çizelge 4.69'da verilmiştir. Her üç derinlik için elde edilen modeller incelenirken kil içeriklerine benzer modellerin elde edildiği görülmektedir. Yüzey toprağına ait kum içeriği için uygun variogram modeli küresel olarak belirlenirken yüzey altında her iki derinlik için (30-60 ve 60-90 cm) üssel model belirlenmiştir (Çizelge 4.55). Kum içeriği uzaysal bağımlılık yönünden 0-30cm (%9,71) ve 60-90cm (%0,25) derinlikte kuvvetli bir uzaysal bağımlılığa, 30-60cm (%39,38) derinlikte ise orta derecede bir uzaysal bağımlılığa sahiptir. Kum içerikleri için oluşturulan semivariogram modellerinde yüzey için 6183 m range değerine ulaılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 5766 m'de ve 60-90 cm derinlik içinde 2781 m'de range değerine ulaılmıştır (Çizelge 4.69). Kil içeriklerine benzer modeller oluşturulmasına rağmen kum içeriklerinde daha yüksek range elde edilmesi daha uzun mesafelerde veriler arasında bir uzaysal ilişkinin var olduğunu ve elde edilen bu mesafelerde ana materyalin tekstür bakımından benzer olduğunu göstermektedir.

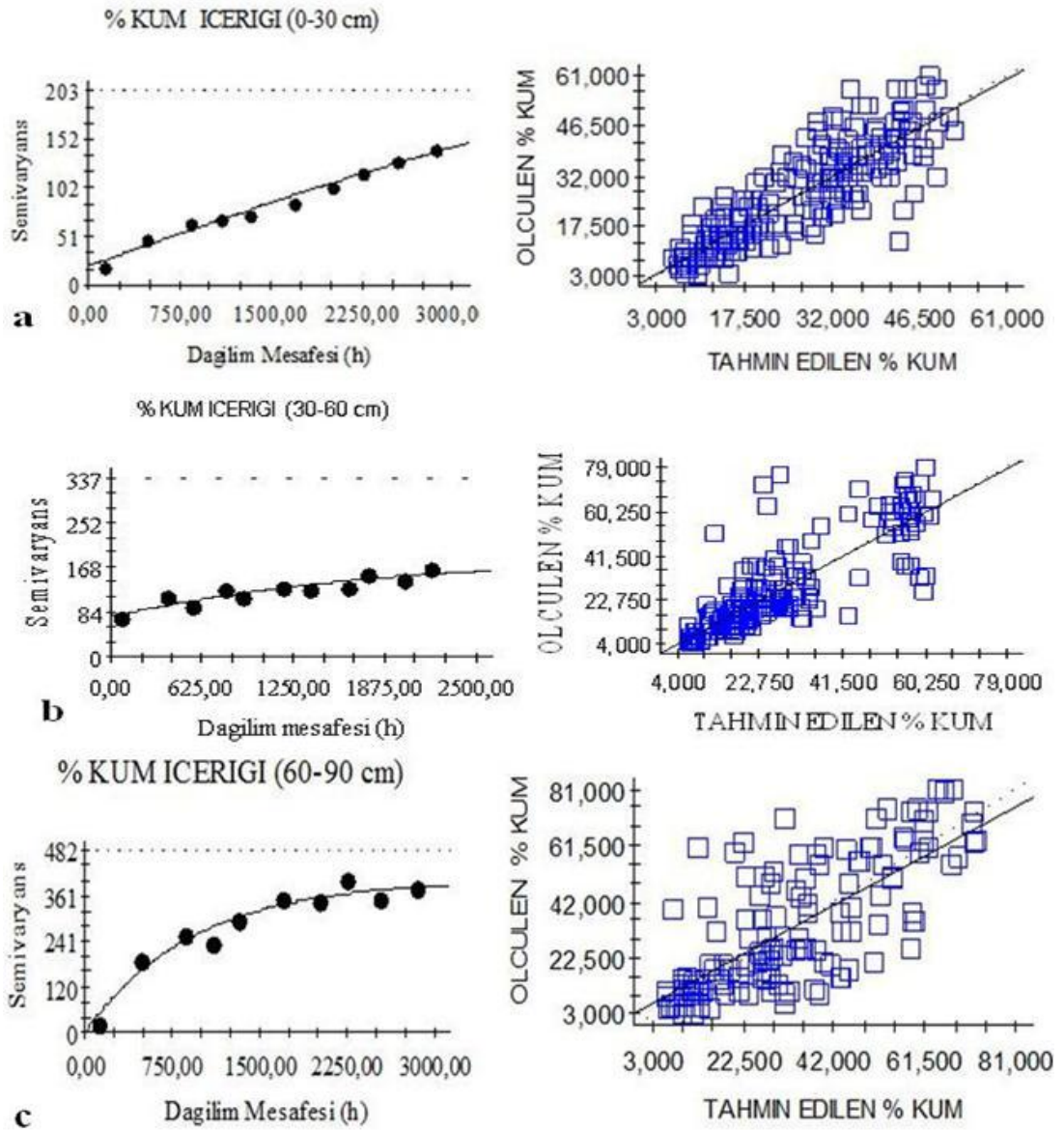
Çizelge 4.69. Kum içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz derinlikler

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz
									Derinlik (cm)
KUM	0-30	Küresel	19,90	204,90	9,71	6183	0,98	250	0,73
	30-60	Üssel	75,90	192,70	39,38	5766	0,86	1974	0,68
	60-90	Üssel	1,00	402,4	0,25	2781	0,95	5834	0,54

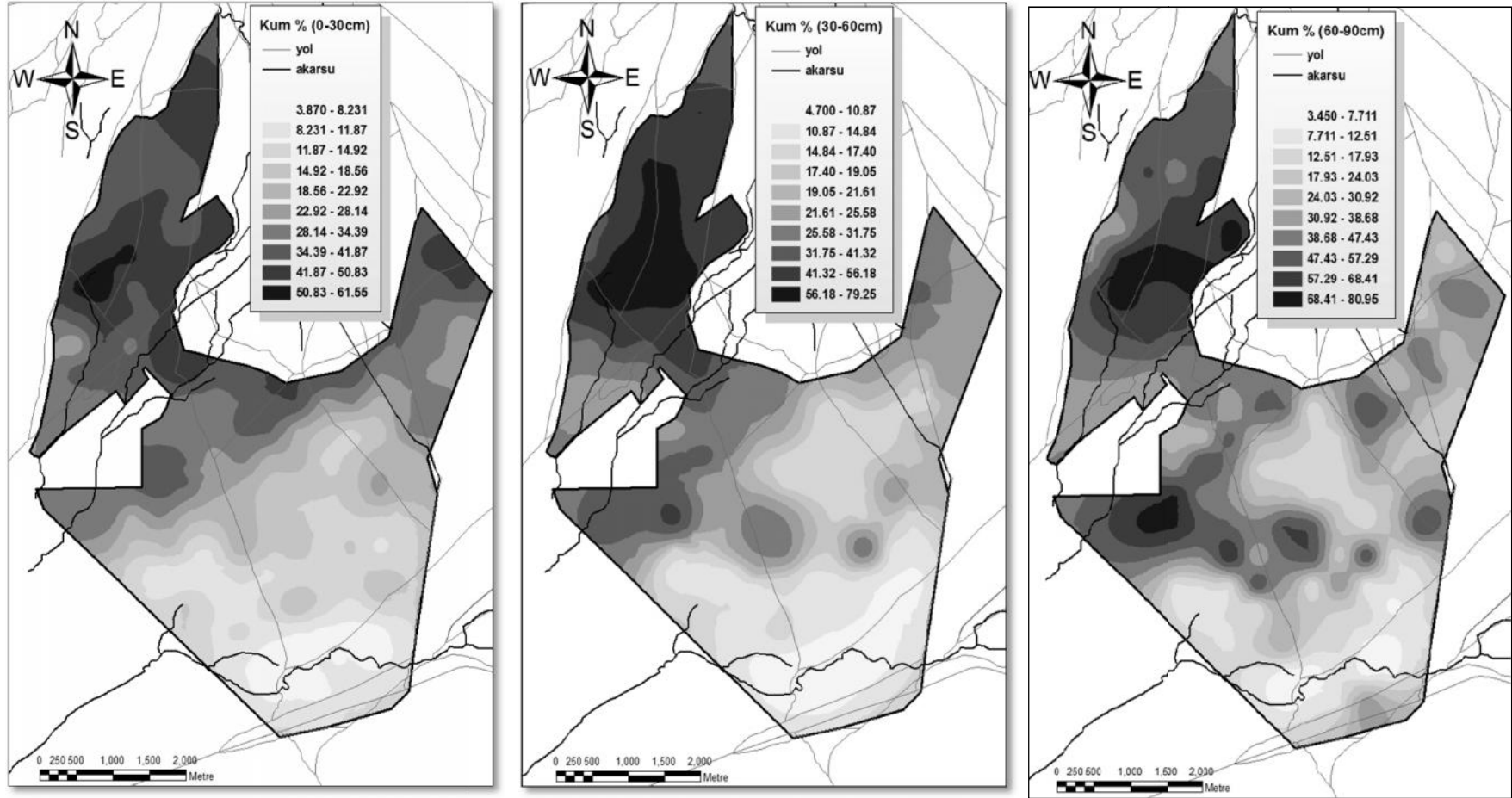
U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

Iqbal ve ark., (2005) 162 ha'lık bir arazide yaptıkları çalı mada kum içeriğini için 421 m'de range derinlikleri elde ettiklerini rapor etmişler. Ayrıca kum için bu mesafede alınan range derinliklerinin çalı mada alanında farklı sedimentlerden oluşan bir ana materyalin varlığından ileri geldiğini rapor etmişlerdir. Kum içeriklerine ait semivariogramlar incelendiğinde yüzeyde (0-30 cm) mesafeyle beraber sürekli olarak benzerlik azaldığı görülmektedir. Bata hızlı bir şekilde benzerlik azalırken mesafenin artmasıyla beraber do rusal bir şekilde azalma göstermektedir (ekil 4.55a). Yüzey altında her iki derinlikte (30-60, 60-90cm) kil içeriğinde olduğu gibi belirli bir sill derinlikleri elde edilene kadar benzerlik azalmakta ve bu sill derinliklerinden sonra benzerlik çok fazla düşmektedir (ekil 4.55b,c).

Kum içeriğine ait her üç derinlik için ayrı ayrı oluşturulan tahmin haritaları ekil 4.56'da verilmiştir. Yüzey topraklarının kum içerikleri 0-30 cm'de % 3,87-61,55 arasında, 30-60 cm'de % 4,70-79,25 arasında ve 60-90 cm'de % 3,45 ve 80,95 arasında değişim göstermektedir. Her üç derinlik için oluşturulan tahmin haritalarında arazide Kuzey'den Güney'e doğru gidildikçe kil içeriklerinin tersine kum içeriklerinde önemli düzeyde bir azalmaya meydana geldiği görülmektedir. Arazide kum içeriğini en yüksek olan alan Tektemo, Leben ve Kızılca serisini içine alan Kuzey bölümüdür (ekil 4.56). Ayrıca derinlikle beraber kum içeriğinin arttığı görülmektedir. Tektome serisinin bulunduğu alanın eski bir dere yatağı olması bu alanda kum içeriğinin yüksek olmasına neden olmuştur.



ekil 4.55. Toprak kum (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri



ekil 4.56. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların kum içeriğinin dağılımları

4.4.1.3. Silt içeriğinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi Haritalanması

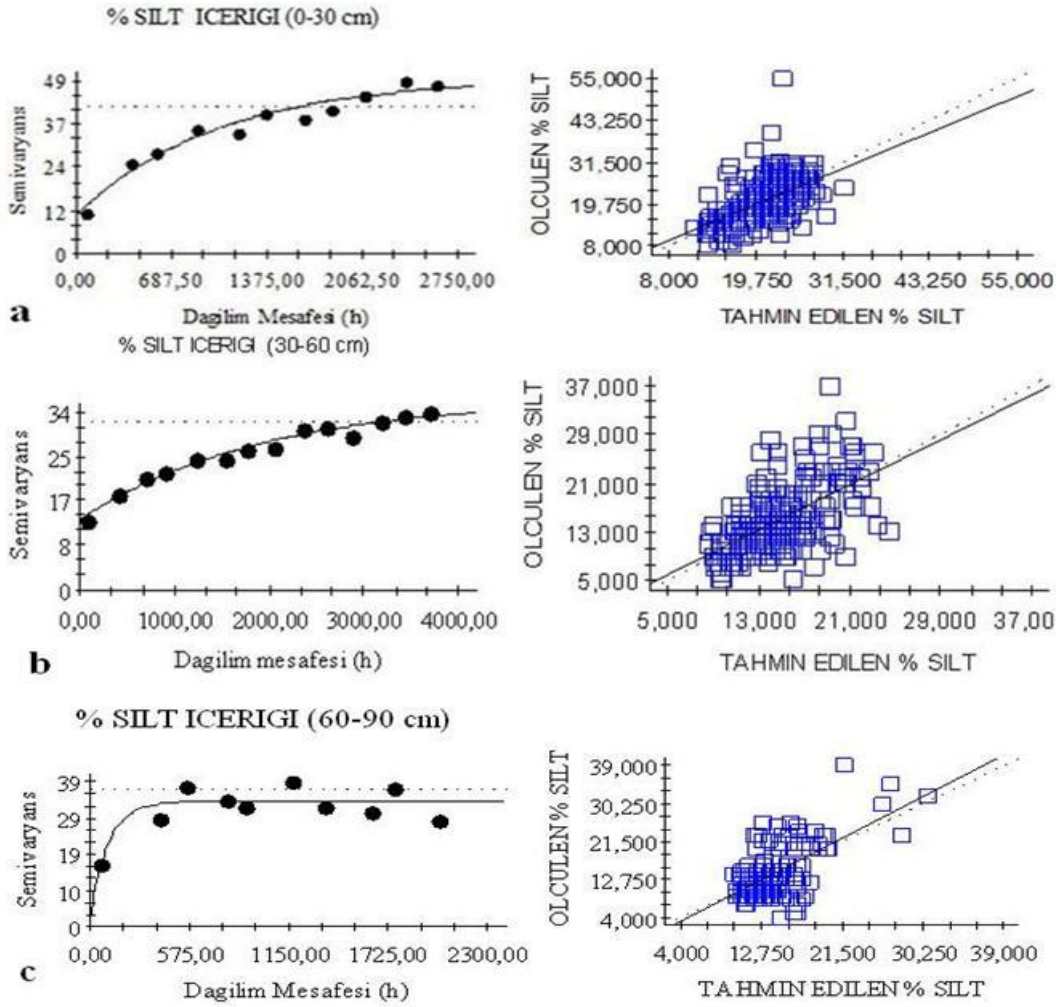
Silt içeriği yüksek olan topraklarda yüzey alanı kumlu topraklara göre daha yüksek killi topraklara göre daha azdır. Bundan dolayı siltli topraklar su tutma kapasitesi ve toprak havalandırılması bakımından kumlu topraklar ile killi toprakların arasında yer almakta ve tarımsal üretim açısından ideal topraklar olarak sınıflandırılmaktadır. Silt içeriğinde farklı derinlikler için elde edilen model ve parametreler Çizelge 4.70’de verilmiştir. Her üç derinlik için üssel model belirlenmiştir (ekil 4.57). Silt içeriğinde 0-30 cm (% 22,07) ve 60-90 cm (% 4,21) derinlik için kuvvetli bir uzaysal bağımlılık, 30-60 cm (% 36,40) derinlikteki toprak örnekleri için ise orta düzeyde bir uzaysal bağımlılık tespit edilmiştir. Oluşturulan semivariogram modellerinde yüzey için 3069 m range değerine ulaşılanırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 5808 m’de ve 60-90 cm derinlik içinde 303 m’de range değerine ulaşılmıştır (Çizelge 4.70). 60-90 cm’de alınan toprak örneklerinin silt içerikleri için çok kuvvetli bir uzaysal bağımlılık tespit edilmesine rağmen üst katmanlar kadar uzun mesafede bir uzaysal bağımlılık tespit edilememiştir. Kaviani ve ark., (2012), 6 ha bir alanda yaptıkları çalıda silt içeriği için range değerini 688,30 m olarak rapor etmişlerdir. Silt içeriğinin uzun mesafelerde bir uzaysal bağımlılık göstermesi ana materyalin benzer olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.70. Silt içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz
									Değer.
									(r ²)
S L T	0-30	Üssel	10,90	49,39	22,07	3069	0,96	52,4	0,30
	30-60	Üssel	13,15	36,13	36,40	5808	0,97	13,06	0,34
	60-90	Üssel	1,4	33,42	4,21	303,0	0,70	108	0,38

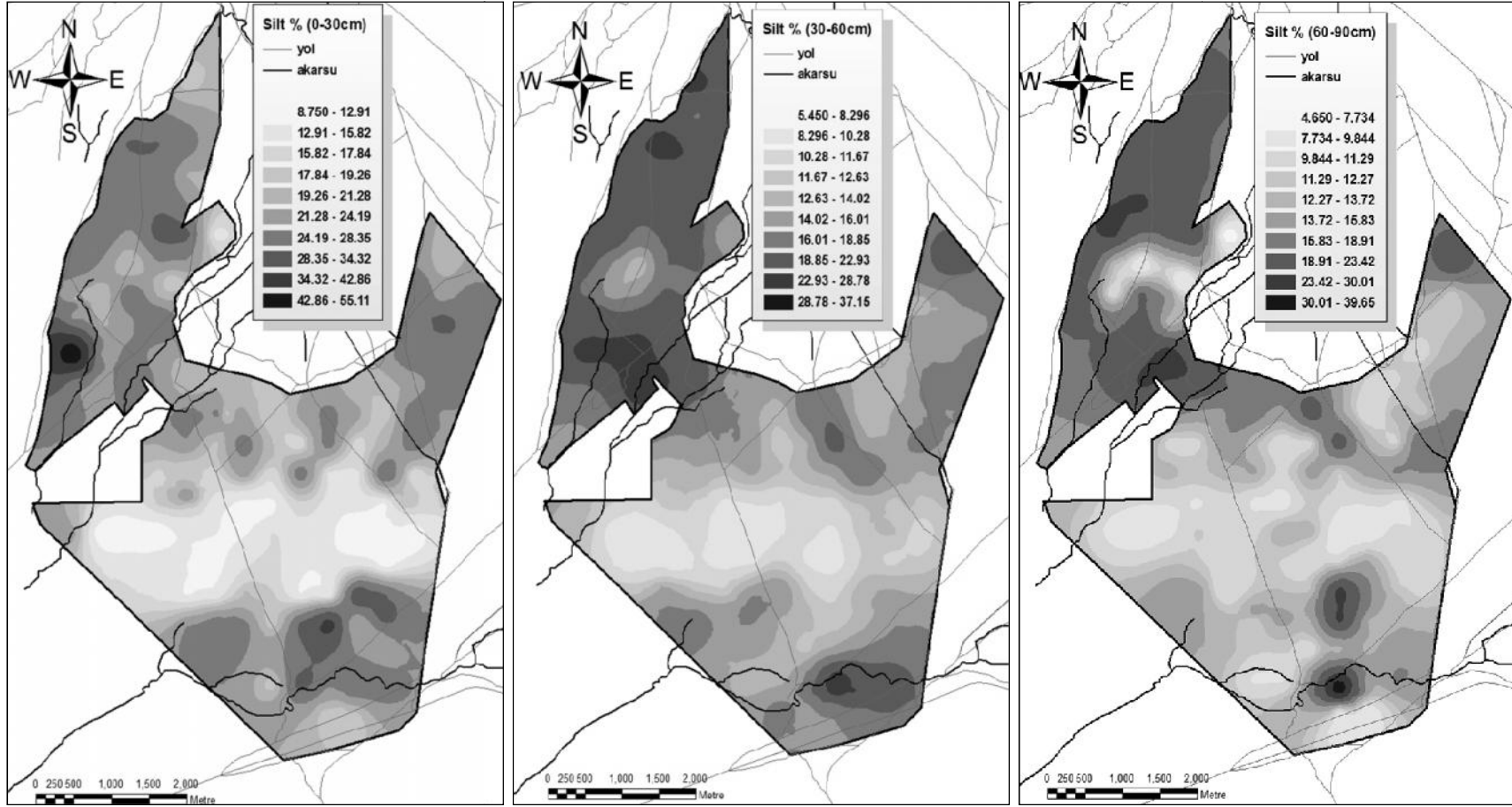
U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

Silt içeriklerine ait semivariogramlar incelendiğinde yüzey (0-30 cm) ve yüzey altında (30-60 cm) mesafeyle beraber sürekli olarak benzerlik azaldığı görülmektedir. Her iki toprak derinliğinde de hızlı bir şekilde benzerlik azalırken mesafenin artmasıyla beraber doğrusal bir şekilde azalma görülmüştür (ekil 4.57a,b). Yüzey altında (60-90 cm) örnekler arasındaki benzerlik ilk 500 m’de hızlı bir şekilde azalmış ve bu mesafeden sonra benzerlik sabit bir şekilde değişim göstermiştir (ekil 4.57c).



ekil 4.57. Silt (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeriğine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri

Silt içeriğine ait her üç derinlik için ayrı ayrı oluşturulan tahmin haritaları ekil 4.58'de verilmiştir. Elde edilen bu tahmin haritalarına göre silt içerikleri 0-30 cm'de % 8,75-55,11 arasında, 30-60 cm'de % 5,45-37,15 arasında ve 60-90 cm'de % 4,65-39,65 arasında değişim göstermektedir. Oluşturulan tahmin haritaları incelendiğinde arazinin orta kısmında Doğu-Batı yönünde Karadeli serisi boyunca bir hat şeklinde silt içeriğinin çok düşük olduğu görülmektedir (ekil 4.58). Bu hattın sonra Kuzey ve Güney yönünde silt içeriğinin göreceli olarak arttığı ve bu artışın Kuzey yönünde daha fazla olduğu görülmektedir.



ekil 4.58. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Silt içeriğinin dağılımları

4.4.2. Agregat Stabilitesinin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Agregat stabilitesi; toprak taneciklerinin organik madde, kireç ve demir oksit gibi çimentolayıcı maddeler ile bir araya gelerek mekanik parçalayıcı ve suyun dispers edici etkisine kar ı göstermi oldukları direnç olarak tanımlanmaktadır (Günel ve ark., 2008). Agregat stabilitesinin yüksek olması toprakların havalanma, suyun infiltrasyonu ve hidrolik iletkenlik gibi birçok fiziksel özeli ine olumlu etkide bulunur. Toprakların önemli fiziksel özelliklerinden biri olan toprak porozitesinin topra a giren suyun hareketine, tutulmasına ve di er bir ifadeyle toprak-su ili kisine do rudan etki etti i bilinmektedir. Topraklarda agregat miktarının artmasıyla toprak porozitesinde bir artı meydana gelmesi yanı sıra erozyona kar ı dayanıklılık da artmaktadır (Bryan, 1976; Canton ve ark., 2009). Ancak çalı ma alanı topraklarında Na içeri inin yüksek olmasından dolayı dispersiyon i lemi gerçekte mi ve toprak bo lukları önemli derecede azalmı tır.

Agregat stabilitesi verileri ço unlukla erozyon çalı malarında kullanıldı ndan sadece yüzey topra ının agregat stabilitesi belirlenmi ve tartı ılmı tır. Agregat stabilitesinin çalı ma alanında de i kenli ini ifade etmek için olu turulan semivariogram modellerine ait parametreler Çizelge 4.71’de verilmi tir. Agregat stabilitesinin de i kenli inin modellenmesinde en iyi sonuç veren model üssel’dir. Yüzey topraklarında agregat stabilitesi orta derecede uzaysal ba ımlılık (% 32,83) göstermektedir. Range de eri uzun mesafelerde (1077 m) örnekler arasında uzaysal bir ili kininin var oldu unu göstermektedir (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. Silt içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

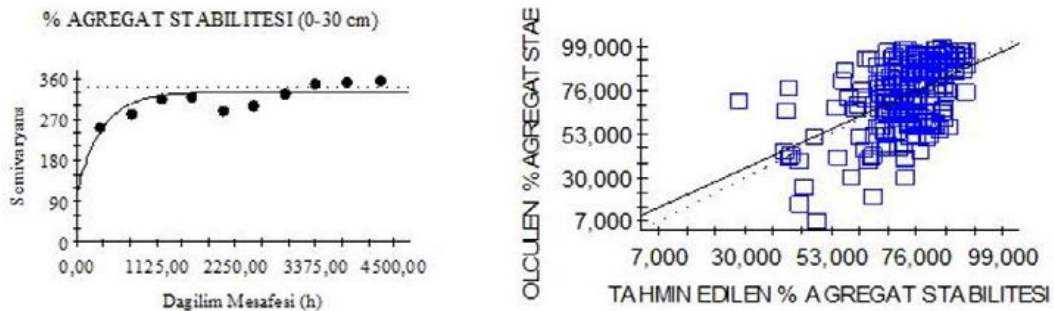
Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill Co+C	U.B %	Range (A) m	r ²	RS S	Çapraz De er.
									r ²
Agregat Stabilitesi (0-30 cm)	0-30	Üssel	108,30	329,90	32,83	1077	0,56	46,9	0,28

U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

De Souza ve ark., (2009), yaptıkları çalı mada agregat stabilitesinin aynı arazi içinde bir noktadan di er bir noktaya de i kenlik gösterebilece ini ve bu de i kenli in topra ın

fiziksel, kimyasal ve biyolojik i lemlerine ba lı oldu unu rapor etmi tir. Özellikle de toprakta bulunan kil, koloidal silica, organik madde, çok de erlikli katyonlar, kalsiyum karbonat, demiroksit, hidroksit ve alüminyum gibi maddelerin bu i lemleri etkiledi ini açıklamı lardır. Toprakta agregat stabilitesinin durumu özellikle kil içeri ine ba lı oldu undan kil içeri ine benzer bir ekilde range de erinin yüksek oldu u tespit edilmi ve uzun mesafelerde bir uzaysal ili ki elde edilmi tir.

Agregat stabilitesi için olu turulan semivariogram incelendi inde örnekler arası ili kide çukur etkisi (hole effect) bulunmaktadır. Çukur etkisi görülen semivariogramlarda örnekler arası ili kiyi gösteren de erler belirli bir sill de erine ula tıktan sonra önce azalma gösterip sonra tekrar yükselmektedir (ekil 4.59). Çukur etkisi, de i kenin arazide do al bir tekrarlanma desenine sahip oldu unu göstermektedir (Pyrz ve Deutsch, 2003). Çalı ma alanında agregat stabilitesi gibi çukur etkisi gösteren özelliklerin bu de i kenlik desenlerinin olu umunun temel nedeni arazide tuzun yamalı bir yapı gösteriyor olmasıdır. Tuz do al olarak drene olmadı ndan arazinin yüzeyinde nispeten daha çukur olan yerlerde birikmi tir. Bu alanlarda tuz, bor ve sodikli in etkisi ile bitki geli mi ya oldukça zayıf veya hiç olmamı tır (ekil 4.60). Tuz her ne kadar agregat stabilitesinin artmasına neden olsa da tuzun birikti i alanlarda vejetasyonun olmaması organik madde birikimini olumsuz etkiledi inden agregat stabilitesi üzerine de negatif etki yapmı tır. Bütün bunların bir sonucu arazide mesafeye ba lı olarak artı ve azalı lar modeldeki çukur etkisinde kendini göstermi tir (ekil 4.59).



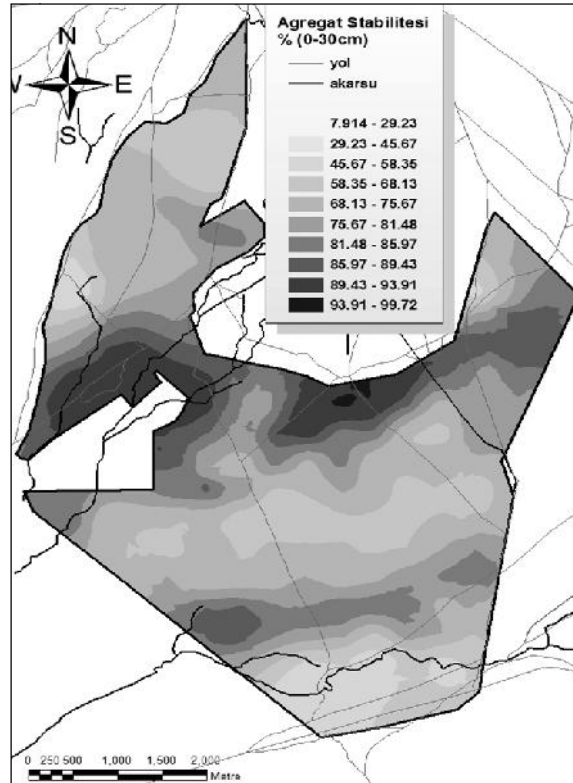
ekil 4.59. Toprak agregat stabilitesine ait semivariogram modeli ve çapraz do rulama grafi i

Agregat stabilitesi için modelin ne kadar do ru tahmin yaptı nını belirlemek amacıyla çapraz de erlendirme yapılmı tır. Arazide ölçüm yapılmayan noktalar için veriler tahmin edildikten sonra agregat stabilitesinin alandaki de i imini gösteren tahmin

haritası olu turulmu tur (ekil 4.61). Çalı ma alanında agragat stabilitesi % 7,91-99,72 arasında de i im göstermektedir. Elde edilen tahmin haritası incelendi inde agragat stabilitesinin arazi boyunca çok fazla de i kenlik gösterdi i görülmektedir (ekil 4.61).



ekil 4.60. Lokal çukurluklarda tuz, bor ve sodyumun etkisi ile yamalı vejetasyon



ekil 4.61. Çalı ma alanı yüzey topraklarına ait agragat stabilitesinin da ılımları

Çalı ma alanında tekstür, organik madde, kireç, de i ebilir Na yüzdesi ve KDK'nın de i enli inin yüksek olması agragat stabilitesinin de çok de i ken olmasına neden olmu tur. Agregat stabilitesinin bu denli geni bir aralıkta de i kenlik göstermesi

arazinin belirli kısımlarının rüzgâr ve sulama yapıldığı takdirde su erozyonuna karşı çok hassas oldu ğuna işaret etmektedir. Ayrıca agregat stabilitesi ile de ğinebilir Na, ESP ve SAR için olu turulan tahmin haritaları incelendi ğinde benzer özellik gösterdiği görülmektedir. Özellikle de ğinebilir Na içeri ğinin yüksek oldu ğu yerlerde agregat stabilitesinin dü ğük, de ğinebilir Na içeri ğinin dü ğük oldu ğu yerlerde de agregat stabilitesinin yüksek oldu ğu görülmektedir. Bu durum hidrate çapı di ğer katyonlara göre yüksek olan de ğinebilir Na'un agregatları parçalaması ile ili kildir. Genel olarak sodik topraklar agregat stabiliteyi zayıf olarak bilinirler. Bu durum ço ğunlukla sodyum içeri ğinin yüksek ve tuz içeri ğinin dü ğük oldu ğu ko ũullarda gerçekte mektedir. Gökalp ve ark., (2010)'da yaptıkları çalı mada Na içeri ğinin yüksek olmasından dolayı dispersiyon olayının gerçekte ti ği ve agregat stabilitesinin azaldı ğı rapor edilmi tir.

4.4.3. Toprak pH'sının Mesafeye Ba ğlı De ğimin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprak pH'sı toprakların en önemli kimyasal özelliklerinden biridir. Toprakta hangi bitkilerin yeti tirilebilece ğini ve bitkiler tarafından hangi bitki besin elementinin alımının zor oldu ğunu ve buna göre nasıl bir önlem alınması gerekti ğini bilmek için toprak pH'sının hangi aralıklarda oldu ğunu belirlemek gerekir. Bugüne kadar yapılmı bir çok çalı mada bitki besin elementlerinin en yararlı oldu ğu pH aralı ğının 6,5-7,5 arasında oldu ğu rapor edilmi tir. Toprak pH 'sının yüksek oldu ğu kireçli topraklarda fosfor, trikalsiyum fosfat eklinde çökeltiden bitkiler tarafından alınabilirli ği azalmaktadır. Bununla beraber demir, çinko, mangan, bakır, bor yüksek pH'da zor çözünen bile ğikler olu tururken dü ğük pH'larda alüminyum bitkiler için toksik etki yaratmaktadır (Akıncı 2011). Toprak pH'sının bilinmesi aynı zamanda tuzluluk ve alkalilik parametreleri hakkında bilgi sahibi olmamıza olanak sa lamaktadır. Örne ğin Toprak pH'sının 8,5'ten yüksek oldu ğu topraklarda de ğinebilir sodyum yüzdesinin de yüksek oldu ğu birçok ara tırmacı tarafından rapor edilmi tir (Emadi ve ark., 2008).

Çalı ma alanı topraklarının pH içerikleri için elde edilen model ve parametreler Çizelge 4.72'de verilmi tir. Her üç derinlik için farklı modeller elde edilmi tir. Yüzeysel topraklarında pH için küresel model belirlenirken yüzeysel 30-60 cm ve 60-90cm için üssel modeller belirlenmi tir (ekil 4.62). pH için toprak profilinin tamamında kuvvetli bir uzaysal ba ğımlılık belirlenmi tir. Ancak yüzeysel (0-30 cm) ve yüzeysel altı (30-60 cm)

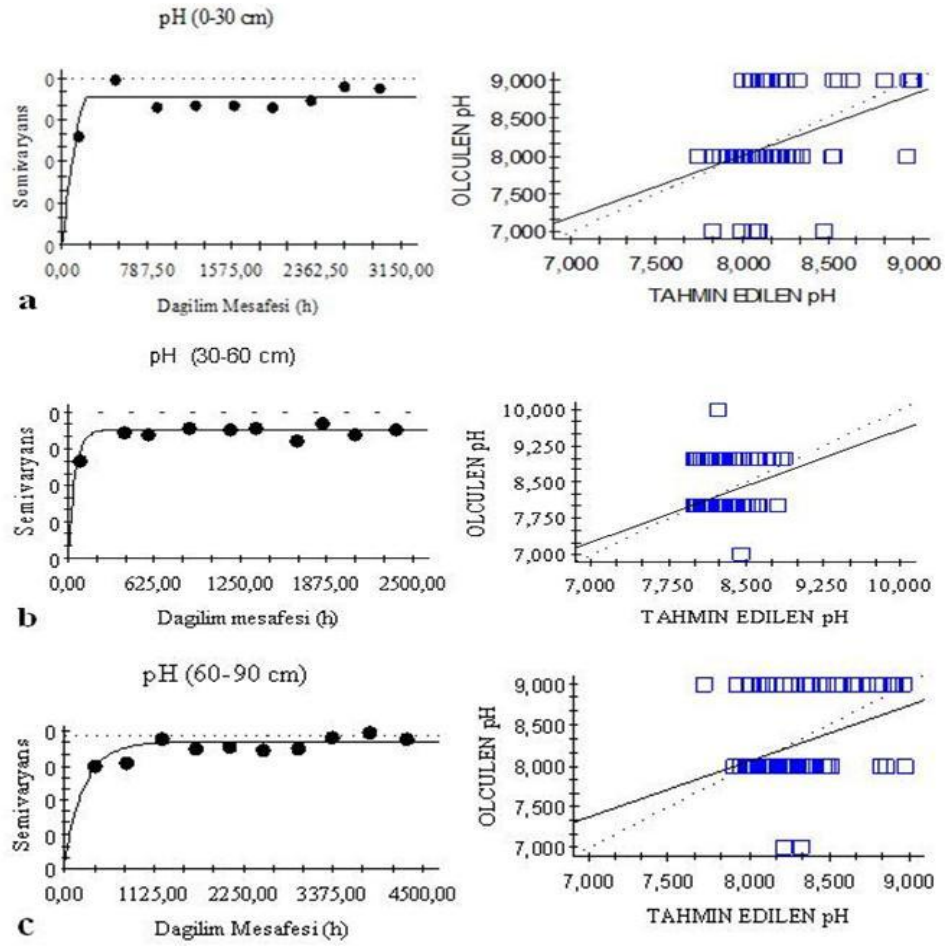
toprakları için uzaysal ba ımlılı ın sırasıyla % 0,08 ve % 0,52 gibi çok dü ük de erlere sahip olması örnekler arsındaki ili kinin çok kuvvetli oldu unu göstermektedir. Olu turulan semivariogram modellerinde yüzey için 246 m'de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarında 30-60 cm derinlik için 150 m'de ve 60-90 cm derinlik içinde 747 m'de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.72). pH de erleri için ilk iki derinlikte kısa mesafelerde uzaysal ba ımlılık belirlenirken 60-90cm derinlikte daha uzun mesafede (747 m) bir uzaysal ba ımlılık belirlenmi tir.

Çizelge 4.72. pH içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
pH	0-30	Küresel	0,0001	0,120	0,08	246	0,60	0,00055	0,18
	30-60	Üssel	0,001	0,1526	0,52	150	0,81	0,00027	0,12
	60-90	Üssel	0,0115	0,176	6,53	747	0,516	0,00102	0,15

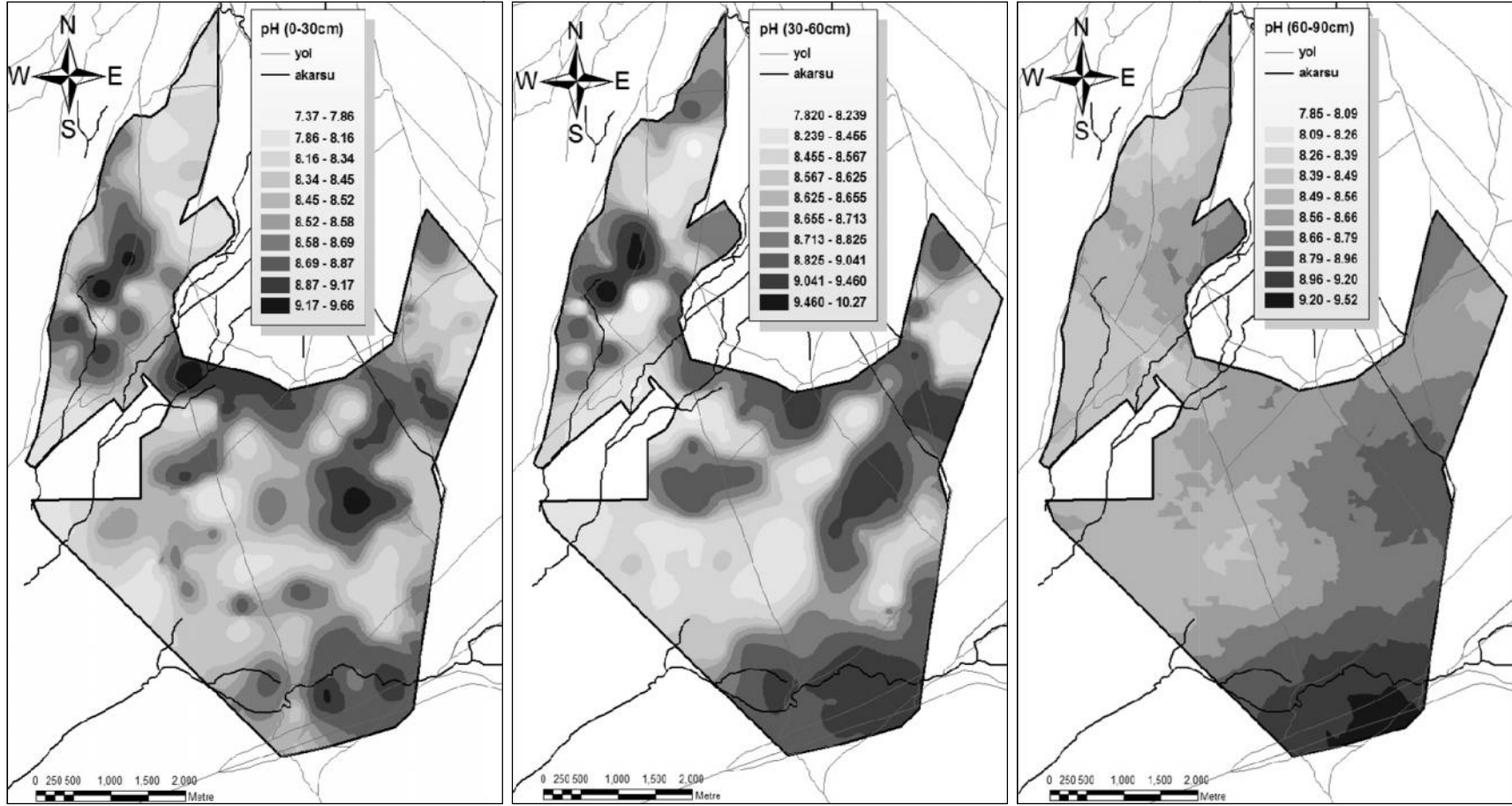
U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS:Hata Kareler Toplamı,

Tuzlu alkali topraklarda toprak pH'sının uzaysal ba ımlılı ını ara tıran Liu ve ark., (2007), range de erini 410,90 m, Ayoubi ve ark., (2007), 1,8 ha'lık alanda yaptıkları çalı mada range de erini 24,39 m, Kavianpoor ve ark., (2012), 8 ha'lık bir alanda yaptıkları çalı mada range de erini 889,10 m ve Emadi ve ark., (2008) 10 187 ha'lık bir alanda yaptıkları çalı mada range de erini 0-30 cm için, 1811 m, 30-60 cm için 2081 m ve 60-90 cm için 7342 m olarak rapor etmi lerdir. Emadi ve ark., (2008) yaptı ı bu çalı mada toprak pH'sı için elde edilen range de erlerinin di er toprak özelliklerinin range de erlerinden daha küçük oldu unu ve uzaysal ba ımlılı ın daha kısa mesafelerde belirlendi ini rapor etmi tir. Bunun temel nedini de toprak pH'sının uzaysal da ılımına etki eden toprak tesktürü, de i ebilir katyonların cinsi, yıllık ya ı miktarı, topo rafia ve drenaj sistemi gibi birçok faktörden kaynaklandı ını rapor etmi lerdir. Toprak pH'sının alandaki de i imini gösteren tahmin haritaları ekil 4.63'de verilmi tir. Elde edilen tahmin haritalarına göre pH içerikleri 0-30 cm'de 7,37-9,66 arasında, 30-60 cm'de 7,82-10,27 arasında ve 60-90 cm'de 7,85-9,52 arasında de i im göstermektedir. Olu turulan tahmin haritalara göre pH içeri inin 30-60 cm toprak derinli inde en yüksek de erlere ula tı ı görülmektedir.



ekil 4.62. Toprak pH (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm)'sına ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri

Çalınma alanının tamamında ilk 60 cm toprak derinliğinde pH bakımından önemli derecede de ikenlik görülmektedir. Bunun temel nedenlerinden birincisi toprak yüzeyinin yamalı bir yapıya sahip olması, ikincisi ise petrokalsik horizonun arazide farklı derinliklerde bulunmasından dolayı tuzların yıkanacağı derinliklerin arazide farklılık göstermesinden ileri gelmektedir. Günel (2001), Brock ve Buck (2008), House ve ark., (2010) gibi birçok ara tırmacı petrokalsik horizonun bulundu u bu derinlikleri ıslanma mesafesi olarak da tanımlamışlardır. Çalınma alanında pH değeri en düşük olan alanlar arazinin kuzeyindeki, Kızılca serisi, doğusundaki Çobul serisi ve Karadeli serisinin güneye doğru bölümüdür. Yüzey altı 60-90 cm toprak derinliğinde çalınma alanının doğusunda KD-GB yönünde Karadeli serisinin doğusu ve Kızılkuyu serisinin tamamında pH 8,5'in üzerine çıkmıştır. Bu alan arazide derinlik en fazla olduğu alan olmaktadır. Muhtemelen bu alanda toprak derinliği diğer alanlardan daha fazla olduğundan tuzların 60-90 cm'e kadar yıkanabildiğini göstermektedir.



ekil 4.63. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların pH de erlerinin da ılımları

4.4.4. Elektriksel İletkenlik (EC) Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Elektriksel iletkenlik toprak tuzluluk sınıflamasında en önemli parametrelerden birisidir. Tuzlu topraklar genellikle drenaj yolları tam olu mamı ve ya ı n çok az oldu u alanlarda meydana gelmektedir (Faritfeh ve ark., 2005). Çalı ma alanında ya ı ların çok az, drenajın zayıf olması ve 60 cm'den sonra farklı derinliklerde görülen petrokalsik horizonunun varlı ı tuzlulu a neden olan önemli faktörlerdendir. Tuzlu topraklar yüksek derecede çözünmü tuzlardan meydana gelir. Tuzlu alanlarda yeti en bitkiler toprakta fazla çözünmü tuzların bulunmasından dolayı kökleri ile uygun bir ekilde toprak çözeltisindeki besin elementlerini absorbe edemezler. Dolayısıyla bu tuz solüsyonları bitkiler açısından zararlı bir etki yaratmaktadır. Tuzların bitkiler üzerindeki di er bir etkisi de spesifik tuzların bitkiler üzerindeki toksik etkisidir. Sodyum, klor ve bor gibi bazı elementler bitkiler üzerinde toksik etki yaratmaktadır. Bu nedenlerden dolayı tuzlu alanlarda bitkilerin yeti mesi güçle ir (Corvin ve ark., 2003; Seeboonruang, 2007; Shamim ve Akae, 2009).

Elektriksel iletkenlik için elde edilen model ve bu modellerden elde edilen parametreler Çizelge 4.73'te verilmi tir. Yüzey ve yüzey altı (60-90 cm) için küresel model, yüzey altı (30-60 cm) için üssel model belirlenmi tir (ekil 4.64). Olu turulan semivaiogram modellerinde yüzey için 1908 m'de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 1386 m ve 60-90 cm derinlik içinde 4670 m'de range de erine ula ılmı tir (Çizelge 4.73). Yapılan birçok çalı mada her bir de i ken için iki örnek arasında bir korelasyonun olup olmadı nın çalı ma yapılan alanın büyüklü üne ba lı olarak de i kenlik gösterdi i görülmü tür. Örne in Jordan ve ark., (2004), tuzlu alkali topraklar üzerinde yaptıkları çalı mada uzaysal ba ımlılı ı EC için 26 km, Liu ve ark., (2007), 410,9 m, Pedreno ve ark., (2007), 26,2 km, Kavianpoor ve ark., (2012) 273,8 m ve Emadi ve ark., (2008), 1,6-2,1 km arasında de i ti ini rapor etmi tir. Pedreno ve ark., (2007) yaptıkları bu çalı mada bu denli uzun mesafelerde EC için bir uzaysal ba ımlılı ın varlı ını toprak profilinde tuzların yıkanıp uzakla ması için yeterince ya ı n olmaması ve toprak profilinde tuzların birikmesinden kaynaklandı nı rapor etmi tir. Aynı ana materyaller üzerinde olu mu , benzer fiziksel özelliklere sahip ve yıllık ya ı toplamı aynı olan alanlarda örnekler arası benzerlik çok uzun mesafelerde de i im göstermeyebilir. Ancak ana materyal ve fiziksel özelliklerdeki de i kenliklerin

yanı sıra aynı alanda farklı amenajman uygulamaları örnekler arasındaki benzerliğin çok kısa mesafelerde bile farklı olmasına neden olabilmektedir. Çalışma alanı topraklarının benzer ana metaryal üzerinde olması, yıllık yağış miktarının düşük ve alanda herhangi bir tarımsal üretimin yapılmaması olması uzun mesafelerde bile örnekler arasında bir benzerliğin görülmesine neden olmuştur. Örnekler arası uzaysal bağımlılığı ifade eden nugget/sill değerini incelediğimizde derinlikle beraber uzaysal bağımlılığın azaldığı görülmektedir. Yüzeyle kuvvetli bir uzaysal bağımlılık (% 20,96) söz konusu iken yüzeyle altındaki her iki derinlik içinde (%41,25 ve %41,83) orta düzeyde bir uzaysal bağımlılık söz konusudur.

Çizelge 4.73. EC içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

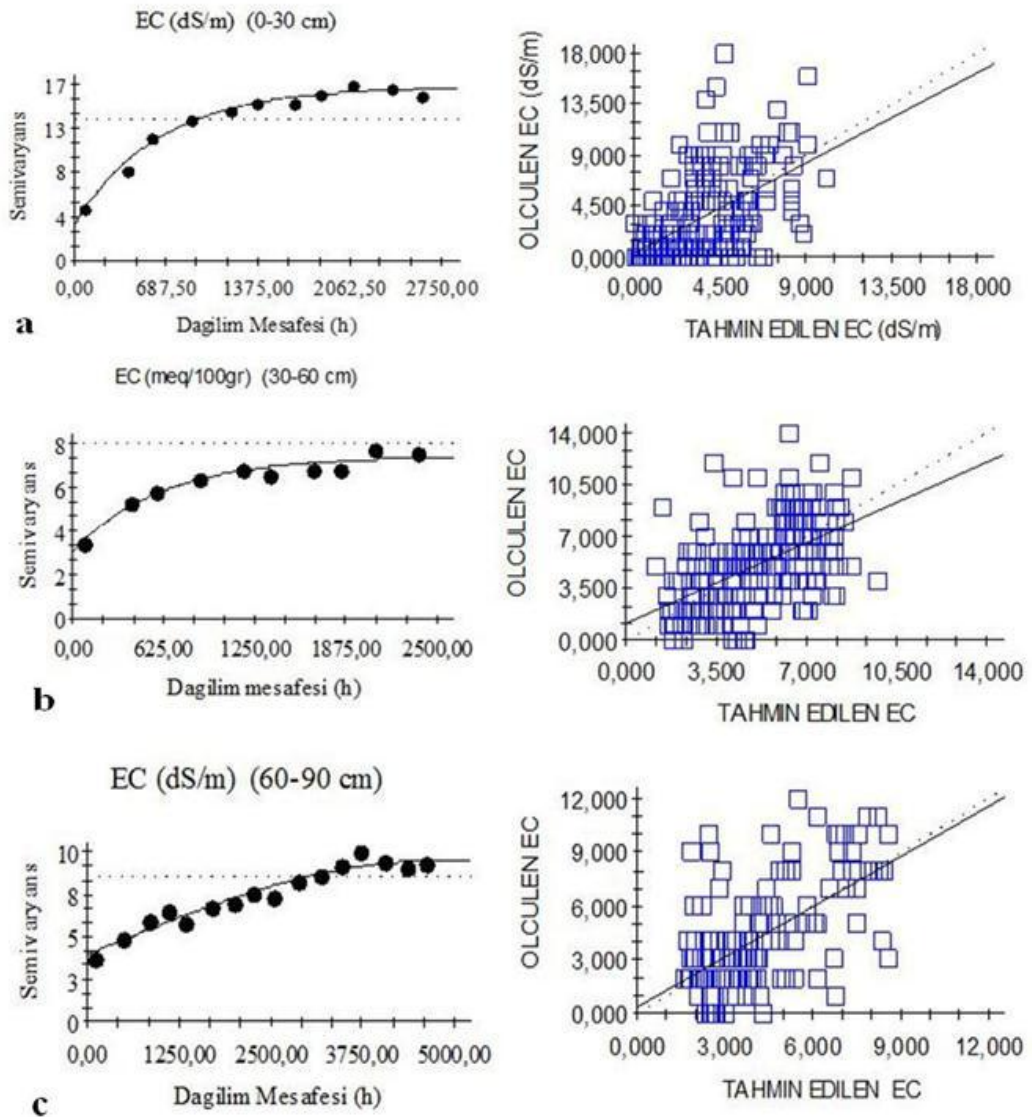
Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B (%)	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz (r ²)
EC	0-30	Küresel	3,500	16,70	20,96	1908	0,98	2,28	0,31
	30-60	Üssel	3,160	7,66	41,25	1836	0,95	0,765	0,27
	60-90	Küresel	4,070	9,73	41,83	4670	0,95	2,64	0,35

U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı,

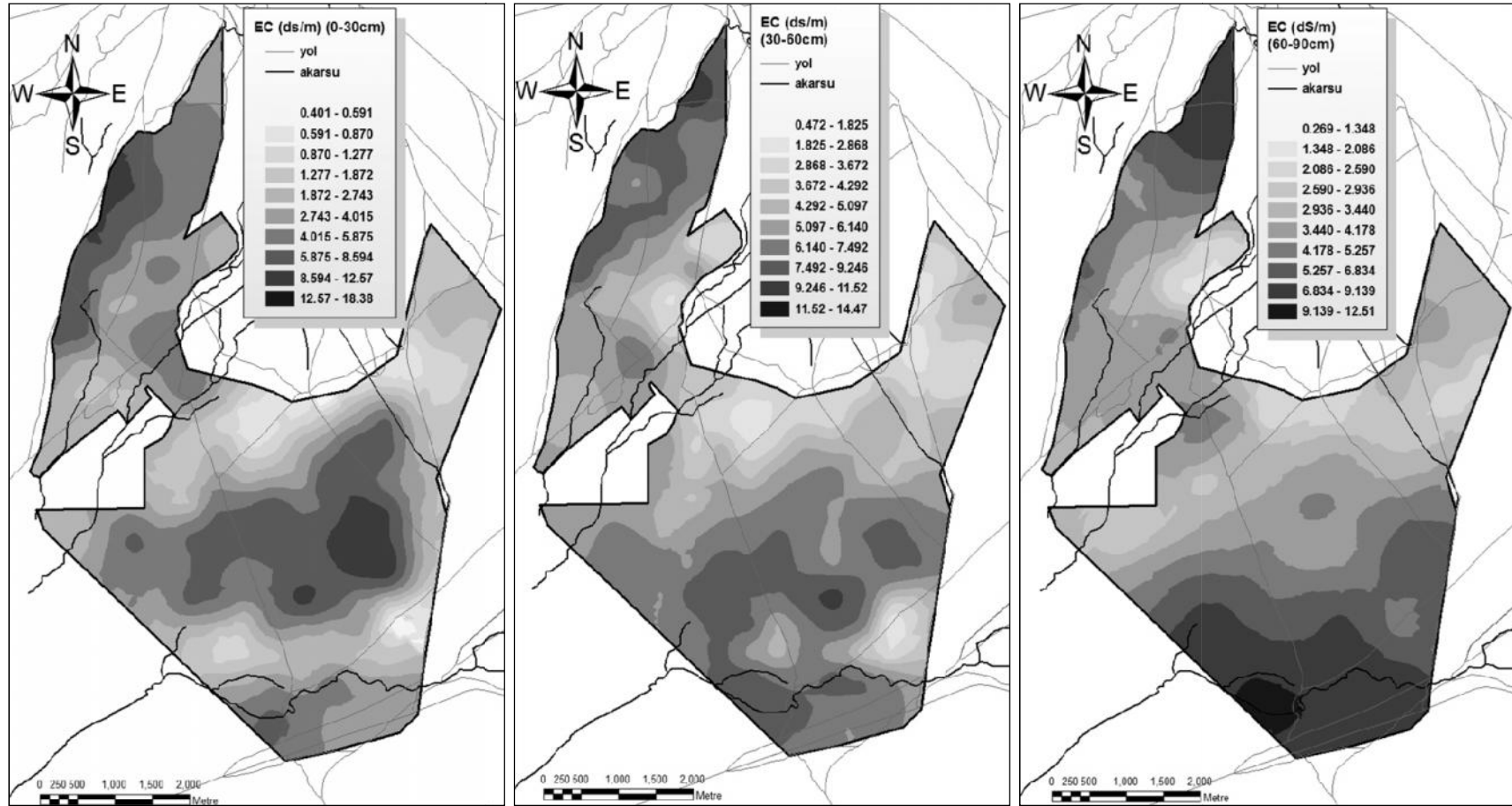
EC içeriklerine ait semivariogramlar incelendiğinde her üç derinlikte elde edilen modellerde ilk başta örnekler arasında benzerliğin mesafeyle beraber azaldığı 0-30 cm'de 2250 m (ekil 4.64a), 30-60 cm'de 1250 m (ekil 4.64b) ve 60-90 cm'de 3750 m'den (ekil 4.64c) sonra örnekler arası benzerliğin de imedi görülmektedir.

Elektriksel iletkenlik (EC) içeriğine ait her üç derinlik için ayrı ayrı oluşturulan tahmin haritaları ekil 4.81'de verilmiştir. EC içerikleri 0-30 cm'de 0,40-18,38 dS/m arasında, 30-60 cm'de 0,47-14,47 dS/m arasında ve 60-90 cm'de 0,26-12,51 dS/m arasında değişim göstermektedir. EC için oluşturulan tahmin haritalarına bakıldığında arazinin büyük çoğunluğunun tuzlu olduğu görülmektedir. Yüzeyle topraklarında tuzluluğun en az olduğu toprak serisi Çobul serisi olmakla beraber bu seriden itibaren Karadeli ile Kızılkuyu serilerinin Kuzey kısımlarını içine alan ve Doğu-Batı yönünde uzanan iki farklı alanda da düşük tuz içeriği olduğu görülmektedir. Her üç derinlik için oluşturulan tahmin haritaları karılaştırıldığında tuzluluk sorununun yoğun olduğu katman toprak yüzeyinden ilk 60 cm olmakla beraber arazi boyunca önemli bir değişkenlik gözlemlenmiştir. 60-90 cm toprak derinliğinde ise özellikle çakılma alanının Kuzeyinde yer alan Kızılcıca ve Güneyinde yer alan Kızılkuyu serilerinde tuz içeriklerinin 6 dS/m ile

12 dS/m arasında de ğ i ti ğ i görülmektedir. Bu durum bu alanlardan derinlere do ğ ru daha fazla yıkanmanın oldu ğ una ğ iaret etmektedir (ekil 4.65). Ayers ve Westcot (1989)'da toprak tuzlulu ğ u 1 dS/m'in altında tuzlulu ğ a duyarlı bitkilerin etkilendi ğ i, 1-3 dS/m toprak tuzlulu ğ u aralı ğ ında orta derece duyarlı bitkiler, 3-6 dS/m toprak tuzlulu ğ u aralı ğ ında orta derecede toleranslı bitkilerin ve 6-10 dS/m toprak tuzlulu ğ u aralı ğ ında ise toleranslı bitkilerin tuzluluktan etkilendi ğ i belirtilmi tir. Ayers ve Westcot (1989)'un yaptı ğ ı bu sınıflamaya göre çalı ma arazisinin neredeyse tamamında kültür bitkilerinin tuzdan etkilenece ğ i görülmektedir.



ekil 4.64. Elektriksel iletkenli(a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do ğ rulama grafikleri



ekil 4.65. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Elektriksel letkenliklerinin dağılımları

4.4.5. Bor içeri in Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Bor, bitkilerin optimum geli im göstermesi için önemli mikro besin elementlerinden biri olmakla beraber toprakta en fazla noksanlı ı görülen mikro bitki besin elementlerinden biridir (Shorrocks, 1997). Bor toksitesi di er pek çok elementin toksisitesinden daha önemlidir. Çünkü bitkiler için optimum bor miktarı ile zararlı olacak toksik seviye arasındaki fark çok azdır. Toprakta bitkilerce alınabilir bor miktarı 1 ppm'den dü ük ise bor noksanlı ı, 5 ppm'den yüksek ise bor fazlalı ı söz konusu olabilmektedir (Rashid ve Ryan, 2004). Bor için olu turulan model ve bu modellerden elde edilen parametreler Çizelge 4.74'te verilmi tir. Yüzey ve yüzey altı (30-60 cm) için kuramsal model, yüzey altı (60-90 cm) için küresel model belirlenmi tir. Uzaysal ba ımlılık bakımından ilk 30 cm'de (%32,61) ve 30-60cm'de (%26,91) orta düzeyde bir uzaysal ba ımlılık gözlemlenirken 60-90 cm derinlikteki toprak örnekleri (% 13,06) için kuvvetli bir uzaysal ba ımlılık belirlenmi tir. Uzaysal ba ımlı ın mesafesini gösteren range de erleri yüzeyde 1340,6 m yüzey altı 30-60 cm'de 6683 m ve yüzey altı 60-90 cm'de 3413 m olarak elde edilmi tir. Ayrıca bor içeriklerinde derinlikle beraber uzaysal ba ımlı ın artı ı görülmektedir (Çizelge 4.74). Ardahanlı lu ve ark., (2002), I dır ovasında 25 000 ha'lık bir alanda bor içeri inin uzaysal de i kenli i üzerine yaptıkları çalı mada 0-30 cm için 598 m, 30-60 cm için 641 m ve 60-90 cm için 560 m range de erleri elde etmi lerdir. Yapılan bu çalı mada bor içeri inin uzun mesafelerde bir uzaysal ba ımlılık göstermesini pH, EC ve de i ebilir Na içeri i ile ili kilendirilmi tir.

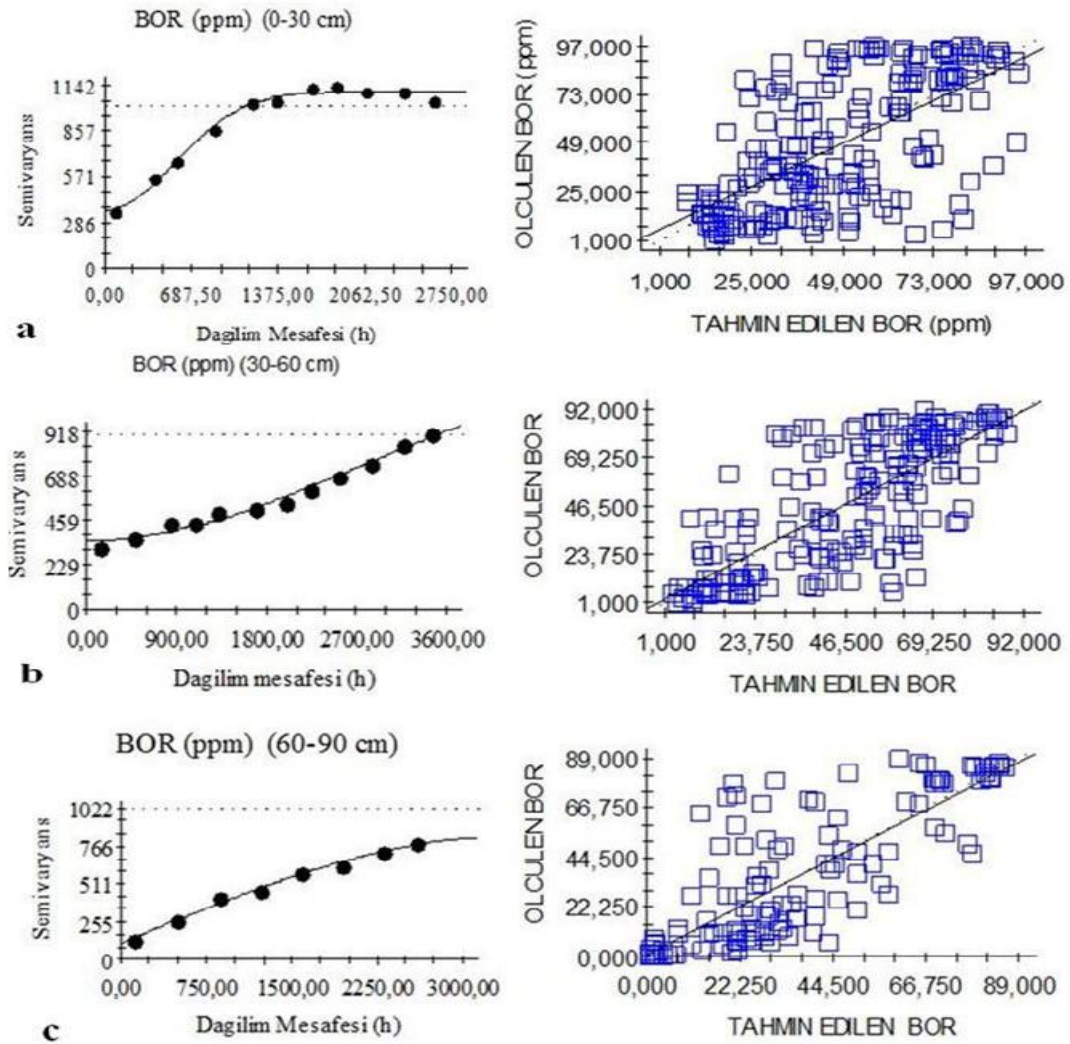
Çizelge 4.74. Bor içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
BOR	0-30	Kuramsal	360,000	1104,00	32,61	1340,6	0,99	8089	0,41
	30-60	Kuramsal	356,000	1322,9	26,91	6683	0,98	7413	0,59
	60-90	Küresel	109,000	834,3	13,06	3413	0,99	3434	0,70

U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

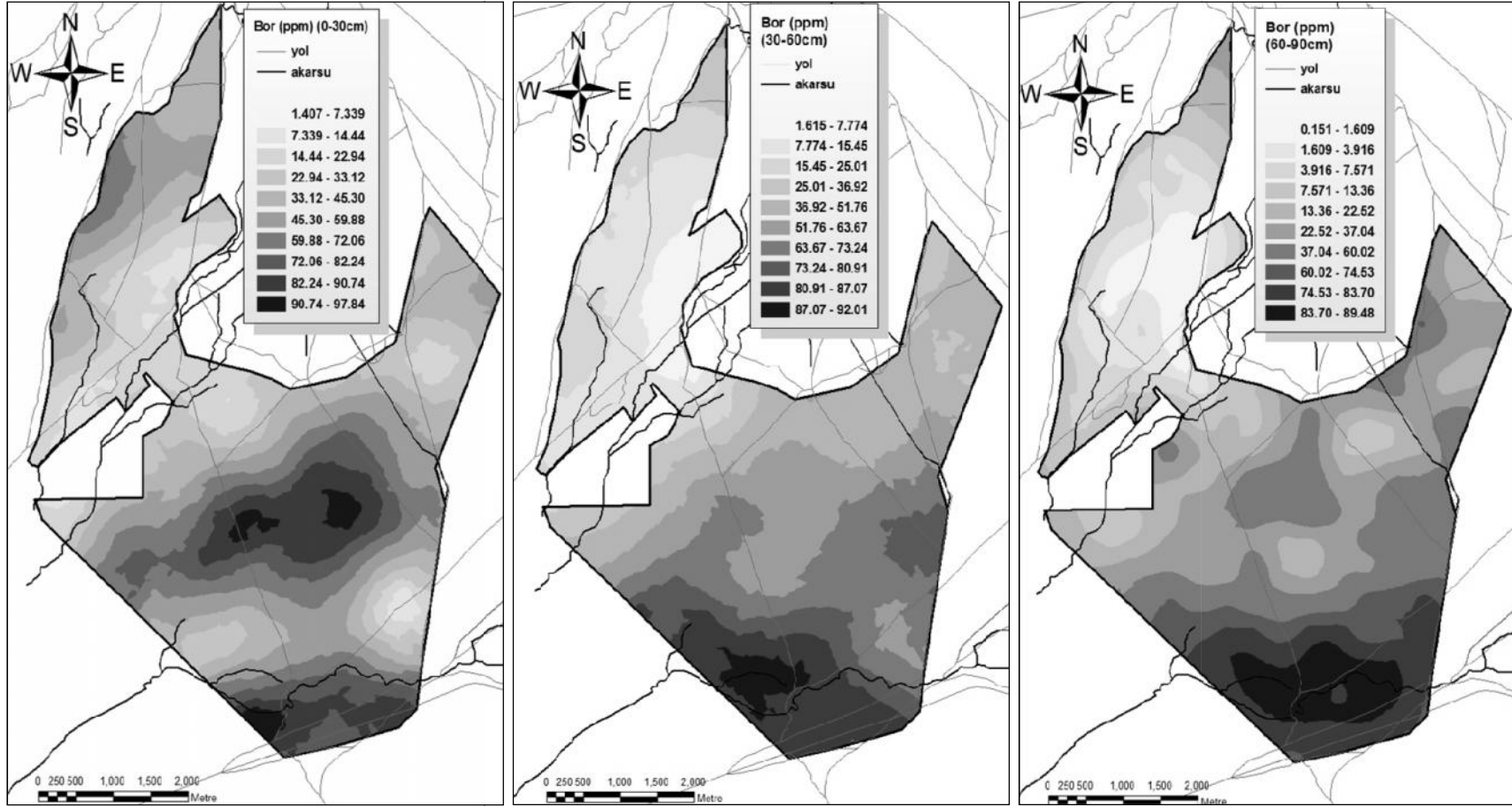
Xu ve ark., (2001)'de yaptıkları çalı mada bor içeri ini etkileyen özelliklerin toprak reaksiyonu (pH), toprak tekstürü, organik madde, toprak nemi ve toprak sıcaklı ı oldu unu rapor etmi lerdir. Çalı ma alanı topraklarının tuzlu alkali karakterde ve pH de erlerinin genel olarak 8-10 arasında de i im göstermesi, alanda bor absorpsiyonunun artmasına neden olmu tur. Bu nedenle uzun mesafelerde bor içeri i bakımından

örnekler arası benzerliğin varlığından sözü edilebilir. Bor içeriklerine ait semivariogramlar incelendiğinde yüzeyde örnekler arasında benzerliğin mesafeyle beraber 1250 m'ye hızlı bir şekilde azaldığı, 1250-2500 m arasında bu benzerliğin çok fazla düştüğü ancak 2500 m'den sonra benzerliğin tekrardan arttığı görülmektedir (ekil 4.66a). Yüzey altı 30-60 cm derinlikte toprak örnekleri arasındaki benzerlik, 900 m'ye kadar yavaş yavaş azalırken 900 m'den sonra hızlı bir şekilde azalmaya başlamıştır. Buda ilk örnek ile son örnek arasında farklılığın arttığını göstermektedir (ekil 4.66b). Yüzey altı (60-90 cm)'de oluşturulan model incelendiğinde elde edilen range değerine kadar sürekli olarak örnekler arasındaki benzerliğin azaldığı görülmektedir (ekil 4.66c).



ekil 4.66. Bor (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeriğine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri

Bor içeriği için oluşturulan tahmin haritaları ekil 4.67'de verilmiştir. Oluşturulan tahmin haritalarına göre bor içerikleri 0-30 cm'de 1,41-97,84 ppm arasında, 30-60 cm'de 1,62-92,01 ppm arasında ve 60-90 cm'de 0,15-89,48 ppm arasında değişim göstermektedir. Bor için oluşturulan tahmin haritaları incelendiğinde kil içeriğinin yüksek olduğu Acir, Karadeli ve Kızılkuyu serilerinde bor içeriklerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Ancak derinlikle beraber Acir ve Karadeli serilerinde bor içeriği azalma görülürken Kızılkuyu serisinde bor içeriği artmıştır. Daha önce verilen kil tahmin haritaları incelendiğinde çalınma alanının Güneyinde 60-90 cm'de kil içeriğinin çok yüksek olduğu görülmüştür (ekil 4.54). Özellikle de kil içeriğinin yüksek olduğu bu alanda bor içeriğinin de yüksek olduğu görülmektedir (ekil 4.67). Öte yandan Acir ve Karadeli serilerinde yüzey altında bor içeriklerinin yüzeye göre düşük olması bu katmanlarda kil içeriğinin azalmasıyla açıklanabilir. Wear ve ark., (1962), Singh ve ark., (1976), Gupta, (1968), Bhatnager ve ark., (1979) ve Fleming ve ark., (1980), toprakta kum içeriğinin artmasıyla bor'un hareketliliğinin artması ve çözeltideki konsantrasyonunun azaldığı, kil içeriğinin artmasıyla hareketliliğinin azaldığı ve adsorbe edilen bor miktarının artması rapor etmişlerdir. Öte yandan Goldsberg (1997), toprak pH'sının artmasıyla toprak bor içeriğinin artmasını rapor etmiştir. Çalınma alanında görülen yüksek pH değerleri ve Acir, Karadeli ve Kızılkuyu serilerinde görülen yüksek kil içerikleri toprakta bor absorpsiyonunun artmasına neden olmuştur.



ekil 4.67. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Bor içeriklerinin dağılımları

4.4.6. Organik Maddenin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprak organik maddesi topra ın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli etkilerde bulunmaktadır. Toprakta iyi bir strüktür olu umu, agregatların stabil hale gelmesi, topra ın su tutma kapasitesi ve havalanması gibi fiziksel özellikler toprak organik maddesiyle do rudan ili kilidir (Dexter ve ark., 2008). Organik maddenin toprakta negatif yük kayna ı olması nedeniyle katyon de i im kapasitesi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Tan ve Dowling, 1984). Toprakta bulunan organik maddelerin ayrılması sırasında açığa çıkan organik bileşikler, toprakta bitkiler tarafından alınamaz formdaki bitki besin maddelerinin alınabilir forma dönüşmesini sa laması yanı sıra kil yüzeylerini bir film gibi sararak besin maddelerinin killer tarafından fiksasyonunu azaltmakta ve bitkiler tarafından alınamaz konuma dönüşmesini engellemektedir. Organik madde için oluşturulan model ve bu modellerden elde edilen parametreler Çizelge 4.75'te verilmiştir. Yüzey için küresel model belirlenirken yüzey altı her iki derinlik için üssel model belirlenmiştir. Uzaysal ba ımlılık bakımından 60-90cm'de (%0,50) çok kuvvetli bir ba ımlılık söz konusu iken yüzey (%41,81) ve yüzey altı (30-60 cm) (%52,01) orta düzeyde bir uzaysal ba ımlılık gözlemlenmektedir. Organik madde için oluşturulan semivariogram modellerinde yüzey için 5470 m'de range de erine ulaşılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 1566 m ve 60-90 cm derinlik içinde 1440 m'de range de erine ula ılmıştır (Çizelge 4.75). Elde edilen bu range de erlerine göre çalı ma alanında derinlik arttıkça uzaysal ba ımlılı ın olduğu mesafenin azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla organik madde için yüzey topraklarında yüzey altına göre daha uzun mesafelerde uzaysal ba ımlılık belirlenmiştir. Gökalp ve ark., (2010) 2 800 ha'lık tuzlu-alkali bir alanda yaptıkları çalı mada organik maddenin mesafeye ba lı de i imini ara tırırken 0-30 cm için range de erini 2 600 m, 30-60 cm için range de erini 3 000 m olarak belirlemi lerdir. Yapılan bu çalı mada toprak organik maddesinin vegetasyon yo unlu u ile ili kili olduğu rapor etmi lerdir. Ayrıca Xu ve ark., (2007), 1039 km²'lik bir alanda yaptıkları çalı mada toprak organik maddesinin mesafeye de i imini ara tırırken range de erini 32 km olarak rapor etmi lerdir. Mesafeye ba lı olarak organik madde içeriklerindeki de i kenli in nedenini farklı vegetasyon, vegetasyon yo unlu u ve farklı amenajman uygulamalarından kaynaklandığını rapor etmi lerdir.

Çalı ma alanı toprakları tuzlu alkali karakterde oldu undan organik madde bakımından fakir ve benzer özellikler göstermektedir.

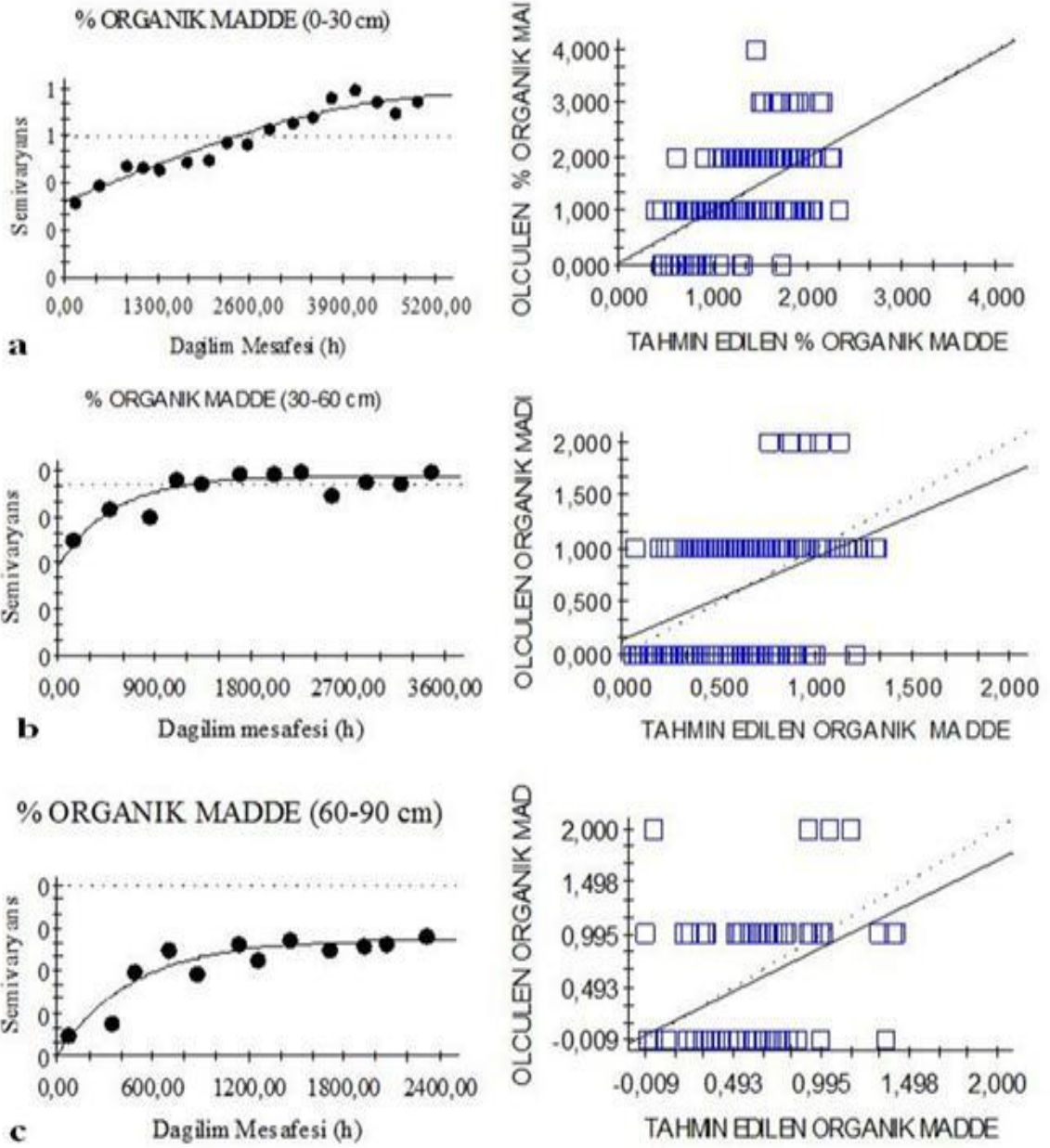
Çizelge 4.75. Organik Madde (OM) içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
O.M.	0-30	Küresel	0,309	0,74	41,81	5470	0,93	0,0201	0,31
	30-60	Üssel	0,168	0,323	52,01	1566	0,79	0,00369	0,15
	60-90	Üssel	0,001	0,18	0,50	1440	0,86	0,00386	0,38

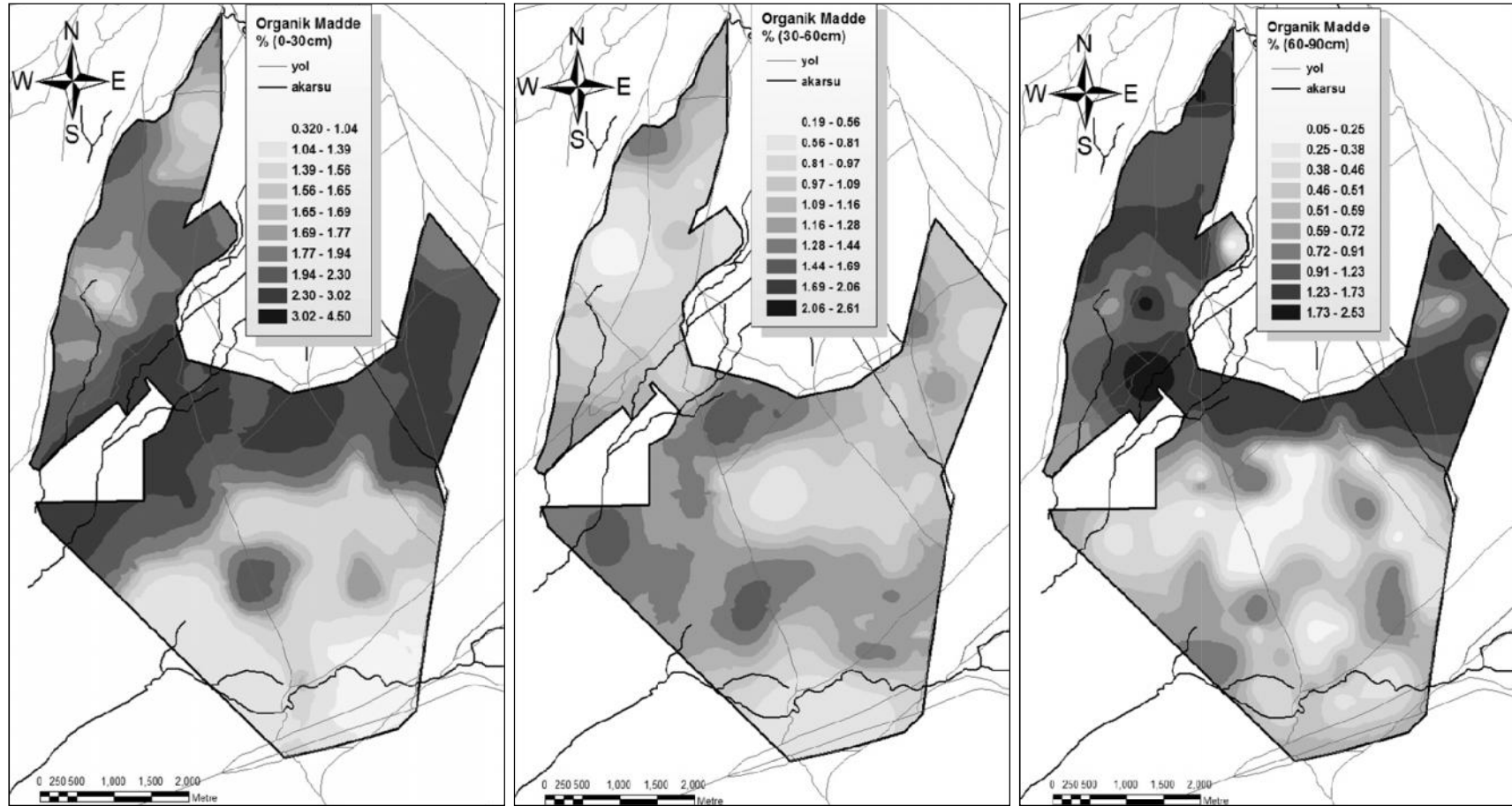
U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

Organik madde içeriklerine ait semivariogramlar incelendi inde yüzeyde örnekler arasında benzerli in mesafeyle beraber azaldı ı görülmektedir (ekil 4.68a). Yüzey altı 30-60cm ve 60-90 cm'de toprak örnekleri arasındaki benzerlik 1 200 m'ye kadar yava yava azalırken 1 200 m'den sonra örnekler arasındaki benzerlik de i memi tir (ekil 4.68b,c).

Organik madde içeri ine ait her üç derinlik için ayrı ayrı olu turulan tahmin haritaları ekil 4.69'da verilmi tir. Çalı ma alanı organik madde içerikleri 0-30 cm'de % 0,32-4,50 arasında, 30-60 cm'de % 0,19-2,61 arasında ve 60-90 cm'de % 0,055-2,53 arasında de i im göstermektedir. Organik madde için olu turulan tahmin haritaları incelendi inde Kuzey'den Güney'e do ru gidildikçe organik madde içeri inin azaldı ı görülmektedir. Her üç derinlik için üretilen tahmin haritalarında organik madde de i iminin 0-30 cm ve 60-90 cm'de birbirine çok benzer oldu u görülmektedir. Genel olarak toprak profilinin üst katmanlarından alt katmanlara do ru inildikçe organik maddenin azaldı ı bilinmektedir. Ancak daha öncede de inildi i gibi çalı ma alanında toprak profili tanımlanırken Kızılca serisi toprak profilinde 99-132 cm arasında gömülü bir A horizonun varlı ı tespit edilmi tir. Çalı ma esnasında di er seri profilleri tanımlanırken gömülü bir A horizonu tanımlanmamı tır. Ancak ara kontroller arasında burğu ile alınan örneklere ait veriler analiz edilip tahmin haritaları olu turduktan sonra bu gömülü horizonun Kızılca serisi yanı sıra Tektome ve Çobul serilerinde de 60 cm derinlikten sonra mevcut oldu u tespit edilmi tir. Çalı ma alanında gömülü A horizonun bu üç seriyi içine alacak ekilde Do u-Batı yönünde bir olu um gösterdi i tahmin haritalarından okunmaktadır (ekil 4.69).



ekil 4.68. Organik madde (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri



ekil 4.69. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Organik madde içeriklerinin da ılımları

4.4.7. Kireç içeriğinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması

Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında fazla bulunan kireç çoğunlukla kalsit (CaCO_3) veya dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) formunda bulunmaktadır (Leytem ve Mikkelsen 2005). Kalsit ve dolomit formunda bulunan kireç bitkilerin gelişimeleri için gereksinim duydukları Ca ve Mg bakımından depo kaynağı görevi alması yanı sıra çimentolayıcı bir özellik taşıması ile de toprağın fiziksel özelliklerinden agregatlaşma üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Dontsova ve Norton 2001). Bu güne kadar yapılan birçok çalışmada kireğin toprağın kimyasal özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda toprakta kireç birikiminin toprak pH'sına ve bitki besin elementi alımına önemli etkilerde bulunduğu rapor edilmiştir. Toprakta bulunan kireç kalsit formunda olduğunda pH 7 ile 8,5 arasında değişim göstermektedir. Ancak toprakta Na_2CO_3 (Sodyum karbonat) hâkim duruma geçtiği zaman toprak pH'sı 8,5'un üzerine çıkmaktadır (Suarez 1995). Kireçli topraklarda çözünmüş formdaki fosfor, katı fazdaki kalsiyum fosfatları kontrolü altındadır ve bilindiği gibi fosfor toprakta çeyrekli formlara dönüştürerek bitkiler için yararlı hale gelebilmektedir. Fosfor toprakta kalsiyum ile birleşerek çözünürlüğü çok az olan kalsiyum fosfatları oluşturur. Bu durumda bitkiler toprakta mevcut bulunan fosfordan faydalanamazlar ve bitkilerde fosfor noksanlıkları görülür. Ancak kireçli topraklar iyi bir şekilde yönetilirse tarımsal açıdan çok verimlidirler (Leytem ve Mikkelsen 2005).

Çalışma alanı topraklarının kireç içeriği için oluşturulan model ve bu modellerden elde edilen parametreler Çizelge 4.76'da verilmiştir. Yüzey için küresel model belirlenirken yüzey altı her iki derinlik için kuramsal model belirlenmiştir. Uzaysal bağımlılık bakımından her üç derinlikte kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermiştir. Kireç içeriği için oluşturulan semivariogram modellerinde yüzey için 4560 m'de range değerine ulaşırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 6211 m'de ve 60-90 cm derinlik içinde 7569,1 m'de range değerine ulaşmıştır (Çizelge 4.76). Elde edilen bu range değerlerine göre çalışma alanında derinlikle beraber uzaysal bağımlılığın olduğu mesafenin arttığı görülmektedir. Çalışma alanında kireç içeriği için bu denli uzun mesafede uzaysal bağımlılığın olması ana materyalin kireççe zengin olmasından ileri gelmektedir. Dolayısıyla çok uzun mesafelerde bile örnekler arasında biriliğin var olduğu tespit edilmiştir. Kavianpoor ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada kireç içeriği

için range de erini 910,90 m olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada kireç içeriği için elde edilen uzun mesafeli uzaysal bağımlılığın toprağın tekstüründen ve minerolojisinden kaynaklandığı rapor edilmiştir.

Çizelge 4.76. Kireç içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

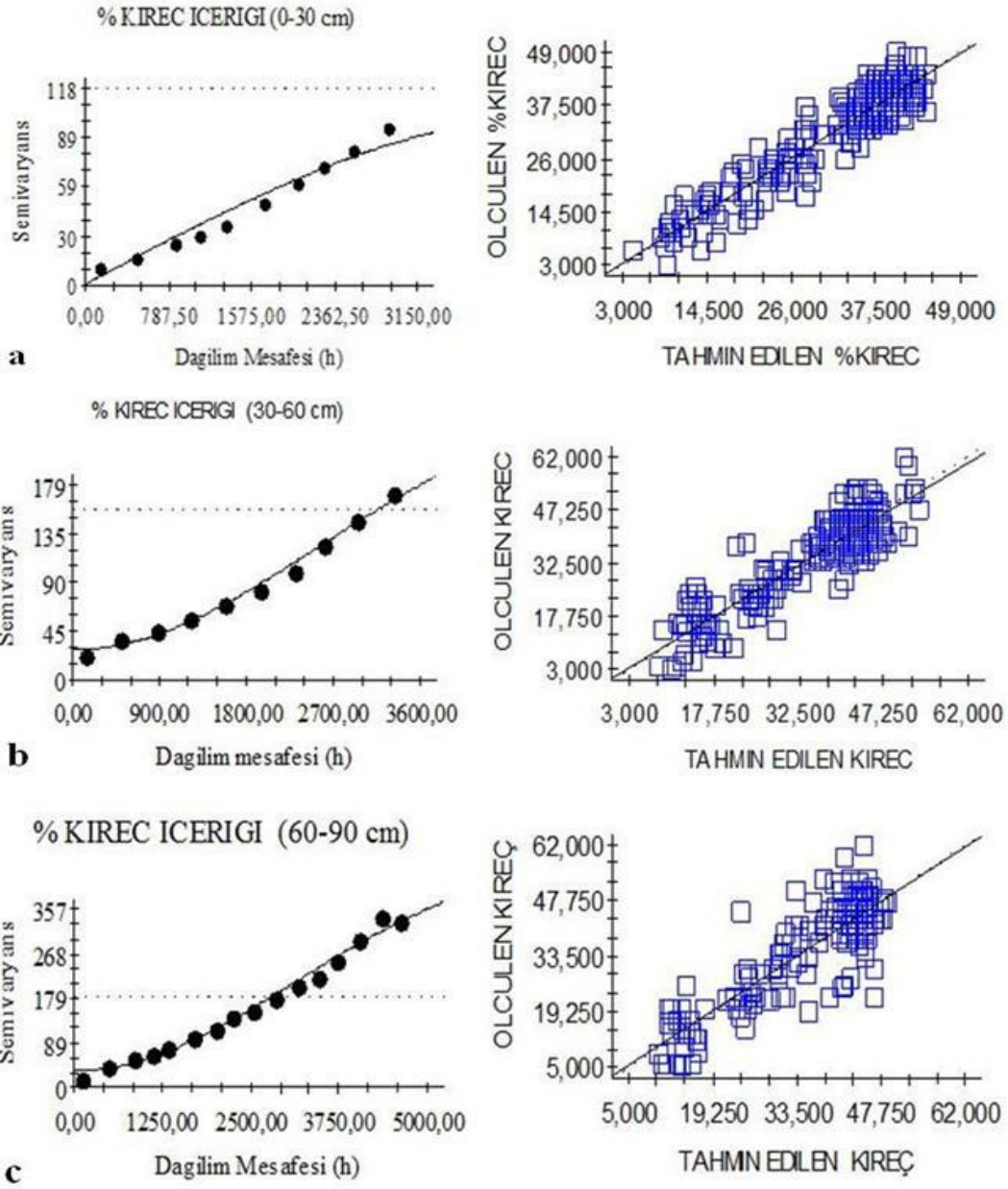
Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r^2	RSS	Çapraz De er. (r^2)
K REÇ	0-30	Küresel	1,100	103,20	1,07	4560	0,96	297	0,88
	30-60	Kuramsal	27,800	266,5	10,43	6211	0,99	257	0,78
	60-90	Kuramsal	33,000	476,9	6,92	7569,1	0,99	1990	0,72

U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

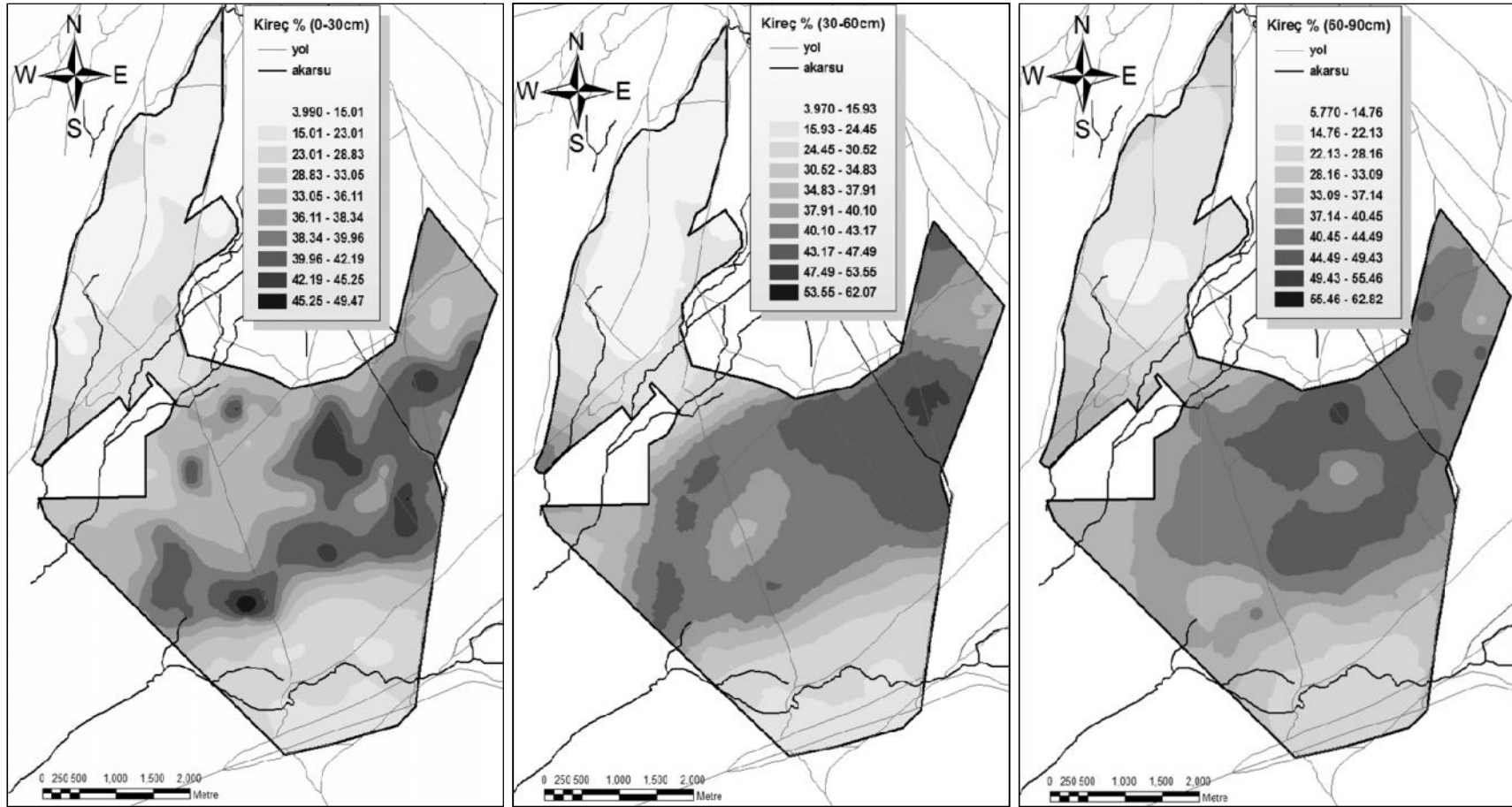
Kireç içeriklerine ait semivariogramlar incelendiğinde her üç derinlikte örnekler arası benzerliğin ilk başlarda çok az azaldığı 1 000 m'den sonra örnekler arası ilişkinin mesafeyle beraber biraz daha hızlı azaldığı görülmektedir (ekil 4. 70a,b,c).

Arazide ölçüm yapılmayan noktalar için veriler tahmin edildikten sonra kireç içeriğinin alandaki de işimini gösteren tahmin haritaları oluşturulmuştur (ekil 4.71). Çalışma alanı topraklarının kireç içerikleri 0-30 cm'de %3,99-49,47 arasında, 30-60 cm'de %3,97-62,07 arasında ve 60-90 cm'de %5,77-62,82 arasında de işim göstermektedir (ekil 4.71). Her üç derinlik için oluşturulan tahmin haritalarında kireç içeriğinin Kuzey-Doğu ve Güney-Batı hattı boyunca yüksek de erlere sahip olduğu görülmektedir. Çalışma esnasında sınıflandırılan bu alanlar Çobul, Karadeli, Leben ve Acir serilerinden oluşmaktadır. Kihshuk (2000)'in yaptığı sınıflamaya göre bu seriler çok yüksek kireç içeriklerine sahiptir. Yüksek kireç içeriğine sahip bu alanlardan Kuzeye ve Güneye doğru gidildikçe kireç içeriklerinin her üç derinlik içinde azaldığı tespit edilmiştir (ekil 4.71).

Çalışma alanı eski göl tabanı üzerinde oluşmuş lakustrin özellikteki ana materyale sahiptir. Gölün orta kısmı olarak düşünülen kireççe zengin bu alan ince bünyeli ve lakustrin ana materyale sahip olduğundan yüksek kil içeriğine sahip olmuştur. Ayrıca çalışma alanında Kızılkuyu serisi olarak tanımlanan arazinin Güney'inde kil içeriğinin % 70'in üzerinde olmasına rağmen kireç içeriğinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bu durum Kızılkuyu serisinin toprak derinliğinin fazla olmasından ve kirecin yıkama örnekleme derinliklerinin alt kısımlarında birikmesinden ileri gelmektedir.



ekil 4.70. Kireç (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeriğine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri



ekil 4.71. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Kireç içeriklerinin dağılımları

4.4.8. Fosfor İçeriğinin Mesafeye Bağlı Değişiminin Modellenmesi ve Haritalanması

Fosfor (P) bitki gelişimi için mutlak gerekli olan elementlerden biri olduğundan toprakta optimum düzeyde olması gerekir. Ancak toprakların toplam fosfor kapsamları oluşturan ana materyal yanı sıra uygulanan amanjmanlar nedeniyle büyük farklılıklar göstermektedir. Genellikle kireç taşı, marn ve benzeri materyallerden oluşan toprakların toplam fosfor kapsamları kireçsiz materyallerden oluşan toprakların toplam fosfor kapsamlarına göre daha yüksektir. Bunun nedeni kireçli materyallerde bulunan kalsiyum karbonatın orijininin kalsiyum ve fosforca zengin, suda çözünmeyen canlıların kalıntıları, iskelet ve kabuklarından meydana gelmesidir (Frossard, ve ark., 2000; George, ve ark., 2003). Çalılık alanının eski göl yatağı üzerinde oluşması fosfor içeriği bakımından yüksek olmasına neden olmuştur. Fakat çalılık alanı topraklarının kireçce zengin olması yanı sıra yüksek pH değerlerine sahip olması mevcut fosforun bitkiler tarafından alınmasını güçleştirmektedir. Çalılık alanı topraklarının fosfor içeriği için oluşturulan model ve bu modellerden elde edilen parametreler Çizelge 4.77’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre her üç derinlik için üssel model belirlendiği gibi uzaysal bağımlılık bakımından her üç derinlikte kuvvetli uzaysal bağımlılık göstermiştir. Fosfor için oluşturulan semivariogram modellerinde yüzey için 270 m’de range değerine ulaşılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 357 m’de ve 60-90 cm derinlik içinde 303 m’de range değerine ulaşılmıştır (Çizelge 4.77). Çalılık alanında fosfor içeriği için uzaysal bağımlılık diğer özelliklere göre çok daha kısa mesafelerde elde edilmiştir. Bu da çalılık alanında toprak örneklerinin fosfor içeriği bakımından deşiken olduğunu ve çok uzun mesafelerde örnekler arası ilişkilerin bulunmadığını göstermektedir.

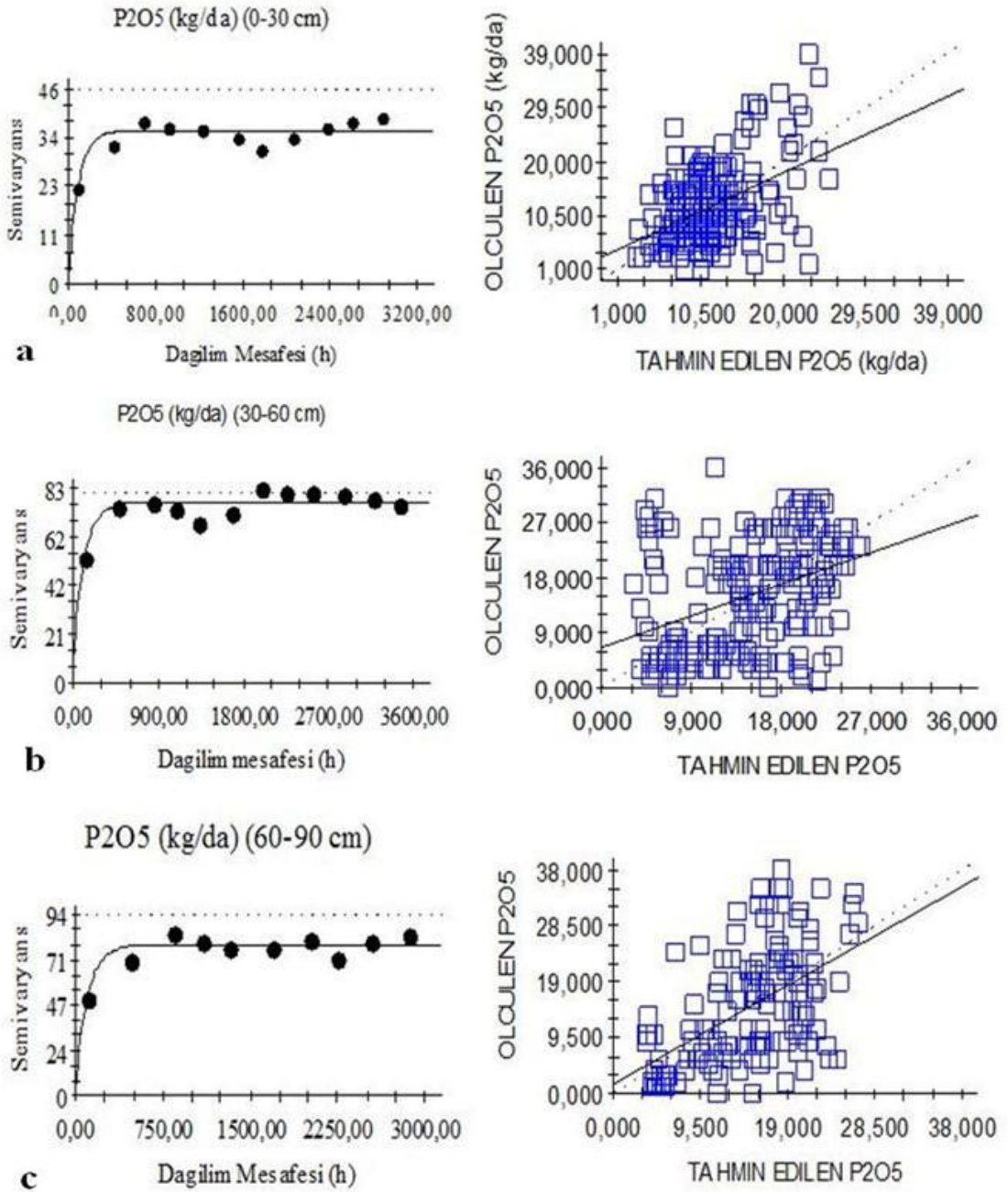
Çizelge 4.77. Fosfor içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r^2	RSS	Çapraz Değer. (r^2)
P ₂ O ₅	0-30	Üssel	0,100	35,76	0,28	270	0,75	53,2	0,21
	30-60	Üssel	7,000	77,32	9,05	357	0,73	195	0,14
	60-90	Üssel	0,100	78,07	0,13	303	0,79	191	0,30

U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

Fosfor için oluşturulan semivariogramlar incelendiğinde yüzey ve yüzey altı (30-60 cm) modellerde örnekler arası ilişkilerde çukur etkisi bulunduğu görülmektedir. Daha öncede

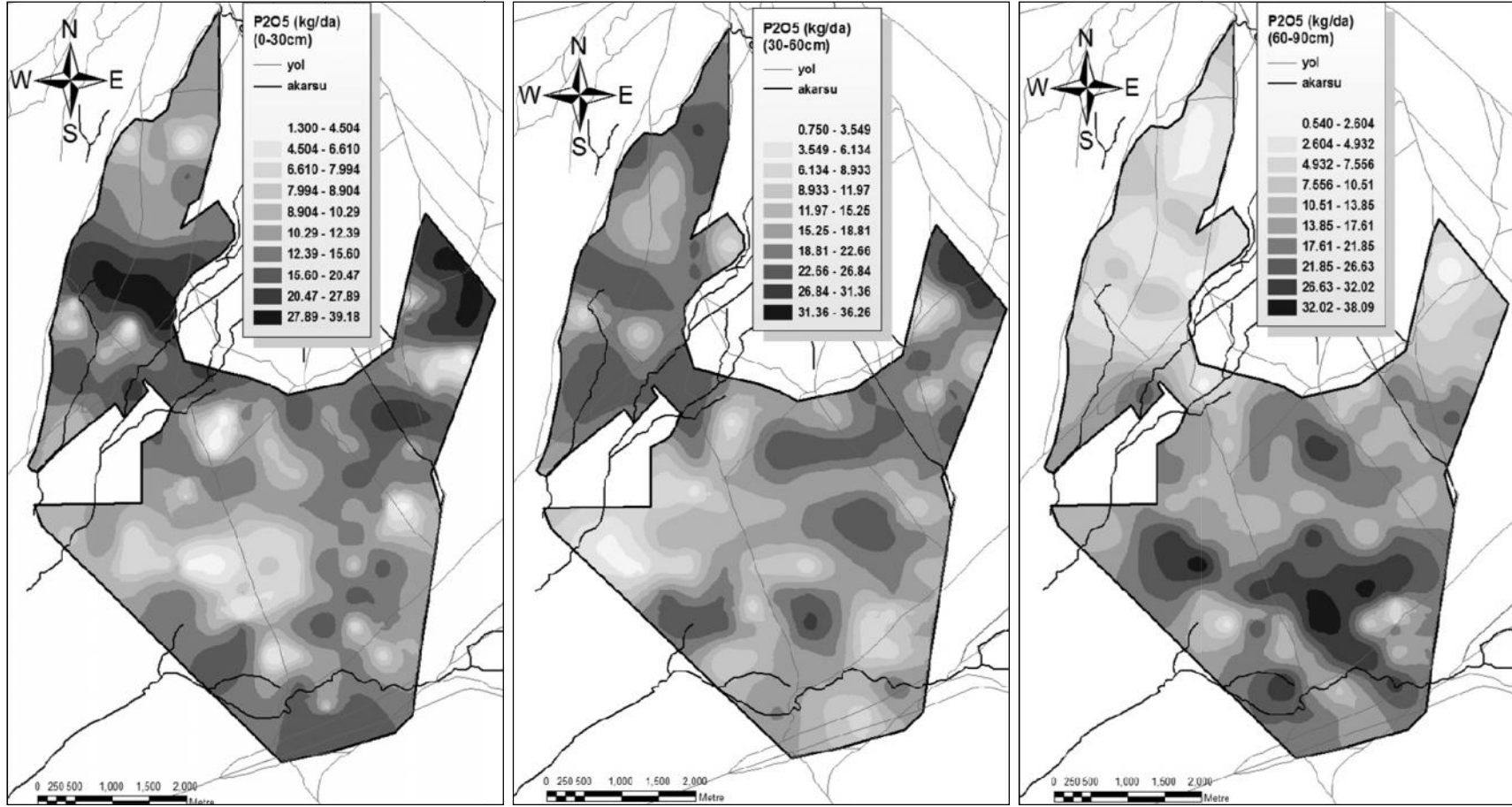
de inildi i gibi çukur etkisi görülen semivariogramlarda örnekler arası ili kiyi gösteren de erler belirli bir sill de erine ula tktan sonra önce azalıp sonra tekrar yükseldi ini ve de i kenin arazide do al bir tekrarlanma desenine sahip oldu u anla ılmaktadır (Pyrz ve Deutsch, 2003) (ekil 4.72a,b).



ekil 4.72. Alınabilir fosfor (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz doğrulama grafikleri

Fosfor içeri ine ait her üç derinlik için ayrı ayrı olu turulan tahmin haritaları ekil 4.73'de verilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının fosfor içerikleri 0-30 cm'de 1,30-39,18

ppm arasında, 30-60 cm'de 0,75-36,26 ppm ve 60-90 cm'de 0,54-38,09 ppm arasında de i im göstermektedir (ekil 4.73). Olsen (1954)'e göre toprakta yarayı lı fosfor içeri i 6,55-13,1 ppm arasında oldu unda az, 13,1-19,6 ppm arasında olu unda orta, 19,6-32,75 ppm arasında oldu unda ise fazla ve >32,75 ppm oldu unda çok fazla olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflamaya göre Çobul, Tektome serisinin orta kısmı ve Leben serisinde fosfor içeri i oldukça yüksektir. Ayrıca çalı ma alanının tamamında fosfor içeri i oldukça de i ken bir desen sergilemi tir. Bunun temel nedeni arazide de i ebilir Ca ve Mg'dan kaynaklanan de i kenliklerden ve yüksek pH de erlerinden kaynaklanmaktadır. Daha önce yapılan korelasyon analizinde fosfor ile Ca ve Mg arasında ters bir ili kinin bulundu u tespit edilmi tir (Çizelge 4.4, 4.5 ve 4.6). Ayrıca modeller sonucunda olu turulan tahmin haritaları göz önünde bulunduruldu unda Ca içeri inin yüksek oldu u yerlerde fosfor içeri inin dü ük, Ca içeri inin dü ük oldu u yerlerde de fosfor içeri inin yüksek oldu u görülmü tür. Çalı ma alanında yüksek Ca içeri i ve yüksek pH'nın bulundu u alanlarda muhtemelen fosfor Ca ile bile ik olu turarak çözünürlü ü çok az olan $CaPO_4$ 'a dönü mü tür (Lindsay ve ark., 1989). Bu durumda fosfor toprakta yıkanamamı ve birikim göstermi tir. Hartmann ve ark., (1988), toprakta fosforun çözünürlü üne etki eden en önemli faktörün pH oldu unu ve pH de erinin 7'nin üstüne çıkmasıyla fosforun çözünürlü ünün azaldı ı rapor etmi tir. Ayrıca Khan ve ark., (2005), yaptıkları çalı mada dü ük organik madde ve yüksek pH de erlerine sahip topraklarda fosforun çözünürlü ünün azaldı ını rapor etmi lerdir.



ekil 4.73. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların Fosfor içeriklerinin da ılımları

4.4.9. De i ebilir Katyonların Mesafeye Ba lı De i iminin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprak çözeltilisinde bulunan katyonlar negatif yüklü kil minerali ve organik madde gibi toprak kolloidleri tarafından tutulur. Toprakta bulunan katyonun cinsi ve miktarı topra ın fiziksel ve kimyasal özelliklerine önemli etkilerde bulunmaktadır. Birçok ara tırmacı tarafından yapılan çalı malarda toprakta Ca:Mg oranı ve de i ebilir Na içeri inin topra ın fiziksel özelliklerine özelliklede toprak infiltrasyonuna etki etti i rapor edilmi tir. Dontsova ve Norton (2001) ve A ar (2012) yaptıkları çalı mada toprakta de i ebilir Ca ile de i ebilir Mg konsantrasyonları kar ıla tırıldı ı zaman de i ebilir Ca'un fazla oldu u durumlarda kil fraksiyonları arasında önemli bir flokülasyonun gerçekleşti i ve infiltrasyonun arttı ı, Mg konsantrasyonunun arttı ı zamanda infiltrasyonun azaldı ı rapor edilmi tir. Ayrıca Horneck ve ark., (2007) ve Rashad ve Dultz (2007), yaptıkları çalı malarda toprakta Na konsantrasyonunun artması sonucu toprak taneciklerinin dispers hale geldi i, bunun sonucunda toprak infiltrasyon kapasitesinin azaldı ı rapor edilmi tir.

De i ebilir Na, K, Mg ve Ca bazik katyon olarak sınıflandırılmaktadır (Warncke ve Brown, 1998). Kurak ve yarı kurak bölgelerde bazik katyonların toprak profilinden yıkanıp uzakla ması için yeterince ya ı bulunmamaktadır. Bu yüzden kurak ve yarı kurak bölgelerde bazik katyonlar toprakta birikim gösterirler ve toprak pH'sının yükselmesine neden olurlar. Bunun yanısıra toprakta bulunan de i ebilir katyonlar bitkiler tarafından topraktan fazla miktarda alınan kalsiyum, potasyum ve magnezyum gibi besin elementlerinin esas kayna ını te kil ederler. Katyonların toprakta tutunmaları ve yer de i tirmeleri olayı bitki besleme bakımından son derece önemlidir.

4.4.9.1. De i ebilir Ca çeri inin Mesafeye Ba lı De i iminin Modellenmesi ve Haritalanması

Yer kabu unun ortalama Ca konsantrasyonu yaklaşık %3,64'dür (Crenshaw 2000; Kelling ve Schulte 2004). Toprakların Ca kapsamları geni ölçüde toprak tiplerine ve yıkanma derecesine ba lıdır. Ya ılı bölge topraklarında ve yıkanmanın fazla görüldü ü topraklarda Ca konsantrasyonu dü ükken kurak ve yarı kurak bölge topraklarında ve kireççe zengin topraklarda Ca konsantrasyonu oldukça yüksektir.

Kalsiyum, bitkiler için makro bitki besin elementlerinden birisidir. Ayrıca Ca toprak kolloidlerinin bağlanmasını sağlayarak toprak taneciklerinin bir araya gelmesini (flokülasyonu) ve toprak strüktürünün oluşumunu teşvik etmektedir (Horneck ve ark., 2007). Değerlendirilebilir Ca için oluşturulan model ve parametreler Çizelge 4.78’de verilmiştir. Her üç derinlik için üssel model belirlenmiştir (ekil 4.74). Oluşturulan semivariogram modellerinde yüzey için 1104 m’de range değerine ulaşıırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 450 m ve 60-90 cm derinlik içinde 1641 m’de range değerine ulaşılmıştır (Çizelge 4.78). Örnekler arası uzaysal bağımlılık ele alındığında derinlikle beraber uzaysal bağımlılığın arttığı görülmektedir. Yüzeyde orta düzeyde bir uzaysal bağımlılık (% 35,09) söz konusu iken yüzey altındaki her iki derinlik içinde (% 12,02, % 0,20) kuvvetli bir uzaysal bağımlılık söz konusudur. Kavianpoor ve ark., (2012), 8 ha’lık kurak bölge topraklarında yaptıkları çalışmada değerlendirilebilir Ca için range değerini 562 m olarak rapor etmiştir. Weindorf ve Zhu (2010), 324 ha’lık bira alanında yaptıkları çalışmada değerlendirilebilir Ca için range değerini 1845 m olarak rapor etmişlerdir. Toprak tekstürü, organik madde ve kireç içeriği değerlendirilebilir Ca üzerinde önemli etkilere sahip olduğundan toprakta bu faktörlerin değerlendirilmesi göstermesiyle değerlendirilebilir Ca için mesafeye bağlı değerlerde farklılık göstermektedir.

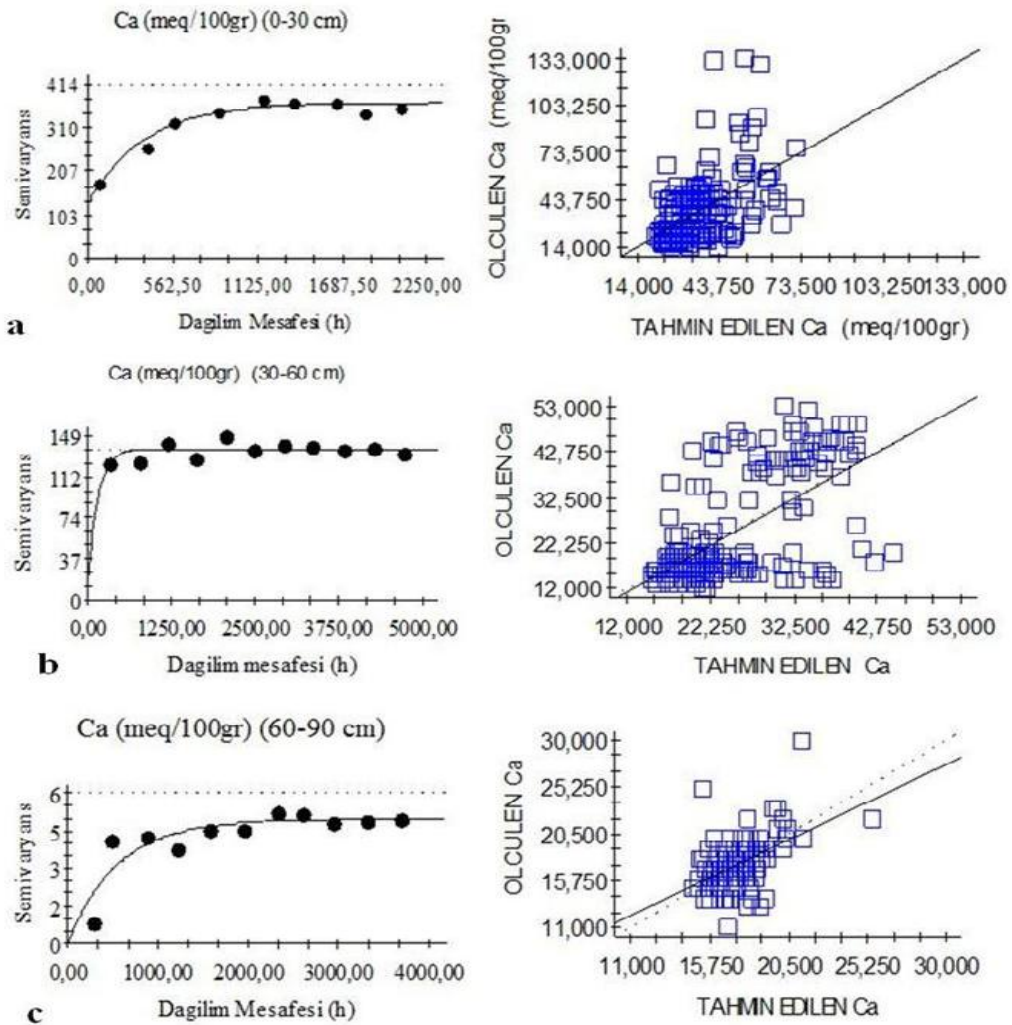
Çizelge 4.78. Değerlendirilebilir Ca içeriğine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz değerlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r^2	RSS	Çapraz Değer. (r^2)
Ca	0-30	Üssel	129,500	369,10	35,09	1104	0,95	1647	0,29
	30-60	Üssel	16,400	136,4	12,02	450	0,31	403	0,38
	60-90	Üssel	0,010	5,075	0,20	1641	0,76	3,92	0,24

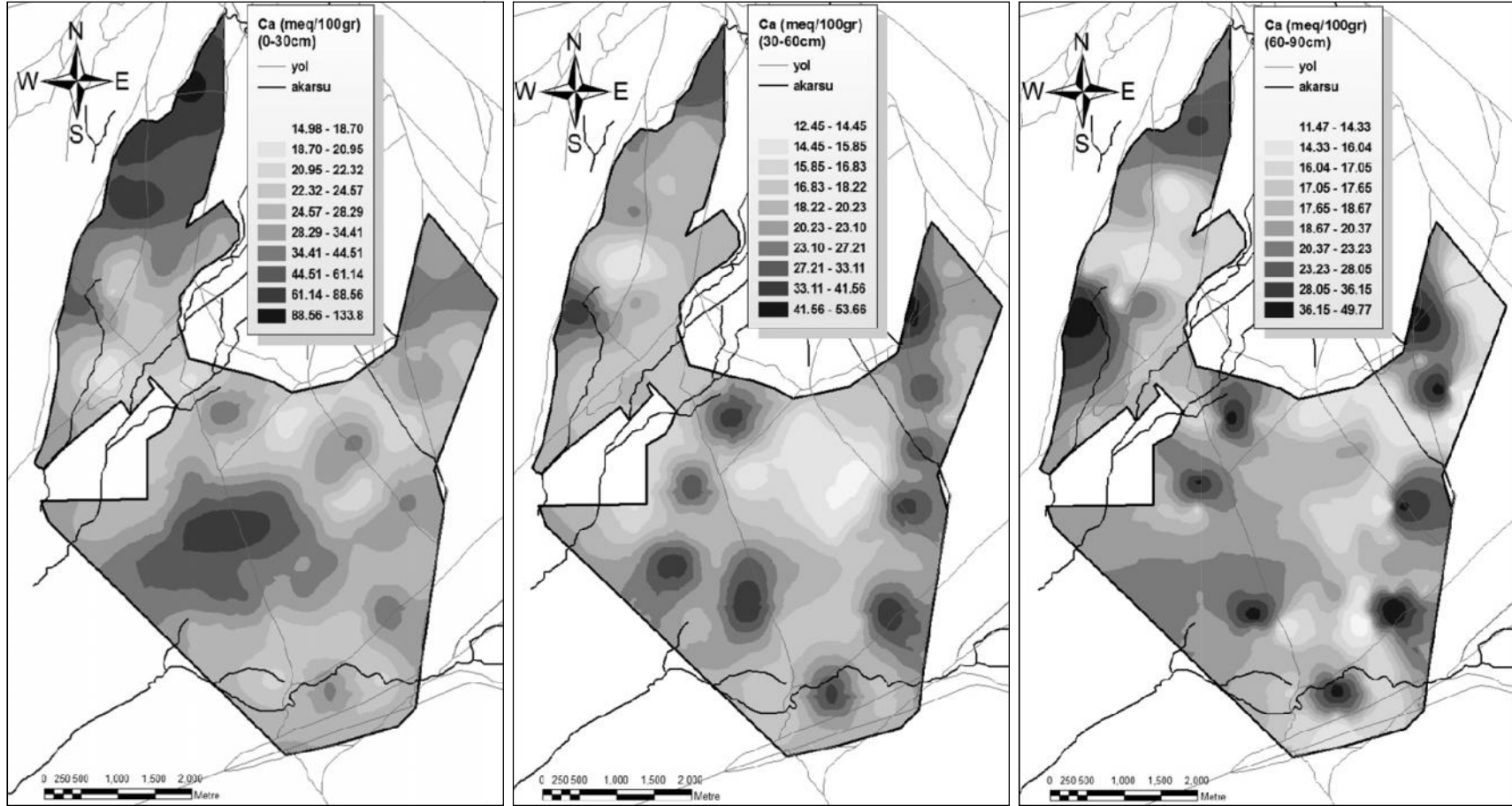
U.B: Uzaysal bağımlılık, RSS:Hata Kareler Toplamı

Değerlendirilebilir Ca için elde edilen semivariogramlara göre yüzey (0-30 cm) ve yüzey altında (60-90 cm) mesafeyle beraber belirli bir mesafeye kadar (1200 m) benzerlik azaldığı ve bu mesafeden sonra benzerliğin değerlendirilemediği görülmektedir (ekil 4.74). Çapraz değerlendirme sonucunda değerlendirilebilir Ca içeriğine ait her üç derinlik için ayrı ayrı oluşturulan tahmin haritaları ekil 4.75’de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarının değerlendirilebilir Ca içerikleri 0-30 cm’de 14,98-133,80 meq/100g arasında, 30-60 cm’de 12,45-53,56 meq/100g ve 60-90 cm’de 11,47-49,77 meq/100g arasında değerlendirilmektedir (ekil 4.75). Yüzey topraklarında Ca içeriğinin en yüksek olduğu seri

arazinin kuzeyinde yer alan Kızılca serisidir. Ancak çalı ma alanı boyunca her üç derinlikte de belirli lokasyonlarda Ca içeri inin çok yüksek oldu u görülmektedir. Çalı ma alanına ait yüzey topraklarında elde edilen tahmin haritaları ele alındı ında pH, fosfor ve Ca için olu turulan tahmin haritalarının benzer oldu u görülmektedir. Bu durum yüksek pH de erlerinde Ca'un fosfor veya karbonat ile çözünürlü ü az olan kalsiyum fosfatlara veya kalsiyum karbonatlara dönü tü ü kanısını güçlendirecek niteliktedir. Çözünürlü ü azalan Ca çökeldi inden ya ı sularıyla beraber yıkanamamı tır ve toprakta birikim göstererek yüksek konsantrasyonlara ula mı tır. Birçok ara tırmacı tarafından yüksek pH de erlerinde Ca'un fosfor ile çözünürlü ü az olan kalsiyum fosfatlara dönü tü ü rapor edilmi tir (Hartmann ve ark., 1988; Lindsay ve ark., 1989; Busman ve ark., 2002).



ekil 4.74. De i ebilir Ca (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri



ekil 4.75. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir Ca içeriklerinin da ılımları

4.4.9.2. De i ebilir K çeri inin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Potasyum bitkiler için çok önemli bir bitki besin elementi olup toprakta 4 de i ik formda bulunmaktadır. Bunlar de i ebilir K, çözeltideki K, fikse olmu K ve mineral yapıdaki K eklindedir. De i ebilir K genellikle topraklardaki toplam potasyumun küçük bir bölümünü olu turmaktadır. Toprakta K'un temel kayna ı mikalar ve feldspatlardır (Huang,1989). De i ebilir K formu kil minerallerinin seski oksitlerin ve organik maddenin yüzeylerinde dı çeper kompleksi olarak elektrostatik bir ba la ba lı bulunan potasyumdur. Mineral yüzeyler ve K arasındaki ba lanma gücü bireysel K iyonları arasındaki hidrasyon güçlerinden daha büyük oldu unda K fikse olur. Bu kristal yapının kısmen bozulmasına neden olmakta ve K iyonları çe itli düzeylerde fiziksel olarak hapsolmaktadır. Fikse olmu K çe itli toprak bile enlerinde bulunması yanısıra ayrı an mikaların ve vermikulitlerin açılan bölgelerinde de bulunabilir (Rich, 1972). Amonyum gibi (NH_4^+) katyonlar potasyumdan daha küçük bir hidrate çapına sahip oldu undan açılan bölgedeki potasyumla yer de i tirebilirler. Ancak Ca, Mg ve Na gibi hidrate çapı daha geni olan katyonlar açılan bölgeye sı mazlar ve fikse olan K'u serbest hale geçiremezler. Yava bir ekilde fikse olan potasyumun yarayı lı forma dönü mesi çok çe itli toprak parametrelerine ba lı oldu undan bitkilere orta derecede veya çok az miktarlarda yarayı lı halde oldu u kabul edilir (Goulding, 1987). Fikse K'un de i ebilir K'a dönü mesi bitki alımı, mikrobiyal aktivite ve yıkanma sonucunda de i ebilir ve çözeltideki K miktarlarının azalmasıyla gerçekleşebilir (Sparks, 2000). De i ebilir K için olu turulan model ve bu modellere ait parametreler Çizelge 4.79'da verilmi tir. Yüzey topra ı için kuramsal model belirlenirken yüzey altı her iki derinlik için üssel model belirlenmi tir. Olu turulan semivariogram modellerinde yüzey için 7 828,8 m'de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 5 163 m ve 60-90 cm derinlik içinde 3 420 m'de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.79). Örnekler arası uzaysal ba ımlılık ele alındı ında derinlikle beraber ba ımlılı ın azaldı ı görülmektedir. Yüzeyde kuvvetli bir uzaysal ba ımlılık (% 21,48) söz konusu iken yüzey altındaki her iki derinlik içinde (% 34,55, % 36,75) orta düzeyde bir uzaysal ba ımlılık söz konusudur. Aishah ve ark., (2010), 70 ha'lık bir alanda yaptıkları çalı mada de i ebilir K için range de erini 9 330 m, Pourkarimi ve ark., (2012), 576,11 km^2 'lik bir alanda yaptıkları çalı mada de i ebilir K için range de erini 3 900 m olarak

rapor etmi lerdir. Bu çalı mada K için çok uzun mesafelerde uzaysal ba ımlılı ın varlı ını ana materyal ve iklim gibi toprak olu um faktörlerinden ileri geldi ini zayıf bir uzaysal ba ımlılı ın nedenininde sulama ve gübreleme gibi amenajman yöntemlerinden ileri geldi ini rapor edilmi tir. Çalı ma alanında yüzey topraklarının alt topraklara göre daha uzun mesafeli bir uzaysal ba ımlılı a sahip olması toprak tekstürü ile açıklanabilir. Çalı ma alanı topraklarında derinlikle beraber kil içeri inin azaldı ı ve kum içeri inin arttı ı görülmü tür.

Çizelge 4.79. De i ebilir K içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

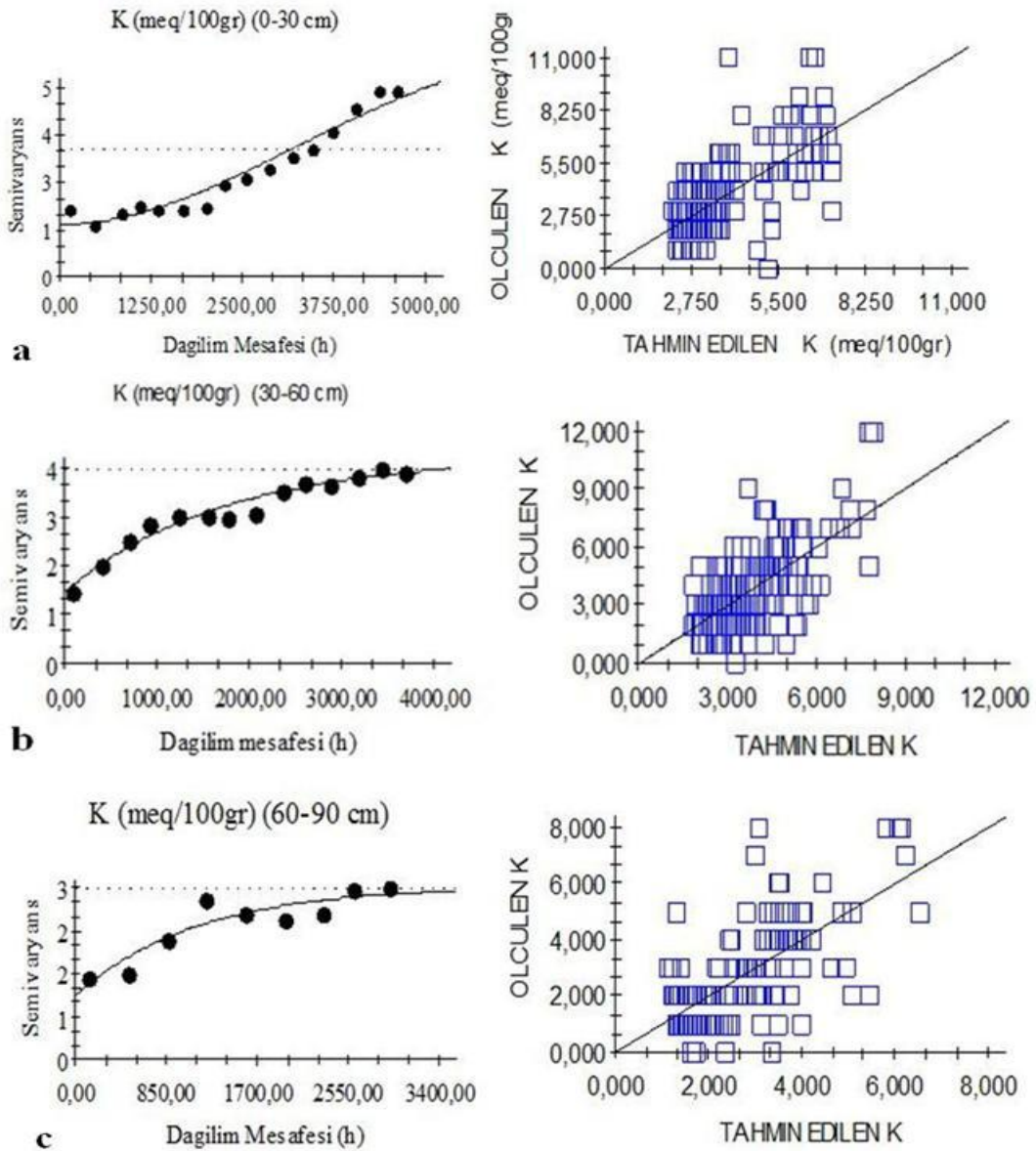
Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er.	
									K.S	(r ²)
K	0-30	Kuramsal	1,510	7,03	21,48	7828,8	0,96	1,15	16	0,46
	30-60	Üssel	1,389	4,02	34,55	5163	0,95	0,331	18	0,43
	60-90	Üssel	1,220	3,32	36,75	3420	0,85	0,491	12	0,47

U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS:Hata Kareler Toplamı

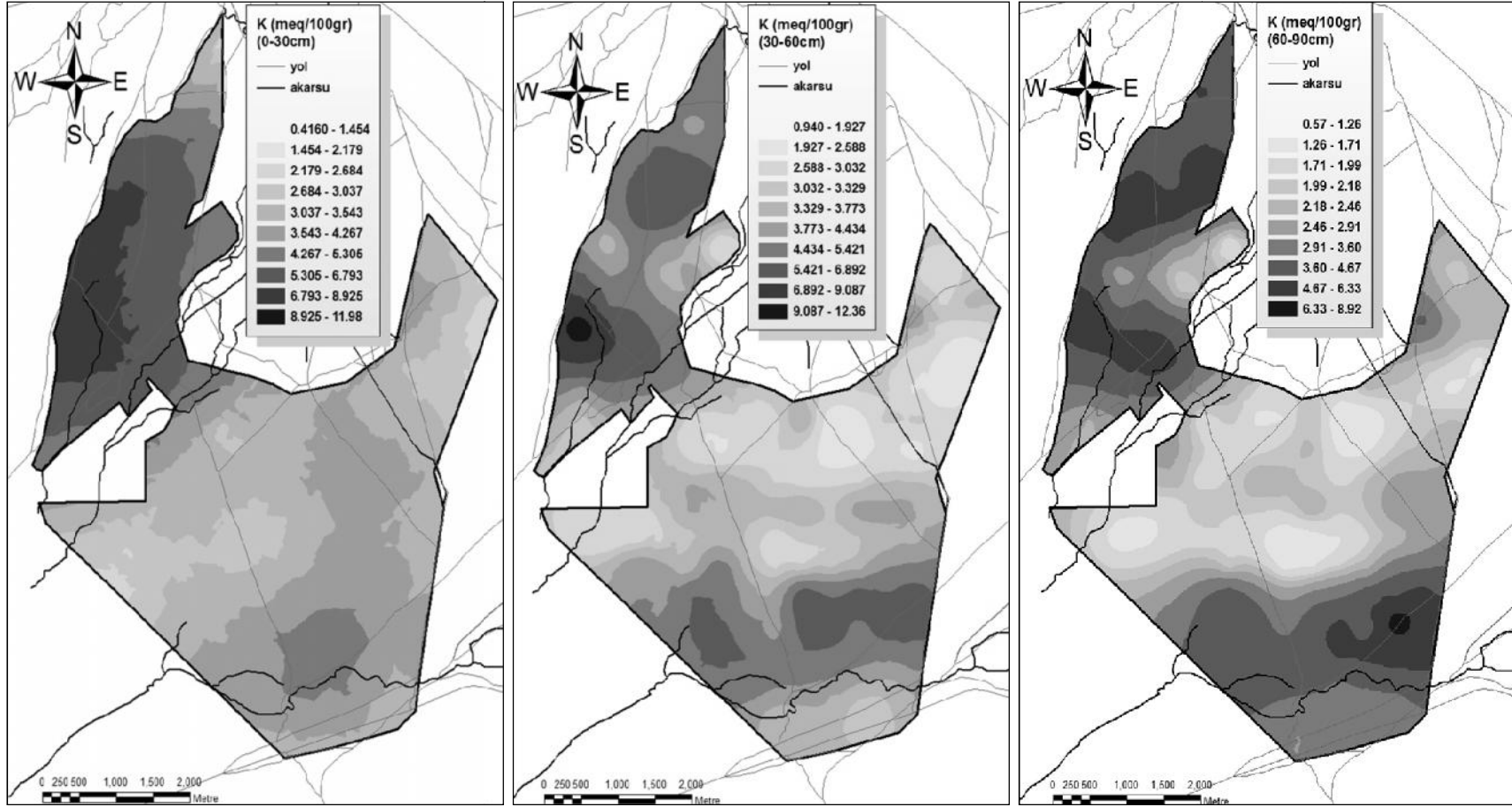
De i ebilir K içeriklerine ait semivariogramlar incelendi inde yüzey için olu turulan modelde örnekler arası benzerli in 2 500m'ye kadar çok az azaldı ı ve mesafeden sonra örnekler arası benzerli in hızla azaldı ı görülmektedir (ekil 4.76a). Bu durum çalı ma arazisinde mesafeye ba lı olarak 2 500 m'lik mesafede potasyum içeriklerinin birbirine benzer oldu unu ve bu mesafeden sonra benzerli in giderek azaldı ını göstermektedir. Yüzey altında her iki derinlik için olu turulan modellerde çukur etkisi belirlenmi tir. Bu da mesafeyle beraber ilk ba ta örnekler arası ili kinin belirli mesafeye kadar azaldı ı ve sill de erine ula tıktan sonra örnekler arası benzerlik azalıp belirli bir mesafeden sonra tekrardan artı ını ve arazide K da ılımı bakımından aynı desenin tekrarlandı ını göstermektedir (ekil 4.76b,c).

Çapraz de erlendirme sonucunda de i ebilir K içeri ine ait her üç derinlik için ayrı ayrı olu turulan tahmin haritaları ekil 4.77'de verilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının de i ebilir K içerikleri 0-30 cm'de 0,42-11,98 meq/100g arasında, 30-60 cm'de 0,94-12,36 meq/100g ve 60-90 cm'de 0,57-8,92 meq/100g arasında de i im göstermektedir. (ekil 4.77). Çalı ma alanının orta kısımlarda de i ebilir K içerikleri oldukça dü ük olarak görülmektedir. Ancak çalı ma arazisinin güney kısmında Kızılkuyu serisi ve kuzey kısmında Kızılca ve Leben serileri de i ebilir K bakımında en yüksek olan

alanları tekil etmektedir. FAO (1990), toprakların de i ebilir K içeri ini <0,13 çok az, 0,13-1,28 az, 1,28-3,20 orta, 3,20-5,13 yeterli ve >5,13 meq/100g çok olarak sınıflandırmı tır. Bu durumda tarımsal üretim bakımından yüzey topraklarında Kızılcıca ve Leben serileri yüzey altında ise bu serilerle beraber Kızılkuyu serisi yüksek de i bilir K içeri ine sahiptir. Diğer seriler ise bu sınıflamaya göre yeterli düzeyde K içermektedirler.



ekil 4.76. De i ebilir K (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri



ekil 4.77. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir K içeriklerinin da ılımları

4.4.9.3. De i ebilir Mg içeri inin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

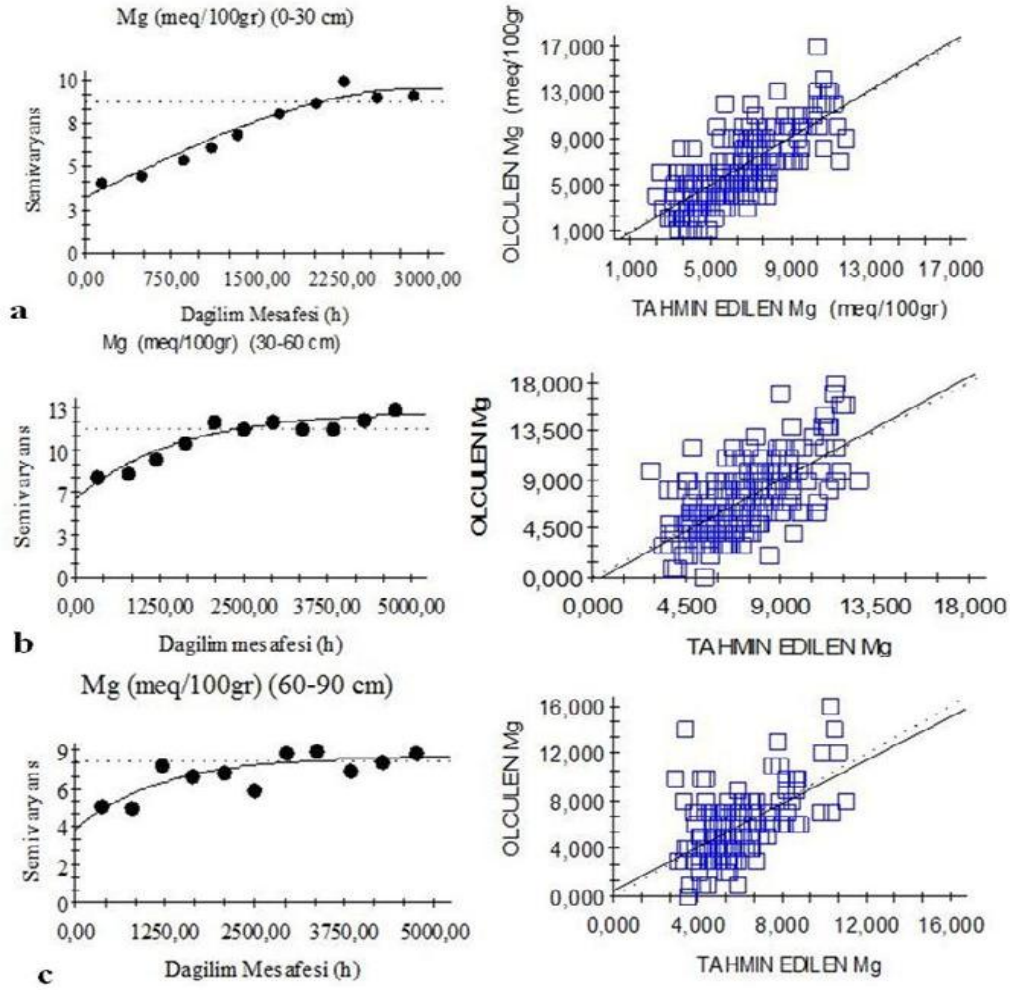
Toprakta kil ve organik madde kolloidleri tarafından tutulan de i ebilir Mg toprakta kolaylıkla yıkanıp uzakla maktadır. Bu sebeple genellikle asidik ve kumlu topraklarda de i ebilir Mg konsantrasyonu dü ük killi ve bazik topraklarda ise yüksektir. pH'sı yüksek topraklarda de i ebilir Mg içeri i genellikle 500 ppm'den daha yüksektir (Schulte 2004). Daha önce de inildi i gibi toprakta flokülasyon ve dispersiyon üzerine Ca:Mg oranı etki etmektedir. Ca:Mg oranı arttıkça toprakta flokülasyon azaldıkça da dispersiyon olayı gerçekleşmektedir (Dontsova ve Norton 2001). De i ebilir Mg için olu turulan model ve bu modellere ait parametreler Çizelge 4.80'de verilmi tir. Yüzey topra ı için küresel model belirlenirken yüzey altı her iki derinlik için üssel model belirlenmi tir. Olu turulan semivariogram modellerinde yüzey için 2 915 m'de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 4500 m ve 60-90 cm derinlik içinde 3540 m'de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.80). Örnekler arası uzaysal ba ımlılık ele alındı ında ba ımlılı ı gösteren mesafenin yüzey topraklarında en az oldu u görülmektedir. Çalı ma alanında de i ebilir Mg için her üç derinlikten alınan örnekler arasında orta düzeyde bir uzaysal ba ımlılık söz konusudur. Ancak derinlikle beraber uzaysal ba ımlılık derecesinin azaldı ı tespit edilmi tir (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. De i ebilir Mg içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
Mg	0-30	Küresel	3,230	9,52	33,93	2915	0,96	1,78	0,56
	30-60	Üssel	6,110	12,96	47,15	4500	0,89	3,44	0,42
	60-90	Üssel	4,150	8,3	50,00	3540	0,64	4,83	0,31

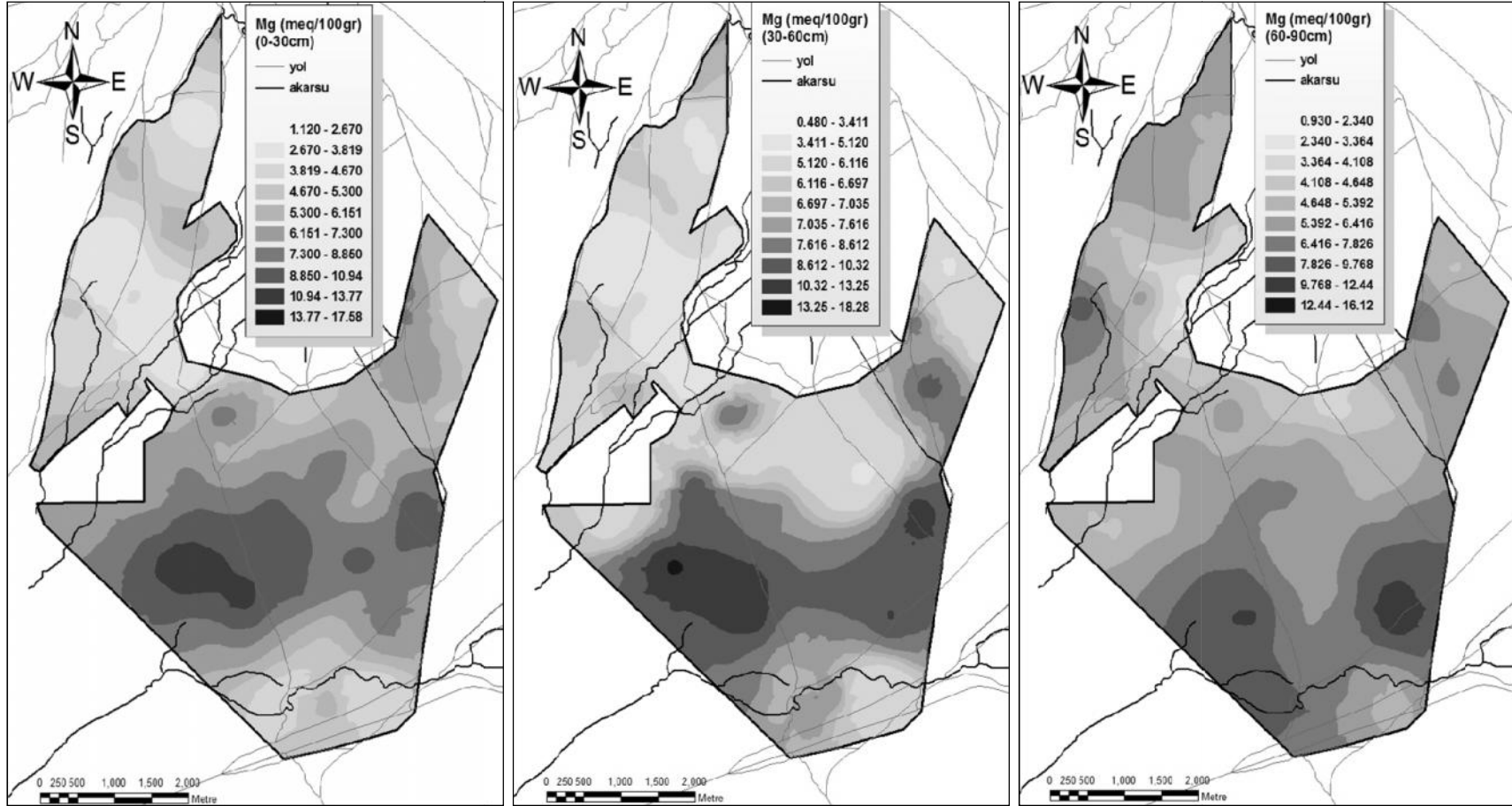
U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

De i ebilir Mg içeriklerine ait semivariogramlar incelendi inde her üç derinlik için olu turulan modellerin birbirine benzerlik gösterdi i ancak yüzey için daha iyi bir modelin belirlendi i görülmektedir. (ekil 4.78a,b,c). Modeller olu turulurken ölçülen de erler ile tahmin edilen de erler arasındaki tahmin gücünü gösteren r²'nin en yüksek oldu u modelin yüzey topraklarına ait oldu u ve tahminin do ruluk derecesinin daha yüksek oldu u görülmü tür.



ekil 4.78. De i ebilir Mg (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) i çeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri

De i ebilir Mg'un arazide da ılımını gösteren ve her üç derinlik için ayrı ayrı olu turulan tahmin haritaları ekil 4.79'da verilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının de i ebilir Mg içerikleri 0-30 cm'de 1,12-17,58 meq/100g arasında, 30-60 cm'de 0,48-18,28 meq/100g ve 60-90 cm'de 0,93-16,12 meq/100g arasınd de i im göstermektedir. (ekil 4.79). De i ebilir Mg ile kireç içeri i için olu turulan tahmin haritaları incelendi inde toprak yüzeyinin ilk 60 cm'sinde kireç içeri inin yüksek oldu u Karadeli ve Acir serilerinde de i ebilir Mg içeri inin de yüksek oldu u görülmektedir. Ayrıca korelasyon analiz sonuçlarına göre de Mg ile kireç içeri i arasında $P < 0,01$ önem düzeyinde pozitif bir ili ki söz konusu olmu tur (Çizelge 4.4). Bu durum Karadeli ve Acir serilerinde toprakların Ca ve Mg bakımından zengin olan dolomit üzerinde olu tu u kanısına varmamızı sa lamaktadır.



ekil 4.79. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir Mg içeriklerinin da ılımları

4.4.9.4. De i ebilir Na çeri inin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Tuzlu ve alkali topraklarda yüksek konsantrasyonlarda bulunan Na toprakta 3 farklı ekilde bulunmaktadır. Bunlar çözünmeyen silikatlarda fikse edilmi Na, de i im komplekslerinde ve çe itli minerallerin yapısında bulunan de i ebilir Na ve suda çözünebilir ekildeki Na'dur. Toprak tuzlulu u ile topra ın fiziksel özellikleri arasındaki ili kilerin de erlendirilmesinde, çözünmü tuz bile enlerinin, özellikle de sodyum konsantrasyonunun iyi bilinmesi gerekmektedir. Topraklarda bulunan katyonlardan de i ebilir Na⁺, davranı ları bakımından di er katyonlardan farklılık göstermektedir. Toprak çözeltisinde artan Ca⁺⁺ konsantrasyonu flokülasyonu te vik ederken, artan Na⁺ doygunlu u ise dispersiyona neden olmaktadır. Bu durum Na'un di er katyonlara (Ca, Mg ve K) nazaran daha büyük bir hidrate çapına (7.90Å) ve tek elektron yüküne sahip olmasından ileri gelmektedir. Bu nedenle topraklarda görülen dispersiyon olayı sodyum konsantrasyonu ile ili kili olan fiziksel bir i lem olarak de erlendirilmelidir (Warrence, 2003). Topraklarda Na ile ili kilendirilen di er önemli fiziksel özellikler toprak infiltrasyonunun ve hidrolik iletkenli in azalması, toprak strüktürünün bozulması, agregatların parçalanması ve erozyon riskinin artmasıdır (Pedreno ve ark., 2007).

De i ebilir Na için olu turulan model ve bu modellere ait parametreler Çizelge 4.81'de verilmi tir. Her üç derinlik için üssel model belirlenmi tir. Olu turulan semivaiogram modellerinde yüzey için 1 743 m'de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 1 296 m ve 60-90 cm derinlik içinde 3 624 m'de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.81). Pedreno ve ark., (2007) 5 883 km²'lik tuzlu bir alanda yaptıkları çalı mada de i ebilir Na için range de erini 37 600 m, Kavianpoor ve ark., (2012), 6 ha'lık bir alandan yaptıkları çalı mada range de erini 910,9 m, Weindorf ve Zhu (2010) 324 ha'lık volkanik ana materyal üzerinde olu mu bir alanda yaptıkları çalı mada range de erini 289 m olarak rapor etmi lerdir. Yapılan bu çalı malarda de i ebilir sodyum için tuzlu-alkali topraklarda di er topraklara nazaran daha uzun mesafelerde bir uzaysal ba ımlılı ın söz konusu oldu u görülmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz ya ı ve yüksek buharla ma nedeniyle Na toprakta birikim göstermektedir. Çalı ma alanı topraklarının do al mera olarak kullanılması, zayıf bir drenaja sahip olması ve ya ı ın çok az olması gibi

nedenlerle toprakta tuzlulu a neden olan anyon ve katyonlar birikim göstermi tir. Özellikle bu katyonlar arasında Na ba at hale geçti inden arazide uzun mesafelerde örnekler arası bir ili ki tespit edilmi tir.

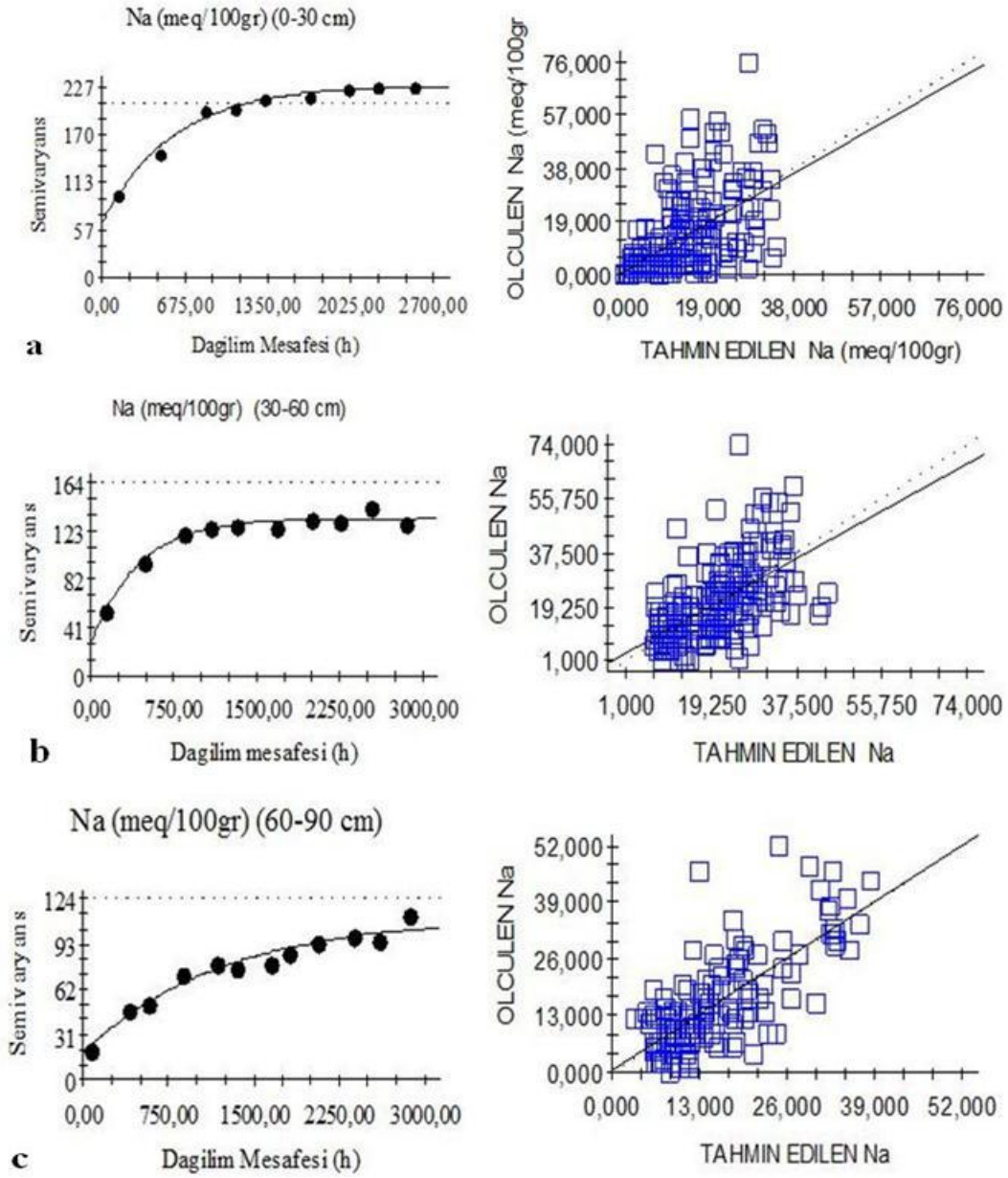
Çizelge 4.81. De i ebilir Na içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
Na	0-30	Üssel	64,600	228,20	28,31	1743	0,99	211	0,30
	30-60	Üssel	28,400	133,3	21,31	1296	0,98	1,4	0,32
	60-90	Üssel	18,500	111,2	16,64	3624	0,96	304	0,55

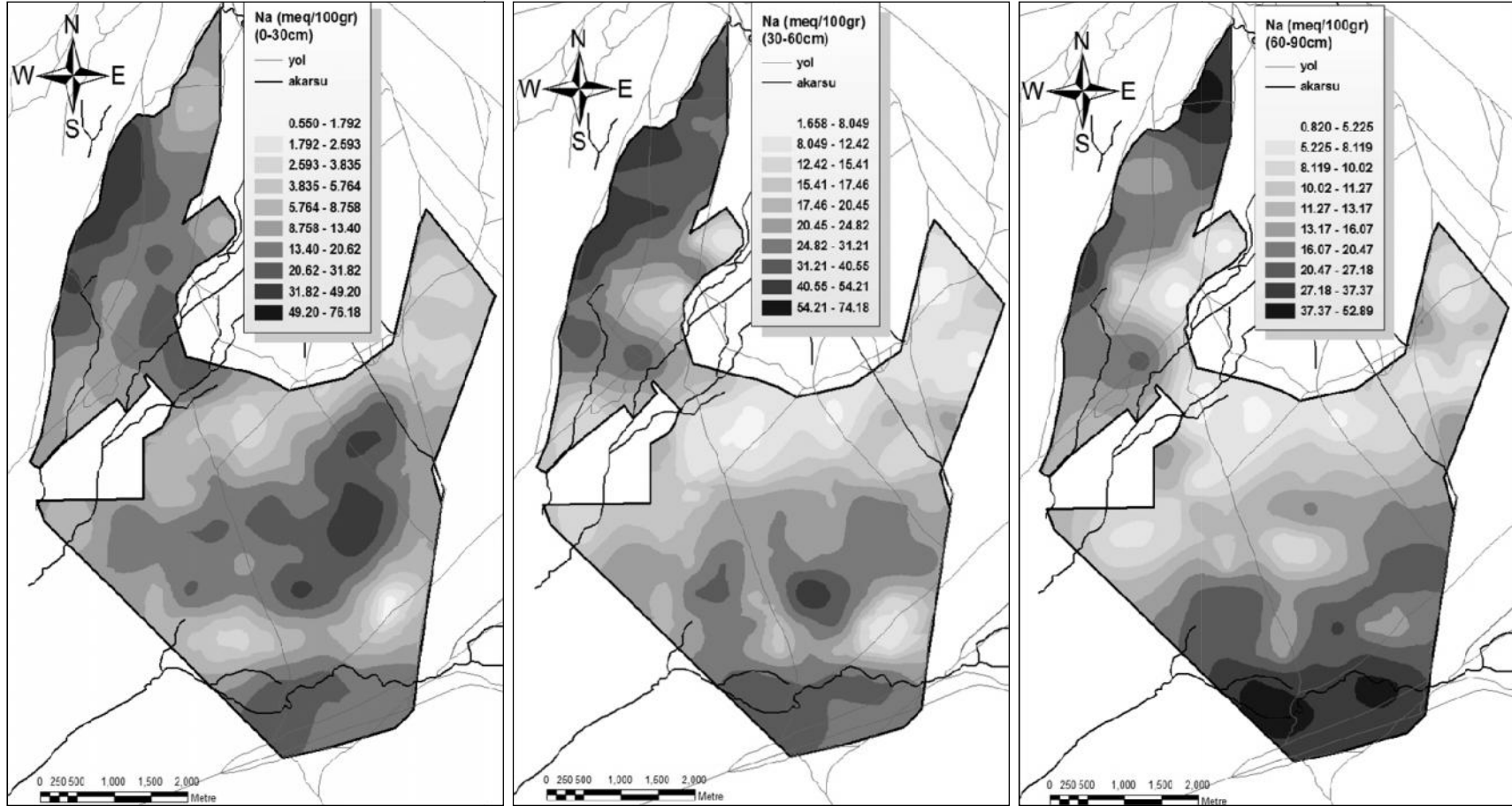
U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

De i ebilir Na içeriklerine ait semivariogramlar incelendi inde her üç derinlik için olu turulan modellerin birbirine benzerlik gösterdi i görülmektedir. (ekil 4.80a,b,c).

De i ebilir Na için olu turulan tahmin haritaları ekil 4.81’de verilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının de i ebilir Na içerikleri 0-30 cm’de 0,55-76,18 meq/100g arasında, 30-60 cm’de 1,66-74,18 meq/100g ve 60-90 cm’de 0,82-52,89 meq/100g arasında de i im göstermektedir (ekil 4.81). Yüzey topraklarında arazinin Kuzey kısmını olu turan Leben ve Kızılca serisi, Güney kısmını olu turan Kızılkuyu serisi ve arazinin orta kısımlarında yer alan Acir serisi ve Karadeli serisinin orta kısımları en yüksek Na içeri ine sahip olan serilerdir. De i ebilir Na içeri inin en dü ük oldu u alanlar arazinin Do u’sunda yer alan Çobul serisi olmakla beraber Karadeli ve Kızılkuyu serilerinin Kuzey kısımlarını içine alan ve Do u-Batı yönünde uzanan farklı iki hat ekindeki alanlardır. Toprak tuzlulu unun göstergesi olan EC’ye ait tahmin haritaları incelendi inde Na için olu turulan tahmin haritalarına benzerlik gösterdi i görülmektedir. De i ebilir Na içeri inin yüksek oldu u yerlerde EC’nin yüksek oldu u, Na’un dü ük oldu u yerlerde EC’nin de dü ük oldu u tahmin haritalarından görülmektedir. Aynı zamanda korelasyon analizlerine göre de EC ile Na arasında P<0,01 önem düzeyinde pozitif bir ili kinin oldu u görülmü tür (Çizelge 4.4 ve 4.5). Bu durum çalı ma alanında tuzlulu a neden olan temel katyonun Na oldu una i aret etmektedir. Yüzey altı topraklarında ise Kızılkuyu, Kızılca ve Leben en yüksek Na içeriklerine sahip toprak serileridir.



ekil 4.80. De i ebilir Na (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) i eeri ine ait semivariogram modelleri ve eapraz do rulama grafikleri



ekil 4.81. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların de i ebilir Na içeriklerinin da ılımları

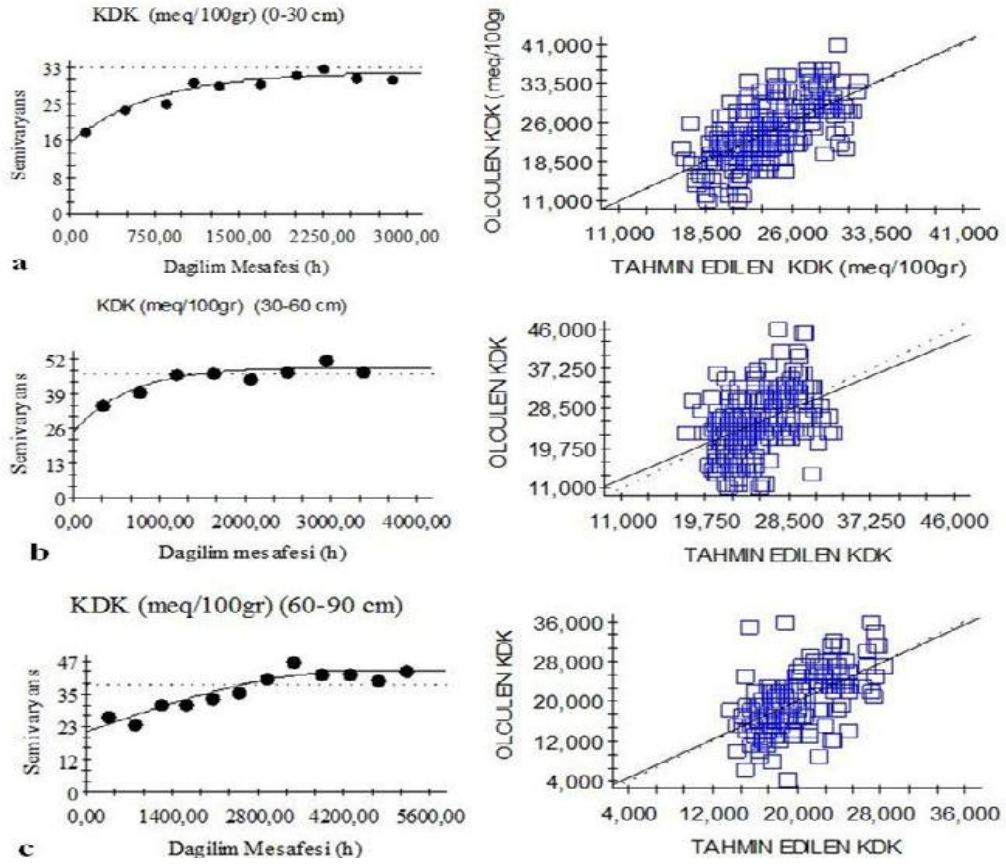
4.4.10. Katyon De i im Kapasitesinin Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprakların katyon formundaki besin elementlerini tutabilme yetene ine toprakların katyon de i im kapasitesi (KDK) denilmektedir. Katyon de i im kapasitesinin yüksek olması toprakların verimliliklerinin de bir göstergesidir. Toprakta katyon de i im kapasitesine etki eden en önemli özellikler toprak organik madde içeri i, kil içeri i ve kil tipidir (Seilsepor ve Rashidi 2008). Toprakta organik madde ve kil içeri i artıça katyon de i im kapasitesi de artmaktadır. Bunun yanı sıra toprakta bulunan kil tipinin yüzey alanının artmasıyla katyon de i im kapasitesi de artmaktadır. Çalı ma alanı toprakları organik madde içeri i bakımından fakir olmasına ra men yüksek KDK içeriklerine sahiptir. Bunun temel nedeni kil içeri inin yüksek olması ve muhtemelen kil tipinin yüksek yüzey alanına sahip 2:1 tipi smektit grubu kil minerallerinden olu yor olmasıdır. Katyon de i im kapasitesi (KDK) için olu turulan model ve bu modellere ait parametreler Çizelge 4.82’de verilmi tir. Yüzey ve yüzey altı (30-60 cm) için üssel model belirlenirken yüzey altı (60-90 cm) için küresel model belirlenmi tir. Olu turulan semivariogram modellerinde yüzey için 2 181 m’de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 1 947 m ve 60-90 cm derinlik içinde 4 300 m’de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.82). Pourkarimi ve ark., (2012), 576,11 km²’lik bir alanda yaptıkları çalı mada KDK için range de erini 6 420 m olarak rapor etmi tir. Yapılan bu çalı mada KDK için uzun mesafeler de bir uzaysal ba ımlılı ın kil içeri inden kaynaklandı ı ileri sürülmü tür. Emadi ve ark., (2008), 10 187 ha’lık tuzlu alkali topraklarda yaptıkları çalı mada KDK için 0-30 cm’de 11 031 m 30-60 cm derinlikte 9 012 m ve 60-90 cm’de 6 377 m range de erleri elde ettiklerini rapor etmi lerdir. KDK içeriklerine ait semivariogramlar incelendi inde yüzey ve yüzey altı (30-60 cm) için olu turulan modellerin birbirine benzerlik gösterdi i görülmektedir. (ekil 4.82a,b).

Çizelge 4.82. Katyon De i im Kapasitesi (KDK) içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

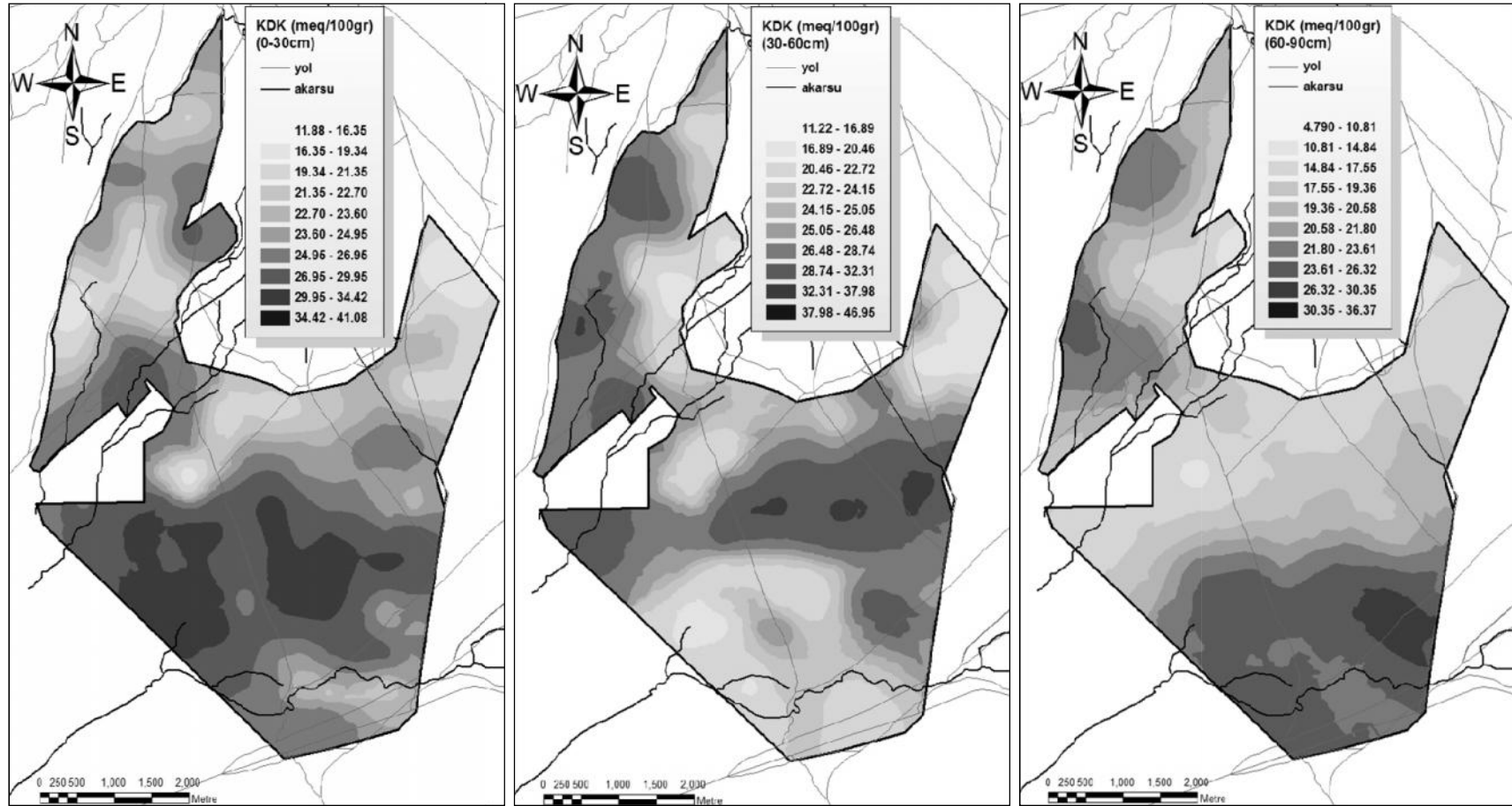
Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
KDK	0-30	Üssel	15,830	31,68	49,97	2181	0,94	10,8	0,39
	30-60	Üssel	24,660	49,33	49,99	1947	0,87	26,3	0,17
	60-90	Küresel	21,560	43,13	49,99	4300	0,88	65,9	0,31

U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı



ekil 4.82. Katyon De i im Kapasitesi (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri

Katyon de i im kapasitesi (KDK) için olu turulan tahmin haritaları ekil 4.83'de verilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının KDK içerikleri 0-30 cm'de 11,88-41,08 meq/100g arasında, 30-60 cm'de 11,22-46,95 meq/100g ve 60-90 cm'de 4,79-36,37 meq/100g arasında de i im göstermektedir (ekil 4.83). Tahmin haritalarına göre yüzeyde KDK içeri inin en yüksek oldu u alan kireççe zengin Acir ve Karadeli serisi ile kilce zengin Kızılkuyu serileridir. Çalı ma alanının tuzlu alkali karakterde olması ve genel olarak yüksek de i ebilir katyon içeriklerine sahip olması katyon de i im kapasitesinin yükselmesine neden olmu tur. Yüzey altı 60-90 cm de Kızılca ve Leben serilerinde dü ük kil içeri ine ra men yüksek KDK de erlerine sahip olması organik maddenin bir üst derinli e göre daha fazla olmasından ileri gelmektedir. Daha öncede izah edildi i gibi Kızılca ve Leben serilerinde 60-90 cm toprak derinli inde yer yer organik maddece zengin bir gömülü horizonun varlı ı tespit edilmi tir. Bu nedenle bu alanların KDK içerikleri yüksek çıkmı tır. Ayrıca aynı derinlikte Kızılkuyu serisine ait topraklarda KDK de erlerinin yüksek çıkması kil içeri inin yüksek olması ile ili kilidir.



ekil 4.83. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların KDK içeriklerinin da ılımları

4.4.11. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve De i ebilir Sodyum Yüzdesinin (ESP) Mesafeye Ba lı De i imin Modellenmesi ve Haritalanması

Toprak tuzlulu u ve alkalili i sınıflandırmasında toprakların kimyasal özelliklerinden SAR (Sodyum adsorpsiyon oranı) ve ESP (de i ebilir sodyum yüzdesi) en önemli parametrelerdendir. Toprak tuzlulu u ve alkalili i, bitkisel üretimi hem do rudan hemde dolaylı olarak etkilemektedir. Toprak çözeltisi içerisinde bulunan tuzların osmotik potansiyeli azaltması sonucunda bitkilerin topraktan su alım gücünün azalması ve bitkilerde verim dü ü leri söz konusu olması yanısıra, toprak çözeltisinde B, Na ve Cl gibi iyonların konsantrasyonun artması sonucu bitkilere toksik etki yapması tuzların do rudan etkileri içerisinde yer almaktadır. Toprakta ESP ve SAR de erlerinin artmasıyla birlikte topra ın fiziksel özelliklerinin bozulması sonucu bitkilerin zarar görmesi ise tuzların dolaylı etkileri içerisinde de erlendirilmektedir (Horneck ve ark.,2007; Günal ve ark., 2008). SAR ve ESP için olu turulan model ve bu modellere ait parametreler Çizelge 4.83’de verilmi tir. SAR için olu turulan model ve parametreler incelendi inde yüzey için üssel model belirlenirken yüzey altı her iki derinlik için küresel model belirlenmi tir. SAR için olu turulan semivaiogram modellerinde yüzey için 216 m’de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 379 m ve 60-90 cm derinlik içinde 1 383 m’de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.83). ESP için olu turulan model ve parametreler incelendi inde ise her üç derinlik için üssel model belirlenmi tir. Olu turulan semivaiogram modellerinde ESP için yüzey topraklarında 1 332 m’de range de erine ula ılırken, yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlik için 1 629 m ve 60-90 cm derinlik içinde 399 m’de range de erine ula ılmı tır (Çizelge 4.83). Liu ve ark., (2012) toprak kalitesi üzerine yaptıkları çalı mada range de erini SAR için 536 m, ESP için 533 m, Ayoubi ve ark., (2007) 1,8 ha’lık bir alanda yaptıkları çalı mada ESP için range de erini 76,41 m, Emadi ve ark., (2008), 10 187 ha’lık tuzlu alkali topraklarda yaptıkları çalı mada ise ESP için range de erini 0-30 cm’de 3 642 m, 30-60 cm derinlikte 6 368 m ve 60-90 cm’de 11 631 m olarak rapor etmi lerdir. Bu çalı malarda ESP’nin toprak nem içeri i ile önemli bir ili kiye sahip oldu u rapor edilmi tir. Yaptı ımız çalı mada hem SAR hem de ESP için range de erleri derinlikle beraber artmı tır. Emadi ve ark., (2008)’in yaptıkları çalı mada ESP için range de erlerinin derinlikle beraber artı ı ve bu artı ın toprak tekstürüne ba lı oldu u rapor edilmi tir. Ayrıca yapılan bu çalı mada ESP de erleri ile KDK ve kil

de erlerinin benzer bir uzaysal ba ımlılık gösterdi i rapor edilmi tir. Çalı ma alanı topraklarının do al mera olarak kullanılması yanı sıra ya ı ın çok az oldu u kurak bir bölgede bulunması toprakta tuzlulu a neden olan iyonlardan Na'un arazide birikmesine neden olmu tur. Çalı ma alanında farklı bir amenajman uygulamasının olmamayı ı örnekler arasındaki benzerli in uzun mesafelerde görölmesine neden olmu tur. Elde edilen range de erlerine baktı ımızda SAR için kısa mesafelerde bir uzaysal ba ımlılık söz konusu iken ESP için uzun mesafelerde bir uzaysal ba ımlılık söz konusu olmu tur. Ayrıca toprak özelliklerinin uzaysal ba ımlılıklarına nugget de erinin sill de erine oranına bakılarak karar verilmektedir. SAR için yüzey topraklarında ESP içinde her üç derinlikte orta derecede bir uzaysal ba ımlılık söz konusu iken yüzey altındaki her iki derinlikte de SAR için kuvvetli düzeyde bir uzaysal ba ımlılık söz konusudur (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.83. Sodyum adsorpsiyon Oranı (SAR) ve De i ebilir Sodyum Yüzdesi (ESP) içeri ine ait semivariogram modeli, model parametreleri ve çapraz de erlendirme

Özellik	Derinlik (cm)	Model	Nugget (Co)	Sill (Co+C)	U.B %	Range (A) m	r ²	RSS	Çapraz De er. (r ²)
SAR	0-30	Üssel	0,100	154,4	0,06	216	0,916	241	0,38
	30-60	Küresel	0,100	120,10	0,08	379	0,862	488	0,24
	60-90	Küresel	2,10	196,1	1,07	1383	0,91	3759	0,74
ESP	0-30	Üssel	25,600	147,10	17,40	1332	0,93	821	0,23
	30-60	Üssel	61,600	176,8	34,84	1629	0,87	1078	0,43
	60-90	Üssel	50,300	161,7	31,11	3990	0,93	846	0,38

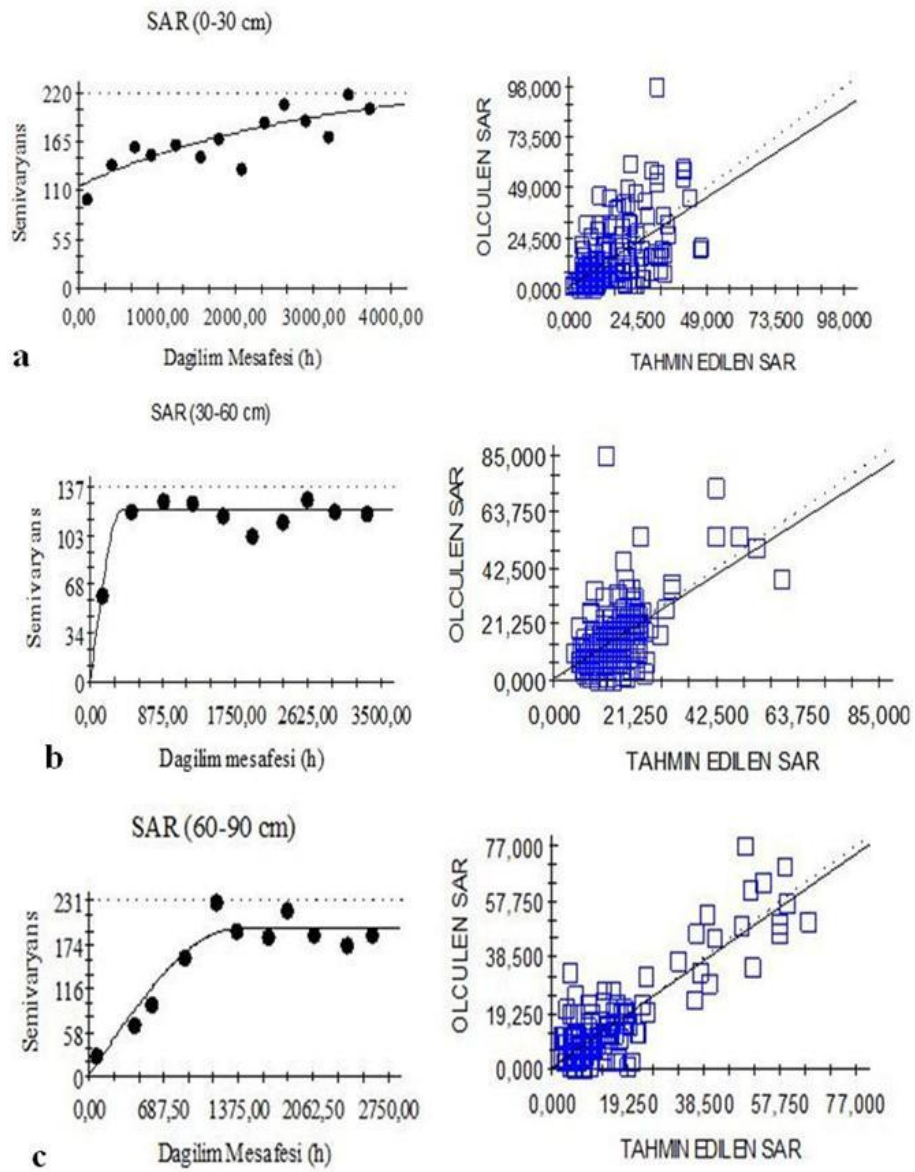
U.B: Uzaysal ba ımlılık, RSS: Hata Kareler Toplamı

Yüzey altı (30-60 cm) derinlikte SAR için elde edilen modellerde (ekil 4.84b) ve ESP için elde edilen modellerde (ekil 4.85b,c) toprak örnekleri arasında belirli bir sill de erine ula tıktan sonra çukur etkisi görölmü tür. Bu çukur etkisi çalı ma alanı topraklarında mesafeyle beraber SAR ve ESP de erlerinin aynı deseni tekrarladı ını göstermektedir.

Arazide ölçüm yapılmayan noktalar için çapraz de erlendirme ile veriler tahmin edildikten sonra SAR'ın alandaki de i imini gösteren tahmin haritaları ekil 4.86'da ESP'nin alandaki de i imini gösteren tahmin haritalarıda ekil 4.87'de verilmi tir. Elde edilen tahmin haritalarına göre alanın SAR içerikleri 0-30 cm'de 0,23-98,23 arasında, 30-60 cm'de 0,22-85,65 ve 60-90 cm'de 0,18-77,10 arasında de i im göstermektedir.

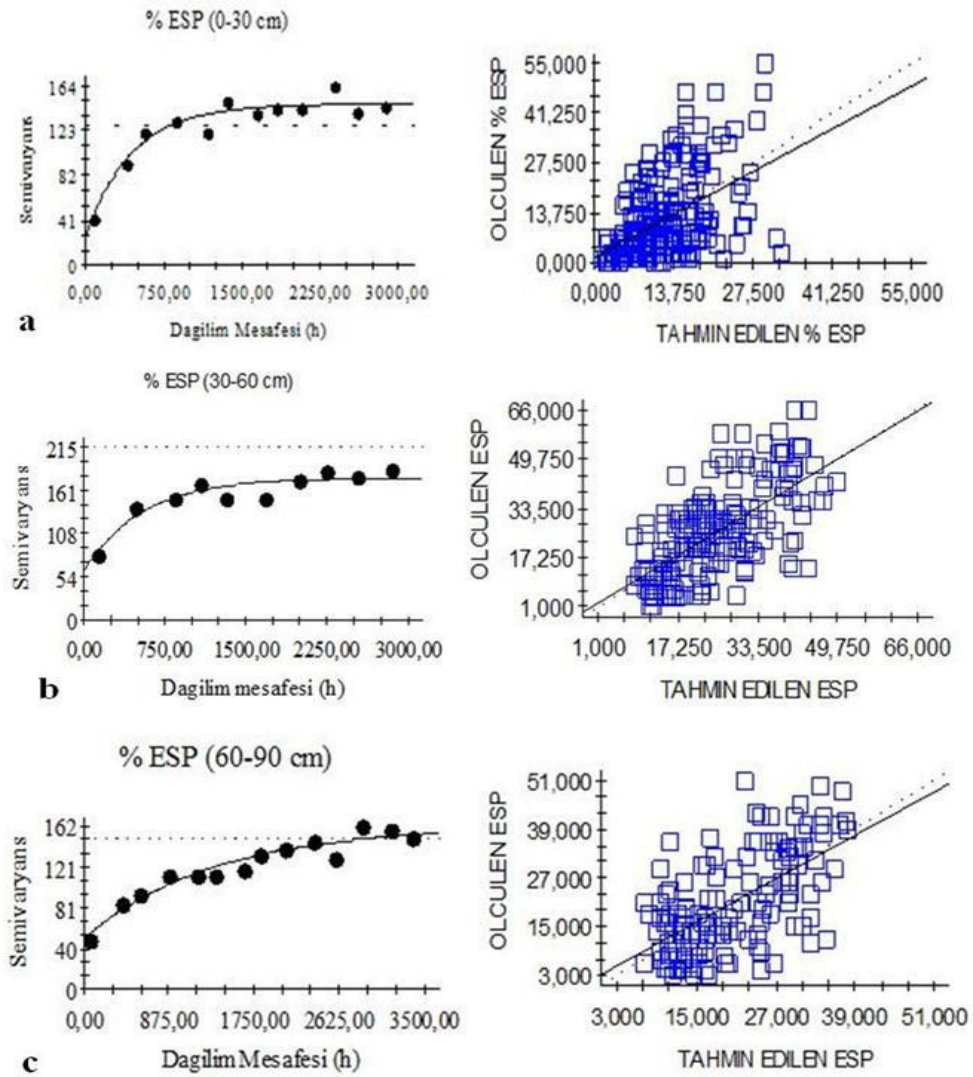
Çalı ma alanı topraklarının ESP içerikleri ise 0-30 cm'de %0,49-55,03 arasında, 30-60 cm'de %1,47-65,91 ve 60-90 cm'de %3,01-51,19 arasında de i im göstermektedir.

Yüzey topraklarında SAR, ESP, EC ve pH için olu turulan tahmin haritaları ele alındı ında, SAR de erlerinin 13'ten ESP de erlerinde 15'ten yüksek oldu u Kızılcıca, Leben, Tektome, Kızılkuyu ve Karadeli serilerinin bazı lokasyonlarında pH'nın 8,5'ten EC'nin ise 4 dS/m den yüksek oldu u görülmü tür. Bu nedenle bu alanlar tuzlu alkali olarak sınıflandırılmı tır.

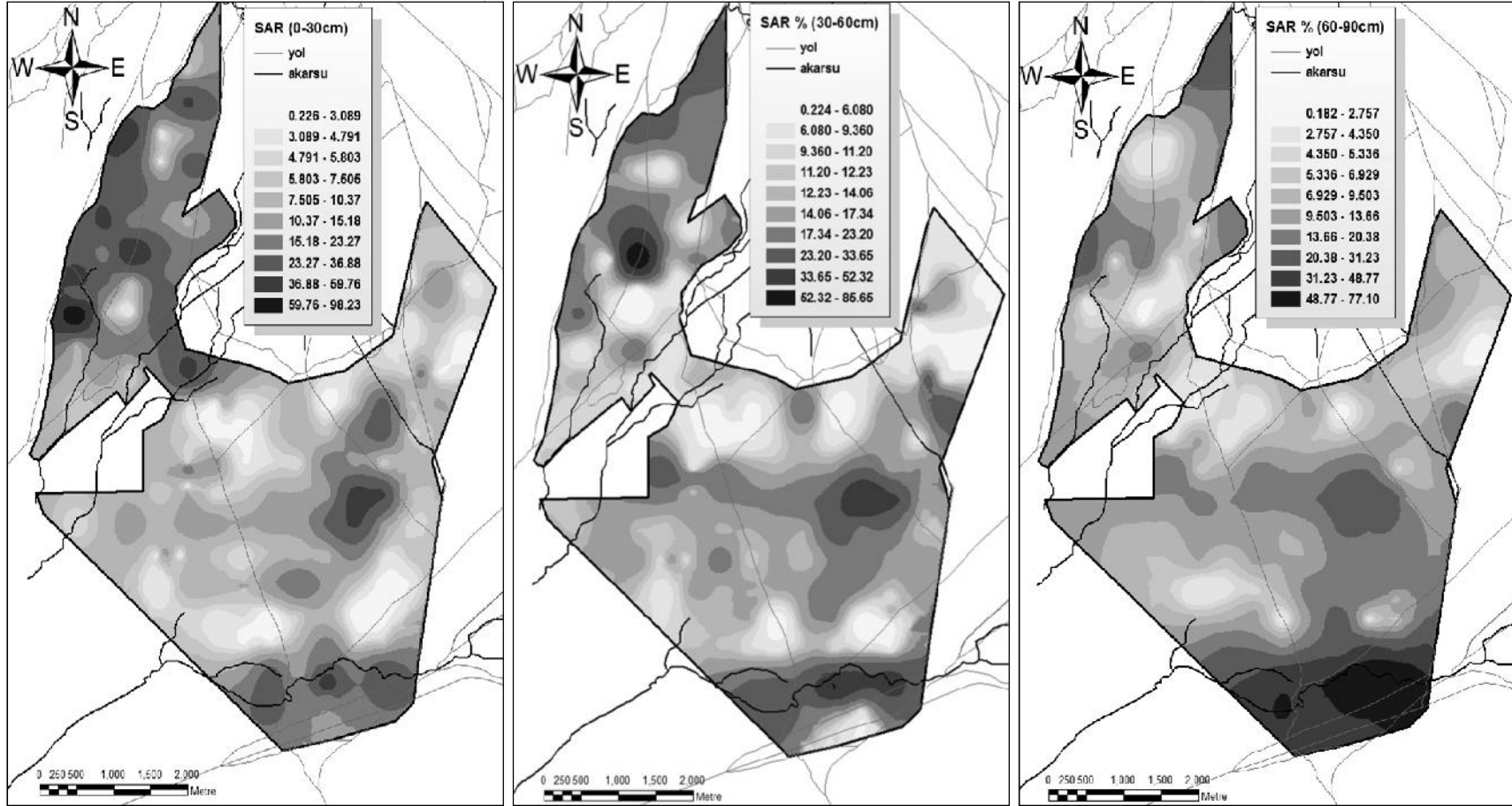


ekil 4.84. SAR (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri

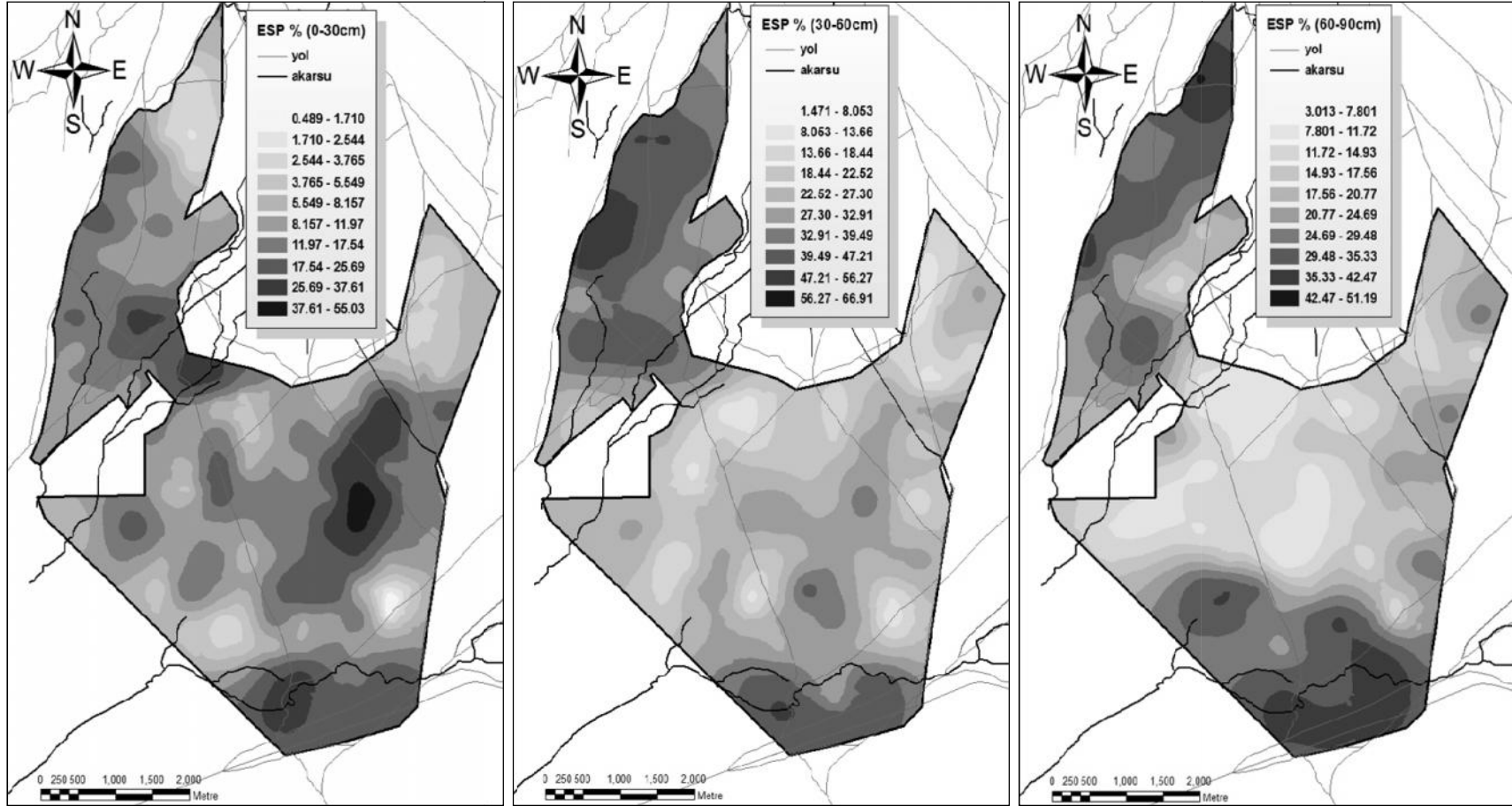
Çalı ma alanında tuzluluk ve alkalili in bu denli de i ken olmasının temel nedeni arazinin daha önce de inildi i gibi yamalı bir yapıya sahip olmasından ileri gelmektedir. Yüzey altı topraklarında Karadeli, Çobul, Acir ve Tektome serilerinde SAR ve ESP de erleri dü erken daha fazla derinli e sahip olan Kızılkuyu serisinde ve Kızılca serinin en üst tarafında (serinin kuzey kısmı) SAR ve ESP de erlerinin artı ı görülmü tür. Yıkama derinli inin fazla oldu u bu iki seriye ait lokasyonlarda Na tuzları daha derinlere do ru yıkandı tır. Yapılan birçok ara tırmada tuzlu ve alkali topraklarda SAR ve ESP de erlerinin heterojen bir yapı sergiledi i rapor edilmi tir (Horney ve ark., 2005; Emadi ve ark., 2008).



ekil 4.85. ESP (a: 0-30, b: 30-60, c: 60-90cm) içeri ine ait semivariogram modelleri ve çapraz do rulama grafikleri



ekil 4.86. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların SAR içeriklerinin dağılımları



ekil 4.87. Çalı ma alanına (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) ait toprakların ESP de erlerinin dağılımları

5. SONUÇLAR ve ÖNER LER

Elde edilen istatistiksel verilere göre tüm alanda 0-30 cm derinlikte kil içeri i ortalama %52,40 ve kum içeri i ortalama %26,08'dir. Çalı ma alanında toprak tekstürü bakımından Kızılca serisinden Kızılkuyu serisine do ru (kuzey güney istikametinde) belirgin bir ekilde kum içeri inde azalma kil içeri inde artı görülmü tür. Alanın Kuzey kısmında kaba bünyeli topraklar hakim iken güney kısmında ince bünyeli topraklar hakimdir. Çalı ma alanı yüzey topraklarının pH'sı 7,51 ile 9,31 arasında, EC 0,61 ile 27,40 dS/m, ESP %0,49 ile %54,82 ve SAR 0,23 ile 98,23 arasında de i im göstermi tir. Alanda ESP'nin %15 ve SAR'ın 13'den yüksek durumlarda sodyumun topra ın fiziksel yapısını bozması ile yer yer sodiklik sorunu ortaya çıkmı tır. Çalı ma alanına ait toprakların tuzlu alkali karakterde olması yanı sıra yüksek bor içeriklerine (1,41- 97,84 ppm) sahip olmaları bitkisel üretimi sınırlandırmaktadır.

Çalı ma alanının toprak özelliklerinin de i kenli ini ifade eden % VK'larına göre en yüksek de i kenlik SAR (%105,19) ve en dü ük de i kenlik pH (%3,58) özelli ine aittir. Ancak alanda tuzluluk parametrelerinden EC (%90,45) ve ESP (%88,98)'nin de çok de i ken oldu u tespit edilmi tir. Basıklık de eri en yüksek olan toprak özellikleri de i ebilir Ca (6,81), SAR (5,94) ve de i ebilir K (3,19) olup çok yayvan bir da ılım gösterirken di er özellikler ise sivri bir da ılım göstermi lerdir. Yatıklık katsayılarına göre pH, EC, SAR ve ESP ve de i ebilir katyonlar sa a çarpık bir da ılım göstermi tir.

Bitkisel üretim açısından her ne kadar toprakların ilk 30 cm kalınlı ı göz önünde bulundurulsa da toprakların seri bazında sınıflandırılmasında yüzey altı topraklarında görülen de i kenliklerin ve toprak derinli inin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu durumda çalı ma alanının tamamında 30-60 cm ve 60-90 cm derinlikteki topraklarda yapılan istatistiksel verilere göre 30-60 cm toprak derinli inde kil içeri i % 57,86 ve kum içeri i % 26,52 olup tekstür bakımından yüzey topraklarına benzerlik göstermi tir. 60-90 cm toprak derinli inde ise kil içeri i ortalama % 51,62 ve kum içeri i de ortalama % 33,72 olup üst topraklara göre daha kaba bir tekstür hakimdir. Yüzey altı (30-60 cm) toprak derinli inde pH 7,84 ile 11,36 arasında, EC 0,70-21,50 dS/m arasında, SAR 0,22-88,65 arasında ve ESP %1,47-66,91 arasında de i mekte olup üstündeki ve altındaki katmanlara göre daha tuzlu ve alkali

karakterdedirler. Yüzey altı (60-90 cm) topraklarında ise pH 7,84-9,53 arasında, EC 0,48-20,50 dS/m arasında, SAR 0,18-77,10 arasında ve ESP %3,01-51,19 arasında de i im göstermektedir. Alanda tuzluluk parametrelerinin bu denli yüksek de i kenli e sahip olması ve 60-90 cm toprak derinli inde tuzluluk ve alkalili in bir üst katmana göre daha az olması, toprak sınıflaması esnasında tanımlanan petrokalsik horizonun varlı ından ve drenajın yetersizli inden kaynaklanmaktadır. Arazi genelinde farklı derinliklerde (54 -148 cm arasında) bulunan sert ve geçirimsiz petrokalsik horizonu toprak profilinde yüzeyden gelen suların derinlere sızmasını engelledi i gibi, kurak yaz aylarında taban suyunun kapilarite ile yüzeye çıkmasını da engellemektedir. Alanda tuz ço unlukla petrokalsik horizonun hemen üstündeki katmanlarda birikim göstermi tir. Kepçe ile parçalandı ı yerlerde bu katmanın altında bulunan ve daha kaba tekstürlü olan toprakların elektriksel iletkenliklerinin dü ük olması da bu sert katmanın geçirimsizli inin bir göstergesi olarak kabul edilmi tir.

Çalı ma alanının yüzey topraklarında toprak özellikleri arasındaki ili kiyi test etmek için yapılan korelasyon analizine göre pH ile EC, SAR, ESP ve de i ebilir Na arasında, kil ile kireç, bor, pH, KDK, ESP ve de i ebilir Na arasında $P<0,01$ önem düzeyinde pozitif bir ili ki bulunurken agregat stabilitesi ile kil, bor, pH, EC, SAR, ESP, Ca ve Na arasında $P<0,01$ önem seviyesinde negatif bir ili ki bulunmu tur.

Kızılca kasabasının güneyinde yer alan çalı ma alanında Kızılca, Leben, Karadeli, Acir, Kızılkuyu, Çobul ve Tektome olmak üzere 7 farklı toprak serisi tanımlanmı tur. Kızılca serisi çalı ma alanının Kuzey kısmında bulunmakta ve yüzeyden suların ilk girdi i kısmı olu turmaktadır. Toprak profilinin alt kısmında üstteki kirecin yıkanması ve birikmesi sonucu olu mu oldukça sert bir petrokalsik horizon bulunmaktadır. Kızılca serisine ait toprak profilinde A-Bw-Bw-C-Ckm-IIAb-IIckm-IIC ekinde horizon dizilimi mevcuttur. Kızılca serisi profilinde yüzey horizonunda pedlerin yüzeylerinde çok yo un bir tuz birikimi bulunmu tur. Ayrıca toprak profilinin 76 cm'de görülen petrokalsik horizonun altında nispeten daha koyu renkli gömülü bir A horizonu yer almı tur. Bu horizonun altında çok daha önceden olu mu ikinci bir geçirimsiz katman yer almakta olup hemen altındaki horizonlar oldukça kaba tekstürlüdür.

Leben serisi Kızılca serisinin hemen altında yer almakta ve kum içeri i bakımından Kızılca serisi ile benzerlik göstermektedir. Bu iki seri Tektome serisinden sonra en

yüksek kum içeriğine sahip olan serilerdir. Leben serisi toprak profilinde horizon dizilimi A-Bw-Bn-Ckm-C eklindedir. Leben serisi toprak profilinde bitkilere elverişli toprak derinliği 89 cm olarak tespit edilmiştir. Bu derinlikten sonra 18 cm kalınlığındaki sert ve geçirimsiz petrokalsik horizonu tanımlanmıştır. Bu petrokalsik horizonunun hemen üstünde bir argilik-natrik horizonu bulunmaktadır. Toprak profilinde tuzların yıkanıp alt katmanlarda birikmesi için düşük yağışlar yeterli olabilmektedir. Ancak profilin üst katmanlarından (A horizonu) killerin yıkanıp B horizonunda birikim gösterebilmesi için daha fazla yağışa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çalınma alanında tanımlanan argilik horizonun oluşumu jeolojik dönemlerde görülen iklim salınımları ile açıklanabilir. Natrik horizonu ise yüzeyden yıkanan Na'lı tuzların petrokalsik horizonun varlığı nedeniyle daha alt katmanlara yıkanmayıp bu katmanda birikmesi sonucu oluşmuştur.

Karadeli serisi toprakları eski göl tabanında, Kızılca ve Leben serilerinin aksine gölün kıyısından uzakta daha ince bünyeli malzemenin depolandığı kısımlarda yer almakla beraber çalınma alanında en yaygın alana sahip olan toprak serisidir. Seri tanımlamalarında 4 ayrı toprak profili açılmış ve 3 profil tanımlanmıştır. Bu profillerin horizon dizilimleri, A-Bw-IBk- IIBk-Ckm, A-IBw- IIBw- Bk -ICkm, IICkm ve A-Bw-Bk-Ckm eklindedir. Karadeli serisine ait toprak profilinin ilk 40 cm'sinde ortalama kil içeriği %50 civarında olup bu derinliğin altında kil içeriğinde azalma görülmüştür. Seriyeye ait tüm profillerde 80 cm'den sonra petrokalsik horizonu tanımlanmıştır. Ayrıca petrokalsik horizonun üstünde A ve B horizonlarında oldukça iyi gelişmiş prizmatik strüktür tanımlanmıştır. Ayrıca Karadeli serisi en yüksek kireç içeriğine (yaklaşık % 40) sahip olan toprak serisidir.

Çalınma alanında en küçük alana sahip olan Acir serisi, Karadeli ve Kızılkuyu serileri arasında bir geçiş özelliği göstermektedir. Ancak Karadeli ve Kızılkuyu serilerine göre bor içeriği çok yüksek olmakla beraber yüksek kil içeriği bakımından Karadeli serisinden, renk ve derinlik bakımından Kızılkuyu serisinden ayrılmıştır. Acir serisine ait toprak profilinde horizon dizilimi A-Bt-Btk-Ck-Ckm eklindedir. Acir serisi toprak profilinin pedojenik işlemler sonucunda B horizonunda argilik, B ve C horizonunda ise kalsik horizonunun oluştuğu görülmüştür. Zamanla kalsik horizonun sert geçirimsiz bir

katman halini almasıyla da petrokalsik horizonu oluşmuştur. Profilde 96 cm'den sonra görülen bu petrokalsik horizon Çobul Serisinden sonra en fazla kalınlığa sahip olanıdır.

Çalınma alanının en güneyinde yer alan Kızılkuyu serisi tüm profil boyunca en yüksek kil içeriğine (%70) ve en yüksek toprak derinliğine olan (+ 178 cm) seridir. Kızılkuyu serisine ait toprak profilinde horizon dizilimi A-Bt-Btk-Ck-Ckm şeklindedir. Kızılkuyu serisinde tanımlanan petrokalsik horizonu 148 cm'de bulunmuş ve kepçe ile kolaylıkla parçalanmıştır. Kızılkuyu serisi renk ve derinlik bakımından Acir serisinden ayrıdır. Kil içeriği bakımından Karadeli serisinden ayrıdır.

Çobul serisi alanının en doğusunda yer alan ve en düşük tuzluluk alkalilik parametrelerine sahip olan toprak serisidir. Seriyeye ait toprak profilinde horizon dizilimi A-Bk-Ckm şeklindedir. Çobul serisini diğer serilerden ayıran önemli özelliklerden biri tuzluluğunun düşük olması yanı sıra A horizonunda görülen tabakalı strüktürün varlığı ve petrokalsik horizonunun çok kalın olmasıdır.

Çalınma alanının son serisi olan Tektome serisi alanın KD-GB yönünde uzanan bir dere bankı üzerinde oluşmuştur. Bu nedenle çalınma alanında en yüksek kum içeriğine sahip olan toprak serisidir. Ancak yüksek kum içeriğine rağmen tuzluluk parametrelerinden pH, EC, SAR ve ESP değerleri Çobul serisine göre çok daha yüksek çıkmıştır. Bunun temel nedeni düşük bir debiye sahip olan derenin getirdiği tuzlu materyallerin Tektome serisi içerisinde birikmesinden ve drenajın yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalınma alanında seriler varyasyon katsayısına göre değerlendirilmiş olup seriler arasında yüzey topraklarında en yüksek değeri kenliğe sahip toprak özellikleri Kızılkuyu serisinde EC (%95,76), SAR (%112,81), kum (%43,67), bor (%71,78), OM (%42,61), Kızılca serisinde ESP (%107,86) kireç (%38,37) ve değeri ebilir K (%48,87), Karadeli serisinde kil (%24,22), değeri ebilir Ca (%57,44) ve değeri ebilir Na (%103,46) Leben serisinde silt (%30,31), agregat stabilitesi (%35,49), değeri ebilir Mg (%47,63) ve KDK (%27,07) Tektome serisinde pH (%5,22)'dir.

30-60 cm toprak derinliğinde Kızılca serisi pH, Leben serisi kil ve K, Karadeli serisi kum, Acir serisi Ca, Çobul serisi EC, ESP ve Na, Tektome serisi ise SAR, kireç, bor, OM, Mg ve KDK bakımından en yüksek değeri kenliğe sahiptir. 60-90 cm toprak

derinli inde ise Leben serisi EC ve SAR, Karadeli serisi OM, Acir serisi kil ve kum, Çobul serisi pH, ESP ve de i ebilir katyonlar (Ca, Na, K, Mg), Tektome serisi ise kireç, KDK ve bor bakımından yüksek de i kenli e sahiptirler.

Seri içi de i kenli e göre de Kızılca serisinde ESP (%107,86) en yüksek de i kenli e pH (%3,24) ise en dü ük de i kenli e sahip olan toprak özellikleridir. Leben serisinde SAR (%83,74) en yüksek ve pH (%3,30) en dü ük, Karadeli serisinde de i ebilir Na (%103,46) en yüksek ve pH (%3,42) en dü ük, Acir serisinde SAR (%76,46) en yüksek ve pH (%2,41) en dü ük, Çobul serisinde ESP (%72,94) en yüksek ve pH (%2,51) en dü ük, Kızılkuyu serisinde SAR (%112,81) en yüksek ve pH (%84,08) en dü ük, Tektome serisinde ise de i ebilir Na (%68,94) en yüksek ve pH (%5,30) en dü ük varyasyon katsayılarına sahip olan toprak özellikleridir.

Çalı ma alanında yer alan farklı haritalama birimlerinin homojenliklerinin test edilmesi için yapılan tek yönlü varyans analizine (ANOVA) göre yüzey topraklarında pH ve agregat stabilitesi açısından seriler birbirlerine benzemektedir. Ancak kil, kum, silt, EC, kireç, P₂O₅, SAR, Na, K, Ca, Mg, KDK, bor ve organik madde içerikleri P<0.01 düzeyinde ve ESP de erleri P<0.05 düzeyinde seriler arasında istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık tespit edilmi tir. Ayrıca çalı ma alanında tanımlanan serilerin belirlenen toprak özellikleri açısından benzer olanlarının gruplandırılması için DUNCAN testi yapılmı tır. Elde edile sonuçlara göre Kızılca, Leben ve Tektome serileri kil, kireç, Na, KDK ve OM bakımından aynı grupta yer almı tır. Karadeli, Acir ve Kızılkuyu serileri ise ESP, SAR ve K bakımından aynı grupta yer almı tır. Ayrıca agregat stabilitesi ve pH bakımından tüm seriler aynı grupta yer almı tır.

Çalı ma alanında Kızılca serisinde 1, Leben serisinde 5, Karadeli serisinde 14, Acir serisinde 3, Çobul serisinde 4, Kızılkuyu serisinde 5 ve Tektome serisinde 2 olmak üzere toplam 34 farklı haritalama ünitesi tanımlanmı tır. Kızılca serisi dı nda di er serilerde tanımlanan haritalama ünitelerine ait homojenlik testine göre Leben serisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden kil ve P₂O₅ içeri i bakımından P<0,05 önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u di er toprak özelliklerinin ise farklı olmadı ı tespit edilmi tir. Karadeli serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait yüzey topraklarının kil, silt ve KDK P<0,05 kum, kireç, P₂O₅, SAR, K, Ca ve Mg içeri i bakımından P<0,01 önem seviyesinde birbirlerinden farklı

oldu u agregat stabilitesi, bor, pH, EC, Na, ESP ve OM içeri i bakımından benzer oldu u görülmü tür. Acir serisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinin tamamı benzer özellik göstermi tir. Çobul serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden kil içeri i $P<0,05$ önem düzeyinde birbirlerinden farklıyken di er 16 toprak özelli i bakımından birbirlerine benzerlik göstermi tir. Kızılkuyu serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden kireç, silt, OM ve K'un birbirlerine benzer oldu u di er toprak özelliklerinin ise $P<0,01$ önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u tespit edilmi tir. Tektome serisi içerisinde tanımlanan haritalama ünitelerine ait toprak özelliklerinden agregat stabilitesi ve pH de erlerinin $P<0,01$ önem seviyesinde birbirlerinden farklı oldu u di er toprak özelliklerinin ise birbirlerine benzer oldu u görülmü tür.

Çalı ma alanında toprak özelliklerinin mesafeye ba lı de i imler jeostatistiksel yöntemlerle modellenmi tir. Elde edilen semivariogram modellerine göre örnekler arasında mesafeye ba lı olarak bir de i imin söz konusu oldu u ve alanın homojen yapıda olmadı ı görülmü tür. Semivariogram sonucu elde edilen range de erlerine göre 0-30 cm derinlikte en yüksek range de eri de i ebilir K (7828,8 m) ve en dü ük range de eri ise SAR (216 m), 30-60 cm derinlikte en yüksek range de eri bor içeri i (6683 m) ve en dü ük range de eri pH (150 m), 60-90 cm toprak derinli inde ise en yüksek range de eri kireç içeri i (7569,1 m) ve en dü ük range de eri silt (303 m) ve fosfor (303) de erlerine aittir. Ayrıca uzaysal ba ımlılık bakımından yüzey topraklarında kil, pH, SAR, kireç ve fosfor kuvvetli uzaysal ba ımlılık gösterirken yüzey altı topraklarından 30-60 cm derinlikte pH, SAR, Na, Ca, Kireç Bor, OM ve fosfor, 60-90 cm toprak derinli inde ise kil, silt, pH, SAR, kireç, Ca, bor, OM ve fosfor kuvvetli uzaysal ba ımlılık göstermi tir. Böylece çalı ma alanında toprak profilinin tamamında pH, SAR ve kireç bakımından mesafeye ba lı olarak çok kuvvetli bir uzaysal ili ki bulunmu tur.

Çalı ma alanında yapılan detaylı toprak etüdüleri sonucu drenaj yetersizli i yanı sıra alanda 54 cm den itibaren ba layan ve arazide farklı derinliklere sahip olan sert ve geçirimsiz bir katman olan petrokalsik horizonu bulunmaktadır. Islah çalı malarına ba lamadan önce muhakkak uygun ekipmanlarla bu sert katmanın parçalanması ve uygun bir drenaj sisteminin geli tirilmesi gerekmektedir. Çalı ma alanı topraklarının

yüksek tuz içerdiği ve yer yer sodik karakterde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle uygun ıslah yöntemleri ile alanın ıslah edilmesi gerekir. Islah çalışması yapılmadan önce alanın yüksek kireç içeriğine sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Az kireçli (% 5-15) olarak sınıflandırılan alanlarda dahi jips yerine toprakta mevcut Ca'un çözünürlüğü artırarak olan sülfirik asit gibi ıslah maddelerinin kullanılması tercih edilmelidir. Ayrıca toprak özellikleri için jeostatistiksel yöntemlerle oluşturulan tahmin haritalarının göz önünde bulundurularak ıslah çalışmasında bulunulması maliyeti fazlasıyla düşürecektir. Buharla manın yarılarından çok fazla olduğu çalışılma alanında da tuzların kapılar yükselme ile toprak yüzeyine çıkmasını azaltmak için bir yandan ıslah çalışması yapılırken bir yandan da tuzluluğa karşı dayanıklı olan bitki türleri seçilerek toprak yüzeyinin sürekli bitki ile kaplı olması sağlanmalıdır.

Bugüne kadar tarımsal üretim için geleneksel yöntemlerle oluşturulan haritalarda haritalama üniteleri homojen olarak kabul edilmiş ve haritalama ünitesinin kapsamı alanın tamamında aynı ıslah yöntemleri uygulanmıştır. Bu durum ıslah çalışmasında ya maliyeti artırmış ya da istenilen başarıyı sağlayamamıştır. Bu nedenle hem yüzey hemde yüzey altı topraklarında görülen mesafeye bağlı değişimin toprak haritalarında yer verilmesi ve buna uygun amenajman yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Çalışılma sırasında kullanılan jeostatistiksel yöntemler tuzlu alkali topraklarda yapılacak tarımsal ve bilimsel çalışmalarda önemli avantajlar sağlayacaktır. Kullanıcıya getirdiği düşük maliyet avantajının yanında bilgilere hızlı ve kolay ulaşılma olanakları da sağlamaktadır. Ayrıca jeostatistiksel yöntemlerle elde edilen bu veriler ile haritaların oluşturulması Kızılca yöresi açısından ve diğer benzer özelliklere sahip alanlar açısından önem taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abrol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud F.I., 1988. Salt-Affected Soils and Their Management. FAO Soils Bulletin 39, Rome. 131p.
- A ar, A. ., 2012. Improvement of Exchangeable Ca:Mg Ratio by Using Gypsum and Waste of Sulfur in Mgnesium-Affected Soils. African Journal of Agricultural Research Vol. 7(14), pp. 2205-2214
- Ahmed, S., De Marsily, G., 1987. Comparison of Geostatistical Methods for Estimating Transmissivity Using Data on Transmissivity and Specific Capacity. Water Resources Research 23, 1717–1737.
- Aishah, A.W., Zauyah S., Anuar A.R., Fauziah C. I., 2010. Spatial Variability of Selected Chemical Characteristics of Paddy Soils in Sawah Sempadan, Selangor, Malaysia. Malaysian Journal of Soil Science Vol. 14: 27-39
- Allison, L.E., and Moodie C.D., 1965. Carbonate. in: C.A. Black et al (ed). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Al-Omran, A. M., Abdel-Naser G., Choudhary I., Al-Otuibi J., 2004. Uzaysal Variability of Soil pH and Salinity Under Date Palm Cultivation., Pp: 5-36 Soil Scince Department
- Akba , F. 2004. Entisol Ordosuna Ait Bir Arazide Bazı Toprak Özelliklerinin De i iminin Geleneksel ve Jeostatiksel Yöntemlerle Belirlenmesi Doktora Tezi, Gaziosmanpa a Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 112s.
- Akıncı, ., 2011. Hümik Asitler, Bitki Büyümesi ve Besleyici Alımı. Derleme/Review. Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Dergisi, 23(1) (2011) 46 56
- Akı , A., Kaya B., Seferov R. ve Ba kan H.O., (2003). Harran Ovası ve Çevresindeki Tarım Arazilerinde Tuzluluk Problemleri ve Bu Problemin iklim Özellikleriyle li kisi
- Amit, R., Enzel Y., Grodek T., Crouvi O., Porat N., Ayalon A., 2010. The role of Rare Rainstorms in the Formation of Calcic Soil Horizons on Alluvial Surface in Extreme Desert. Quaternary Research 74, p:177-187
- Anonim, 1996. Plant Materials for Saline-Alkaline Soils., Technical Notes., U.S. Departmtmenof Agriculture Naturel Resources Concervation Service Bridger, Montana October 1,1996.
- Anonim, 2007. <http://www.eijkelkamp.com/Portals/2/Eijkelkamp/Files/M1-0813e%20Wet%20sieving%20method.pdf> [Eri im Tarihi; 23.12.2007]
- Anonim. 2008a. Ni de iklim verileri. Metereoloji Genel Müdürlü ü. 2008.
- Anonim, 2008b. Ni de 2008 Yılı 1 Çevre Durum Raporu, 1 Çevre Orman Müdürlü ü
- Anonim, 2009. Çevre Ve Orman Bakanlı ı Devlet Su leri Genel Müdürlü ü Ankara
- Anonim, 2010a. http://harristurf.crinet.com/education_train/pdfs/alkaline_soil.pdf [Eri im Tarihi; 20.01.2010]
- Anonim, 2010b. <http://www.tumgazeteler.com/haberleri/istiksafi/> Giri 17.01.2010
- Anonim, 2011 Chapter I. The arid environments <http://www.fao.org/docrep/T0122E/t0122e03.htm> Eri im: 30.11.2011
- Ardahanlıo lu, O., Özta T., Evren S., Yılmaz H., Yıldırım Z.N., 2002. Spatial Variability of Exchangeable Sodium, Electrical Cnductivity, Soil pH and Boron

- Content in Salt- and Sodium-Affected Areas of the Iğdir Plain (Turkey) *Journal of Arid Environments* 54: 495–503
- Ayers R.S., Westcot, D.W. 1989. *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper No: 29, Rome.
- Ayoubi, S., Zamani S.M., Khormali F., 2007. Spatial Variability of Some Soil Properties for Site Specific Farming in Northern Iran *International Journal of Plant Production* 1(2), ISSN 1735-6814
- Bennet, O.L., Mathias, E.L. 1973. Growth And Chemical Composition of Crown Vetch As Affected By Lime, Boron, Soil Source And Temperature Regime. *Agron. J.* 65, 587-593.
- Berger, K.C., 1949. Boron in Soils and Crops. *Adv. Agron* 1:321-351
- Bhatnager, R.S. Attri S.C. Mathur G.S. And Chaudhary R.S., 1979. *Annals Arid Zone* 18-86.
- Blaylock, A.D., 1994. *Soil Salinity, Salt Tolerance, and Growth Potential of horticultural and Landscape Plants*. University Wyoming.
- Bohling, Geoff., 2005. *Introduction to Geostatistics and Variogram Analysis*. Kansas Geological Survey 864-2093
- Busman, L., Lamb J., Randall G., Rehm G., Schmitt M., 2002. *The Nature of Phosphorus in Soils*. Copyright © 2002 Regents of the University of Minnesota. All rights reserved.
- Brady, N.C., 1990. *Geographic Information Systems. The Nature And Properties of Soils*. Tenth Edition. Macmillan Publishing Company. Chemistry Department, University of California, Davis Ca 95616, Usa And Office of Environmental Health And Safety, University of California, Riverside, Ca 92521, Usa. Pp 759-788.
- Brady, N.C., ve Weil R. R., 2002. *The Nature and Properties of Soils*, 13th Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. p. 960
- Bresler, E., Dagan, G., & Wagenet, R. J., 1984. Statistical Analysis of Salinity and Texture Effects on Spatial Variability of Soil Hydraulic Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 48, 16-25.
- Brock A. L., Buck B. J., 2008. Polygenetic Development of the Mormon Mesa, NV Petrocalcic Horizons: Geomorphic and Paleoenvironmental Interpretations. *Catena* 77 (2009) 65–75
- Brodsky L., Vanek V., Borůvka L., Szakova J., 2004. Consistency of Spatial Dependence of Soil Chemical Properties in Two Fields: a Geostatistical Study. *Czech University of Agriculture in Prague, Czech Republic. PLANT SOIL ENVIRON.*, 50, (11): 507–512
- Browning, D. M., Duniway M. C., 2011. Digital Soil Mapping in the Absence of Field Training Data: A Case Study Using Terrain Attributes and Semiautomated Soil Signature Derivation to Distinguish Ecological Potential. *Hindawi Publishing Corporation Applied and Environmental Soil Science Article ID: 421904*, p.12 doi:10.1155/2011/421904
- Burgess, T. M. ve Webster, R., 1980a. Optimal Interpolation and is Arithmetic Mapping of Soil Properties. 1. The Semi-Variogram and Punctual Kriging. *J. Soil Sci.* 31, 315-31.
- Burgess, T. M., ve Webster, R., 1980b Optimal Interpolation and is Arithmetic Mapping of Soil Properties. 11. Block Kriging. *J. Soil Sci.* 31, 333-41

- Brus, D.J., de Gruijter, J.J., Marsman, B.A., Visschers, B.A., Bregt, A.K., Breeuwsma, A., 1996. The performance of spatial interpolation methods and choropleth maps to estimate properties at points: a soil survey case study. *Environmetrics* 7, 1–16.
- Burrough, P.A. 1991. Sampling Designs for Quantifying Map Unit Composition .p 89-127. *In* Mausbach, M.J. and L.P. Wilding (eds) *Spatial variability of soils and landforms*. SSSA special publication number 28. Soil science society of America, inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Burrough, P. A., 1993. The Technologic Paradox in Soil Survey: New Methods and Techniques of Data Capture and Handling. *ITC J.* 1: 15-30.
- Burrough, P. Van Gaans P. F. M., Hootsmans R., 1997. Continuous Classification in Soil Survey: UzaysalCorrelation, Confusion, and Boundaries. *Geoderma*, 2-4(77), 115-135.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A., 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford, p. 333.
- Burt, C. M., Isbel B., 2005. Leaching Of Accumulated Soil Salinity Under Drip Irrigation.. *American Society of Agricultural Engineers ISSN 0001–2351: Vol. 48(6)*,
- Bryan, R.B., 1976 Considerations on soil erodibility indices and sheetwash. *Catena* 3:99-111
- Cafarelli, B. ve Pollice A., 2010. Geoistatistical Analysis of the UzaysalDistribution of Soil Analysis. <http://old.unifg.it/spatial/dwn2/88.pdf> [Eri im Tarihi: 15.02.2010]
- Cantón , Y., Benet A.S., Asensio C., Chamizo S., Puigdefábregas, J., (2009). Aggregate Stability in Range Sandy Loam Soils Relationships with Runoff and Erosion. *Catena* 77 P: 192–199
- Clarke F. W. And Washington H. S. (1924) *The Composition of the Earth's Crust*. U.S.G.S
- Clark, I., 1986. The art of cross validation in geostatistical application. *Proceeding of PCOM*, p. 211-220.
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., & Novak, J. M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. ve Konopka, A.E., 1994. Field –Scale Variability Soil Properties in Central Iowa Soils. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 58:1501-1511.
- Cambardella C.A., Karlen D.L. 1999. Spatial Analysis of Soil Fertility Parameters. *Precis. Agr.*, 1: 5–14.
- Cardon, G. E., Davis J. G., Bauder T. A. ve Waaskom R. M., 2007. Managing Saline Soils. *Crop Series Colorado State University*. No:0.503
- Charles, T., Garten, J., & Sanghoon, K. J., 2007. Variability in Soil Properties at Different Spatial Scales (1m-1km) in a Deciduous Forest Ecosystem. *Soil Biology & Biochemistry*, 39: 2621-2627.
- Collins, F.C., Bolstad, P.V., 1996. A comparison of spatial interpolation techniques in temperature estimation. *Proceedings, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling*, Santa Fe, NM. National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, Santa Barbara, CA.
- Corvin, D.L., Lesch S. M., Shouse P. J., Soppe R. ve Ayars J. E., 2003. Soil Management., Identifying Soil Properties That Influence Cotton Yield Using Soil Sampling Directed by Apparent Soil Electrical Conductivity. *Published in Agron J.* 95:352-364

- Corvin, D.L., Lesch S. M., 2005. Characterizing Soil Spatial Variability with Apparent Soil Electrical Conductivity., 1. Survey Protocols Science Direct Computers and Electronics in Agriculture 46 (2005) 103-133
- Crenshaw, T.D., 2000. Calcium, Phosphorus, Vitamin D, and Vitamin K in Swine Nutrition. Swine Nutrition, Second Edition. eBook ISBN: 978-1-4200-4184-2. <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420041842.ch10>
Eri im: 18.05.2012
- David, M., 1976. The practice of kriging., Advance Geostatistics in Mining Industry, pages 31-48.
- Dexter, A.R., Richard G., Arrouays D., Czyz E.A., Jolivet C., Duval O., 2008. Complexed Organic Matter Controls Soil Physical Properties. Geoderma. Volume 144, Issues 3–4, P: 620–627
- Doerge, T.A. 1999. Management zone concepts. SSMG-2. Site-Specific Management Guidelines. Potash & Phosphate Institute, Norcross, GA.
- Deutsch, V. Journel, A. G. GSLIB., 1998. Geostatistical Software Library and User's Guide. 340pp. Oxford University Press, New York. NY. (1998). Pp. 340.
- De Sigmond, A 1938. The principles of Soil Sciences. London
- De Souza, Z.M., Junior J.M., Pereira G. D., Saenz C. M. S., 2009 Spatial Variability Of Aggregate Stability In Latosols Under Sugarcane. R. Bras. Ci. Solo, 33:245-253).
- Di, H.J., Trangmar B.B., Kemp R.A., 1989. Use of Geoistatistics in Designing Sapmlng Strategies for Soil Survey. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:1163-1167
- Dohrmann, R., (2006). Problems in CEC Determination of Calcareous Clayey Sediments Using the Ammonium Acetate method. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 169, 3, 330-334.
- Dontsova, K., Norton L.D., 2001. Effects of Exchangeable Ca:Mg Ratio on Soil Clay Flocculation, Infiltration and Erosion. Sustaining the Global Farm. Selected Papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting at Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory. P: 580-585
- Douaik, A., Van Meirvenne, M. & Toth, T., 2007. Statistical Methods for Evaluating Soil Salinity Spatial and Temporal Variability. Soil Science Society of America Journal, 71, 1629-1635.
- Duniway, M. C., Monge H. C., Herrick J. E., 2007. The High Water-Holding Capacity of Petrocalcic Horizon. Soil Sci. Soc. Am. J. 71:812–819
- Driessen, P.M., 1970. Soil Salinity and Alkalinity in the Great Konya Basin, Turkey. Department of Tropical Soil Science, Agricultural University, Wageningen P: 45-46.
- Emadi, M., Baghernejad M., Emadi, M., Maftoun M., 2008. Assessment of Some Soil Properties by Spatial Variability In Saline And Sodic Affected Soils In Arsanjan Plain, Fars Province, Southern Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences 11 (2): 238-243
- Ergene, A., 1997. Toprak Biliminin Esasları. Yayın no: 0027 ISBN: 975-8004-30-1 S:108-110
- Er ahin, S. 1999. Aluviyal Bir Tarlada Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özelliklerinin Uzaysal (Spatial) De i kenli inin Belirlenmesi. S.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi. 13 (19):34-41.
- Esri, ArcGIS, 2006. 9.2 Environmental System Research Institute. Redland Ca, USA.

- Falatah, A.A., Choudhary M. I. Shalaby A. A. ve Al-Omran A. M., 1997. Spatial Variability of Some Soil Physical Characteristics of Ai-Khothot Experiment Station. *J. King Saud Univ., Agric. Sci.*, 9(2): 303-318.
- FAO., 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.
- Farahani, H.J., Buchleiter G. W., Brodahl M. K., 2005. Characterization of Apparent Soil Electrical Conductivity Variability in Irrigated Sandy And Non-Saline Fields in Colorado American Society of Agricultural Engineers ISSN 0001-2351. Vol. 48(1): 155-168.
- Faritfeh, J., Farshad A., George R.J., 2005. Assessing Salt-Affected Soils Using Remote Sensing, Solute Modelling, and Geophysics., *Geoderma* 130(20 06) 191-206
- Fernandez-Buces, N., Siebe C., Cram S., Palacio J. L., 2006. Mapping Soil Salinity using a Combined Spectral Response Index for Bare Soil and Vegetation: A Case Study in the Former Lake Texcoco, Mexico., *Journal of Arid Environments* Elsevier.
- Fedoroff, N., 1997. Clay illuviation in Red Mediterranean soils, in: Mermut, A.R., Yaalon, D.H., Kapur, S. (eds), *Red Mediterranean soils*, *Catena*, 28, 171-189.
- Fleming, G.A., (1980)., *Essential Micronutrients. I: Boron and Molybdenum*. In *Applied Soil Trace Elements*. Ed. B.E. Davies. Pp 155-197. John Willey and Sons, New York.
- Foley, K. K., 2005 *Pedogenic Carbonate Distribution Within Glacial Till in Taylor Valley, Southern Victoria Land, Antarctica. A Thesis Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Sciences in the Graduate School of The Ohio State University.*
- Frossard, E., Condron, L. M., Oberson, A., Sinaj, S. ve Fardean, J. C., 2000. Processes Governing Phosphorus Availability in Temperate Soils. *Journal of Environmental Quality* 29: 15-23.
- Gallichnad, J., Buckland, G. D., Marcotte, D. ve Hendry, M. J., 1992. Spatial Interpolation of Soil Salinity and Sodicity for a Saline Soil in Southern Alberta. *Can. J. Soil Sci.* 72:503-516.
- Gamma Design Software, 2004. *GS+7; Geostatistics for the Environmental Sciences*. Plainwell, Michigan, United States, Gamma Design Software.
- Gee, G.W., Boudier, J. W., (1986). *Particle Size Analysis*. In: A. Clute (Ed.) *Methods of Soil Analysis. Part I Agronomy No: 9 Am Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA*.
- Goderya, F.S., 1998. Field Scale Variations In Soils Properties for Spatially Variable Control:A Review, *Journal Of Soil Contamination* 7(2):243-264
- George, T. S., Richardson, A. E., Hadobas, P. A. ve Simpson, R. J., 2003. Rhizosphere Limitations to The Efficiency of Phytase-Phtat Interactions. *Proceedings of 2nd Internal Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Contium* p: 48-49.
- Gezgin, S. Gökmen, F. Dursun, N. Babao lu, M. Hakkı, E.E. 2005. I. Ulusal Bor Çalı tayı Bildiriler Kitabı, Ankara, , P.460.
- Goldberg, S., R. A. Glaubig, 1986. Boron Adsorption and Silican Release by the Clay Minerals Kaolinite, Montmorillonite and Illite. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50: 1442-1448.
- Goldberg S., 1993. Chemistry and mineralogy of boron in soils. Chapter 2. In U.C. Gupta (ed.) *Boron and its role in crop production* CRC Press, Boca Raton, FL.

- Goldberg, S., 1997. Reactions of Boron with Soil. *Plant and Soil* 193: 35-48. USDA, US Salinity Laboratory, USA.
- Goldberg, S., Suarez D.L., Shouse P.J., 2008. Influence of Soil Solution Salinity on Boron Adsorption by Soils. *Soil Science* 0038-075X/08/17306 p: 368-374
- Goovaerts, P., 1997. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press, New York, p. 483.
- Goovaerts, P. 1998. Geostatistical Tools for Characterizing the Spatial Variability of Microbiological and Physico-Chemical Soil Properties. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 315-334.
- Goovaerts, P., 1999. Geostatistics in soil Science: State of the Art and Perspectives. *Geoderma*, 89(12): 1-45
- Goovaerts, P., 2000. Geostatistical Approaches for Incorporating Elevation into the Spatial Interpolation of Rainfall. *Journal of Hydrology* 228, 113–129.
- Goulding, K.W.T., 1987. Potassium fixation and release. *Proc.Colloq. Int. Potash Inst.* 20:137-154.
- Gökalp, Z., Ba aran M., Uzun O., Serin Y., 2010. Spatial Analysis of Some Physical Soil Properties in a Saline and Alkaline Grassland Soil of Kayseri, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 5(10), pp. 1127-1137
- Graaff, R. Patterson R.A., 2001. Explaining the Mysteries of Salinity, Sodicity, SAR and ESP in on-Site Practice in Proceeding of on-site 01 Lanfax Laboratories, Armidale ISBN 0-9579438-0-6, p 361-368
- Grevers, M. C. J., Jong E. D., 1992. Soil Structure Changes in Subsoiled Solonetzic and Chernozemic Soils Measured by Image Analysis. *Geoderma*, Volume 53, P: 289–307
- Gupta, U.C., 1968. Relationship of Total And Hot-Water Soluble Boron, And Fixation of Added Boron, To Properties of Podzol Soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32, 45–48.
- Gupta, D. S., Mohanty, B. P., & Kohne, J. M., 2006. Soil Hydraulic Conductivities and Their Spatial and Temporal Variations in a vertisol. *Soil Science Society of America Journal*, 70, 1872-1881
- Günel, H., 2001. Clay Illuviation And Calcium Carbonate Accumulation Along a Precipitation Gradient in Kansas. (Doktora Tezi) Kansas State University. Manhattan, USA.
- Günel, H., F. Akbas, S. Ersahin, M. Budak., 2007. Spatial Variability of Some Soil Properties as Affected by Parent material. *Agrochimica*, Volume: **51:231-243**
- Günel, H., Akba , F., Özgöz E., Ünlükara A., Yıldız H., Kurunç A., Çetin M., Er ahin S., 2008. Kazova’da Sürdürülebilir Tarımsal Üretim için Gerekli Güncel Veri Tabanının Olu turulması. Tübitak Projesi., Proje No 105O607
- Güzel, N., Gülüt K. Y., 2010. Topra ın Olu umu ve Özellikleri Çeviri Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ofset Atölyesi Adana, S: 593-611
- Hartmann, H.T., Kofranek, AM. Rubatzky V.E. ve Flocker W.J. (Ed.). 1988. *Plant Science: Growth, Development and Utilization of Cultivated Plants*, 2nd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA
- Hartkamp, A.D., De Beurs, K., Stein, A., White, J.W., 1999. *Interpolation Techniques for Climate Variables*. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Hendershot, W. H., L. Lalande and M. Duquette. 1993. Soil Reaction and Method of Exchangeable Acidity. In: Catter, M. R. (Ed). *Sampling and Method of Analysis*. Can. Soc. Soil Science, Lewis publisher London. Pp. 141 – 145.

- Hengl, T., 2007. A Practical Guide to Geostatistical Mapping of Environmental Variables. JRC Scientific and Technical Reports. Office for Official Publication of the European Communities, Luxembourg.
- Hergert, G.W. Ferguson, R.B., Shapiro, C.A. Penas, E.J. ve Anderson. F.B., 1995. Classical Statistical And Geostatistical Analysis of Soil Nitrate-N Spatial Variability. P 175-187. In Robert, P. C. R. H. Rust, And W. E. Larson(Eds). Site Specific Management For Agricultural Systems. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- House, P. K., Buck B. J., A. R.M., 2010. Geologic Assessment of Piedmont and Playa Flood Hazards in the Ivanpah Valley Area, Clark County, Nevada. NBMG Report 53. University of Nevada, Reno
- Horneck, D.A., Ellsworth J.W., Hopkins B.G., Sullivan D.M., Stevens R.G., 2007. Managing Salt-Affected Soils for Crop Production. A Pacific Northwest Extension. Orogen State University
- Horney, R. D., Taylor B., Munk D.S., Roberts B. A., Lesch S. M., Plant R.E. 2005. Development of Practical Site-Specific Management Methods for Reclaiming Salt-Affected Soil. Elsevier. SD. Computers and Electronics in Agriculture 46 P: 379–397
- Howard, H. J., Raine S.R., 2004. Assessing Aggregate Stability In Sodic Soils Using Low Frequency Mechanical Energy 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane July 2004. National Centre for Engineering in Agriculture, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia
- Huang, P.M., 1989. Feldspars, olivines, pyroxenes, and amphiboles. p.975-1050. In J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.) Minerals in soil environments. 2nd ed. SSSA Book Ser. 1. SSSA, Madison, WI.
- Iqbal, J., Thomasson, J.A., Jenkins, J.N., Owens, P.R., ve Whisler, F. D., 2005. Spatial Variability Analysis of Soil Physical Properties of Alluvial Soil Sci. Soc. Am. J: 69: 1338-1350.
- Isaaks, E.H., Srivastava, R.M., 1989. Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York, p. 561.
- İlk, E., Usta S., 2004. Ankara-Polatlı Sulu Tarım Arazilerinde Değerlendirilebilir Sodyum Yüzdesi, Sodyum adsorpsiyon Oranı ve Gapon Katsayısı. Tarım Bilimleri Dergisi 10 (2) 174-181
- Jakson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey U.S.A.
- Jalali, M., 2008. Effect of Sodium and Magnesium on Kinetics of Potassium Release in Some Calcareous Soils of Western Iran. Geoderma 145 207-215
- Janitzky, P. 1954. Salz- und Alkaliböden und Wege zu Ihrer Verbesserung, Vergleich russisch und amerikanischer Forschungsergebnisse, Gießen
- Jiang, Y., Yuan D., Zhang C., 2006. Impact of Land-Use Change on Soil Properties in a Typical Karst Agricultural Region of Southwest China. Environ Geol. 50(6):911– 918
- John, M.K., Chuah H.H. and Neufeld J.H., 1975. Application of Improved Azomethine-H Method to the Determination of Boron in Soil and Plants. Anal.Lett. 8:559-568
- Jordán, M.M., Pedreno J. N., Sanchez E. G., Mateu J., Juan P., 2004. Spatial Dynamics of Soil Salinity Under Arid and Semi-Arid Conditions: Geological and

- Environmental Implications. *Environmental Geology* 45:448-456 Springer Verlag
- Kalivas, D.P., Triantakostas D.P., Kollias V.J., 2002. Spatial Prediction of Two Soil Properties Using Topographic Information Agricultural. University of Athens. Laboratory of soils and Agricultural Chemistry 75 Iera Odos, Botanikos, 11855 Athens, Greece.
- Kavianpoor, H., Ouri A.E., Jeloudar Z.J., Kaviani A., 2012. Spatial Variability of Some Chemical and Physical Soil Properties in Nesho Mountainous Rangelands *American Journal of Environmental Engineering* 2(1): 34-44
- Kelling, K.A., 1999. Soil and Applied boron. University of Wisconsin Extension Service Bulletin A2522. University of Wisconsin Cooperative Extension Service, Madison, WI.
- Kelling, K.A., Schulte E.E., 2004. Soil and Applied Calcium. A2523 Understanding Plant Nutrients. RP- 08
- Keren, R., and F.T. Bingham, 1985. Boron in Water, Soil and Plants. *Adv. Soil Sci.* 1:229-276.
- Khadkikar, A.S., Chamyal L.S., Ramesh R., 2000. The Character and Genesis of Calcretes in Late Quaternary Alluvial Deposits, Western India and its Bearing on the Interpretation of Ancient Climates. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 142, 239-262
- Khan, M. H., Abid M., Hussain N., Masood M. U., 2005. Effect of Phosphorous Levels on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) Cultivars under Saline Conditions *International Journal of Agriculture & Biology* 1560-8530/2005/07-3-511-514
- Kihuschuk, B.E., 2000. Calcareous Soils, Their Properties and Potential Limitations to Conifer Growth in Southeastern British Columbia and Western Alberta: © Her Majesty the Queen in Right of Canada Catalogue no: Fo46-12/370E ISBN: 0-66229054-2
- Kwiatowski, J. 1998. Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta.
- Leytem, A.B., Mikkelsen R.L., 2005. The Nature of Phosphorus in Calcareous Soils. *Better Crops/Vol. 89* (2005, No. 2)
- Li, C., Fang B., Yang C., Shi D., Wang D., 2009. Effects of Various Salt-Alkaline Mixed Stresses on the State of Mineral Elements in Nutrient Solutions and the Growth of Alkali Resistant Haloptye *Chloris Virgata*. *Journal of Plants Nutrition*, 32: 1137-1147
- Lindsay W L, Vlek P. L. G. ve Chien S. H. 1989. Phosphate minerals. In *Minerals in soil environment*, 2nd edn. Eds J B Dixon and S B Weed. pp. 1089-1130. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA
- Liu, X., Shi C., Liang W., Jiang Y., Jiang D., Steinberger Y., 2007. Spatial Variability of Soil Properties Related to Salinity and Alkalinity in Meliorated Grasslands of Horqin Sand Land, Northeast China. *Agricultural Journals* 2 (5): 564-569.
- Liu, Y. Qin J., Guo Z., Wang T., Ao Y., 2012. Spatial Variability of Soil Quality and Asparagus Spear Yield in an Area of Plastic-Greenhouse Cultivation on Chongming Island, China. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(15), pp. 2262-2272
- Logsdon, S. D. ve Jaynes, D. B. 1996. Spatial Variability of Hydraulic Conductivity in a Cultivated Field at Different Times. *Soil Science Society of America Journal*, 60, 703-709

- Mausbach, M.J., Lytle D.J. Spivey L.D., 1993. Application of Soil Survey Information to Soil Specific Farming. P: 57-68 in P.C., Robert et al. (ed.) Soil Specific Crop Management. Proc. Workshop, Minneapolis, MN. 14-16 Apr. 1992. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
- McBratney, A. B., Webster, R., McLaren, R. G. And Spiers, R. B. 1982. Regional Variation of Extractable Copper and Cobalt in the Topsoil of South-East Scotland, *Agronomie* 2: 969-82
- McBratney, A.B., Pringle M.J., 1997. Spatial Variability in Soil: Implications for Precision Agriculture. *Spatial Variability in Soil and Crop*, J. V., Stafford (Ed.) Precision Agriculture 1997. Volume I: Bios Scientific Publisher Ltd. 3-31 Oxford, UK.
- McBratney, A.B., Odeh, I.O.A., Bishop T.F.A., Dunbar M.S., Shatar T.M., 2000. An Overview of Pedometric Techniques for Use in Soil Survey. *Geoderma* 97, 293-327.
- McCutcheon, M. C., Farahani, H. J., & Stednick, J. D., 2006. Effect of Soil Water on Apparent Soil Electrical Conductivity and Texture Relationships in a Dryland Field. *Bioestems Engineering*. 94(1), 19-32.
- Mıttı M., Dinç U., 1992. Unsupervised Sınıflandırma Yöntemlerinin ncelenmesi, Kar ıla tırılması ve Yeni Metod Geli tirilmesi Üzerinde Çalı malar. Çukurova Üniversitesi, Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. S:127
- Miller, J. J., Brierley J. A., 2011. Solonetzic Soils of Canada: Genesis, Distribution, and Classification. *Canadian Journal of Soil Science*, 2011, 91:(5) 889-902,
- Mostafazadeh-Fard, B., M. Heidarpour, A. Aghakhani and M. Feizi, 2007. Effects of Irrigation Water Salinity and Leaching on Soil Chemical Properties in an Arid Region. *Int. J. Agric. Biol.*, 3: 466-469
- Mulla, D. J. 1988. Estimating Spatial Patterns in Water Content, Matric Suction, and Hydraulic Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 52, 1547-1553.
- Mulla, D. J. 1998. Geostatistical and sampling design applications in precision agriculture. pp. 77-92. In: A. Stein, M. K. Van Ittersum, and G. H. J. De Koning (eds.), *Active Methodology: Quantitative Approaches in Systems Analysis*. No. 19. DLO Research Institute for Agrobiolgy and Soil Fertility. Wageningen, Netherlands
- Mulla, D. J. ve McBratney A B., 2000. Soil Spatial Variability. Chapter #9. In: Sumner, M. E. (ed.), *Handbooh of Soil Science*. CRC Press, pp. A321-A352. Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Page, A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R. (Ed) 2nd Ed. SSS of Am. Inc. Pub., Madison, Wisconsin.
- Murray, R.S. ve Grant C.D., (2007). The Impact of Irrigation on Soil Structure. The National Program for Sustainable Irrigation (Land & Water Australia). School of Earth & Environmental Sciences The University of Adelaide.
- Nelson, D.W., and L.E. Sommer. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. p.539-579. In A.L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis*. 2nd Ed. ASA Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison, WI.
- Netterberg, F., 1971. Calcic and Petrocalcic in Road Construction. Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria, South Africa, p: 286
- Nsouli, B., Darwish T., Zahraman K., Bejjani A., Roumie M., Thomas J. P., 2006. Total Boron Assesment in Soil Samples from Dry Mediterranean Region Using thr

- Thick Target-Particle induced Gamma-Ray Emission Technique. Science Direct. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 249 p: 566-570
- Oakes, H. 1957. The Soils of Turkey. T.C. Ministry of Agriculture, Soil Conservation and Farm Irrigation Division, , No:1, Ankara, 180s.
- Odeh, I. O. A. ve Onus A., 2008. Spatial Analysis of Soil Salinity and Soil Structural Satability in a Semiarid Region of New South Wales, Australia, Enviromental Management 42:265-278 DOI 10.1017/s00267-008-9100-z
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanable, F. S. Ve Dean, I. A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction With Sodium Bicarbonate. USDA, Circ., 939, Washington, D.C.
- Orlova L. A., Pancyhev V. A., 1993. The Reliability of Radiocarbon Dating Buried Soils. RADIOCARBON, VOL. 35, No. 3, P. 369-377. United Institute of Geology, Geophysics and Mineralogy, Universitetsky pr., 3, Novosibirsk 90,630090 Russia
- Öz, M.,ve Karasu A., 2007. Pamu un Çimlenmesi ve Erken Fide Geli imi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 2007, Cilt 21, Sayı 1, 9-21
- Özgöz, E., Akbas, F., Çetin, M., Ersahin, S., Günal, H., (2007). Spatial Variabilites of Soil Physical Properties as Affected by Different Tillage Systems. New Zealand Journal of Hort. 35, 1-13.
- Özgöz, E., Akbas, F., Günal, H., Ersahin, S., Cetin, M., 2009. Long Term Conventional Tillage Effect on UzaysalVariability of Some Soil Physical Properties. Journal of Sustainable Agriculture.
- Panah, S. K. A., ve Pouyafar A. M., 2006. Potentials and Constraints of Soil Salinity Studies in Two Different Conditions of Iran Using Landsat TM data.
- Pedreno, J.N., Jordan M.M., Pastor I.M., Gomez I., Juan P., Mateu J., 2007. Estimation Of Soil Salinity In Semi-Arid Land Using A Geostatistical Model. Land Degrad. Develop. 18: 339–353. Wiley InterScience.
- Pessarakli, M. and Szabolcs, I. 1999. Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stres factors. in Pessarakli, M (ed). Handbook of Plant and Crop Stress 2ed. Marced Lekkerin, C.E.E.U.U. pp. 1-16.
- Pourkarimi, M., Tehrani M. M., Roozitalab M.H., Momtaz H. R., Davatgar N., 2012. Spatial Distribution Of Potassium And Its Relation With Some Of The Soil Characteristics And Physiographic Units In Fomanat, Guilan Province, Iran. International Journal of Agriculture: Research and Review. Vol., 2 (4), 343-351.
- Pozdnyakova, L. ve Zhang R., 1999. Geoistatistical Analyses of Soil Salinity in a Large Field., Department of Renewable Resorces, University of Wyoming, Laramie, WY 82071-3354. Precision Agriculture, 1. 153-165 1999 Kluwer Academic Publisher.
- Presley, D.R., 2007. Genesis And Spatial Distribution Of Upland Soils In East Central Kansas. Doctor of Philosopy. Department of Agronomy College Of Agriculture Kansas State University Manhattan, Kansas. P: 124:126
- Prost, R. ve Yaron b., 2001. Use of Modified Clays for Controlling Soil Environmental Quality Soil Science 0038-075C/01/16612-880-895
- Pyrzcz, M. J., Deutsch, C. V., 2003. The Whole Story on the Hole Efect. Searston, S. (ed) Geostatistical Association of Australasia, Newsletter 18, May 2003.
- Raine, S. R., Loch R. J., 2003. What is the Sodic Soil? Identification and Management Options for Construction Sites and Disturbad Lands. In Road Structures and

- Soils in South East Queensland 29-30th (Department of Main Roads, Queensland).
- Rashad M., Dultz S., 2007. Decisive Factors of Clay Dispersion in Alluvial Soils, of the Nile River Delta – A Study on Surface Charge Properties. *American Eurasian J. Agric. & Environ Sci.* 2(3) 213-219
- Rashid A, Ryan J, 2004, Micronutrient Constraints to Crop Production in Soils with Mediterranean-Type Characteristics: A review. *Plant Nutrition* 27, 959-975.
- Rashidi, M., Seilsepour M., 2008. Modeling of Soil Exchangeable Sodium Percentage Based on Soil Sodium Adsorption Ratio. *ARNP Journal of Agriculture and Biological Science* ISSN 1990-6145
- Reheis, M. C., Sowers J. M., Taylor E.M., McFadden L. D., Harden J.W., 1992. Morphology and Genesis of Carbonate Soil on the Kyle Canyon fan, Nevada, U.S.A., *Geoderma*, 52:303-342
- Rengasamy, P., 2006. World Salinization with Emphasis on Australia, *Journal of Experimental Botany* 57 (5):1017 Pp 1-13
- Reszkowska, A., Krümmelbein Rome. J., Gan L., Peth S., Horn R., 2011. Influence of Grazing on Soil Water and Gas Fluxes of Two Inner Mongolian steppe Ecosystems. *Elsevier. Soil & Tillage Research* 111. P: 180–189
- Rhoades, J., Chanduvi, D., Lesch, S. F., 1999. Soil Salinity Assessment Methods and Interpretation of Electrical Conductivity Measurement *FAO Irrigation and Drainage Paper* 57
- Rich, C.I., 1972. Potassium in Minerals. *Proc. Colloq. Int. Potash Inst.* 9:15-31.
- Richards, L. A., Allison L. E., Brown J. V., Hayward H.E., Berntsen L., Fireman M., Pearson G. A., Wilcox, L.V., Bower, C.A., Hatcher, J.T., Reeve, R.C., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils. *Agriculture Hand book*, USDA. 60 pp.
- Robertson, G.P., Freckman D.W., 1995. The Uzaysal Distribution of Nematode Trophic Groups Across a Cultivated Ecosystem. *Ecology* 76:1425-1432
- Rogowski, A.S., Wolf K.J., (1994). Incorporation Variability into Soil Map Unit Delineation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:163-174
- Ross, D. S., Ketterings Q., 1995. Recommended Methods for Determining Soil Cation Exchange Capacity. Chapter 9. Recommended Soil Testing Procedures For The Northeastern United States 2nd Edition Northeastern Regional Publication No. 493 P:75-87.
- Rossi, R.E., Mulla, D.J., Journel, A.G., Franz, E.H., 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs* 62, 277–314.
- Russo, D., & Bresler, E. 1981. Soil Hydraulic Properties as Stochastic Processes: I. An Analysis of Field Uzaysal Variability. *Soil Science Society of America Journal*, 45, 682-687.
- Samra J. S, Sharma K. N. S, Tyaki N. K., 1988. Analysis of Spatial Variability in Sodic Soils. I. Structural Analysis. *Soil Sci.*, 145: 180-187.
- Scharenbroch, B., 2008. Soil Alkalinity, Salinity, and Sodicity. *Introduction to Soil Science ACCA & The Morton Arboretum*
- Schloeder, C.A., Zimmerman, N.E., Jacobs, M.J., 2001. Comparison of Methods For interpolating Soil Properties Using Limited Data. *Soil Science Society of American Journal* 65, 470–479.

- Schofield, R.V. ve Kirkby, M.J., 2003. Application of Salinization Indicators and Initial Development of Potential Global Soil Salinization Scenario under Climatic Change. *Global Biogeochemical Cycles*, 17 (3), art. no. 1078.
- Schulte E.E., (2004). Soil and Applied Magnesium. A2524. Understanding Plant Nutrients. RP- 08
- Schroeder, D., 1979. Structure and Weathering of Potassium Containing Minerals. Proc. Congr. Int. Potash Inst. 11:43-63.
- Seeboonruang, U.A., 2007. Study on Shallow Soil Properties and Water Qualities in Saline Soil Area in Amphoe Thatpanom and Renu-Nakhon Panom Province., 4th INWEPF Steering Meeting and Symposium.
- Seilsepour, M., Rashidi M., 2008. Prediction of Soil Cation Exchange Capacity Based on Some Soil Physical and Chemical Properties. *World Applied Science Journal* 3(2) P: 200-205
- Seilsepour, M., Rashidi M., Khabbaz B. G., 2009. Prediction of Soil Exchangeable Sodium Based on Soil Sodium Adsorption Ratio. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5 (1): ISSN 1818-6769
- Shamim, A. H. Md., ve Akae T., 2009. Desalinizasyon of Saline Aimered at Environmentally Sustainable Agriculture: A New Thought Journal of American Science; 5(5): 197-198
- Shankar N., Achyuthan H., 2007. Genesis of calcic and petrocalcic horizon from Coimbatore, Tamil Nadu: Micromorphology and geochemical studies. *Quaternary International* 175, P:140-154.
- Shorrocks, V. M. 1997. The Occurrence and Correction Of Boron Deficiency. *Plant and Soil Kluwer Academic Publ. Dordrecht The Netherlands* 193: 121 – 148 .
- Singh, D.V., Chauhan, R.P.S. and Charan, R. 1976. Safe and Toxic Limits of Boron for Grain in Sandy Loam and Clay Loam Soils. *Indian J. Agron.*, 21; 309.
- Sobecki, T. M., Wilding L.P., 1982. Calcic Horizon Distribution and Soil Classification in Selected Soils of the Texas Coast Prairie. Division-S-5 Soil Genesis, Morphology, and Classification. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:1222-1227
- Soil Survey Staff, 1999 Soil Taxonomy- A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. United States Dept of Agriculture (USDA) United States Printing Office, Washington DC, USA.
- Soil Survey Manual, 1993. USDA Soil Conservation Service. Agriculture Handbook no.18. [Online]. Available: <http://soils.usda.gov/technical/manual/> [Eri im tarihi 10 Eylül 2011]
- Sönmez, B., 2003. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Tarım ve Köyleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No: 33, Ankara.
- Sönmez, B. ve Beyazgül M., 2008. Türkiyede Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Islahı ve yönetimi. Torpak gübre ve su kaynakları Merkez araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
- Sparks, D.L., 2000. Bioavailability of soil potassium. p. D38-D53. n M.E. Sumner (ed.) Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton, FL.
- SPSS, 2005. SPSS for Windows. Student Version. Inc. SPSS
- Stafford, J.V., B. Ambler, R.M. Lark, and J. Catt. (1996). Mapping and Interpreting the Yield Variation in Cereal Crops. *Computers and Electronics in Agriculture* 14, 101–119.

- Suarez, D. L., 1995. Carbonate Chemistry in Computer Programs and Application to Soil Chemistry. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, S: 677
- Szabolcs, I., 1991. Salinization potential of European soils. In: Landuse Changes in Europe. Processes of Change, Environmental Transformations and Future Patterns [Brouwer, F.M., A.J. Thomas, and M.J. Chadwick (eds.)]. Geojournal Library, vol. 18, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 293-315.
- Taboada, M. A., 2003. Soil Structural Behaviour of Flooded Soils. Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra, Facultad de Agronomía UBA, Buenos Aires, Argentina. Lecture given at the College on Soil Physic. LNS0418039
- Tanju, Ö., 1996. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Ankara üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ziraat Fakültesi Yayınları No:1472 Ders Kitabı,
- Tan, K. H., Dowling P.S., (1984). Effect of Organic Matter on CEC Due to Permanent and Variable Charges in Selected Temperate Region Soils Geoderma. Volume 32, Issue 2, P: 89–101
- Thomas, G.W., 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Page,A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R.(ed) 2nd edition. S.S.S.of America Inc. Publisher, Madison, Wisconsin Pp159-164.
- Trangmar, B. B., Yost, R. S. ve Uehara, G., 1985. Application of Geostatistics to Spatial Studies of Soil Properties. Adv. Agron. 38: 45–94
- Trangmar, BB, Yost RS, Wade MK, Uehara G, Sudjadi M., 1987. Spatial Variation of Soil Properties and Rice Yield in Recently Cleared Land. Soil Sci. Soc. Am. J., 51: 668-674.
- Triantafilis, J., and S.M. Lesch. 2005. Mapping clay content variation using electromagnetic induction techniques. Comput. Electron. Agric. 46:203–237.
- Tsegaye, T. ve Hill, R.L. 1998, Intensive Tillage Effects on Spatial Variability of Soil Physical Properties. Soil Sci., 163, 143-154.
- Unlu, K., Nielsen, D. R., & Biggar, J. W., 1990. Statistical Parameters Characterizing the Spatial Variability of Selected Soil Hydraulic Properties. Soil Science Society of America Journal, 54, 1537-1547.
- Upchurch D.R. ve W.J. Edmons. 1991. Stastical procedures for spesific observations. p 49-73. In Mausbach, M.J. and L.P. Wilding. Spatial variability of soils and landforms. SSSA special publication number 28. Soil science society of America, inc. Madison, Wisconsin, USA.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkalin Soils. Agricultural Hanbook No. 60.
- Ülgen, N. Ve Yutrsever N., 1974. Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. Köy leri ve Kooperatifleri Bakanlığı ı. Toprak ve Gübre Ara tırma Enstitüsü Teknik Yayınları Serisi. No; 28 Ankara.
- Van Es, H.M., van Es, C.L., Cassel, D.K., 1989. Application of Regionalized Variable Theory to Large-Plot Field Experiments. Soil Sci. Soc. Am. J. 53,1178–1183.
- Verbyla, D. L., 1995, Satellite Remote Sensing of Natural Resources, Lewis Publishers, New York, 198p.
- Vieira, S.R., Nielsen, D.R. and Biggar, J.W., 1981. Spatial Variability of Field-Measured Infiltration rate. Soil Sci. Soc. Am. J., 45: 1040-1048.
- Vilenski, D. G., 1957. Soil science, Tanslated by Birran and cole in Jarusalem. U.S. Dept. Of. Commerce, Washington Dc. 25

- Walter, C., Walter McBratney A. B., Douaoui A., Minasny B., 2001. Spatial Prediction of Topsoil Salinity in the Chelif Valley Algeria, Using Local Ordinary Kriging with Local Variograms Versus Whole-Area Variogram. *Aust. J. Soil Res.*, 39, p: 259–272
- Wang, H., Liu, G., Gong, P., 2005. Use of Cokriging to Improve Estimates of Soil Salt Solute Spatial Distribution in the Yellow River delta. *Acta Geographica Sinica* 60, 511–518.
- Warncke, D. Brown J.R., 1998. Potassium and Other Basic Cations. Recommended Chemical Soil Test Procedures. North Central Regional Research Publication No: 221 Chapter 7. P:31-35
- Warrence, K. J., Pearson, K. E. Ve Bauder, J. W. 2003 The Basics of Salinity and Sodcity Effects on Soil Physical Properties. Bozeman USA: Land Resources and Environmental Sciences Department: Montana State University. Available from [http://soilzone.com/Library/Salinity/Basics%20of%20salinity%20and%20sodicity%20 effects.pdf](http://soilzone.com/Library/Salinity/Basics%20of%20salinity%20and%20sodicity%20effects.pdf)
- Wear, J. I., Patterson R. M., 1962. Effect of Soil Ph And Texture On The Availability of Water-Soluble Boron n The Soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26, 344–346.
- Webster, R., ve Oliver, M. A., 2004. Geostatistics for Environmental Scientistis. John Willer, and Sons, England
- Weindorf, D.C., Zhu Y., 2010. Spatial Variability of Soil Properties at Capulin Volcano, New Mexico, USA: Implications for Sampling Strategy. School of Soil, Plant and Environmental Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803 (USA). Volume 20, Issue 2, April 2010, Pages 185–197.
- West, L.T., Wilding L.P., Hallmark C.T., 1988. Calciustolls in Central Texas: II. Genesis of Calcic and Petrocalcic Horizons. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1731-1740
- West, C.P., A.P. Mallarino, W.F. Wedin, and D.B. Marx. (1989). Uzaysal Reconstitution of Micaceous Structures in Soils. *Soil Sci.* 116:31–35. Variability of Soil Chemical Properties in Grazed Pastures. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:784–789.
- Wilding, L.P., Bouma, J., Goss ,D.W., 1994. Impact of Spatial Variability on Interpretative Modelling. 65-75, In: Quantitve Modelling of Soil Forming Processes. R.B. Bryant and Arnold R.W. (eds) *Soil Sci. Soc. Am. J Special Publication Number 39*, Madison Wisconsin, USA.
- Wongpokhom, N., Kheoruenromne I., Suddhiprakarn A., Gilkes R. J., 2008. Micromorphological Properties of Salt Affected Soils in Northeast Thailand. *Geoderma* Volume 144, Issues 1–2, P: 158–170
- Xu, J. M., K. Wang, R. W. Bell, Y. A. Yang, ve L. B. Huang., 2001. Soil Boron Fractions And Their Relationships To Soil Properties. *Soil Science Society of America Journal* 65.133–138.
- Yang, F., Zhang G., Yin X., Liu Z., 2011. Field-Scale Spatial Variation of Saline-Sodic Soil and Its Relation with Environmental Factors in Western Songnen Plain of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* ISSN 1660-4601
- Yakupo lu, T. ve Özdemir N., 2006. Tuzluluk ve alkalili in Topra ın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri, On dokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Samsun

- Yates, S. R. Warrick, A.W. 2002. 1.5 Geostatistics. Book Chapter. In: Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods. J.H. Dane and G.C. Topp (eds.), SSSA, Madison, WI. Pp.81-118.
- Yetgin, B., 2004. Toprak Fiziksel Özelliklerinin Uzaysal Değişkenliğin Jeostatistiksel Yöntemlerle Analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Yüksek Lisans Tezi
- Yost, R.S., Uehara G., Fox R.L., 1982. Geoistatistical Analysis of Soil Chemical Properties of Large Land Areas. II Kriging. Soil Sci.Soc. Am. J. 46: 1033-1037.
- Zimmerman, D., Pavlik, C., Ruggles, A., Armstrong, M.P., 1999. An Experimental Comparison of Ordinary and Universal Kriging and Inverse Distance Weighting. Mathematical Geology 31, 375–390.

ÖZGEÇM

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mesut Budak
 Doğum Tarihi Ve Yeri : Yüksekova/1981
 Medeni Hali : Evli
 Yabancı Dil : İngilizce
 Telefon : 0 541 599 2076
 Email : m_budak1981@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Doktora	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	----
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2008
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2005
Lise	Yüksekova Lisesi	1998

Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-2010	Hakkari Üniversitesi	Öğretim Görevlisi
2010-2012	Hakkari Üniversitesi	Müdür Yardımcısı

Yayınlar

1. Erdem H., Budak M., Acir N., Gökmen F., 2012. Micronutrient Variability in a Lacustrine Environment of Calcic haplosalids
2. Gunal, H., Acir, N., Budak, M. 2012. Heavy Metal Variability of a Native Saline Pasture in Arid Regions of Central Anatolia. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences 7(2), 183 - 193.
3. Gunal, H., Ersahin, S., Yetgin Uz, B., Budak, M., Acir, N., 2011. Soil Particle Size Distribution and Solid Fractal Dimension as Influenced by Pretreatments. Journal of Agricultural Sciences 17, 143-156.
4. Özgöz, E., Günel, H., Acir, N., Gökmen, F., Birol, M., Budak, M. 2011. Soil Quality and Spatial Variability Assessment of Land Use Effects in a Typic Haplustoll. Journal of Land Degradation and Development.
5. Celik I, Gunal H, Budak M, Akpınar C. 2010. Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. Geoderma 160, 236-243.
6. Gunal, H., Akbas, F., Ersahin, S., Budak, M. 2007. Spatial variability of some soil properties as affected by parent material. Agrochimica, 51, 231-243
7. Günel, H., Ersahin, S., Akba, M., Budak, 2007. Toprak biliminde yakın kızıl ötesi spektrometrenin kullanım potansiyeli. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 22(2), 219-226