



**FARKLI EĞİMLİ VE KURAK KOŞULLARDA BİR ARAZİ  
TOPLULAŞTIRMA SAHASINDA ÇÖLLEŞME POTANSİYELİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Murat ALTUNSU**

**TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİMDALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**

**Doç. Dr. İrfan OĞUZ**

**TOKAT 2019**

**Her Hakkı Saklıdır**

**Murat ALTUNSU** tarafından hazırlanan “**Farklı Eğimli ve Kurak Koşullarda Bir Arazi Topplulaştırma Sahasında Çölleşme Potansiyelinin Araştırılması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20/06/2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilmiş Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. İrfan OĞUZ

Üye

Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

Üye

Prof. Dr. Kenan KILIÇ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ..... tarih ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**MURAT ALTUNSU**

**MAYIS - 2019**

## ÖZET

### FARKLI EĞİMLİ VE KURAK KOŞULLARDA BİR ARAZİ TOPLULAŞTIRMA SAHASINDA ÇÖLLEŞME POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

MURAT ALTUNSU

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. İRFAN OĞUZ

Varyasyon katsayısı ve fraktal teori, toprak sistemlerinin performansını daha iyi anlamak için toprak yapı dinamiklerini tanımlayan yararlı bir araç haline gelmiştir. Arazi eğim değişiklikleri toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Bununla birlikte, farklı eğimlerde yer alan toprak tabakalarına ait değişim katsayısı ve fraktal özellikleri hakkında sınırlı bilgi mevcuttur. Klasik ve modern istatistiksel çalışmalar topraklardaki heterojenliği tanımlayarak farklı toprakların çölleşme eğilimlerini karşılaştırmaya imkan vermektedir. Bu çalışmada, dört farklı eğim grubunda (% 0-2, % 3-6, % 7-12, >% 12) on altı adet toprak değişkeni için toprak profilleri boyunca çölleşme eğilimini tanımlamak üzere varyasyon katsayısı ve fraktal analiz istatistiksel teknikleri kullanılmıştır. Bu amaçla, Aksaray iline bağlı Ortaköy ilçesi arazi toplulaştırma projesi sahasından toplam 1808 toprak örneği toplanmıştır. Çalışmada toprak tekstürü, doyumluk, pH, EC, tuz, kireç, Ca + Mg, Na, SAR, ESP, B, Kil Oranı I, Kil Oranı II ve Kil Oranı III içerikleri dikkate alınmıştır. Farklı eğim gruplarında toprak özelliklerinin heterojenliğini tanımlamak için değişkenlik katsayısı ile fraktal katsayı arasında genellikle düşük bir korelasyon görülmüştür. Değişim katsayılarına göre doyumluk, pH, tuz, kireç, silt, kil, Ca + Mg, Na, SAR, ESP ve B özellikleri farklı eğim gruplarında önemli farklılıklar göstermiştir. Fraktal katsayısına göre, pH, tuz, kireç, silt, Ca + Mg, Na, SAR ve ESP önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak, eğim arttıkça değişkenlik katsayısı değerleri artmış ve fraktal katsayısı değerleri düşmüştür. Her iki yaklaşımın da toprakların heterojenliğini belirlemede uygun ve önerilebilir olduğu belirlenmiştir.

2019, 120 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Çölleşme, Değişim Katsayısı, Fraktal Katsayı, Toprak Özellikleri, Aksaray

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF DESCRIPTION POTENTIAL IN A FIELD OF LAND COLLECTION IN DIFFERENT SLOPE AND WALK CONDITIONS**

**MURAT ALTUNSU**

**TOKAT GAZIOSMANPAŞA UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE**

**SUPERVISOR: ASSOC. PROF. İRFAN OĞUZ**

The coefficient of variation and fractal theory are becoming an increasingly useful tool to describe soil heterogeneity for a better understanding of the performance of soil systems. Changes in land slope patterns significantly affect soil physical, chemical and biological properties. However, limited information is available on the variation coefficient and fractal characteristics of deep soil layers under different soil slope segments. Classical and modern statistical approaches can be define the heterogeneity of the soil and allow to compare the desertification trends of different soils. In this study, the variation coefficient and fractal analysis statistical technics were used to describe desertification tendency along soil profiles for sixteen soil variables in five different slope group (0-2%, 3-6%, 7-12%, >12%). Fort his purpose, totally 1808 soil samples were collected from a land consolidation project site of Ortaköy district of Aksaray city in Turkey. In the study, soil texture, saturation, pH, EC, salt, lime, Ca + Mg, Na, SAR, ESP, B, Clay Ratio I, Clay Ratio II and Clay Ratio III contents were taken into consideration. There are generally a low correlations between the coefficient of variation and the fractal coefficient in defining the heterogeneity of the soil properties in the different slope groups. According to the coefficient of variation, saturation, pH, salt, lime, silt, clay, Ca + Mg, Na, SAR, ESP and B properties of soil in different slope groups showed significant differences. According to the fractal coefficient, pH, salt, lime, silt, Ca + Mg, Na, SAR and ESP showed significant differences. Generally, coefficient of variation values increased and fractal coefficient values decreased with increasing slope. Both approaches were found to be appropriate and advisable in determining the heterogeneity of soils.

2019, 120 pages

**Keywords:** Desertification, Coefficient of variation, Fractal coefficient, Soil properties, Aksaray

## ÖNSÖZ

Araştırma konumun belirlenmesi, yürütülmesi, yazılması aşamalarında yardımını hiçbir zaman esirgemeyen ve her konuda bana yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. İrfan OĞUZ'a teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocam Prof. Dr. Kenan KILIÇ'a, Ziraat Mühendisi Oğuzhan KÖKLÜK'e, Ziraat Mühendisi Sinan Yayla'ya, Ziraat Mühendisi Bayram AÇIKGÖZ'e ve Harita Teknikeri Feyza SÜRÜCÜ'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca benden desteğini esirgemeyen bu günlere getirebilmek adına öz veri adına ne gerekiyorsa yapan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezimi, okuryazarlığı olmamasına rağmen eğitimim için verdiği mücadeleyle daima arkamda olan bana güvenen rahmetli annem Hatice ALTUNSU'ya adamaktan büyük onur duyarım.

**Murat ALTUNSU**

**TOKAT - 2019**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Araştırma yeri.....	7
3.1.2. Toprak özellikleri .....	8
3.1.3. İklim özellikleri .....	8
3.1.4. Araştırma yeri jeolojisi ve hidrojeolojisi.....	10
3.1.5. Arazi kullanma ve bitki örtüsü durumu: .....	10
3.2. Yöntem .....	11
3.2.1. Farklı eğim gruplarının oluşturulması ve her bir grupta yer alan örnekleme noktalarının belirlenmesi.....	11
3.2.2. Veri analizi: .....	11
3.2.3. Klasik istatistiksel analiz.....	11
3.2.4. Mekansal ve fraktal analiz: .....	12
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	14
4.1 Farklı Eğim Grupları İçin Ele Alınan Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	14
4.2. Farklı Eğim Grupları İçin Ele Alınan Toprak Özelliklerinin Jeostatistiksel Değerlendirilmesi .....	33
4.3. Farklı Eğim Grupları İçin Çalışma Alanının Çölleşme Eğiliminin Değerlendirilmesi .....	74
4.3.1. Saturasyon .....	75
4.3.2. pH.....	77
4.3.3. EC ve % tuz.....	79

4.3.4. Kireç.....	83
4.3.5. Kum.....	85
4.3.6. Silt .....	88
4.3.7. Kil.....	90
4.3.8. Ca + Mg.....	92
4.3.9. Na, SAR ve ESP.....	94
4.3.10. Bor (B) .....	100
4.3.11. Kil oranı I.....	102
4.3.12 Kil oranı II.....	104
4.3.13 Kil oranı III .....	106
4.3.14 Araştırma yeri topraklarının çeşitli özelliklerine ait değişim katsayıları ile fraktal katsayıları arasındaki ilişkiler .....	108
4.3.15 Farklı Eğim Gruplarında Yer Alan Toprakların Bazı Özelliklerinin Değişim Katsayılarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması.....	111
4.3.16 Farklı Eğim Gruplarında Yer Alan Toprakların Bazı Özelliklerinin Fraktal Katsayılarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması.....	114
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>116</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>118</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>120</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
B	Bor
Ca	Kalsiyum
D	Yersel Değişiminin Fraktal Boyutu
DmT	Tyler-Wheatcraft
DmY	Young-Crawford
Dn	Rieu-Sposito
Dq	Genelleştirilmiş Fraktal Boyut
Ds	Fraktal Katsayısı
Dv	Teksel Fraktal Boyut
EC	Elektriksel İletkenlik
ESP	Değişebilir Sodyum Yüzdesi
Ki	Parmaklararası Erodibilite Faktörü
km <sup>2</sup>	Kilometre Kare
Mg	Magnezyum
Mm	Milimetre
Na	Sodyum
°C	Santigrat
pH	Potansiyel Hidrojen
SAR	Değişebilir Sodyum Miktarı

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
ASD	Fraktal Boyutları Agregat Boyut Dağılımı
AT	Arazi Toplulaştırması
BL	Bitkisiz Çıplak Arazi
CL	Buğday Yetiştirilen Tarım Arazisi
CV	Değişim Katsayısı
D	Hausdorff-Besicovitch Boyutu
DE	Düz veya Düze Yakın Eğim
DEM	Sayısal Yükseklik Modeli
DK	Değişim Katsayısı

DMİ	Devlet Meteoroloji İşletmeleri
FE	Fazla Eğim
HE	Hafif Eğim
HES	Hidro Elektrik Santrali
IGB	Çayır ve Çalılık
K.O	Kil Oranı
MHS	Orta Eğim
MMS	Hafif-Orta Eğimli
MSS	Orta-Dik Eğimli
OE	Orta Eğim
SMS	Yüksek Eğimli
TIE	Parmaklar Arası Erozyon
TİGH	Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri
TS	Toplam Sıçrama İle Toprak Kaybı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WCG	Bitki Örtülü Mera

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1 Araştırma Yeri Uydu Görüntüsü ..... 8



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3. 1. Aksaray İli Uzun Yıllık Yağış Verileri.....	9
Çizelge 4. 1. Düz Eğim Grubu Toprakların 0-20 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri .....	16
Çizelge 4. 2. Düz Eğim Grubu Toprakların 20-50 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri .....	17
Çizelge 4. 3. Düz Eğim Grubu Toprakların 50-90 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri .....	18
Çizelge 4. 4. Düz Eğim Grubu Toprakların 90-120 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	19
Çizelge 4. 5. Hafif Eğim Grubu Toprakların 0-20 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	20
Çizelge 4. 6. Hafif Eğim Grubu Toprakların 20-50 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	21
Çizelge 4. 7. Hafif Eğim Grubu Toprakların 50-90 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	22
Çizelge 4. 8. Hafif Eğim Grubu Toprakların 90-120 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	23
Çizelge 4. 9. Orta Eğim Grubu Toprakların 0-20 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	24
Çizelge 4. 10. Orta Eğim Grubu Toprakların 20-50 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	26
Çizelge 4. 11. Orta Eğim Grubu Toprakların 50-90 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	27
Çizelge 4.12. Orta Eğim Grubu Toprakların 90-120 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	28
Çizelge 4. 13. Yüksek Eğim Grubu Toprakların 0-20 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	30
Çizelge 4. 14. Yüksek Eğim Grubu Toprakların 20-50 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri. ....	31

Çizelge 4. 15. Yüksek Eğim Grubu Toprakların 50–90 Cm Derinlikleri İçin Bazı Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	32
Çizelge 4.16. Düz Eğim Arazi Topraklarının 0–20 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	35
Çizelge 4. 17. Düz Eğim Arazi Topraklarının 20–50 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	36
Çizelge 4. 18. Düz Eğim Arazi Topraklarının 50–90 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	37
Çizelge 4. 19. Düz Eğim Arazi Topraklarının 90–120 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	38
Çizelge 4. 20. Hafif Eğim Arazi Topraklarının 0–20 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	39
Çizelge 4. 21. Hafif Eğim Arazi Topraklarının 20–50 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	40
Çizelge 4. 22. Hafif Eğim Arazi Topraklarının 50–90 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	41
Çizelge 4. 23. Hafif Eğim Arazi Topraklarının 90–120 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	42
Çizelge 4. 24. Orta Eğim Arazi Topraklarının 0–20 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	43
Çizelge 4. 25. Orta Eğim Arazi Topraklarının 20–50 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	44
Çizelge 4. 26. Orta Eğim Arazi Topraklarının 50–90 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	45
Çizelge 4. 27. Orta Eğim Arazi Topraklarının 90–120 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	46
Çizelge 4. 28. Yüksek Eğim Arazi Topraklarının 0–20 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	47
Çizelge 4. 29. Yüksek Eğim Arazi Topraklarının 20–50 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	48
Çizelge 4. 30. Yüksek Eğim Arazi Topraklarının 50–90 Cm Derinlik İçin Jeostatistiksel Parametreleri.....	49
Çizelge 4. 31. Düz Eğimli Arazilerde 0–20 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları (D).....	51

Çizelge 4. 32. Düz Eğimli Arazilerde 20–50 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları (D).....	52
Çizelge 4. 33. Düz Eğimli Arazilerde 50–90 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları (D).....	54
Çizelge 4. 34. Düz Eğimli Arazilerde 90–120 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları (D).....	55
Çizelge 4. 35. Hafif Eğimli Arazilerde 0–20 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	57
Çizelge 4. 36. Hafif Eğimli Arazilerde 20–50 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	59
Çizelge 4. 37. Hafif Eğimli Arazilerde 50–90 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	61
Çizelge 4. 38. Hafif Eğimli Arazilerde 90–120 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	62
Çizelge 4. 39. Orta Eğimli Arazilerde 0–20 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	64
Çizelge 4. 40. Orta Eğimli Arazilerde 20–50 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	65
Çizelge 4. 41. Orta Eğimli Arazilerde 50–90 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	67
Çizelge 4. 42. Orta Eğimli Arazilerde 90–120 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	68
Çizelge 4. 43. Yüksek Eğimli Arazilerde 0–20 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	70
Çizelge 4. 44. Yüksek Eğimli Arazilerde 20–50 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama Ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	72
Çizelge 4. 45. Yüksek Eğimli Arazilerde 50–90 Cm Derinlik İçin Seçilmiş Toprak Özelliklerine Ait Tanımlama ve Fraktal Katsayıları ( D ).....	74
Çizelge 4. 46. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Saturasyon Değerleri .....	75
Çizelge 4. 47. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Saturasyon İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	76
Çizelge 4. 48. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Saturasyon İçeriğinin D Değerleri .....	77

Çizelge 4. 49. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama pH Değerleri .....	78
Çizelge 4. 50. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin pH İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	78
Çizelge 4. 51. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin pH İçeriğinin D Değerleri.....	79
Çizelge 4. 52. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama EC Değerleri.....	80
Çizelge 4. 53. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin EC İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	80
Çizelge 4. 54. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin EC İçeriğinin D Değerleri.....	81
Çizelge 4. 55. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Tuz Değerleri.....	81
Çizelge 4. 56. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Tuz İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	82
Çizelge 4. 57. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Tuz İçeriğinin D Değerleri.....	83
Çizelge 4. 58. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Kireç Değerleri .....	83
Çizelge 4. 59. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kireç İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	84
Çizelge 4. 60. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kireç İçeriğinin D Değerleri.....	85
Çizelge 4. 61. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Kum Değerleri .....	86
Çizelge 4. 62. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kum İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	87
Çizelge 4. 63. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kum İçeriğinin D Değerleri.....	88
Çizelge 4. 64. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu Ortalama Silt Değerleri.....	88
Çizelge 4. 65. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Silt İçeriğinin Dk Değerleri.....	89

Çizelge 4. 66. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Silt İçeriğinin D Değerleri.....	90
Çizelge 4. 67. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Kil Değerleri.....	90
Çizelge 4. 68. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kil İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	91
Çizelge 4. 69. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kil İçeriğinin D Değerleri.....	92
çizelge 4. 70. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Ca + Mg Değerleri.....	93
Çizelge 4. 71. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Ca + Mg İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	93
Çizelge 4. 72. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Ca + Mg İçeriğinin D Değerleri.....	94
Çizelge 4. 73. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Na Değerleri .....	96
Çizelge 4. 74. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Sar Değerleri.....	96
Çizelge 4. 75. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama Esp Değerleri .....	97
Çizelge 4. 76. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Na İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	97
Çizelge 4. 77. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin SAR İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	98
Çizelge 4. 78. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin ESP İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	98
Çizelge 4. 79. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Na İçeriğinin D Değerleri.....	99
çizelge 4.80. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin SAR İçeriğinin D Değerleri.....	99
Çizelge 4.81. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin ESP İçeriğinin D Değerleri.....	100
Çizelge 4.82. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama B Değerleri.....	101



Çizelge 4.83. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin B İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	101
Çizelge 4.84. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin B İçeriğinin D Değerleri.....	102
Çizelge 4.85. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama kil Oranı I Değerleri .....	103
Çizelge 4.86. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kil Oranı I İçeriğinin Değişim Katsayısı.....	103
Çizelge 4.87. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kil Oranı I İçeriğinin D Değerleri .....	104
Çizelge 4.88. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama kil Oranı II Değerleri .....	105
Çizelge 4.89. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin kil Oranı II İçeriğinin Değişim Katsayısı .....	105
Çizelge 4.90. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kil Oranı I İçeriğinin D Değerleri .....	106
Çizelge 4.91. Toprak Örneklerinin Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonunda Ortalama kil Oranı III Değerleri.....	1067
Çizelge 4.92. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin kil Oranı III içeriğinin Değişim Katsayısı .....	107
Çizelge 4.93. Farklı Eğim Derinlik Kombinasyonu İçin Toprak Örneklerinin Kil Oranı III İçeriğinin D Değerleri.....	108
Çizelge 4.94. Farklı eğimler için çeşitli toprak özelliklerine ait değişim katsayıları ile fraktal katsayılar arasındaki istatistiksel ilişki.....	110
Çizelge 4.95. Toprak özelliklerine ait DK değerleri ile eğim grupları arasındaki istatistiksel ilişki.....	113
Çizelge 4.96. Toprak özelliklerine ait D değerleri ile eğim grupları arasındaki istatistiksel ilişki.....	115

## 1. GİRİŞ

Çölleşme, yarı kurak iklim bölgelerinde yaygın olarak görülmekte olup, aşırı insan baskısı, arazi kullanım türlerinin değişmesi ve hatta doğal işlemleri kapsar (Mouat ve ark., 1997). Çölleşme ile üretkenlik, biyoçeşitlilik, arazinin ekonomik sürdürülebilirliği ve ekosistem fonksiyonlarında uzun dönemlik değişimler meydana gelir (Dregne, 1977), böylelikle, ekosistem fonksiyonlarının bileşenlerinde yersel ve zamansal değişikliklerin her ikisini de içeren değişiklikler oluşur. Çölleşme çok sayıda farklı ekosistemde farklı tanımlayıcı işlemlerle sonuçlanır (Mouat ve ark., 1997). Bu nedenle farklı iklim ve toprak koşulları için çölleşmenin incelenmesi ve göstergelerinin karşılaştırılması yararlı olacaktır. Çölleşme indisleri olarak sıklıkla toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri kullanılmaktadır (Schlesinger ve ark., 1990). Bu toprak özellikleri içerisinde toprak erozyonu, tuzlulaşma ve toprak kimyası çalışmaları genel olarak çölleşme çalışmalarında kullanılmaktadır.

Mouat ve ark. (1997) çölleşmeyi değerlendirmede kullanılabilecek potansiyel indikatörleri listelemiştir. Bu liste, organik madde, albedo, erozyon indeksi, karbon azot oranı ve tuzlulaşma gibi çeşitli toprak değişkenlerini kapsamaktadır. Miller ve Donahue (1995) karbon azot oranını toprağın besleyicilik durumunu göstermekte bir indikatör olabileceğini önermiştir. Su ve ark. (2004), toprak bünyesinin fraktal katsayısı (Ds) ile çölleşme riskinin ilişkilendirilebileceğini belirtmiş ve yaptıkları çalışmada, yüksek kum içeriği düşük Ds değeri göstererek tarım alanları için daha fazla çölleşme potansiyeli göstermiştir. Ele alınan toprak özelliğinde görülen heterojenlik çölleşmenin bir potansiyel indikatörü olabileceği önerilmektedir. Schlesinger ve ark. (1990), pH, yüzde saturasyon, toprak nem içeriği, toplam azot miktarındaki varyasyon katsayısının çölleşme indikatörü olarak kullanılabileceği ve yüksek değişim katsayısının yüksek çölleşme potansiyeline işaret ettiğini bildirmişlerdir.

Klasik istatistikte, ele alınan bir toprak özelliğine ait standart sapma, değişim katsayısı ve ortalama gibi veriler yersel değişkenlikleri karakterize etmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Webster, 2001). Eghball ve ark. (1999) uzaysal veya zamansal bağımlılığın klasik istatistik yöntemleri ile kullanılmasının yanlış sonuçlara yol açabileceği hususuna işaret etmiştir. Bu nedenle semivariogram ve fraktal analizin, konular ya da yönetim sistemlerindeki değişkenliği tanımlamak ve karşılaştırmak için faydalı olabileceğini belirtmişlerdir.

Fraktal analiz, bitki ve toprak parametrelerinin tanımlanmasında oldukça fayda sağlamaktadır. Burrough (1983), Mandelbrot (1982)'in fraktal teorisi ile toprak özelliklerinin değişkenliğini tanımlanabileceğini ilk öneren kişilerdir. Fraktal analizde, fraktal boyut (D), çalışılan objenin geometrisinin (şeklinin) bağımsız bir göstergesidir (Eghball ve ark. 1999).

Farklı eğimlerde toprak özelliklerinde görülen istatistiksel farklılıklar kuşkusuz toprak oluşum özellikleri ve topoğrafya gibi sayısız etkenlerden kaynaklanmaktadır. Topoğrafya suyla ilişkili olayları etkileyerek toprak oluşumunu derinden etkilemektedir (Kachanoski ve ark. 1985). Sonuçta bu durum, eğim dikliğine bağlı olarak yersel ve zamansal esasta toprak heterojenliğine yol açar. Bu durum farklı topografyalarda farklı büyüklükte çölleşme işlemlerinin meydana gelmesine yol açar. Bu düşüncenin farklı eğimde yer alan arazilerde çölleşme süreçlerinin karşılaştırılması suretiyle gözden geçirilmesi yararlı olacaktır.

Bu çalışmanın amacı yarı kurak iklim koşullarının hüküm sürdüğü bir arazi toplulaştırma sahasında dört farklı eğim grubunda toprakların farklı derinlikleri için çölleşme eğilimini karşılaştırmaktır. Bu amaç için farklı eğimlerde yer alan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri klasik ve modern istatistik yaklaşımlarla çölleşme eğilimleri bakımından karşılaştırılması öngörülmektedir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ahmadi ve ark. (2011) tarafından yürütülen bir araştırmada toprak agregatlarının fraktal boyutunun bir aşınım duyarlılık indeksi olarak kullanılma imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla kuzeybatı İran'dan 36 toprak serisine ait toprak örnekleri kullanıldı. Toprak agregatlarının fraktal boyutları agregat boyut dağılımı (ASD) verilerini kullanan Rieu-Sposito (Dn), Tyler-Wheatcraft (DmT) ve Young-Crawford (DmY) modellerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Araştırmada % 9 eğimde bir yağış simülatörü ile 20, 37 ve 47 mm h<sup>-1</sup> intensitelerinde yapay yağış uygulanmış ve parmaklar arası erozyon (TIE), toplam sıçrama ile toprak kaybı (TS) ve parmaklararası erodibilitite faktörü (Ki) hesaplanmıştır. Sonuçlar, hem Dn hem de DmT'nin, incelenen ıslak eleme ile belirlenen toprakların ASD'sini karakterize ettiği ve TS, TIE ve Ki ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu (p <0.01) göstermiştir. Kuru eleme verilerinden tahmin edilen Dn ve DmT değerleri ise yalnızca TS ile ilişkili olmuş, TIE ve Ki ile ilişkili olmamıştır.

Oğuz ve ark. (2011) Tokat yöresinde 1,041.2 ha alana sahip Çelikli Havzasında yaptıkları çalışmada, eğimi <3° olan hafif-orta eğimli (MMS) ve >3° fazla eğime sahip orta-dik eğimli (MSS) yerler için bazı seçilmiş toprak özelliklerinin değişim katsayısı (CV) ve yersel değişiminin fraktal boyutu (D) değerlerini karşılaştırmışlardır. Toprak örneklerinin alansal değişimi orta eğim (MHS) ve SMS toprakları için CV, semivariogram analizi ve D ile karakterize edilmiştir. Genel olarak yüksek CV değerleri SMS topraklarında meydana gelmiş ve nugget etkisi değişkenler için SMS topraklarında düşük bulunarak daha yüksek çölleşme potansiyeli göstermiştir. Daha güçlü uzaysal yapıya sahip değişkenler daha yüksek CV ve düşük D'ye sahip olmuştur. Genellikle yüksek CV değerleri ve düşük D değerleri SMS topraklarında oluşmuş ve bu durumda bu topraklar daha yüksek çölleşme potansiyeli göstermiştir. Her iki eğim sınıfında toprak özelliklerinin güçlü uzaysal dağılımı bu alanlarda çölleşme riskinin tanımlanmasında D değeri, CV'ye tercih edilebilir bulunmuştur.

Xiao ve ark. (2014), Çin Shaanxi bölgesi, China Zhifanggou havzasında yürüttüğü çalışmada 0-50 cm toprak profilinde zerre irilik dağılımı ve mikroagregat dağılımı ile 0-10 cm toprak derinliği için toprakların erozyona dayanıklılığını fraktal boyutla analiz etmişlerdir. Araştırma havzasında, eğimli tarım arazisi, teraslı tarım arazisi, orman arazisi, meyve bahçesi, yapay ve doğal mera arazisi gibi farklı arazi kullanım türleri vardı. Çalışma bulgularına göre toprak zerre irilikleri ve mikro agregat, toprak derinliği ve farklı arazi kullanım türleriyle anlamlı fraktal boyut değerleri göstermiştir. Fundalık,

orman ve doğal mera arazilerinde, daha büyük ve miktarda mikro agregat belirlendi ve 0-40 cm toprak profilindeki mikro agregaların fraktal boyutları azaldı. Ayrıca 0–10 cm toprak profili için agregatların sağlamlığı ve derecesi arttı ve dispersiyon oranı azaldı. Çalışma sonucunda araştırmacılar fraktal teorisinin farklı arazi kullanım türleri altında toprak struktürünü karakterize edebilmek için kullanılabileceğini, özellikle bu amaçla mikro-agregatların fraktal boyutlarının daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Gao ve ark. (2014) tarafından Ningxia, Çin'de koruyucu şeritlerin toprak korumaya etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, 7, 11 ve 26 yıl boyunca uygulanmış *Caragana korshinskii* çalısı şeritlerin toprak kayıplarına karşı koruyucu etkisi referans mera arazisine göre karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 0–5, 5–10 ve 10–20 cm derinliklerindeki toprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre, ince tanecikler, toplam gözeneklik, toplam azot, fosfor ve elverişli azot ve potasyum değerleri plantasyon yaşı ile birlikte önemli ölçüde artmıştır ( $p < 0.05$ ). Kum fraksiyonu restorasyon süresinde, özellikle üst toprak tabakalarında (0-5 cm) azalma eğilimindedir. Çoğu durumda, referans alanlara göre koruyucu şeritler toprağın seçilmiş fizikokimyasal özelliklerini iyileştirmede daha etkili bulunmuştur. *Medicago sativa* ekimi, toprak azot içeriğini artırmıştır. Toprakların zerre irilik dağılımına ait fraktal boyutlar 2.3946 ile 2.6351 arasında değişmiştir. Regresyon analizleri, fraktal boyutların, toplam potasyum ( $R^2 = 0.248$ ) hariç, toprak fizikokimyasal özellikleri ile ( $R^2 = 0.511-0.870$ ) anlamlı ( $p < 0.01$ ) doğrusal korelasyon göstermiştir. Araştırmacılar, D'nin bitki örtüsü düzenlemelerine bağlı olarak toprak özelliklerindeki değişimi tanımlayabileceğini ve çölleşmenin tanımlanmasında önemli ve güvenilir bir parametre olduğunu bildirmişlerdir.

Çin Tibet bölgesinde yürütülen bir araştırmada dört farklı arazi kullanım türünde yer alan toprakların çeşitli özelliklerindeki değişim fraktal analiz yöntemi ile araştırılmıştır (Wang ve ark., 2016). Çalışmada, çayır ve seyrek çalılık (IGB, ~10–30% çayır ve ~10% çalılık), yüksek örtülülükte mera (WCG, > 75% bitki örtülü mera), bitkisiz çıplak arazi (BL), ve buğday yetiştirilen tarım arazisi (CL) olmak üzere dört farklı arazi kullanım türü seçilmiştir. Arazi kullanım türlerine göre sırasıyla  $IGB > WCG > BL > CL$  olacak şekilde (1) kum içeriği ilk 15 cm derinlikte 50.14'den 85.61 g/kg'a kadar arttı, (2) karbon içeriği 9.94'ten 3.11g organik karbon kg toprak olacak şekilde azaldı, (3) nitrojen içeriği 0.223'ten 0.844 g N/kg toprak olacak şekilde ve (4) tekstürel fraksiyonlara göre fraktal boyut 2.92'den 2.45'e azaldı. Bu çalışma, toprakların

tekstürel fraksiyonları ve bazı özelliklerinin fraktal boyut üzerinde dikkate çeker bir etkisi olduğunu göstermiştir. Dahası, toprak zerre iriliğine ait fraktal katsayının arazi kullanım türü ve arazi kullanım türü değişikliklerine bağlı oluşabilecek toprak bozulmasını gösterecek kullanılışlı bir parametre olduğunu göstermiştir.

Deng ve ark. (2018), Çin'de Mu Us kumlu arazisinde, *Pinus sylvestris*'in dokuz orman yoğunluğu derecesinde 900-20000 ağaç ha<sup>-1</sup> oluşan mongolica plantasyonlarından üst toprak (0-5 cm) örnekleri alınmıştır. Toprakların D değeri, fraktal model ve toprak zerre dağılımı (PSD) lazer difraksiyon tekniği ile ölçülerek hesaplandı. D, kil ve silt içeriği ile önemli ölçüde pozitif ve kum içeriği ile önemli ölçüde negatif ilişki gösterdi.

Li ve ark. (2018) yürüttükleri çalışmada, gözenek ortamında akışkan karakteristikleri ile katı ilişkilerini tanımlayan etkili temel unsurları araştırmışlardır. Bu amaçla mikro strüktür ile toprak boşluk ortamı arasındaki ilişkiyi analiz edecek bir fraktal model oluşturmuşlardır. Çalışmada mikroskobik bakış açısı altında por ortamında por strüktürü üzerine stres etkisi gösterildi. Teorik ve deneysel sonuçlara göre, etkili stresin fraktal modeli, etkili stres ile gözenekli ortamın mikro yapısı arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılabilir bulunmuştur. Ayrıca etkili strete doğrusal bir artış, fraktal boyutta, gözeneklilikte ve gözenekli ortamın gözenek sayısında üstel artışlara yol açmış ve ortalama gözenek yarıçapında bir düşüş eğilimi olmuştur.

Iran-Guilan bölgesinde yürütülen bir çalışmada toprak örneklerinin zerre irilik dağılımı iki ölçekleme alanı için olacak şekilde ölçekleme alanlarının fraktal boyutları ile kil, silt ve kum fraksiyonları arasındaki ilişkiyi incelemek ve değerlendirmek için parçalı bir fraktal model kullanılmıştır. Çalışmada, fraktal parametrelerin, toprak tekstürünün jeostatistik bir yaklaşımda uzaysal değişkenliğini yansıtan bir indeks olarak gösterilebilme imkanları araştırılmıştır. Ayrıca, fraktal geometri kullanılarak toprak örneklerinin partikül büyüklüğü dağılımının fraktal özellikleri çalışılmış ve fraktal ve toprak tekstürel parametrelerinin mekansal değişkenliğini karakterize etmek için jeostatistik yaklaşım uygulanmıştır. Bu amaçla İran Guilan Üniversitesi kampüsü içerisinde yer alan düz bir tarladan 75 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak tekstürel fraksiyonlarının fraktal boyutları hesaplanmış ve toprak örneklerinin tekstürel fraksiyonları için DM1 ve DM2 olmak üzere iki ölçekleme alanı seçilmiştir. Daha sonra DM1 ve DM2 farklı toprak parçacık büyüklüğü aralıklarını ve bunların toprak tekstürel parametrelerine oranını belirlemek için kullanılmıştır. DM1 ve DM2 ve toprak tekstürleri arasındaki istatistiksel ilişki regresyon teknikleri kullanılarak analiz

edilmiştir. DM1 ve kil arasında pozitif bir korelasyon ( $R^2 = 0.924$ ), DM1 ile silt arasında negatif korelasyon ( $R^2 = 0.801$ ) ve DM2 ve kum içeriği arasında negatif bir korelasyon ( $R^2 = 0.913$ ) belirlenmiştir. Semivariogram modellerine ve validasyon parametrelerine göre, fraktal parametrelerin güçlü bir uzaysal yapıya sahip olduğu ve toprak tekstürünün uzaysal değişkenliğini iyi tanımlayabildiği belirtilmiştir (Mohammadi ve ark., 2019).

Saskatchewan, Kanada'da toprak su depolaması yanı sıra toprakların kum içeriği ve nispi yükseklik, 576 m uzunluğunda bir hat boyunca 1.4 m derinliğe kadar ölçülmüştür. Toprak su depolanması, kum içeriği ve nispi kottaki değişkenlik multifraktal davranış gösterdi. Nispi yükseklikle toprak su depolaması arasında güçlü bağ bulundu, ancak kum içeriği ve su depolanması arasında multifraktal spektrum daha düşük bir korelasyon gösterdi. Multifraktalitede değişiklik, nispi yükseklik ve tekstürde yüksek değişkenlik olduğunu gösterdi. Bu, ortak değişken multifraktal analizin, üç değişken arasındaki ölçekleme davranışını tamamen karakterize etme özelliğini açıkça göstermiştir. Çalışma, üç değişken arasındaki ölçekleme davranışını multifraktal analizin karakterize etme özelliğini açıkça göstermiştir. (Biswas, 2019).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Araştırma yeri**

Bu çalışma, Arazi Toplulaştırması (AT) ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri (TİGH) proje kapsamında yer alan Aksaray İline bağlı Ortaköy İlçesi Reşadiye, Bozkır, Sarıkaraman, Devedamı, Harmandalı, Çiftevi, Gökler, Salarıalaca Köyleri, Ağaçören İlçesi'ne bağlı Kütüklü, Dadılar, Camili köyleri ve Sarıyahşi İlçesi merkez, Boğazköy ve Bekdik Köylerini içerisinde kapsayan sahada yürütülmüştür. Araştırma sahası 50673.48 ha alan kaplamakta olup Tuz Gölü Kapalı Havzası'nda yer almaktadır. Çevre uzunluğu 191259.53 m olup, yükselti 1118–1430 m arasında değişmektedir. Çalışma alanının kuzeyinde Hirfanlı HES Barajı ve Kızılırmak, doğusunda Kırşehir, güneyinde Ortaköy İlçesi, batısında Sarıyahşi ve Ağaçören ilçeleri bulunmaktadır. Arazi, Kuzeybatı - Güneydoğu bakılıdır. Araştırma alanı 33° 47' 49" , 34° 14' 52" Doğu boylam, 39° 03' 83" , 38° 44' 15" Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1 ).





Şekil 3.1. Araştırma Yeri Uydu Görüntüsü

### 3.1.2. Toprak özellikleri

Çalışma yerinde, 1938 Amerikan Sınıflama Sistemine göre, Alüvyal ve kahverengi büyük toprak grupları yaygın yayılım göstermektedir. Toprak derinliği genel olarak orta derin olmasının yanında derin, sığ ve çok sığ alanlarda bulunmaktadır. Arazide düz ve düze yakın, hafif, orta eğimlerin yanında çok dik eğime de rastlanılmaktadır. Erozyon sınıfı genellikle hafif ve orta olmakla birlikte şiddetli grubuna giren alanlar da bulunmaktadır. Drenaj iyi derecede olup, fena ve yetersiz drenaj sorunu olan bölgelerde mevcuttur. Tarım yapılan alanlarda %5 ile %20 arasında taşlılık olup, mera ve tarım dışı arazilerde taşlılık %20 ile %50 arasındadır. Topografya düz ve düze yakın, ondüveli ve dalgalı olup, genel fizyografya yüksek arazi niteliğindedir (Anonim, 2013).

### 3.1.3. İklim özellikleri

Araştırma yerinde karasal iklim hüküm sürdüğünden Türkiye ortalamasının altında yağış almakta olup kurak iklim karakteri göstermektedir. Yazları kurak ve sıcak, kışları yağışlı ve soğuk geçmekte olup, kar yağışı azdır. Aksaray İli yıllık yağış ortalaması

349,1 mm ve yıllık toplam buharlaşma 1341,7 mm'dir. Yıllık ortalama sıcaklık 11,9 °C'tır (Çizelge 3.1.).



Çizelge 3. 1. Aksaray İli Uzun Yıllık Meteorolojik Verileri (DMİ,2017)

Parametre	Rasat Süresi (yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	56	0.4	1.9	6.3	11.4	16.0	20.0	23.3	23.0	18.5	13.0	6.9	2.3	11.9
Aylık Min. Sıcaklık (°C)	58	-26.4	-29.0	-19.0	-7.5	-0.2	2.9	6.8	5.9	1.0	-6.0	-14.0	-21.9	-29.0
Aylık Max.Sıcaklık (°C)	58	19.4	21.8	29.0	31.8	33.8	36.9	40.0	38.8	36.5	32.8	26.2	22.0	40.0
Aylık Ort. Nispi Nem (%)	53	71.5	67.6	61.6	57.8	55.5	50.5	44.9	45.3	48.8	58.2	65.6	71.7	58.3
Aylık Toplam Yağış Ortalaması (mm)	58	39.7	34.2	40.1	45.9	41.0	25.5	7.2	5.0	9.9	24.9	31.7	44.0	349.1
Aylık Ort Rüzgar Hızı (m/sn)	57	2.2	2.5	2.7	2.6	2.3	2.5	3.0	2.8	2.4	2.1	2.1	2.1	2.4
Aylık Mak. 10 cm Toprak Sıcak. (°C)	51	10.2	13.9	24.4	29.7	35.0	42.0	46.5	39.8	38.0	30.0	21.0	12.6	46.5
Aylık Toplam Buharlaşma (mm)	58			7.4	101.5	162.4	223.4	282.0	266.4	183.7	97.4	25.8		1341.7



### **3.1.4.Araştırma yeri jeolojisi ve hidrojeolojisi**

Aksaray İli, İç Anadolu Bölgesi'nde göller hariç 7.626 km<sup>2</sup> alana sahiptir. Melendiz Çayı ve Karasu haricinde akarsu ve nehir yoktur. Aksaray İli sınırları içerisinde magmatik, metamorfik sedimanter ve karasal kökenli kayalar mevcut olup bunlar metamorfik kayalar, plütonik kayalar, sedimanter kayalar, volkanik kayalar, gısel ve volkanosedimanter kayalar, güncel oluşuklar, allokton ofiyolit karmaşığdır. Stratigrafik olarak en altta metamorfik kayalar üzerine volkanosedimanter kayalar ve volkanik kayalar, tüm bu kayaların üzerinde ise Holosen yaşlı alüvyon çökeller gelmektedir. Aksaray İli civarında stratigrafik olarak tabanında Kaman Grubu olarak adlandırılan, Kırşehir masifinin metamorfiteeri yer almaktadır. Metamorfiteerin üzerine, Karakaya ultramifiti olarak adlandırılan gabro ve gabronorit kütleleri gelmektedir. Granit, granodiyorit ve kalkalkali granit bileşimindeki asidik sokulum metamorfite ve ultramafitler kesmiştir. Bu birimler üzerine Eosen ve Oligosen yaşlı örtü birimleri uyumsuz olarak gelir (Anonim, 2012).

### **3.1.5.Arazi kullanma ve bitki örtüsü durumu:**

Araştırma yeri çoklukla tarım alanlarından oluşmakla birlikte mera alanları da yer almaktadır. Tarım alanlarında, tarla bitkileri, sebze ve meyvecilik yapılmaktadır. Tarla bitkilerinden yetiştirilen ürünler, patates, nohut, fasulye (kuru), ayçiçeği, aspir, şekerpancarı, yonca, korunga, mısır ve fiğ olup bu ürünler toplamda 71.678 da alanda üretimi yapılmaktadır.

Sebzeçilikte yetiştirilen ürünler, soğan, sarımsak, pırasa, havuç domates, hıyar, biber, bamya, patlıcan, kabak fasulye (yeşil), kavun, karpuz, lahana, marul, ıspanak, maydanoz ve nane olup toplamda 19.285 da alanda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Meyvecilikte yetiştirilen ürünler, üzüm, elma, armut, erik, kayısı, kiraz, vişne, iğde, çilek, dut, badem ve ceviz olup toplamda 6.440 da alanda üretimleri yapılmaktadır (TÜİK 2015).

Proje sahasında bulunan toplam mera alanı 67.793 da' dır (Anonim, 2014).

## **3.2.Yöntem**

### **3.2.1. Farklı eğim gruplarının oluşturulması ve her bir grupta yer alan örnekleme noktalarının belirlenmesi**

Araştırma sahasında koordinatlı olmak üzere, 500m aralıklarla gritleme yöntemiyle daha önceden alınmış bulunan toprak örneklerine ait eğim değerlerini belirlemek üzere topoğrafik haritadan yararlanılarak arazinin sayısal yükseklik modeli (DEM) oluşturulmuştur. ArcMap yazılım yardımıyla DEM haritasından dört farklı eğim grubu oluşturulmuştur. Oluşturulan eğim haritası üzerinde örnekleme noktaları gösterilmek suretiyle her bir örnekleme noktası için eğim değerleri belirlenmiştir.

Çalışmada, düz veya düze yakın eğim (DE) % 0-2, hafif eğim (HE) % 3-6, orta eğim (OE) % 7-12 ve fazla eğim (FE) > % 12 olmak üzere dört farklı eğim gruplaması oluşturulmuştur. Her grup için farklı derinlikler dikkate alınarak toprak örneklerine ait çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alınmıştır.

Dört farklı eğim grubunda yer alan toprakların bünye, suyla doygunluk, pH, EC, tuz (%), kireç, kum, kil, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B vekil oranı I, II, III gibi özellikleri çalışma alanının çölleşme eğilimini belirleyebilmek amacıyla değerlendirilmiştir. Bu amaçla, toplam 1808 adet olmak üzere, farklı noktalardan alınmış ve analiz edilmiş 0-20cm, 20-50cm, 50-90cm, 90-120cm derinliklere ait toprakların bazı özellikleri dikkate alınmıştır.

### **3.2.2. Veri analizi:**

Farklı eğimlere ve derinliklere sahip araştırma yeri topraklarının çölleşme eğilimleri klasik istatistiksel analiz yöntemleri ile mekânsal ve fraktal analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Her iki yaklaşımla elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

### **3.2.3 Klasik istatistiksel analiz**

Toprak örneklerinin bünye, suyla doygunluk, pH, EC, tuz (%), kireç, kum, kil, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B vekil oranı I, kil oranı II, kil oranı III gibi değerleri, klasik istatistik analizlerle değişimleri farklı eğim ve derinlikler için olmak üzere değerlendirilmiştir. Toprak özelliklerindeki değişimleri ortaya koyabilmek amacıyla ortalama, maksimum, minimum, standart sapma, varyasyon katsayısı, basıklık, çarpıklık

gibi temel tanımlayıcı istatistiksel parametreler, düz veya düze yakın (DE), hafif (HE), orta (OE) ve fazla eğimli (FE) alanlar için hesaplanmıştır. Farklı eğimli arazilere ait toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri bir çölleşme eğilimi olmak üzere, özellikle değişim katsayıları dikkate alınarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yüksek değişim katsayısı o eğim grubu içerisindeki toprakların dış etkenlere bağlı heterojenliğine dolayısı ile çölleşme eğilimine yol açtığı düşünülmektedir.

### 3.2.4. Mekansal ve fraktal analiz:

Yarıvariogram düz eğim (DE), hafif eğim (HE), orta eğim (OE) ve fazla eğim (FE) gruplarında yer alan topraklarda farklı derinlikler için toprak değişimlerinin dağılımını tanımlamak için kullanılmıştır. Yarıvariogram çeşitli mesafe aralıkları için semivaryans işaretlenmesiyle mekansal korelasyonun kendine ait grafik gösterimidir (Diekman ve ark, 2007 ). Yarıvariogram denklemlerle hesaplanmıştır (Diekman ve ark, 2007).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N(h)} [z(S_i) - z(X_i + h)]^2 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Burada,  $\lambda(h)$  yaklaşık yarıvariogram,  $z(X_i)$  ve  $z(X_i + h)$  gecikme saati ile ayrılmış bir değişken değerinin,  $N(h)$  karşılık gelen gecikme çift sayısıdır.

Fraktal analizi desen yöntemine göre DE, HE, OE ve FE topraklarda mekansal değişkenlik derecesini değerlendirmek için toprak değişkenlerinin uzamsal veriler kullanılarak yapılmasıdır (Burrough, 1983, Eghball ve ark,1999).

Normal verilerin dışında kalan değerler için dönüşüm türü çarpıklık katsayısına bağlıdır (Webster, 2001). Çarpıklık katsayısı mutlak değeri 1 den büyük değerler için logaritmaları alınarak, 0.5 – 0.99 değerler arasında karekökleri hesaplanır (Webster, 2001). Çarpıklığın <0.5 olduğu değerlerde dönüşüm hesaplanmadan Anizotropi verilerinde yarıvariogramı yön hesaplamak için kontrol edilir (Webster, 2001).

Fraktal fonksiyonu değişkenler için uzaysal yapı olarak tarif edilmiştir:

$$\lambda(h) \propto kh^H \quad (\text{Eşitlik 2})$$

burada  $\lambda(h)$  yarıvariogram,  $h$  gecikme,  $H$  keyfi dik boyut ve  $k$  değişim ölçüsünde sabit sayıdır.

Fraktal boyut  $D$  şu ilişkiye göre hesaplanır (Burrough, 1983, Eghball ve ark., 1999).

$$D = d - 0.5H \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Burada,  $d$  düz için 2 Öklit boyut vardır (Mandelbrott, 1982). Bir değişkenin regresyon, log-gecikme (mesafe), log- yarivariogram v.s tahmini fraktal boyutu ( $D = 2 - 0.5H$ ) burada  $H$  regrasyon çizgisini ortaya çıkaran eğim değeridir (keyfi dik boyut) (Eghball ve ark., 1999). Analiz uyumunu artırmak için en küçük kareler, yarivariogram aralığında yer alan açıkça tanımlanmış veri noktaları kullanılmıştır (Burrough, 1983).



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Farklı Eğim Grupları İçin Ele Alınan Toprak Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Araştırma alanında yer alan topraklar dört farklı eğim grubunda sınıflandırılmıştır. Her eğim grubunda yer alan toprakların var olan derinlikleri dikkate alınmıştır. Her eğim grubu için farklı derinlikleri de içerecek şekilde ele alınan toprak özelliklerinin aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, değişim katsayısı, çarpıklık, basıklık, minimum ve maksimum değerleri belirlenerek Çizelge 4.1-4.15’ te verilmiştir.

Düz eğimde yer alan üst toprak derinliği için saturasyon, pH, EC, tuz, kireç, kum, kil, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III toprak özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Araştırma yerinde düz konumda yer alan taban arazilerin ortalama suyla doyumluk değerleri % 48.49 olarak belirlenmiştir. Bu suyla doyumluk değeri dikkate alınacak olur ise toprakların orta derecede su tutma özelliğine sahip olduğu söylenebilir. Toprak reaksiyonu hafif alkali olup tarımsal üretim bakımından sorun oluşturmamaktadır. Yöre topraklarının genel karakteristiği olarak toprakların kireç içeriği fazladır. Genellikle topraklar kumlutın bünyelidir. Toprakların kalsiyum ve magnezyum içeriği fazladır. Sodiklik sorunu bulunmamaktadır.

Düz arazi konumunda bulunan toprakların değişim katsayısı değerleri çölleşme eğilimini değerlendirmek amacıyla belirlenmiştir. Toprak özelliklerindeki değişim katsayısı dikkate alınarak üç grupta değerlendirilmiştir. Yüzde değişim katsayısı 15’ ten küçük olanlar düşük derecede değişken, 16 ile 35 arası olanlar orta derecede değişken ve 36’ dan büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak sınıflandırılmıştır (Upchurch ve ark., 1988). Bu değerlendirme kriterlerine göre araştırma yeri düz eğimli 0-20 cm derinliğe sahip üst toprakları için çölleşme riski ele alınan toprak özellikleri için değerlendirilmiştir. Buna göre toprak özelliklerinden pH düşük derecede değişken, saturasyon, EC, kum, kil, silt orta derecede değişken ve tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, II ve III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir.

pH bir bölge için genel olarak benzer değerler göstermesi ve değerler arasında fazla değişimin olmaması beklenen bir durumdur. Suyla doyumluk ve bünyesel değişimlerin orta düzeyde olması düz eğim nedeniyle toprak kayıplarının sınırlı düzeyde



gerçekleşmesine bağlanabilir. Bünyesel olarak belirlenen orta değişkenlik çölleşme eğiliminden ziyade toprak oluşum süreçlerinde görülen farklılıklara bağlı olduğu düşünülmektedir.

Üst toprak katmanlarında görülen orta değişken EC değeri farklı gübre uygulamaları ile yüzey akışlarla taşınan farklı şekilde biriken çözeltilerden kaynaklanmış olabilir.

Araştırma yerinde yüksek değişkenlik gösteren toprak özellikleri yıkanma ve yüzey akış ile bağlantılı olabilir. Özellikle tuz ve kireç taşınımı ve yüzeyde akümüle olması yağış, yüzey akış ve buharlaşmada görülen ortak etkileşimin bir sonucu olarak değerlendirilmiştir.

Yürütülen bir araştırma sonucuna göre aşınım duyarlılık ile kil oranı I değerleri arasında pozitif, kil oranı II ve kil oranı III değeri arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir (Oğuz, 1997). Artan kil oranı I değeri toprakların aşınım duyarlılığını artırırken, kil oranı II ve kil oranı III değerleri arttıkça toprakların aşınım duyarlılığı azalmaktadır. Bu değerlerin yüzey topraklarında yüksek varyasyon göstermesi, düz eğimde olmalarına rağmen araştırma yeri topraklarının erozyona karşı tepkilerinin oldukça değişken olduğuna işaret etmektedir.

Çözünabilir Ca ve Mg bileşikleri yıkanma koşullarında toprak profilinden yıkanarak uzaklaşırken kurak ve yarı kurak bölgelerde yeterli yıkanma koşulları oluşmadığından toprak profilinde birikme suretiyle toprakların bazla doygunluğunu yükseltmektedir. Ca+Mg değerinde gözlemlenen yüksek değişkenlik yağış, yüzey akış ve buharlaşma ile toprak profilindeki nem dağılımında görülen dinamik yapının bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Toprak profilinde farklı düzeylerde ve derinliklerde oluşan nem hareketlerine bağlı olarak yüksek varyasyon oluşmuştur. Aşırı alkalın toprakların sodyum durumunu karşılaştırmak amacıyla kullanılan Na, SAR ve ESP değerleri yüksek değişkenlik göstermekle birlikte düz eğimli üst topraklar için bitkisel üretimi sınırlandıracak değerlerde olmamıştır.

Basıklık değeri  $< 0$  ise dağılım normalden basık, yayvan ve verilerin heterojen olduğuna işaret ederken, sıfıra eşit değerler dağılımın basıklığı normal dağılım kadar olduğu ve  $> 0$  değerler ise dağılım normalden sivridir ve verilerin homojen olduğunu göstermektedir. Çoğu istatistikçi  $\pm 2$  saçılımını normal olarak varsaymaktadır. Bu kritere göre saturasyon ve kil değerleri  $\pm 2$  saçılım sınırında kalmakta ve önemsiz düzeyde normal dağılıma uygun olacak şekilde heterojenlik göstermiştir.

Çarpıklık değeri normal dağılımda 0 olarak varsayılır. Bir dağılımın çarpıklık katsayısı negatif ise dağılım sağa, pozitif ise sola çarpıktır.  $\pm 2$  saçılımı çoğu istatistikçi tarafından normal varsayılmaktadır. Düz eğimde olan üst topraklarda pH sağa çarpık diğer toprak özellikleri ise sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 1. Düz eğim grubu toprakların 0-20 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

% 0-2Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	48.494	8.157	66.542	16.821	0.170	-0.080	26.000	70.000
pH	7.690	0.282	0.079	3.661	-1.280	3.450	6.600	8.970
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.657	0.356	0.127	54.115	4.270	25.900	0.150	3.770
Tuz, %	0.022	0.015	0.0002	67.123	3.840	23.720	0.000	0.150
Kireç, %	8.585	5.868	34.428	68.346	1.030	0.940	1.110	31.930
Kum, %	53.577	10.704	114.567	19.978	-0.020	0.090	25.000	86.000
Kil, %	25.612	8.044	67.701	31.406	0.230	-0.070	4.000	47.000
Silt, %	21.345	5.973	35.673	27.982	0.160	0.040	2.000	40.000
Ca+Mg, meq	4.812	2.771	7.676	57.580	5.580	50.290	0.340	34.000
Na, meq	1.733	2.112	4.462	121.860	5.480	38.770	0.000	22.430
SAR	1.253	1.627	2.647	129.807	4.230	20.570	0.000	13.960
ESP, %	1.402	1.820	3.313	129.810	4.230	20.560	0.000	15.620
B, ppm	0.076	0.085	0.007	112.185	8.500	106.110	0.000	1.360
Kil oranı I	3.433	2.013	4.052	58.629	3.410	19.990	1.130	22.240
Kil oranı II	0.360	0.155	0.024	43.191	0.850	0.690	0.050	0.880
Kil oranı III	1.285	0.669	0.447	52.035	2.540	11.560	0.330	6.170

Düz eğim grubunda yer alan toprakların 20-50 cm derinliklerine ait toprak özelliklerinden pH, suyla doygunluk düşük derecede değişken, kum, kil, silt orta derecede değişken ve EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, II ve III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.2).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, ve kil oranı III olmuştur. Sıfır değerini aşan normalden sivri nispeten homojen kabul edilen toprak özellikleri suyla doygunluk, pH, EC, tuz, kireç, kum, kil, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III değerleri olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. pH, sağa negatif çarpıklık katsayısı göstermiş diğer toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 2. Düz eğim grubu toprakların 20-50 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

% 0-2Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	50.352	7.968	63.488	15.825	0.200	0.170	28.000	72.000
pH	7.757	0.198	0.039	2.551	-0.820	7.930	6.770	8.950
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.632	0.352	0.124	55.635	4.350	26.910	0.140	3.740
Tuz, %	0.022	0.015	0.0002	69.124	4.390	30.990	0.000	0.170
Kireç, %	10.655	6.410	41.086	60.158	0.890	0.630	1.420	35.770
Kum, %	51.581	10.542	111.140	20.438	0.040	0.230	23.000	84.000
Kil, %	27.545	7.887	62.208	28.634	0.250	0.080	6.000	49.000
Silt, %	21.404	5.909	34.919	27.608	0.180	0.000	4.000	40.000
Ca+Mg, meq	4.456	2.796	7.818	62.753	5.680	50.830	0.300	33.800
Na, meq	1.829	2.115	4.472	115.620	5.560	39.470	0.000	22.830
SAR	1.416	1.889	3.568	133.387	4.730	26.400	0.000	18.120
ESP, %	1.585	2.114	4.469	133.394	4.730	26.410	0.000	20.280
B, ppm	0.089	0.104	0.011	116.966	9.800	123.470	0.000	1.640
Kil oranı I	3.016	1.553	2.413	51.504	3.030	15.780	1.050	15.300
Kil oranı II	0.397	0.161	0.026	40.650	0.940	1.080	0.070	0.960
Kil oranı III	1.177	0.598	0.358	50.820	2.410	10.010	0.300	5.280

Düz eğimli ve 50-90 cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden pH düşük derecede değişkenlik, suyla doygunluk, kum, kil, silt orta derecede değişkenlik ve EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, II ve III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.3).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. pH, sağa negatif çarpıklık katsayısı göstermiş diğer toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 3. Düz eğim grubu toprakların 50–90 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

% 0-2Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	52.825	8.546	73.035	16.178	0.290	0.620	29.000	87.270
pH	7.807	0.161	0.026	2.057	1.050	6.870	7.230	8.620
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.615	0.355	0.126	57.756	4.140	24.160	0.110	3.740
Tuz, %	0.022	0.016	0.0002	71.364	4.690	39.830	0.000	0.200
Kireç, %	13.129	7.402	54.782	56.375	1.140	2.300	1.780	52.390
Kum, %	49.421	10.924	119.339	22.104	0.020	0.040	21.000	82.000
Kil, %	29.977	8.329	69.374	27.785	0.260	0.340	7.000	63.000
Silt, %	21.149	6.197	38.397	29.300	0.250	0.160	2.000	40.000
Ca+Mg, meq	4.039	2.408	5.800	59.623	5.170	50.370	0.060	31.800
Na, meq	2.106	2.656	7.052	126.103	5.620	37.560	0.530	26.650
SAR	1.739	2.433	5.919	139.888	5.010	31.160	0.310	24.330
ESP, %	1.946	2.723	7.412	139.924	5.010	31.180	0.350	27.230
B, ppm	0.097	0.093	0.009	95.959	9.080	117.710	0.000	1.490
Kil oranı I	2.668	1.350	1.821	50.581	2.790	13.180	0.600	13.260
Kil oranı II	0.449	0.187	0.035	41.734	1.320	4.190	0.080	1.680
Kil oranı III	1.079	0.545	0.297	50.500	2.040	7.250	0.270	4.360

Düz eğimli ve 90-120 cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden pH, suyla doygunluk, kum, kil, silt orta derecede değişkenlik ve EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, II ve III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.4).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. Tüm toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 4. Düz eğim grubu toprakların 90–120 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 0-2Eğim, 90-120 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	55.672	8.910	79.394	16.005	0.110	0.010	30.000	80.000
pH	7.799	0.255	0.065	3.271	-3.710	31.780	5.430	8.620
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.612	0.325	0.106	53.197	2.850	11.730	0.100	2.500
Tuz, %	0.023	0.013	0.0002	57.895	1.940	7.080	0.000	0.100
Kireç, %	15.410	8.617	74.254	55.920	1.160	1.910	0.000	51.270
Kum, %	46.548	12.038	144.920	25.862	0.370	1.220	17.000	100.000
Kil, %	32.819	8.748	76.522	26.655	0.150	0.000	6.000	56.000
Silt, %	21.272	7.272	52.878	34.184	-0.430	3.430	-20.000	42.000
Ca+Mg, meq	3.749	2.254	5.079	60.123	3.170	21.670	0.120	22.180
Na, meq	2.321	2.370	5.617	102.111	4.570	26.150	0.600	21.000
SAR	2.024	2.348	5.511	115.965	4.060	20.680	0.380	19.650
ESP, %	2.265	2.628	6.905	115.993	4.060	20.670	0.430	21.990
B, ppm	0.104	0.071	0.005	68.756	3.910	19.710	0.020	0.620
Kil oranı I	2.344	1.373	1.885	58.568	5.470	50.810	0.780	16.930
Kil oranı II	0.514	0.211	0.044	40.929	0.920	0.940	0.060	1.280
Kil oranı III	1.962	15.823	250.360	806.381	15.630	242.470	0.210	250.000

Hafif eğimli ve 0-20 cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden pH, suyla doygunluk, kum, kil, silt orta derecede değişkenlik ve EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, II ve III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.5).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. Tüm toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 5. Hafif eğim grubu toprakların 0–20 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 3-6 Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	47.069	7.344	53.939	15.603	0.390	0.520	25.230	76.000
pH	7.620	0.342	0.117	4.483	-2.280	7.360	5.500	8.420
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.601	0.267	0.071	44.443	3.720	23.160	0.220	2.990
Tuz, %	0.019	0.010	0.0001	54.450	2.470	12.580	0.010	0.110
Kireç, %	11.141	8.559	73.256	76.824	0.910	0.560	0.140	48.080
Kum, %	54.691	10.353	107.181	18.929	-0.090	-0.310	24.000	84.000
Kil, %	24.023	7.240	52.421	30.139	0.500	0.680	7.000	54.000
Silt, %	21.747	6.127	37.540	28.175	0.270	0.150	3.000	44.000
Ca+Mg, meq	4.823	2.329	5.422	48.280	3.680	24.620	0.380	28.370
Na, meq	1.179	1.281	1.642	108.640	10.880	176.560	0.340	24.650
SAR	0.821	0.967	0.349	117.828	8.220	92.600	0.140	15.000
ESP, %	0.918	1.082	1.171	117.828	8.220	92.680	0.150	16.790
B, ppm	0.102	0.159	0.025	157.044	5.060	29.620	0.000	1.440
Kil oranı I	3.607	1.627	2.647	45.097	1.740	4.920	0.870	13.590
Kil oranı II	0.329	0.138	0.019	42.088	1.410	4.520	0.070	1.150
Kil oranı III	1.913	1.150	1.323	60.148	1.750	4.510	0.260	8.370

Hafif eğimli ve 20-50cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doyumluk, kum, kil ve silt orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.6).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, Tuz, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. pH, sağa negatif çarpıklık katsayısı göstermiş diğer toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 6. Hafif eğim grubu toprakların 20–50 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 3-6 Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	49.227	7.524	56.614	15.285	0.410	0.600	30.120	78.800
pH	7.703	0.276	0.076	3.576	-3.358	19.050	5.410	8.480
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.577	0.251	0.063	43.536	3.780	24.700	0.190	2.900
Tuz, %	0.019	0.010	0.0001	53.403	2.560	13.820	0.000	0.110
Kireç, %	12.763	8.853	78.382	69.367	0.810	0.330	0.000	49.420
Kum, %	52.961	10.481	109.858	19.791	-0.050	-0.260	22.000	82.000
Kil, %	26.071	7.408	54.881	28.415	0.340	0.710	2.000	56.000
Silt, %	21.426	6.360	40.443	29.681	0.470	1.480	2.000	58.000
Ca+Mg, meq	4.503	2.162	4.673	48.008	3.630	25.540	0.600	26.290
Na, meq	1.263	1.292	1.670	102.328	10.790	170.320	0.260	170.320
SAR	0.908	0.956	0.914	105.355	7.790	89.550	0.160	15.130
ESP, %	1.016	1.070	1.145	105.315	7.790	89.550	0.170	16.930
B, ppm	0.110	0.165	0.027	150.000	5.550	36.250	0.000	1.600
Kil oranı I	3.277	2.321	5.386	70.812	10.910	180.240	0.810	45.480
Kil oranı II	0.367	0.148	0.022	40.371	1.290	4.010	0.020	1.240
Kil oranı III	1.240	0.571	0.327	46.076	1.540	4.440	0.280	4.580

Hafif eğimli ve 50-90cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doymunluk, kum, kil ve silt orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.7).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri suyla doygunluk, pH, EC, tuz, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir.  $\pm 2$  değerleri arasında kalan toprak özellikleri, kireç, kum, kil, silt ve Ca+Mg iken pH, sağa negatif çarpıklık katsayısı göstermiş diğer toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 7. Hafif eğim grubu toprakların 50–90 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 3-6 Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	51.890	9.579	91.750	18.460	2.140	16.850	27.730	140.800
pH	7.731	0.296	0.088	3.830	-4.280	25.210	5.500	8.590
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.565	0.264	0.070	46.715	3.850	25.400	0.190	2.850
Tuz, %	0.020	0.012	0.0001	60.302	3.260	18.640	0.010	0.110
Kireç, %	14.022	9.065	82.170	64.648	0.970	0.940	0.140	50.690
Kum, %	51.238	11.369	129.247	22.188	0.020	0.090	20.000	88.000
Kil, %	28.413	8.707	75.818	30.646	0.350	1.350	2.000	67.000
Silt, %	20.870	6.634	44.011	31.788	0.440	2.020	4.000	50.000
Ca+Mg, meq	4.152	1.797	3.227	43.267	1.570	6.190	0.140	16.320
Na, meq	1.461	1.543	2.381	105.656	9.180	120.890	0.000	24.500
SAR	1.096	1.154	1.331	105.208	6.700	65.770	0.000	15.500
ESP, %	1.227	1.291	1.666	105.226	6.700	65.750	0.000	17.340
B, ppm	0.119	0.168	0.028	140.402	5.210	31.540	0.000	1.460
Kil oranı I	3.115	3.165	10.018	101.628	8.900	99.530	0.500	45.480
Kil oranı II	0.419	0.198	0.039	47.360	2.200	11.560	0.020	2.010
Kil oranı III	1.559	1.713	2.935	109.912	9.630	131.410	0.210	27.750

Hafif eğimli ve 90-120cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doygunluk, kum, kil ve silt orta derecede



değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.8).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, Tuz, kil, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. Normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doygunluk, kireç, kum, kil, ve silt iken pH, sağa negatif çarpıklık katsayısı göstermiş diğer toprak özellikleri ise pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 8. Hafif eğim grubu toprakların 90–120 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 3-6 Eğim, 90-120 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	53.983	9.344	87.316	17.310	0.590	1.940	29.130	97.000
pH	7.769	0.324	0.105	4.164	-3.300	18.060	5.510	8.920
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.576	0.336	0.113	58.374	4.930	33.150	0.230	3.320
Tuz, %	0.021	0.014	0.0002	68.599	3.990	24.860	0.010	0.130
Kireç, %	14.861	9.256	85.666	62.280	1.010	1.250	0.140	51.560
Kum, %	49.603	11.897	141.539	23.984	0.100	0.240	16.000	84.000
Kil, %	30.482	9.444	89.187	30.982	0.380	2.240	5.000	75.000
Silt, %	20.405	6.272	39.339	30.738	0.490	2.040	4.000	50.000
Ca+Mg, meq	4.001	2.477	6.135	61.912	6.330	62.620	0.920	30.000
Na, meq	1.933	3.057	9.342	158.106	7.090	57.020	0.000	31.000
SAR	1.466	2.466	6.080	168.234	8.820	91.750	0.000	29.560
ESP, %	1.640	2.759	7.612	168.201	8.810	91.690	0.000	33.070
B, ppm	0.135	0.177	0.031	131.552	5.160	33.300	0.020	1.660
Kil oranı I	2.791	2.163	4.679	77.514	4.590	27.050	0.340	19.570
Kil oranı II	0.470	0.265	0.070	56.316	4.650	39.980	0.050	2.960
Kil oranı III	1.119	0.668	0.446	59.675	2.760	12.060	0.190	5.060

Orta eğim grubu toraklarda ve 0-20cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doygunluk, kum, kil ve silt orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.9).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olduğu değerlendirilmiştir. Tüm toprak özellikleri pozitif sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 9. Orta eğim grubu toprakların 0–20 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 7-12 Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	45.630	7.868	61.898	17.242	0.320	0.200	28.000	73.000
pH	7.573	0.365	0.133	4.820	-1.830	3.570	5.510	8.220
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.593	0.296	0.088	49.848	3.530	18.790	0.160	2.790
Tuz, %	0.019	0.011	0.0001	56.150	2.350	10.410	0.000	0.090
Kireç, %	10.622	9.202	84.671	86.627	1.540	4.280	0.290	68.100
Kum, %	56.543	12.025	144.602	21.267	0.010	-0.380	18.000	86.000
Kil, %	22.417	7.777	60.478	34.692	0.350	0.230	5.000	50.000
Silt, %	21.461	7.098	50.381	33.075	1.380	8.380	0.000	78.000
Ca+Mg, meq	4.920	2.879	8.286	58.506	3.720	20.920	0.250	27.050
Na, meq	1.020	0.648	0.421	63.550	4.710	32.990	0.300	7.550
SAR	0.726	0.594	0.353	81.807	4.930	31.970	0.130	6.450
ESP, %	0.812	0.664	0.442	81.782	4.930	32.010	0.140	7.220
B, ppm	0.098	0.158	0.025	161.475	5.700	40.490	0.000	1.720
Kil oranı I	4.191	2.411	5.811	57.518	2.180	6.540	1.000	18.920
Kil oranı II	0.302	0.141	0.020	46.462	1.130	2.520	0.050	1.000
Kil oranı III	1.516	0.869	0.755	57.328	1.780	4.450	0.210	6.170

Orta eğim grubu toraklarda 0-20cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, kum, kil ve silt orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.10).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doygunluk, kireç, kum, kil ve silt, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur. pH negatif değer olarak sağa basık iken diğer toprak özellikleri pozitif değer olarak sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 10. Orta eğim grubu toprakların 20–50 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 7-12 Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	47.726	8.122	65.967	17.018	0.220	0.090	27.000	73.000
pH	7.693	0.262	0.069	3.408	-2.970	9.480	6.500	8.200
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.581	0.324	0.105	55.783	4.610	31.380	0.140	3.600
Tuz, %	0.019	0.012	0.0001	60.417	2.940	15.300	0.000	0.100
Kireç, %	12.350	9.410	88.552	76.197	1.150	1.680	0.5700	57.390
Kum, %	54.556	12.468	155.449	22.854	0.140	-0.500	20.000	84.000
Kil, %	24.759	8.022	64.373	32.402	0.210	0.160	6.000	50.000
Silt, %	21.105	6.827	46.607	32.348	0.260	-0.150	0.000	40.000
Ca+Mg, meq	4.656	2.982	8.890	64.042	4.890	38.130	0.280	35.050
Na, meq	1.092	0.659	0.435	60.341	4.900	34.020	0.310	7.600
SAR	0.812	0.654	0.427	80.522	4.580	25.500	0.160	5.850
ESP, %	0.908	0.731	0.535	80.542	4.580	25.500	0.180	6.550
B, ppm	0.098	0.158	0.025	161.020	10.120	121.700	0.020	2.250
Kil oranı I	3.635	2.094	4.386	57.607	2.380	7.940	1.000	16.930
Kil oranı II	0.345	0.153	0.023	44.399	1.000	2.010	0.060	1.000
Kil oranı III	1.407	0.833	0.693	59.159	1.590	2.670	0.240	5.060

Orta eğim grubu topraklarda 50-90cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, kum, kil ve silt orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.11).

Çizelge 4. 11. Orta eğim grubu toprakların 50–90 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 7-12 Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	49.697	7.819	61.140	15.734	0.050	-0.030	29.300	75.000
pH	7.703	0.285	0.081	3.695	-2.760	8.190	6.410	8.210
EC, $\mu$ S/cm	0.572	0.342	0.117	59.850	3.910	20.670	0.170	2.850
Tuz, %	0.020	0.012	0.0001	61.224	2.710	12.010	0.000	0.100
Kireç, %	14.196	10.096	101.922	71.118	0.950	0.740	0.4300	52.710
Kum, %	53.614	12.336	20.000	23.009	0.160	-0.380	20.000	84.000
Kil, %	26.508	8.055	64.877	30.385	-0.010	-0.180	7.000	52.000
Silt, %	20.362	7.066	49.923	34.699	0.130	0.510	4.000	42.000
Ca+Mg, meq	4.372	2.873	8.254	65.717	4.100	25.610	0.570	27.570
Na, meq	1.233	0.802	0.643	65.042	4.550	28.000	0.320	7.870
SAR	0.929	0.635	0.403	68.328	3.100	12.160	0.180	4.790
ESP, %	1.039	0.711	0.505	68.395	3.100	12.130	0.200	5.360
B, ppm	0.113	0.154	0.024	135.569	6.710	53.080	0.010	1.470
Kil oranı I	3.272	1.781	3.170	54.425	2.140	6.480	0.920	13.590
Kil oranı II	0.377	0.157	0.025	41.735	0.700	1.330	0.070	1.090
Kil oranı III	1.341	0.775	0.600	57.747	1.560	2.790	0.240	5.060

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I iken diğer toprak özellikleri normal dağılım eğrisindedir.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doymuluk, kireç, kum, kil ve silt, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur. pH negatif değer olarak sağa basık iken diğer toprak özellikleri pozitif değer olarak sola çarpık olmuştur.

Orta eğim grubu topraklarda 90-120cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doymuluğu, kum ve silt orta derecede

değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, kil, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.12).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri pH, EC, tuz Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I ve kil oranı III iken diğer toprak özellikleri normal dağılım eğrisindedir.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doygunluk, tuz, kireç, kum, kil, silt ve kil oranı II olmuştur. pH negatif değer olarak sağa basık iken diğer toprak özellikleri pozitif değer olarak sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4.12. Orta eğim grubu toprakların 90–120 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 7-12 Eğim, 90-120 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	50.503	9.147	83.674	18.112	0.090	-0.290	30.070	76.000
pH	7.662	0.428	0.184	5.592	-2.730	8.680	5.510	8.400
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.558	0.347	0.120	62.151	4.270	24.370	0.170	2.840
Tuz, %	0.020	0.012	0.0001	59.898	1.890	4.360	0.010	0.070
Kireç, %	14.743	10.632	113.041	72.118	0.950	0.530	0.1400	48.840
Kum, %	53.669	13.848	191.769	25.803	0.320	-0.120	20.000	90.000
Kil, %	26.960	9.726	94.587	36.075	-0.100	-0.240	3.000	52.000
Silt, %	19.838	6.819	46.494	34.372	0.350	-0.180	8.000	39.000
Ca+Mg, meq	4.062	3.264	10.654	80.353	5.060	33.410	0.600	27.370
Na, meq	1.515	1.194	1.426	78.827	3.030	10.660	0.430	7.810
SAR	1.242	1.107	1.226	89.191	2.570	6.650	0.280	6.180
ESP, %	1.389	1.239	1.535	89.199	2.570	6.640	0.310	6.910
B, ppm	0.119	0.097	0.009	81.313	2.570	7.910	0.010	0.600
Kil oranı I	3.732	4.139	17.130	110.909	5.540	36.490	0.920	33.860
Kil oranı II	0.395	0.198	0.039	50.013	0.800	1.100	0.030	1.090
Kil oranı III	2.153	3.640	13.250	169.071	6.190	43.120	0.250	29.720

Yüksek eğim grubu topraklarda 0-20cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doymunluk ve kum orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, kil, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.13).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri, EC, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B ve kil oranı I iken diğer toprak özellikleri normal dağılım eğrisindedir.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doymunluk, pH, tuz, kireç, kum, kil, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur. Diğer toprak özellikleri pozitif değer olarak sola çarpık olmuştur.



Çizelge 4. 13. Yüksek eğim grubu toprakların 0–20 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 12> Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	43.630	7.536	56.787	17.272	0.270	-0.640	30.000	61.000
pH	7.504	0.401	0.161	5.344	-0.780	-0.680	6.550	8.150
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.552	0.263	0.069	47.607	2.730	12.220	0.220	2.030
Tuz, %	0.017	0.009	0.0001	52.121	1.640	2.930	0.010	0.050
Kireç, %	9.686	9.739	94.851	100.551	1.840	4.720	0.7100	54.530
Kum, %	58.687	11.941	142.580	20.347	-0.190	-0.770	27.000	78.000
Kil, %	20.576	7.583	57.503	36.854	0.170	-0.430	4.000	38.000
Silt, %	21.227	8.750	76.556	41.220	2.340	10.890	8.000	70.000
Ca+Mg, meq	4.640	2.627	6.900	56.607	2.780	12.730	1.170	19.600
Na, meq	0.876	0.527	0.277	60.142	4.930	30.150	0.260	4.530
SAR	0.656	0.667	0.445	101.676	6.830	51.090	0.180	5.940
ESP, %	0.734	0.747	0.558	101.799	6.830	51.060	0.200	6.650
B, ppm	0.084	0.110	0.012	130.797	6.490	47.350	0.020	0.940
Kil oranı I	4.921	3.574	12.770	72.623	3.610	17.990	1.620	26.890
Kil oranı II	0.269	0.126	0.016	46.709	0.650	0.130	0.040	0.620
Kil oranı III	1.637	0.812	0.659	49.585	0.670	-0.650	0.370	3.450

Yüksek eğim grubu topraklarda 20-50cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik gösterirken, suyla doygunluk, kum ve kil orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir. (Çizelge 4.14).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri, pH, EC, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I ve kil oranı III iken diğer toprak özellikleri normal dağılım eğrisindedir.



Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doygunluk, tuz, kireç, kum, kil, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur. Yalnızca pH  $\pm 2$  normal dağılımın dışında negatif değer olarak sağa çarpıkken diğer toprak özellikleri pozitif değer olarak sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 14. Yüksek eğim grubu toprakların 20–50 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 12> Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	46.314	7.972	63.560	17.214	0.080	-0.300	27.000	63.000
pH	7.655	0.335	0.112	4.370	-2.330	5.200	6.460	8.180
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.548	0.293	0.086	53.375	2.570	9.910	0.210	2.000
Tuz, %	0.018	0.009	0.0001	52.542	1.480	2.150	0.010	0.050
Kireç, %	12.307	10.737	115.282	87.245	1.600	3.640	0.5700	56.070
Kum, %	55.613	12.977	168.391	23.333	0.060	-0.640	25.000	83.000
Kil, %	23.255	8.068	65.093	34.694	-0.040	-0.100	4.000	40.000
Silt, %	21.566	10.091	101.827	46.791	2.330	9.720	8.000	72.000
Ca+Mg, meq	4.467	2.949	8.697	66.022	2.600	10.270	0.830	19.230
Na, meq	1.014	0.570	0.325	56.172	4.660	24.600	0.620	4.470
SAR	0.821	0.905	0.818	110.156	6.040	38.120	0.250	6.940
ESP, %	0.919	1.011	1.023	110.079	6.040	38.130	0.280	7.760
B, ppm	0.130	0.220	0.048	169.024	3.950	14.970	0.040	1.230
Kil oranı I	4.355	4.028	16.224	92.489	4.040	18.290	1.490	26.890
Kil oranı II	0.315	0.142	0.020	44.978	0.530	0.040	0.040	0.670
Kil oranı III	1.491	0.912	0.832	61.179	1.640	3.150	0.330	4.810

Yüksek eğim grubu topraklarda 50-90cm derinliğe sahip toprak özelliklerinden sadece pH düşük derecede değişkenlik göstermiştir. Suyla doygunluk, kil ve kum orta derecede değişkenlik göstermiş, EC, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR, ESP, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III yüksek derecede değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.15).

Basıklık değeri  $\pm 2$  değerini aşan toprak özellikleri, pH, Na, SAR, ESP, kil oranı I ve kil oranı III iken diğer toprak özellikleri normal dağılım eğrisindedir.

Çarpıklık değeri  $\pm 2$  olan toprak özellikleri normal dağılım eğrisine uygun olan toprak özellikleri, suyla doygunluk, pH, EC, tuz, kireç, kum, silt, kil, Ca+Mg, B, kil oranı II ve kil oranı III olmuştur. Diğer toprak özellikleri pozitif değer olarak sola çarpık olmuştur.

Çizelge 4. 15. Yüksek eğim grubu toprakların 50–90 cm derinlikleri için bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri.

% 12> Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık	Min	Mak
Saturasyon, %	48.497	8.796	77.370	18.137	0.190	-0.510	31.000	65.000
pH	7.660	0.295	0.087	3.851	-1.840	2.980	6.780	8.050
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.482	0.210	0.044	43.601	0.730	-0.750	0.250	0.870
Tuz, %	0.017	0.010	0.0001	57.471	1.190	0.250	0.010	0.040
Kireç, %	11.649	9.753	95.114	83.723	1.180	0.510	0.4300	37.670
Kum, %	55.286	15.120	228.614	27.349	0.350	-0.820	35.000	85.000
Kil, %	25.476	8.942	79.962	35.100	0.010	-0.400	8.000	42.000
Silt, %	19.810	7.474	55.862	37.730	-0.090	-1.170	6.000	32.000
Ca+Mg, meq	3.664	2.155	4.643	58.813	0.580	-0.840	0.440	7.750
Na, meq	1.156	0.815	0.663	70.458	3.690	13.050	0.710	4.560
SAR	1.211	1.972	3.887	162.848	4.110	15.310	0.410	9.730
ESP, %	1.356	2.206	4.868	162.651	4.110	15.310	0.460	10.860
B, ppm	0.095	0.059	0.004	62.658	1.220	0.300	0.040	0.240
Kil oranı I	3.680	2.462	6.059	66.888	2.040	3.560	1.410	11.300
Kil oranı II	0.357	0.166	0.028	46.456	0.530	-0.300	0.090	0.710
Kil oranı III	1.613	1.314	1.726	81.439	1.890	2.930	0.540	5.570

## 4.2. Farklı Eğim Grupları İçin Ele Alınan Toprak Özelliklerinin Jeostatistiksel Değerlendirilmesi

Semivariogram bir çalışma alanında ele alınan değişkenlerin uzaysal bağımlılığını analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Nugget varyansı, sill ve range parametreleri semivariogramın tipi ile (Spherical, gaussian, Exponential v.s) bir arada değerlendirilmek suretiyle uzaysal bağımlılığın doğasını anlamada kullanılabilir (Trangamar et al., 1985; Isaaks and Srivastava, 1989). Cambardella et al (1994)  $C_0/C_s+C_0$  ( $C_0$  nugget varyans,  $C_s$  mesafeye bağlı varyans) olarak hesapladığı nugget etkisine göre uzaysal süreklilik öngörmüştür. Bu yazarlara göre bir toprak özelliğinin nugget oranı  $<25$  olması durumunda yüksek uzaysal bağımlı,  $25-50$  arasında orta düzeyde uzaysal bağımlı ve  $75$ 'i aşan nugget oranı değerinde ise zayıf uzaysal bağımlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Araştırmada ele alınan toprak özelliklerine ait jeostatistiksel değerlendirme farklı eğim grupları dikkate alınarak Çizelge 4.16-Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çalışmada, çölleşmeye doğrudan maruz üst toprak katmanlarının toprak özelliklerinin nugget etkisi farklı eğimler için karşılaştırılmıştır. Düz eğimli arazilerin saturasyon, EC, tuz, silt ve kil oranı II yüksek uzaysal bağımlılık göstermiştir. Düz eğimler için bu grupta yer alan her bir toprak özelliği arasında değişim oldukça az olmuştur. SAR değerinin nugget etkisi  $70.44$  olmuş ve kil oranı III ile birlikte orta uzaysal bağımlılık göstermiştir. Ele alınan diğer toprak özellikleri olan kireç, kum, kil, Ca+Mg, Na, ESP ve kil oranı I zayıf uzaysal bağımlılık göstermiştir. Bu grupta yer alan toprak özelliklerinin değişimleri oldukça fazla olmuştur.

Hafif eğimli arazilerin EC, tuz, kil oranı II ve kil oranı III özellikleri yüksek uzaysal bağımlılık göstermiştir. Oldukça homojen bir dağılım ortaya koymuşlardır. Ca+Mg ve kil oranı I toprak özellikleri orta uzaysal bağımlılık göstermiştir. Ele alınan diğer toprak özellikleri olan saturasyon, kireç, kum, kil ve silt zayıf uzaysal bağımlılık göstermiştir. Bu grupta yer alan toprak özelliklerinin değişimleri oldukça fazla olmuştur.

Orta eğim grubunda yer alan arazilerin EC, tuz, Na, ESP SAR ve kil oranı II yüksek uzaysal bağımlılık göstermiştir. Orta eğimler için bu grupta yer alan her bir toprak özelliği arasında değişim oldukça az olmuştur. Kil oranı II orta uzaysal bağımlılık göstermiştir. Saturasyon, kireç, kum, kil, silt, Ca+Mg, ve kil oranı I zayıf uzaysal

bağımlılık göstermiş ve bu grupta yer alan toprak özelliklerinin değişimleri oldukça fazla olmuştur.

Yüksek eğimli arazilerin EC, tuz ve kil oranı II toprak özellikleri için değişim az olmuş ve yüksek uzaysal bağımlılık göstermiştir. Kil oranı II orta uzaysal bağımlılık göstermiştir. Saturasyon, kireç, kum, kil, silt ve Ca+Mg zayıf uzaysal bağımlılık göstermiştir. Bu grupta yer alan toprak özelliklerinin değişimleri oldukça fazla olmuştur. Her dört eğim grubu üst toprakları için ele alınan toprak özelliklerinin nugget etkisi ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Saturasyon, silt ve kil oranı I değerleri düz eğimler için daha düşük nugget etkisi, diğer eğim grupları için daha yüksek nugget etkisi belirlenmiştir. EC ve tuz değerinin nugget etkisi tüm eğim gruplarında düşük olmuştur. Kireç, kum ve kil toprak özelliği tüm eğim gruplarında yüksek nugget etkisi ile zayıf uzaysal bağımlılık göstermiştir. Ca+Mg değeri düz, hafif ve yüksek eğimler için zayıf uzaysal bağımlılık ve orta eğim grubu için ise orta düzey uzaysal bağımlılık göstermiştir.

Jeostatistiksel range değerleri eğim derecesi arttıkça azalma eğilimi göstermiş, ancak pH, tuz kum, silt gibi bazı toprak özelliklerinde yüksek eğim grubu için olmak üzere tekrar bir miktar artış göstermiştir.

Çizelge 4.16. Düz eğim arazi topraklarının 0–20 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri

% 0-2 Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_0$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	0.022	0.046	54330.000	Sperhical	0.852	4.475E-E5	0.529	4.100189036
pH	0.077	0.077	28789.837	Linear	0.492	0.001	0.000	
EC, $\mu$ S/cm	0.093	0.321	213300.000	Exponential	0.653	0.002	0.712	12.99157303
Tuz, %	0.000	0.001	213300.000	Exponential	0.659	0.000	0.736	0.01888587
Kireç, %	4.660	34.980	4530.000	Exponential	0.299	116.000	0.867	537.4855825
Kum, %	79.100	220.700	71100.000	Sperhical	0.810	1269.000	0.642	12320.87227
Kil, %	49.400	116.990	131670.000	Exponential	0.759	260.000	0.578	8546.712803
Silt, %	5.590	36.410	2550.000	Exponential	0.201	22.700	36.410	15.35292502
Ca+Mg, meq	5.430	20.270	213300.000	Exponential	0.591	13.600	0.732	741.8032787
Na, meq	1.100	4.703	2850.000	Exponential	0.020	5.920	0.766	143.6031332
SAR	0.560	2.738	2670.000	Exponential	0.031	0.994	0.795	70.44025157
ESP, %	0.703	3.427	2670.000	Exponential	0.031	1.560	0.795	88.42767296
B, ppm	0.000	0.007	2820.000	Sperhical	0.006	0.000	0.998	
Kil oranı I	2.520	6.297	44740.000	Sperhical	0.938	0.530	0.600	420
Kil oranı II	0.020	0.039	121770.000	Exponential	0.655	0.000	0.501	3.902195609
Kil oranı III	0.262	0.979	71100.000	Sperhical	0.944	0.008	0.732	35.79234973

Çizelge 4. 17. Düz eğim arazi topraklarının 20–50 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 0-2 Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_0$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	47.900	99.910	57800.000	Sperhical	0.822	224.000	0.521	9193.857965
pH	0.037	0.037	28789.179	Linear	0.606	0.001	0.000	
EC, $\mu$ S/cm	0.085	0.239	71100.000	Sperhical	0.766	0.002	0.644	13.19875776
Tuz, %	0.00015	0.00045	71100.000	Sperhical	0.692	0.000	0.670	0.02238806
Kireç, %	2.100	41.080	3240.000	Sperhical	0.207	128.000	0.949	221.2855638
Kum, %	76.600	214.400	71100.000	Spherical	0.851	895.000	0.643	11912.90824
Kil, %	46.800	110.690	121470.000	Exponential	0.799	205.000	0.577	8110.918544
Silt, %	6.140	35.960	3090.000	Exponential	0.259	34.500	0.829	740.6513872
Ca+Mg, meq	5.360	15.170	71100.000	Spherical	0.661	13.400	0.647	828.438949
Na, meq	1.060	4.750	3840.000	Exponential	0.072	4.870	0.777	136.4221364
SAR	0.578	3.662	2430.000	Exponential	0.040	1.080	0.842	68.64608076
ESP, %	0.730	4.586	2430.000	Exponential	0.040	1.690	0.841	86.80142687
B, ppm	0.00001	0.00982	3110.000	Sperhical	0.009	0.000	0.999	
Kil oranı I	1.741	4.617	133350.000	Exponential	0.880	0.201	0.623	279.4542536
Kil oranı II	0.021	0.042	116700.000	Exponential	0.700	0.000	0.501	4.177644711
Kil oranı III	0.214	0.770	71100.000	Sperhical	0.947	0.005	0.722	29.6398892

Çizelge 4. 18. Düz eğim arazi topraklarının 50–90 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 0-2 Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C0/C0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	54.600	118.000	58190.000	Sperhical	0.867	233.000	0.537	10167.59777
pH	0.003	0.026	2010.000	Exponential	0.033	0.000	0.875	
EC, $\mu$ S/cm	0.086	0.252	71100.000	Sperhical	0.633	0.004	0.659	13.06525038
Tuz, %	0.00016	0.00077	213300.000	Exponential	0.537	0.000	0.792	0.02020202
Kireç, %	2.800	54.380	2630.000	Sperhical	0.054	125.000	0.949	295.0474183
Kum, %	77.800	247.100	71100.000	Spherical	0.874	1115.000	0.685	11357.66423
Kil, %	51.700	108.330	53680.000	Sperhical	0.843	258.000	0.523	9885.277247
Silt, %	8.100	40.380	3870.000	Exponential	0.221	107.000	0.799	1013.767209
Ca+Mg, meq	4.420	13.849	213300.000	Exponential	0.477	8.780	0.681	649.0455213
Na, meq	5.030	19.200	213300.000	Exponential	0.541	15.200	0.738	681.5718157
SAR	1.980	6.523	6630.000	Exponential	0.159	10.700	0.696	284.4827586
ESP, %	2.490	8.170	6630.000	Exponential	0.159	16.800	0.695	358.2733813
B, ppm	0.00023	0.00816	2560.000	Spherical	0.005	0.000	0.972	
Kil oranı I	0.979	2.762	35060.000	Sperhical	0.959	0.102	0.646	151.5479876
Kil oranı II	0.028	0.082	213300.000	Exponential	0.702	0.000	0.663	4.147812971
Kil oranı III	0.163	0.585	55450.000	Sperhical	0.962	0.003	0.721	22.6074896

Çizelge 4. 19. Düz eğim arazi topraklarının 90–120 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 0-2 Eğim, 90-120 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	NuggetDeğeri %
Saturasyon, %	60.000	141.100	119310.000	Exponential	0.596	928.000	0.575	10434.78261
pH	0.001	0.067	2070.000	Spherical	0.000	0.001	0.920	
EC, $\mu$ S/cm	0.069	0.161	44980.000	Spherical	0.834	0.001	0.575	11.91304348
Tuz, %	0.00011	0.00035	71100.000	Spherical	0.795	0.000	0.673	0.016344725
Kireç, %	9.100	73.740	720.000	Exponential	0.000	276.000	0.877	1037.628278
Kum, %	107.600	268.000	147410.000	Exponential	0.725	1856.000	0.599	17963.27212
Kil, %	60.400	121.000	104040.000	Exponential	0.506	873.000	0.501	12055.88822
Silt, %	7.800	54.270	4350.000	Exponential	0.619	67.400	0.856	911.2149533
Ca+Mg, meq	2.210	5.469	10430.000	Spherical	0.694	2.160	0.596	370.8053691
Na, meq	3.320	12.280	71100.000	Spherical	0.641	12.100	0.730	454.7945205
SAR	0.930	5.556	1920.000	Exponential	0.009	2.910	0.833	111.6446579
ESP, %	1.150	6.960	1920.000	Exponential	0.010	4.560	0.835	137.7245509
B, ppm	0.00344	0.00786	48160.000	Spherical	0.733	0.000	0.562	
Kil oranı I	0.870	4.750	66690.000	Spherical	0.779	1.300	0.817	106.4871481
Kil oranı II	0.009	0.047	3600.000	Exponential	0.078	0.000	0.801	1.161048689
Kil oranı III	0.100	217.700	3930.000	Spherical	0.016	205984.000	1.000	10



Çizelge 4. 20. Hafif eğim arazi topraklarının 0–20 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 3-6 Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_0$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	8.000	56.050	5880.000	Exponential	0.587	157.000	0.857	933.4889148
pH	0.008	0.109	3720.000	Exponential	0.019	0.013	0.923	
EC, $\mu\text{S/cm}$	0.004	0.071	2460.000	Spherical	0.006	0.000	0.943	0.434782609
Tuz, %	0.00001	0.00011	3290.000	Spherical	0.155	0.000	0.929	0.001076426
Kireç, %	9.000	74.670	6060.000	Exponential	0.740	156.000	0.879	1023.890785
Kum, %	16.600	113.100	8010.000	Exponential	0.712	695.000	0.853	1946.072685
Kil, %	7.100	53.980	5400.000	Exponential	0.536	155.000	0.868	817.9723502
Silt, %	4.900	38.530	6420.000	Exponential	0.770	38.800	0.873	561.2829324
Ca+Mg, meq	0.270	5.407	2560.000	Spherical	0.025	1.470	0.950	28.42105263
Na, meq	1.670	1.670	32116.633	Linear	0.037	1.260	0.000	
SAR	0.907	0.907	32116.633	Linear	0.420	0.271	0.000	
ESP, %	1.136	1.136	32116.633	Linear	0.420	0.425	0.000	
B, ppm	0.00001	0.02182	2490.000	Spherical	0.000	0.002	1.000	
Kil oranı I	0.272	2.600	2910.000	Exponential	0.085	0.662	0.895	30.39106145
Kil oranı II	0.003	0.020	5880.000	Exponential	0.459	0.000	0.851	0.349001175
Kil oranı III	0.139	1.322	5640.000	Exponential	0.317	0.265	0.895	15.53072626

Çizelge 4. 21. Hafif eğim arazi topraklarının 20–50 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 3-6 Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C0/C0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	7.300	57.960	4740.000	Exponential	0.549	123.000	0.874	835.2402746
pH	0.005	0.068	3390.000	Exponential	0.006	0.012	0.931	
EC, $\mu$ S/cm	0.004	0.064	2760.000	Sperhical	0.049	0.000	0.936	0.438034188
Tuz, %	0.00002	0.00011	3720.000	Exponential	0.151	0.000	0.857	0.002333722
Kireç, %	9.200	79.570	6120.000	Exponential	0.635	297.000	0.884	1040.723982
Kum, %	16.100	115.300	7740.000	Exponential	0.682	797.000	0.860	1872.093023
Kil, %	6.900	55.810	4620.000	Exponential	0.451	157.000	0.876	787.6712329
Silt, %	5.000	41.300	6630.000	Exponential	0.641	89.600	0.000	
Ca+Mg, meq	0.300	4.739	2860.000	Sperhical	0.171	0.703	0.937	32.01707577
Na, meq	1.689	1.689	32121.728	Linear	0.056	1.400	0.000	
SAR	0.902	0.902	32121.728	Linear	0.192	0.276	0.000	
ESP, %	1.129	1.129	32121.728	Linear	0.193	0.432	0.000	
B, ppm	0.02344	0.02344	32121.728	Linear	0.477	0.002	0.000	
Kil oranı I	4.842	4.842	32121.728	Linear	0.327	60.600	0.000	
Kil oranı II	0.003	0.023	5070.000	Exponential	0.429	0.000	0.863	0.359212051
Kil oranı III	0.043	0.335	6090.000	Exponential	0.560	0.007	0.872	4.919724771

Çizelge 4. 22. Hafif eğim arazi topraklarının 50–90 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 3-6 Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	0.900	88.400	3350.000	Spherical	0.073	2895.000	0.990	90.90909091
pH	0.004	0.079	3810.000	Exponential	0.011	0.017	0.948	
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.069	0.069	31935.691	Linear	0.166	0.001	0.000	
Tuz, %	0.00002	0.00014	1770.000	Exponential	0.004	0.000	0.883	0.002265006
Kireç, %	8.300	81.200	4560.000	Exponential	0.184	1129.000	0.898	924.2761693
Kum, %	15.800	132.000	6090.000	Exponential	0.464	1735.000	0.880	1795.454545
Kil, %	7.700	74.200	3630.000	Exponential	0.093	1179.000	0.896	859.375
Silt, %	5.100	44.470	5610.000	Exponential	0.442	174.000	0.885	576.2711864
Ca+Mg, meq	0.523	3.353	3780.000	Exponential	0.604	0.551	0.844	61.96682464
Na, meq	2.421	2.421	31935.691	Linear	0.050	3.010	0.000	
SAR	1.357	1.357	31935.691	Linear	0.001	0.600	0.000	
ESP, %	1.699	1.699	31935.691	Linear	0.001	0.941	0.000	
B, ppm	0.000001	0.02412	2830.000	Spherical	0.002	0.002	1.000	
Kil oranı I	8.760	8.760	31935.961	Linear	0.461	226.000	0.000	
Kil oranı II	0.004	0.038	3720.000	Exponential	0.093	0.000	0.896	0.446428571
Kil oranı III	2.560	2.560	31935.691	Linear	0.392	25.500	0.000	

Çizelge 4. 23. Hafif eğim arazi topraklarının 90–120 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 3-6 Eğim, 90-120 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	0.100	82.500	2690.000	Spherical	0.019	1874.000	0.999	10.01001001
pH	0.0001	0.087	5010.000	Exponential	0.020	0.032	0.999	
EC, $\mu$ S/cm	0.111	0.111	31476.812	Linear	0.066	0.007	0.000	
Tuz, %	0.00020	0.00020	31476.812	Linear	0.011	0.000	0.000	
Kireç, %	0.100	77.300	2610.000	Spherical	0.004	4864.000	0.999	10.01001001
Kum, %	13.500	138.900	4710.000	Exponential	0.159	4931.000	0.903	1495.016611
Kil, %	5.900	82.800	2640.000	Exponential	0.014	3418.000	0.929	635.0914962
Silt, %	4.600	39.570	3750.000	Exponential	0.152	198.000	0.884	520.361991
Ca+Mg, meq	0.010	5.487	3850.000	Spherical	0.063	30.900	0.998	1.002004008
Na, meq	8.752	8.752	31476.812	Linear	0.240	93.200	0.000	
SAR	5.605	5.605	31476.812	Linear	0.271	54.300	0.000	
ESP, %	7.017	7.017	31476.812	Linear	0.271	85.000	0.000	
B, ppm	0.000010	0.02572	5130.000	Spherical	0.040	0.003	1.000	
Kil oranı I	0.010	3.748	2880.000	Spherical	0.003	61.400	0.997	1.003009027
Kil oranı II	0.062	0.062	31476.812	Linear	0.461	0.004	0.000	
Kil oranı III	0.012	0.390	3720.000	Exponential	0.014	0.311	0.969	1.238390093

Çizelge 4. 24. Orta eğim arazi topraklarının 0–20 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 7-12 Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	13.400	65.350	8700.000	Exponential	0.775	143.000	0.795	1685.534591
pH	0.0145	0.132	6540.000	Exponential	0.104	0.015	0.890	
EC, $\mu$ S/cm	0.010	0.088	3690.000	Exponential	0.120	0.001	0.882	1.167800454
Tuz, %	0.00002	0.00011	4860.000	Exponential	0.339	0.000	0.868	0.002304147
Kireç, %	10.700	85.770	5250.000	Exponential	0.206	1108.000	0.875	1222.857143
Kum, %	38.400	154.000	10860.000	Spherical	0.771	1861.000	0.751	5113.182423
Kil, %	9.300	63.480	8070.000	Exponential	0.704	195.000	0.853	1090.269637
Silt, %	15.000	53.760	11760.000	Spherical	0.898	86.900	0.721	2080.443828
Ca+Mg, meq	0.870	8.260	3480.000	Exponential	0.102	9.270	0.895	97.20670391
Na, meq	0.038	0.435	2200.000	Spherical	0.000	0.044	0.913	4.162102957
SAR	0.049	0.363	1500.000	Exponential	0.000	0.034	0.865	5.676300578
ESP, %	0.040	0.455	2430.000	Spherical	0.000	0.052	0.912	4.385964912
B, ppm	0.000010	0.02352	4490.000	Spherical	0.033	0.002	1.000	
Kil oranı I	0.840	6.035	7530.000	Exponential	0.749	1.290	0.861	97.56097561
Kil oranı II	0.003	0.021	7680.000	Exponential	0.585	0.000	0.837	0.401433692
Kil oranı III	0.269	0.784	10550.000	Spherical	0.444	0.148	0.657	40.94368341

Çizelge 4. 25. Orta eğim arazi topraklarının 20–50 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 7-12 Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	15.300	69.020	8940.000	Exponential	0.639	318.000	0.778	1966.580977
pH	0.0184	0.067	8940.000	Sperhical	0.057	0.012	0.725	
EC, $\mu$ S/cm	0.014	0.107	3990.000	Exponential	0.106	0.002	0.873	1.557846506
Tuz, %	0.00003	0.00014	7290.000	Exponential	0.329	0.000	0.815	0.003680982
Kireç, %	10.900	89.500	5760.000	Exponential	0.294	1072.000	0.878	1241.457859
Kum, %	43.700	164.700	11160.000	Spherical	0.673	3478.000	0.735	5945.578231
Kil, %	8.500	66.270	7020.000	Exponential	0.476	456.000	0.872	974.7706422
Silt, %	15.100	49.170	11460.000	Sperhical	0.566	446.000	0.693	2178.932179
Ca+Mg, meq	1.790	9.270	5040.000	Exponential	0.108	26.900	0.807	221.8091698
Na, meq	0.041	0.452	2170.000	Spherical	0.000	0.053	0.909	4.510451045
SAR	0.063	0.444	2610.000	Exponential	0.016	0.053	0.858	7.342657343
ESP, %	0.079	0.557	2640.000	Exponential	0.016	0.083	0.858	9.207459207
B, ppm	0.002220	0.02344	5220.000	Exponential	0.023	0.002	0.905	
Kil oranı I	0.490	4.370	5310.000	Exponential	0.136	7.050	0.888	55.18018018
Kil oranı II	0.003	0.024	6630.000	Exponential	0.409	0.000	0.860	0.394186047
Kil oranı III	0.191	0.717	10420.000	Sperhical	0.353	0.219	0.734	26.02179837

Çizelge 4. 26. Orta eğim arazi topraklarının 50–90 cm derinlik için jeoistatistiksel parametreleri.

% 7-12 Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	8.600	61.850	5520.000	Exponential	0.529	192.000	0.861	998.8385598
pH	0.0124	0.082	3780.000	Exponential	0.021	0.007	0.848	
EC, $\mu$ S/cm	0.002	0.112	3660.000	Spherical	0.172	0.003	0.983	0.19328586
Tuz, %	0.00000	0.00014	3850.000	Spherical	0.334	0.000	0.987	
Kireç, %	14.700	104.400	6510.000	Exponential	0.162	4462.000	0.859	1711.2922
Kum, %	74.500	158.600	12080.000	Spherical	0.655	1986.000	0.530	14056.60377
Kil, %	9.200	65.980	5460.000	Exponential	0.350	458.000	0.861	1068.524971
Silt, %	7.100	50.850	6210.000	Exponential	0.476	206.000	0.860	825.5813953
Ca+Mg, meq	0.010	7.719	3700.000	Spherical	0.270	8.680	0.999	1.001001001
Na, meq	0.060	0.660	2070.000	Spherical	0.000	0.082	0.909	6.600660066
SAR	0.034	0.410	2070.000	Spherical	0.000	0.013	0.917	3.707742639
ESP, %	0.043	0.514	2070.000	Spherical	0.000	0.020	0.916	4.694323144
B, ppm	0.023390	0.02339	28972.143	Linear	0.181	0.001	0.000	
Kil oranı I	0.429	3.194	4920.000	Exponential	0.096	5.000	0.866	49.53810624
Kil oranı II	0.004	0.025	5280.000	Exponential	0.373	0.000	0.856	0.421728972
Kil oranı III	0.085	0.618	7380.000	Exponential	0.246	0.135	0.862	9.860788863

Çizelge 4. 27. Orta eğim arazi topraklarının 90–120 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 7-12 Eğim, 90-120 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	13.700	85.300	3630.000	Exponential	0.088	1317.000	0.839	1632.896305
pH	0.1657	0.166	29907.788	Linear	0.096	0.078	0.000	
EC, $\mu$ S/cm	0.000	0.113	3310.000	Sperhical	0.057	0.012	0.999	0.01001001
Tuz, %	0.00000	0.00014	3150.000	Sperhical	0.216	0.000	0.965	
Kireç, %	10.000	108.100	4530.000	Exponential	0.033	10530.000	0.907	1102.535832
Kum, %	20.800	189.800	5340.000	Exponential	0.079	26869.000	0.890	2337.078652
Kil, %	49.300	98.700	12330.000	Exponential	0.162	3429.000	0.501	9840.319361
Silt, %	3.500	44.110	2010.000	Exponential	0.009	646.000	0.921	380.0217155
Ca+Mg, meq	0.010	9.910	3330.000	Sperhical	0.045	121.000	0.999	1.001001001
Na, meq	0.066	1.428	3360.000	Sperhical	0.159	0.594	0.954	6.918238994
SAR	0.047	1.215	3670.000	Spherical	0.168	0.582	0.961	4.890738814
ESP, %	0.058	1.520	3660.000	Sperhical	0.169	0.908	0.962	6.029106029
B, ppm	0.007820	0.00782	29907.788	Linear	0.437	0.000	0.000	
Kil oranı I	14.438	14.438	29907.788	Linear	0.250	925.000	0.000	
Kil oranı II	0.020	0.043	17070.000	Exponential	0.326	0.000	0.524	3.898854962
Kil oranı III	11.005	11.005	29907.000	Linear	0.257	618.000	0.000	



Çizelge 4. 28. Yüksek eğim arazi topraklarının 0–20 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 12> Eğim, 0-20 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C_0/C_0+C_s$	Nugget Değeri %
Saturasyon, %	6.300	54.910	3090.000	Exponential	0.091	284.000	0.885	711.8644068
pH	0.0659	0.180	14280.000	Exponential	0.149	0.025	0.633	
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	0.011	0.067	840.000	Exponential	0.000	0.002	0.834	1.342925659
Tuz, %	0.00005	0.00010	88050.000	Exponential	0.263	0.000	0.501	0.00998004
Kireç, %	4.300	85.200	1230.000	Exponential	0.000	1332.000	0.950	452.6315789
Kum, %	59.100	157.900	13250.000	Spherical	0.476	6239.000	0.626	9440.894569
Kil, %	7.300	56.550	3780.000	Exponential	0.127	386.000	0.871	838.1171068
Silt, %	42.300	84.700	14790.000	Exponential	0.126	3136.000	0.501	8443.113772
Ca+Mg, meq	1.500	6.845	2040.000	Exponential	0.002	24.800	0.781	192.0614597
Na, meq	0.003	-999.000	-999.000	Linear	0.407	0.347	-0.001	-300
SAR	0.001	-999.000	-999.000	Linear	0.436	1.240	-0.002	-50
ESP, %	0.001	-999.000	-999.000	Linear	0.436	1.940	-0.003	-33.33333333
B, ppm	0.000010	0.01832	18670.000	Spherical	0.216	0.001	0.999	
Kil oranı I	12.969	12.969	28885.334	Linear	0.018	96.000	0.000	
Kil oranı II	0.002	0.015	3180.000	Exponential	0.074	0.000	0.869	0.228998849
Kil oranı III	0.319	0.698	12170.000	Spherical	0.302	0.174	0.543	58.74769797

Çizelge 4. 29. Yüksek eğim arazi topraklarının 20–50 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 12> Eğim, 20-50 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C0/C0+C_s$	NuggetDeğeri %
Saturasyon, %	5.400	60.140	2940.000	Exponential	0.143	213.000	0.910	593.4065934
pH	0.0001	0.160	18930.000	Sperhical	0.227	0.073	0.999	
EC, $\mu$ S/cm	0.003	0.083	2020.000	Sperhical	0.000	0.006	0.959	0.354535975
Tuz, %	0.00001	0.00008	2310.000	Exponential	0.005	0.000	0.889	0.001124859
Kireç, %	5.700	103.000	2340.000	Exponential	0.006	5337.000	0.945	603.1746032
Kum, %	65.700	187.800	13480.000	Sperhical	0.467	10084.000	0.650	10107.69231
Kil, %	7.800	62.820	3000.000	Exponential	0.105	326.000	0.876	890.4109589
Silt, %	20.600	104.300	150.000	Exponential	0.000	7736.000	0.802	2568.578554
Ca+Mg, meq	1.180	8.500	150.000	Exponential	0.000	67.300	0.861	137.0499419
Na, meq	0.050	1.455	213300.000	Exponential	0.290	0.441	0.966	5.175983437
SAR	0.100	3.210	171690.000	Exponential	0.290	3.660	0.969	10.31991744
ESP, %	0.120	4.240	182730.000	Exponential	0.292	5.700	0.972	12.34567901
B, ppm	0.000100	0.06920	16650.000	Sperhical	0.184	0.017	0.999	
Kil oranı I	16.689	16.689	28994.821	Linear	0.035	202.000	0.000	
Kil oranı II	0.002	0.019	2880.000	Exponential	0.072	0.000	0.883	0.250283126
Kil oranı III	0.250	0.919	10240.000	Sperhical	0.226	0.665	0.728	34.34065934

Çizelge 4. 30. Yüksek eğim arazi topraklarının 50–90 cm derinlik için jeostatistiksel parametreleri.

% 12> Eğim, 50-90 cm Derinlik								
Özellik	Nugget ( $C_o$ )	Sill ( $C_s$ )	Range	Model	$R^2$	RSS	$C0/C0+C_s$	NuggetDeğeri %
Saturasyon, %	18.900	87.100	14650.000	Sperhical	0.160	18058.000	0.783	2413.793103
pH	0.0001	0.106	7670.000	Sperhical	0.349	0.014	0.999	
EC, $\mu$ S/cm	0.006	0.051	16850.000	Sperhical	0.419	0.002	0.875	0.72
Tuz, %	0.00002	0.00011	18580.000	Sperhical	0.276	0.000	0.824	0.002427184
Kireç, %	4.700	93.400	1850.000	Sperhical	0.000	108410.000	0.950	494.7368421
Kum, %	0.400	290.700	13770.000	Sperhical	0.245	212307.000	0.999	40.04004004
Kil, %	15.300	96.300	15160.000	Sperhical	0.208	20996.000	0.841	1819.262782
Silt, %	9.600	68.000	13080.000	Sperhical	0.246	8257.000	0.859	1117.57858
Ca+Mg, meq	0.880	5.194	17540.000	sperhical	0.427	21.300	0.831	105.8965102
Na, meq	0.001	0.468	5060.000	Sperhical	0.054	2.630	0.998	0.100200401
SAR	0.810	9.490	18330.000	Exponential	0.067	124.000	0.915	88.52459016
ESP, %	1.000	11.920	183300.000	Exponential	0.067	194.000	0.916	109.1703057
B, ppm	0.001980	0.00396	40950.000	Exponential	0.057	0.000	0.501	
Kil oranı I	0.010	8.830	13140.000	Sperhical	0.185	293.000	0.999	1.001001001
Kil oranı II	0.006	0.031	17490.000	Exponential	0.128	0.002	0.808	0.745049505
Kil oranı III	0.001	2.363	8180.000	sperhical	0.135	29.400	1.000	0.1

Farklı eğim derecelerine sahip eğim grupları için ele alınan her bir toprak özelliğine ait fraktal analiz ayrı ayrı ele alınmıştır. Semivaryansın logaritmasına karşı mesafenin logaritması olacak şekilde oluşturulan doğrusal regresyon hattının eğim değeri Eşitlik 3 yardımıyla yerine konulmak suretiyle D değeri (Hausdorff-Besicovitch boyutu) hesaplanmıştır (Çizelge 4.31-Çizelge 4.45).

Uzaysal değişkenlikte D değeri 1 ile 2 arasında değişen bir değer alır. D değeri 1'e yaklaşması uzaysal değişkenliğin fazla, 2'ye yaklaşması ise daha homojen ve düşük çölleşme eğilimine işaret etmektedir. Çalışmada Fraktal analizler sonucu hesaplanan  $R^2$  değerleri yüksek bulunmuştur.  $R^2$  değerlerinin yüksek, D değerlerinin ise düşük çıkması bütün toprak özellikleri için çölleşme eğiliminin yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 3.31'de düz eğimli ve 0-20 cm derinlikteki üst toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Düz eğimli üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı ( $R^2$ ), 0.6742 (SAR değerleri) - 0.9608 (toprak kil içeriği) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri düz eğimli üst topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla SAR, pH, Na, B, kum, saturasyon, kireç, EC, Ca+Mg, kil oranı III, kil oranı I, ESP, tuz, silt, kil oranı II ve kil olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak B, kil oranı III, Ca+Mg, kum, EC, kil oranı I, kil, saturasyon, kil oranı II, Na, ESP, tuz pH, kireç, SAR ve silt olarak gerçekleşmiştir. Düz eğimli üst topraklarda SAR, pH, Na, B, kum, saturasyon, kireç değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 31. Düz eğimli arazilerde 0–20 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları (D)

% 0-2 Eğim, 0-20 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	9	0.7758	1.9049
pH	6	0.6989	1.9449
EC, $\mu$ S/cm	9	0.8102	1.8865
Tuz, %	6	0.8982	1.9367
Kireç, %	5	0.7571	1.9485
Kum, %	9	0.7339	1.8852
Kil, %	7	0.9608	1.9006
Silt, %	6	0.9464	1.9743
Ca+Mg, meq	9	0.8281	1.8843
Na, meq	7	0.7145	1.9270
SAR	7	0.6742	1.9684
ESP, %	6	0.8772	1.9327
B, ppm	6	0.7315	1.7877
Kil oranı I	9	0.8768	1.8901
Kil oranı II	7	0.9547	1.9147
Kil oranı III	8	0.852	1.8692

Çizelge 4.32’de düz eğimli ve 20-50 cm derinlikteki üst toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Düz eğimli üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.6734 (pH değerleri) - 0.944 (toprak kum içeriği) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri düz eğimli 20–50cm derinlikteki üst topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla pH, B, Na, kireç, kil, saturasyon, tuz, ESP, kil oranı III, kil oranı II, EC, Ca+Mg, kil oranı I, SAR, silt ve kum olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak B, tuz, kil oranı III, EC, Kum, Ca+Mg, kil oranı I, saturasyon, pH, kil, kil oranı II, kireç, Na, silt, SAR ve ESP olarak gerçekleşmiştir. Düz eğimli, 20-50cm derinlikteki topraklarda pH, Na, kireç, kil ve saturasyon değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 32. Düz eğimli arazilerde 20–50 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları (D).

% 0-2 Eğim, 20-50 cm Derinlik			
Özellik	n	$R^2$	D
Saturasyon, %	9	0.8098	1.9013
pH	5	0.6734	1.9054
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	9	0.8511	1.8685
Tuz, %	7	0.8145	1.8635
Kireç, %	5	0.7741	1.9311
Kum, %	7	0.9440	1.8702
Kil, %	9	0.8070	1.9088
Silt, %	7	0.9216	1.9653
Ca+Mg, meq	9	0.8560	1.8827
Na, meq	7	0.7411	1.9544
SAR	7	0.8962	1.9858
ESP, %	8	0.8152	1.9865
B, ppm	7	0.7088	1.6875
Kil oranı I	9	0.8701	1.8958
Kil oranı II	8	0.843	1.9193
Kil oranı III	9	0.8409	1.8662

Çizelge 4.33’de düz eğimli ve 50-90 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Düz eğimli üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı ( $R^2$ ), 0.6792 (pH değerleri) - 0.9423 (tuz) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri düz eğimli 50-90 cm derinlikteki üst topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla pH, Silt, B, SAR, kireç, kum, kil, Na, ESP, EC, saturasyon, kil oranı II, kil oranı III, Ca+Mg, kil oranı I ve tuz olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak tuz, kil oranı III, kireç, EC, Ca+Mg, kil oranı I, kum, kil, saturasyon, kil oranı II, B, Na, ESP SAR, silt ve pH olarak gerçekleşmiştir. Düz eğimli, 50–90 cm derinlikteki topraklarda pH, Silt, B ve SAR değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 33. Düz eğimli arazilerde 50–90 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları (D).

% 0-2 Eğim, 50-90 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	9	0.8615	1.8962
pH	6	0.6792	1.9795
EC, $\mu$ S/cm	9	0.8566	1.8526
Tuz, %	6	0.9423	1.8353
Kireç, %	7	0.8117	1.8508
Kum, %	9	0.8265	1.8657
Kil, %	9	0.8397	1.8960
Silt, %	6	0.7002	1.9764
Ca+Mg, meq	9	0.9025	1.8618
Na, meq	7	0.8434	1.9374
SAR	8	0.7691	1.9575
ESP, %	7	0.8450	1.9537
B, ppm	7	0.7193	1.9209
Kil oranı I	9	0.9185	1.8656
Kil oranı II	8	0.8832	1.8984
Kil oranı III	9	0.8885	1.8464

Çizelge 4.34’de düz eğimli ve 90-120 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Düz eğimli üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.4415 (Kireç) - 0.926 (Ca+Mg) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri düz eğimli 90-120 cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla kireç, kil oranı III, saturasyon, pH, kil oranı I, SAR, ESP, Na, kil oranı II, tuz, B, kil, silt, EC, kum ve Ca+Mg olarak sıralanmıştır.



D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak EC, tuz, kil oranı I, Ca+Mg, pH, kum, kil, kil oranı II, B, kil oranı III, saturasyon, silt, Na, SAR, ESP ve kireç olarak gerçekleşmiştir. Düz eğimli, 90-120 cm derinlikteki topraklarda kireç, kil oranı III, saturasyon, pH, kil oranı I, SAR, ESP, Na ve kil oranı II değerleri düşük R<sup>2</sup> ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 34. Düz eğimli arazilerde 90–120 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları (D).

% 0-2 Eğim, 90-120 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	6	0.5557	1.9159
pH	6	0.5974	1.8893
EC, $\mu$ S/cm	9	0.8921	1.8505
Tuz, %	8	0.8149	1.8788
Kireç, %	5	0.4415	1.9830
Kum, %	8	0.8921	1.8948
Kil, %	6	0.8305	1.8986
Silt, %	5	0.8833	1.9249
Ca+Mg, meq	9	0.9260	1.8816
Na, meq	7	0.7637	1.9375
SAR	8	0.7234	1.9611
ESP, %	8	0.7243	1.9611
B, ppm	8	0.8207	1.9075
Kil oranı I	8	0.7066	1.8793
Kil oranı II	6	0.7977	1.9035
Kil oranı III	6	0.555	1.9156

Çizelge 4.35’de hafif eğimli ve 0-20 cm üst toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Hafif eğimli üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı ( $R^2$ ), 0.504 (EC) - 0.9758 (Na) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri hafif eğimli 0-20 cm üst topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla EC, kil oranı I, B, Ca+Mg, kum, tuz, silt, kil, kireç, kil oranı II, saturasyon, SAR, ESP, kil oranı III, pH ve Na olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak B, pH, Ca+Mg, kum, saturasyon, kil oranı II, kil, kil oranı III, tuz, kireç, silt, ESP, SAR, kil oranı I, EC ve Na olarak gerçekleşmiştir. Hafif eğimli, 0–20 cm derinlikteki üst topraklarda EC, kil oranı I, Ca+Mg, kum, tuz ve silt değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 35. Hafif eğimli arazilerde 0–20 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 3-6 Eğim, 0-20 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	7	0.8767	1.9243
pH	7	0.9192	1.4301
EC, $\mu$ S/cm	6	0.5040	1.9573
Tuz, %	8	0.7979	1.9326
Kireç, %	6	0.8245	1.9365
Kum, %	8	0.7693	1.9114
Kil, %	7	0.8196	1.9315
Silt, %	8	0.8039	1.9403
Ca+Mg, meq	7	0.7625	1.9093
Na, meq	6	0.9758	1.9629
SAR	6	0.8772	1.9539
ESP, %	6	0.8851	1.9537
B, ppm	8	0.6476	1.0132
Kil oranı I	7	0.5841	1.9541
Kil oranı II	7	0.8649	1.9247
Kil oranı III	7	0.8978	1.9319

Çizelge 4.36’de hafif eğimli ve 20-50cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Hafif eğimli 20-50cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.6062 (kil oranı I) – 0.961 (kum) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri hafif eğimli 20-50cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıylakil oranı I, B, kireç, ESP, kil, SAR, kil

oranı III, tuz Ca+Mg, silt, Na, EC, kil oranı II, saturasyon, pH ve kum olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak B, pH, kum, kireç, kil oranı III, kil oranı I, Silt, kil oranı II, EC, saturasyon, tuz, kil, Ca+Mg, Na, SAR ve ESP olarak gerçekleşmiştir. Hafif eğimli, 20-50 cm derinlikteki topraklarda kil oranı I, kireç, ESP, kil, SAR, kil oranı III, tuz Ca+Mg, silt, Na, EC ve kil oranı II değerleri düşük R<sup>2</sup> ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.



Çizelge 4. 36. Hafif eğimli arazilerde 20–50 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 3-6 Eğim, 20-50 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	7	0.8117	1.9433
pH	7	0.8910	1.0200
EC, $\mu$ S/cm	8	0.7522	1.9417
Tuz, %	7	0.6816	1.9439
Kireç, %	7	0.6600	1.9099
Kum, %	10	0.9610	1.9037
Kil, %	7	0.6717	1.9475
Silt, %	8	0.7318	1.9374
Ca+Mg, meq	7	0.7071	1.9584
Na, meq	6	0.7416	1.9724
SAR	6	0.6732	1.9783
ESP, %	6	0.6695	1.9787
B, ppm	8	0.6417	0.9720
Kil oranı I	6	0.6062	1.9341
Kil oranı II	7	0.7919	1.9396
Kil oranı III	8	0.6739	1.9243

Çizelge 4.37’de hafif eğimli ve 50-90 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Hafif eğimli 50-90 cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.5507 (ESP) – 0.895 (pH) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri hafif eğimli 50-90 cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla ESP, B,tuz SAR, silt, kil oranı III, kil

oranı II, saturasyon, kil oranı I, kum, kil, Na, kireç, EC, Ca+Mg ve pH olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak pH, B, kil oranı I, kil oranı III, kil, saturasyon, kil oranı II, kireç, silt, ESP, SAR, Ca+Mg, kum, Na, EC ve tuz olarak gerçekleşmiştir. Hafif eğimli, 50-90 cm derinlikteki topraklarda ESP, tuz, SAR, silt, kum ve kireç değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.



Çizelge 4. 37. Hafif eğimli arazilerde 50–90 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 3-6 Eğim, 50-90 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	7	0.7218	1.8637
pH	7	0.8950	1.0133
EC, µS/cm	6	0.8231	1.9344
Tuz, %	8	0.6551	1.9500
Kireç, %	6	0.7941	1.9003
Kum, %	6	0.7598	1.9304
Kil, %	8	0.7605	1.8364
Silt, %	6	0.7016	1.9069
Ca+Mg, meq	8	0.8451	1.9208
Na, meq	6	0.7832	1.9320
SAR	6	0.7005	1.9170
ESP, %	6	0.5507	1.9087
B, ppm	7	0.6171	1.4012
Kil oranı I	8	0.7275	1.6728
Kil oranı II	7	0.7064	1.8662
Kil oranı III	8	0.7024	1.6847

Çizelge 4.38’de hafif eğimli ve 90-120 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Hafif eğimli 90-120 cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.6585 (B) – 0.9325 (pH) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri hafif eğimli 90-120cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla B, Na, kil oranı III, EC, ESP, SAR,

Ca+Mg, kireç, kil oranı I, silt, kum, kil, tuz, kil oranı II, saturasyon ve pH olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak pH, B, kil oranı I, kireç, kil oranı II, kil oranı II, kil, saturasyon, SAR, ESP, tuz, EC, Ca+Mg, silt ve Na olarak gerçekleşmiştir. Hafif eğimli, 90-120 cm derinlikteki topraklarda Na, EC, Ca+Mg ve silt değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 38. Hafif eğimli arazilerde 90–120 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 3-6 Eğim, 90-120 cm Derinlik			
Özellik	n	$R^2$	D
Saturasyon, %	8	0.8738	1.7979
pH	7	0.9325	0.6274
EC, $\mu\text{S/cm}$	8	0.7080	1.9577
Tuz, %	8	0.8570	1.9421
Kireç, %	6	0.7742	1.7078
Kum, %	7	0.8210	1.7677
Kil, %	8	0.8334	1.7400
Silt, %	6	0.7987	1.9671
Ca+Mg, meq	7	0.7475	1.9640
Na, meq	6	0.6736	1.9786
SAR	5	0.7405	1.8731
ESP, %	5	0.7393	1.8757
B, ppm	7	0.6585	1.4450
Kil oranı I	8	0.7974	1.5425
Kil oranı II	8	0.8593	1.7203
Kil oranı III	8	0.7002	1.7298



Çizelge 4.39'de orta eğimli ve 0-20 cm derinlikteki üst toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Orta eğimli 0-20 cm derinlikteki üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı ( $R^2$ ), 0.5961 (pH) – 0.9841 (kil oranı III) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri orta eğimli 0-20cm derinlikteki üst topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla pH, SAR, silt, tuz, Na, kireç, B, ESP, kil, Ca+Mg, kum, kil oranı II, EC, saturasyon, kil oranı I ve kil oranı III olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak pH, SAR, B, silt, kum, kil oranı III, kireç, kil oranı II, kil oranı I, kil, saturasyon, Na, tuz, EC, ESP ve Ca+Mg olarak gerçekleşmiştir. Orta eğimli, 0-20cm derinlikteki topraklarda tuz, Na ve ESP değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 39. Orta eğimli arazilerde 0–20 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 7-12 Eğim, 0-20 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	8	0.8775	1.9065
pH	8	0.5961	1.6768
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	8	0.8619	1.9513
Tuz, %	8	0.7391	1.9512
Kireç, %	7	0.7576	1.8868
Kum, %	7	0.8476	1.8487
Kil, %	8	0.8224	1.9063
Silt, %	7	0.7178	1.8465
Ca+Mg, meq	8	0.8341	1.9575
Na, meq	6	0.7473	1.9243
SAR	5	0.6060	1.7801
ESP, %	5	0.7935	1.9556
B, ppm	6	0.7724	1.8087
Kil oranı I	7	0.8946	1.8933
Kil oranı II	8	0.8525	1.8933
Kil oranı III	10	0.9841	1.8569

Çizelge 4.40'de orta eğimli ve 20-50 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Orta eğimli 20-50cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.6288 (Ca+Mg) – 0.9334 (pH) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri orta eğimli 20-50cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla Ca+Mg, B, ESP, SAR, kil oranı III, silt, EC, kil oranı I, Na, kum, kil oranı II, kil, tuz, saturasyon, kireç ve pH olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak pH, silt, kum, kireç, kil oranı III, kil oranı I, B, saturasyon, tuz kil, kil oranı II, EC, Ca+Mg, ESP, SAR ve Na olarak gerçekleştirilmiştir. Orta eğimli, 20–50cm derinlikteki topraklarda Ca+Mg, ESP ve SAR değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 40. Orta eğimli arazilerde 20–50 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 7-12 Eğim, 20-50 cm Derinlik			
Özellik	n	$R^2$	D
Saturasyon, %	8	0.8790	1.8998
pH	6	0.9334	1.7430
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	7	0.8004	1.9320
Tuz, %	7	0.8762	1.9115
Kireç, %	6	0.8834	1.8506
Kum, %	7	0.8136	1.8484
Kil, %	7	0.8749	1.9124
Silt, %	7	0.7426	1.8444
Ca+Mg, meq	7	0.6288	1.9349
Na, meq	7	0.8084	1.9783
SAR	7	0.7391	1.9757
ESP, %	7	0.7385	1.9754
B, ppm	6	0.7346	1.8993
Kil oranı I	7	0.8024	1.8965
Kil oranı II	8	0.8402	1.9142
Kil oranı III	8	0.7412	1.8541

Çizelge 4.41’de orta eğimli ve 50-90 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Orta eğimli 50-90 cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı ( $R^2$ ), 0.5978 (ESP) – 0.9664 (Ca+Mg) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri orta eğimli 50–90cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla ESP, SAR, B, saturasyon, tuz, EC, kil oranı III, kum, silt, pH, kil oranı II, kil, kireç, kil oranı I, Na ve Ca+Mg olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak kireç, pH, kil oranı III, kum, kil oranı I, silt, Ca+Mg, kil, kil oranı II, tuz saturasyon, B, EC, Na, SAR ve ESP olarak gerçekleşmiştir. Orta eğimli, 50-90cm derinlikteki topraklarda ESP, SAR, B, saturasyon, tuz ve EC değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 41. Orta eğimli arazilerde 50–90 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 7-12 Eğim, 50-90 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	7	0.6826	1.9322
pH	6	0.8040	1.8640
EC, $\mu$ S/cm	5	0.7664	1.9519
Tuz, %	7	0.7519	1.9302
Kireç, %	6	0.8916	1.8566
Kum, %	7	0.7692	1.8829
Kil, %	7	0.8133	1.9219
Silt, %	6	0.7940	1.8993
Ca+Mg, meq	5	0.9664	1.9104
Na, meq	8	0.9484	1.9614
SAR	6	0.6099	1.9696
ESP, %	6	0.5978	1.9698
B, ppm	6	0.6445	1.9325
Kil oranı I	6	0.9284	1.8982
Kil oranı II	7	0.8079	1.9230
Kil oranı III	7	0.7689	1.8827

Çizelge 4.42’de orta eğimli ve 90-120 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Orta eğimli 90-120 cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.5279 (Na) – 0.9572 (Saturasyon) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri orta eğimli 90-120cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla Na, pH, Ca+Mg, B, kil oranı II, kil oranı III, silt, kil, tuz SAR, ESP, EC, kum, kil oranı I, kireç ve saturasyon olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak B, kil oranı I, EC, kil oranı III, kum, pH, SAR, ESP, kireç, kil, kil oranı II, Ca+Mg, tuz, silt, saturasyon ve Na olarak gerçekleşmiştir. Orta eğimli, 90-120 cm derinlikteki topraklarda Na, Ca+Mg, ve silt değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 42. Orta eğimli arazilerde 90–120 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

% 7-12 Eğim, 90-120 cm Derinlik			
Özellik	n	$R^2$	D
Saturasyon, %	6	0.9572	1.9520
pH	6	0.5559	1.8740
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	7	0.8350	1.8358
Tuz, %	6	0.8043	1.9346
Kireç, %	5	0.9508	1.8841
Kum, %	7	0.8704	1.8687
Kil, %	6	0.7553	1.8883
Silt, %	7	0.7306	1.9455
Ca+Mg, meq	5	0.6157	1.9136
Na, meq	7	0.5279	1.9749
SAR	6	0.8216	1.8815
ESP, %	6	0.8227	1.8827
B, ppm	7	0.6253	1.4791
Kil oranı I	6	0.9124	1.7785
Kil oranı II	7	0.6267	1.8971
Kil oranı III	7	0.7005	1.8588

Çizelge 4.43’de yüksek eğimli ve 0-20 cm derinlikteki üst toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Yüksek eğimli 0-20 cm derinlikteki üst topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı ( $R^2$ ), 0.5944 (saturasyon) – 0.9045 (kil) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri yüksek eğimli 0-20 cm derinlikteki üst topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla saturasyon, Na, SAR, ESP, kil oranı I, EC, tuz, kum, B, silt, pH, kil oranı II, kil oranı III, Ca+Mg, kireç ve kil olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak B, kum, kireç, SAR, kil oranı III, ESP, Na, pH, Ca+Mg, silt, tuz, kil oranı I, EC, saturasyon, kil ve kil oranı II olarak gerçekleşmiştir. Yüksek eğimli, 0-20 cm derinlikteki üst topraklarda saturasyon, kil oranı I, EC ve kil oranı II değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.

Çizelge 4. 43. Yüksek eğimli arazilerde 0–20 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

%12> Eğim, 0-20 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	6	0.5944	1.9449
pH	6	0.7775	1.8474
EC, µS/cm	6	0.6774	1.9266
Tuz, %	7	0.7021	1.8793
Kireç, %	7	0.8849	1.8242
Kum, %	6	0.7428	1.8203
Kil, %	7	0.9045	1.9738
Silt, %	6	0.7765	1.8715
Ca+Mg, meq	7	0.8593	1.8653
Na, meq	5	0.5968	1.8305
SAR	5	0.6068	1.8243
ESP, %	5	0.6089	1.8245
B, ppm	7	0.7751	1.7544
Kil oranı I	5	0.6166	1.9228
Kil oranı II	7	0.7836	1.9783
Kil oranı III	6	0.7974	1.8243

Çizelge 4.44’de yüksek eğimli ve 20-50 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Yüksek eğimli 20-50 cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.5996 (kil) – 0.9923 (kil oranı I) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri yüksek eğimli 20-50cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla kil, Na, saturasyon, tuz,



ESP, SAR, silt, kum, Ca+Mg,kil oranı II, EC, pH, kireç, B, kil oranı III ve kil oranı I olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak pH, B, kireç, kil oranı III, tuz, SAR, ESP, Na, kum, EC, Ca+Mg, silt, kil oranı II, kil oranı I, kil ve saturasyon olarak gerçekleşmiştir. Yüksek eğimli, 20–50 cm derinlikteki topraklarda kil, saturasyon, silt ve kil oranı II değerleri düşük  $R^2$  ve yüksek D değeri göstererek yüksek çölleşme eğilimi göstermişlerdir.



Çizelge 4. 44. Yüksek eğimli arazilerde 20–50 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

%12> Eğim, 20-50 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	6	0.6087	1.9684
pH	7	0.8551	1.5439
EC, $\mu$ S/cm	6	0.8428	1.8475
Tuz, %	6	0.6308	1.7998
Kireç, %	7	0.8774	1.6750
Kum, %	7	0.7113	1.8349
Kil, %	6	0.5996	1.9682
Silt, %	7	0.6976	1.9002
Ca+Mg, meq	7	0.7580	1.8668
Na, meq	6	0.6043	1.8302
SAR	5	0.6469	1.7999
ESP, %	6	0.6336	1.8019
B, ppm	7	0.9006	1.5951
Kil oranı I	4	0.9923	1.9580
Kil oranı II	6	0.7958	1.9310
Kil oranı III	6	0.9091	1.7915

Çizelge 4.45’de yüksek eğimli ve 50-90 cm derinlikteki toprakların tanımlama katsayıları ve D değerleri verilmiştir. Yüksek eğimli 50–90cm derinlikteki topraklar için ele alınan toprak özelliklerinin tanımlama katsayısı (R<sup>2</sup>), 0.5226 (Saturasyon) – 0.8791 (Kireç) arasında değişmiştir. Tanımlama katsayıları değerleri yüksek eğimli 50-90 cm derinlikteki topraklar için toprak özellikleri olarak sırasıyla saturasyon, kil oranı II, kil,

EC, silt, ESP, SAR, kum, B, kil oranı III, pH, kil oranı I, Ca+Mg, Na, Tuz ve Kireç olarak sıralanmıştır.

D değeri ise sırasıyla toprak özellikleri olarak tuz SAR, ESP, kil oranı III, pH, kum, kireç, kil oranı I, silt, Na, EC, kil, Ca+Mg, saturasyon, kil oranı II ve B olarak gerçekleşmiştir. Yüksek eğimli, 50-90 cm derinlikteki topraklarda, R<sup>2</sup> değerinin düşük ve D değerinin yüksek olduğu bulgusuna rastlanmamıştır, bu nedenle yüksek eğimde 50–90cm derinliğinde çölleşme eğilimine rastlanmamıştır.



Çizelge 4. 45. Yüksek eğimli arazilerde 50–90 cm derinlik için seçilmiş toprak özelliklerine ait tanımlama ve fraktal katsayıları ( D ).

%12> Eğim, 50-90 cm Derinlik			
Özellik	n	R <sup>2</sup>	D
Saturasyon, %	6	0.5226	1.7775
pH	7	0.7282	1.6059
EC, $\mu$ S/cm	8	0.6401	1.7031
Tuz, %	7	0.8574	1.3665
Kireç, %	8	0.8791	1.6318
Kum, %	8	0.6981	1.6284
Kil, %	6	0.6375	1.7157
Silt, %	8	0.6718	1.6575
Ca+Mg, meq	7	0.7870	1.7199
Na, meq	5	0.8372	1.6718
SAR	6	0.6804	1.5463
ESP, %	6	0.6796	1.5466
B, ppm	6	0.7069	1.8623
Kil oranı I	6	0.755	1.6454
Kil oranı II	6	0.5507	1.8059
Kil oranı III	7	0.7228	1.5664

#### 4.3. Farklı Eğim Grupları İçin Çalışma Alanının Çölleşme Eğiliminin Değerlendirilmesi

Araştırma alanında incelenen toprak özelliğinin, farklı eğim ve derinliklere göre değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak çölleşme eğilimi karşılaştırılmıştır.

### 4.3.1 Saturasyon

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların saturasyon değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama saturasyon değerleri Çizelge 4.46' da verilmiştir. Araştırma yeri toprakları ortalama % saturasyon değerleri % 43,63-55,67 arasında değişmiştir. Toprak bünyesi saturasyon ortalama değerlerine göre tınlı - killitınlı olmuştur.

Çizelge 4. 46. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama saturasyon değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Saturasyon)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	48.49	50.35	52.83	55.67
3-6	47.07	49.23	51.89	53.98
7-12	45.63	47.73	49.70	50.50
>12	43.63	46.31	48.50	-

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 4.47'de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 3.48'de verilmiştir. Toprakların saturasyon değerlerinin değişim katsayısı %16-35 arasında değişim göstermiş olup orta düzeyde değişkenlik göstermiştir. Saturasyon değerlerinin değişim katsayıları farklı eğimler için karşılaştırıldığında, dikkate değer bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu durumda araştırma yeri topraklarının saturasyon yüzdesi değişim katsayıları dikkate alındığında bir çölleşme indikatörü olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir. Benzer durum farklı eğim gruplarının farklı derinlikleri için saturasyon yüzdeleri üzerinden değişim katsayıları için de geçerlidir. Ayrıca, araştırma yeri topraklarının suyla doygunluk değerlerinin %50 civarında oluşu yetersiz yağışa maruz bölgede nem korunumunun ilave toprak yönetimi uygulamaları ile artırılma gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4. 47. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin saturasyon içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Saturasyon) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	16.82	15.82	16.18	16.00
3-6	15.60	15.28	18.46	17.31
7-12	17.24	17.02	15.73	18.11
>12	17.27	17.21	18.14	-

Yüksek D değeri saturasyon değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. Düz eğimlerde D değeri 0-90cm toprak derinliği için aynı olmuştur (Çizelge 4.48). 90-120cm toprak derinliğinde ise, daha yüksek D değeri elde edilmiştir. % 3-6 eğim grubunda üst toprak için D değeri 1.92 olmuş, 20-50 cm derinlikte ise 1.94'e yükselmiştir. 50-90 ve 90-120cm derinliklerde D değeri sırasıyla 1.86 ve 1.80 olmuştur. % 7-12 eğim grubunda 0-50 cm derinlik için D değeri 50-120 cm derinliğe göre daha düşük olarak alt toprağa göre daha heterojen bir durum göstermiştir. >% 12 eğim grubunda ise D değeri toprak derinliği arttıkça azalmıştır.

Farklı eğim gruplarında toprak derinliği dikkate alınarak karşılaştırılması durumunda üst toprak için artan toprak eğimi ile D değerinde bir azalma görülmüştür. Alt toprakların hesaplanan D değeri için düzenli bir eğilimden bahsedilememektedir.

Saturasyon özelliği için D değerinin üst topraklar için artan eğimle artmış olması, erozyon ile oluşmuş taşınmalara bağlanabilir. Eğimli arazilerde erozyon süreçleri öncelikle toprakların kolay taşınabilir ince fraksiyonlarını aşağı eğimlere taşır. Böylelikle geride homojen kaba bünyeli materyal kalır. Nitekim Çizelge 3.46' da ortalama saturasyon değerleri eğimli araziler için daha düşüktür. Bu durumda aslında fiziksel bozulmaya maruz olmakla birlikte tekstürel fraksiyonlar arasında varyasyonda azalma oluşur. Bu tip arazilerde düşük değişim katsayısı ve yüksek D değeri olmasına karşın aslında çölleşmeden yüksek oranda olumsuz etkileşim söz konusudur.

Alt toprakların D değerinde görülen farklılıklar çölleşme etkisinden ziyade toprak oluş süreçleri ile horizonlar arasındaki farklı tekstürel birikme veya taşınma süreçlerinin etkisiyle olduğu düşünülmektedir.

Toprak saturasyon değerlerinin değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alındığında çalışma yeri topraklarının çölleşme eğilimini belirlemede yeterince başarılı olmadığı söylenebilir. Çünkü çölleşme süreçleri toprakların ince fraksiyonlarının taşınarak oldukça homojen daha kaba fraksiyonları geride bırakması yeterince varyasyonu önlemiştir.

Çizelge 4. 48. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin saturasyon içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Saturasyon) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.90	1.90	1.90	1.92
3-6	1.92	1.94	1.86	1.80
7-12	1.91	1.90	1.93	1.95
>12	1.94	1.97	1.78	-

#### 4.3.2. pH

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların pH değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama pH değerleri Çizelge 3.49' da verilmiştir. Araştırma yeri toprakları pH değerleri 7.620 – 7.807 arasında değişmiştir, hafif alkalın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 49. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama pH değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (pH)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	7.690	7.757	7.807	7.799
3-6	7.620	7.703	7.731	7.769
7-12	7.573	7.693	7.703	7.662
>12	7.504	7.655	7.660	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 4.50’de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 3.51’de verilmiştir. Araştırma yeri topraklarının pH değişim katsayısı değerleri % 2.057 ile % 5.592 arasında aldığı değerle az değişkenlik göstermiştir. pH değişim katsayısına bakılarak bu değere bağlı bir çölleşme riskinden bahsetmek mümkün değildir.

Çizelge 4. 50. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin pH içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (pH) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	3.661	2.551	2.057	3.271
3-6	4.483	3.576	3.830	4.164
7-12	4.820	3.408	3.695	5.592
>12	5.344	4.370	3.851	

Düz eğimlerde D değerleri 0-20cm derinlikte 1.95, 20-50cm derinlikte 1.91, 50-90cm derinlikte 1.98 ve 90-120cm derinlikte 1.89 değerlerin almıştır (Çizelge 4.51.). % 3-6 eğim için, 0-20cm derinlikte 1.43, 20-50 cm derinlikte 1.02, 50-90cm derinlikte 1.01 ve 90-120cm derinlikte 0.63 değerlerini almıştır. % 7-12 eğimde 0-20cm derinlikte



1.68, 20–50 cm derinlikte 1.74, 50 – 90 cm derinlikte 1.86 ve 90–120 cm derinlikte 1.87 değerlerini almıştır. %12 den yüksek eğimlerde D değerleri, 0-20 cm derinlikte 1.85, 20–50 cm derinlikte 1.54 ve 50–90 cm derinlikte 1.61 değerini almıştır (Çizelge 4.51).

Çizelge 4. 51. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin pH içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (pH) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.945	1.905	1.979	1.889
3-6	1.430	1.020	1.013	0.627
7-12	1.677	1.743	1.864	1.874
>12	1.847	1.544	1.606	

#### 4.3.3 EC ve % tuz

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların EC ve % Tuz değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama EC değerleri Çizelge 4.52’ de verilmiştir. Araştırma yeri toprakları EC değerleri 0.482 – 0.657 arasında değişmiştir. Bu bulgulara göre araştırma yeri topraklarının elektriksel iletkenliği düşüktür.

Çizelge 4. 52. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama EC değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (EC)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	0.657	0.632	0.615	0.612
3-6	0.601	0.577	0.565	0.576
7-12	0.593	0.581	0.572	0.558
>12	0.552	0.548	0.482	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan EC değerlerine ait değişim katsayısı değerleri Çizelge 4.53'te verilmiştir. EC'nin değişim katsayı değerleri 43.536 ile 62.151 arasında değerler almıştır (Çizelge 4.53). EC değişim katsayısı değerleri oldukça yüksek değişkenlik göstermiş, çölleşme riskinin yüksek olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 4. 53. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin EC içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (EC) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	54.115	55.635	57.756	53.197
3-6	44.443	43.536	46.715	58.374
7-12	49.848	55.783	59.850	62.151
>12	47.607	53.375	43.601	

Yüksek D değeri EC değerleri arasında %3 ile %12 eğim arasında ve % 12 den yüksek eğimin üst toprağında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. Buna karşılık %0–2 eğimde D değerleri daha heterojen bir yapı göstermektedir. Düz eğimlerde D değerleri 0-20cm derinlikte 1.89, 20-50cm

derinlikte, 1.87, 50–90cm derinlikte, 1.85 ve 90–120cm derinlikte 1.85 değerlerini, %12 den yüksek eğimlerde 20-50cm derinliğinde 1.85, 50–90cm derinliğinde 1.70 değerlerini alarak ( Çizelge 4.54 ) daha heterojen yapı göstermiştir. Düz ve düze yakın arazilerde heterojen yapıda olması çölleşme riskinin daha yüksek riskte olduğunun göstergesidir.

Çizelge 4. 54. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin EC içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (EC) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.887	1.869	1.853	1.850
3-6	1.957	1.942	1.934	1.958
7-12	1.951	1.932	1.952	1.836
>12	1.927	1.847	1.703	

% tuz değerleri Çizelge 4.55’te verilmiştir. Araştırma yeri toprakları EC değerleri 0.482–0.657 arasında, % tuz değerleri 0.017 – 0.023 arasında değişmiştir. Bu bulgulara göre araştırma yeri toprakları tuzsuzdur (Çizelge 4.55).

Çizelge 4. 55. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama tuz değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Tuz)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	0.022	0.022	0.022	0.023
3-6	0.019	0.019	0.020	0.021
7-12	0.019	0.019	0.020	0.020
>12	0.017	0.018	0.017	

% tuz değişim katsayıları değerleri de 52.121. ile 71.364 arasında değerler almıştır (Çizelge 4.56). %tuz ve buna bağlı olarak EC değişim katsayısı değerleri oldukça yüksek değişkenlik gösterdiğinden çölleşme riskinin değişim katsayılarına bakılarak yüksek olduğu düşünölmüştür.

Çizelge 4. 56. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin tuz içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Tuz) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	67.123	69.124	71.364	57.895
3-6	54.450	53.403	60.302	68.599
7-12	56.150	60.417	61.224	59.898
>12	52.121	52.542	57.471	

Yüksek D değeri % tuz değerleri % 0–2 eğim, 0–20cm derinlikte 1.94, % 3–6 eğim 0–20cm derinlikte 1.93, 20–50cm derinlikte 1.94, 50–90cm derinlikte 1.95 ve 90–120cm derinlikte 1.94 değerlerini, % 7-12 eğimde 0–20 cm derinlikte 1.95, 20–50cm derinlikte 1.91, 50–90cm derinlikte 1.93, 90–120cm derinlikte 1.94 değer olarak homojen yapı gösterirken, % 0-2 eğimde 20-50cm derinlikte 1.87, 50–90cm derinlikte 1.85, 90–120cm derinlikte 1.85 ve %12 den yüksek eğimde 0–20cm derinlikte 1.88, 20–50cm derinlikte 1.80 ve 50–90cm derinlikte 1.37 değer olarak daha heterojen yapı göstermiştir (Çizelge, 4.57). Heterojen yapı gösterdiğü düz ve düze yakın 20cm derinlikten sonrası ve %12 den yüksek eğimlerde çölleşme riskinin daha fazla olması beklenmektedir.

Çizelge 4. 57. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin tuz içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Tuz) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.937	1.863	1.835	1.879
3-6	1.933	1.944	1.950	1.942
7-12	1.951	1.912	1.930	1.935
>12	1.879	1.800	1.367	

#### 4.3.4. Kireç

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların kireç değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama kireç değerleri 8.585 ile 15.41 arasında değişmiştir (Çizelge, 4.58). Araştırma yeri toprakları ortalama değerlere göre kireçlidir.

Çizelge 4. 58. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama kireç değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kireç)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	8.585	10.655	13.129	15.410
3-6	11.141	12.763	14.022	14.861
7-12	10.622	12.350	14.196	14.743
>12	9.686	12.307	11.649	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri (Çizelge 4.59)'da kireç DK değerleri, diğer kriter olan D değerleri ise (Çizelge 3.60)'da verilmiştir. % kireç değişim katsayısı % 55.92 ile % 100.551 arasında

değerler almış olup bu değerlerin değişim katsayı değerlerinin üst sınırının çok üzerindedir. Farklı eğim gruplarının kireç içeriklerinin değişim katsayıları karşılaştırıldığında artan eğim derecesinde değişkenliğin arttığı ve daha fazla çölleşme riskinin söz konusu olduğu görülmektedir. Aşağı eğimlerin kireç içerikleri de çok değişkenlik göstermiş olmakla birlikte yukarı eğimli arazilerde çok daha yüksek DK değerleri elde edilmiştir. Kireç içeriğinde görülen bu artış erozyonla toprak kalınlığının azalmasına bağlı olarak ana materyale yaklaşmak, kapillarite ile yukarılara tuz taşınması gibi nedenlere bağlanabilir. Bu durum yukarı eğimlerde daha fazla fiziksel ve kimyasal bozulma riskinin olduğu sonucuna bizleri getirmektedir.

% Kireç'in değişim katsayı değerlerine bakıldığında, çok yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Çok yüksek değişim katsayı çok fazla çölleşme riskinin olduğunun bir göstergesidir. Üst toprak katmanlarına göre alt topraklarda değişim katsayı değerlerinde bir azalış görülmektedir. Bu durum yüzeyde değişkenliğin daha fazla oluştuğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 59. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kireç içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kireç) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	68.346	60.158	56.375	55.920
3-6	76.824	69.367	64.648	62.280
7-12	86.627	76.197	71.118	72.118
>12	100.551	87.245	83.723	

Yüksek D değeri kireç değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. Genel olarak eğim ve aynı eğim grubunda derinlik arttıkça homojenlik azalmıştır. % 0–2 eğimde 0–20cm derinlikte D, 1.948, 20–50cm derinlikte 1.931, 50–90cm derinlikte 1.851, 90-120cm derinlikte 1.983 değerlerini almıştır. % 3–6 eğimde 0–20 cm derinlikte 1.936, 20–50 cm derinlikte 1.910, 50–90 cm derinlikte 1.900, 90–120 cm derinlikte 1.708 değerlerini almıştır. %7–12 eğimde 0–20 cm derinlikte 1.887, 20–50cm derinlikte 1.851, 50–90cm derinlikte 1.857 ve 90–120cm

derinlikte 1.884 değerlerinin almıştır. %12 den yüksek eğimlerde de durum değişmemiş derinlik arttıkça heterojenlik artmıştır, 0–20cm derinlikte 1.824, 20–50cm derinlikte 1.675 ve 50–90cm derinlikte 1.632 değerlerini almıştır. Görüldüğü üzere yüzey topraklarda %0 ile %6 eğim arası daha homojen bir durum göstermiş, %7 den daha yüksek eğimlerde ise kireç içeriklerinde daha fazla sapmalar oluşmuştur (Çizelge, 4.60). Bu durum ana materyale yaklaşılması ve topoğrafyanın dalgalı olmasıyla açıklanabilir. Üst topraklarda daha yüksek homojenlik daha az çölleşme riskinin olduğunu bir göstergesidir.

Çizelge 4. 60. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kireç içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kireç) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.948	1.931	1.851	1.983
3-6	1.936	1.910	1.900	1.708
7-12	1.887	1.851	1.857	1.884
>12	1.824	1.675	1.632	

#### 4.3.5. Kum

Araştırma bölgesinde elde edilen bulgular tekstür üçgenine yerleştirildiğinde çıkan sonuç bize yöre topraklarının büyük kısmının kumlu killi tın yapısında olduğunu göstermektedir (Çizelge, 4.61). % kum miktarı eğim arttıkça artmakta buna karşın derinlik arttıkça azalmaktadır. Yüzey topraklarının toprağın fiziksel özelliğine bağlı olarak % kum miktarının fazla olması gerek rüzgar erozyonu gerekse su erozyonuna karşı dirençsiz olmasını düşündürmektedir. Eğim arttıkça kumun yüzde olarak artması, toprağın ince fraksiyonunun erozyonla taşınması ve geride kum boyutunda daha iri zerrelerin taşınmaya direnç göstererek oransal olarak artmasıyla ilgilidir. Bölgenin kurak ve yarı kurak olması sebebiyle toprak yüzeyinde bitki örtüsü bulunmaması olağan durumdur ve taşınmayı kolaylaştıracaktır. Toprak taşınımının çok olduğu bölgelerde çölleşme riski bu oranda yüksek olacaktır.

Çizelge 4. 61. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama kum değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kum)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	53.577	51.581	49.421	46.548
3-6	54.691	52.961	51.238	49.603
7-12	56.543	54.556	53.614	53.669
>12	58.687	55.613	55.286	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 4.62’de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 4.62’te verilmiştir. Farklı derinliklerin % kum değerleri için değişim katsayıları 18.929 ile 25.862 arasında değerler almıştır (Çizelge, 3.62). Araştırma sahası topraklarının % kum değişim katsayısı %15’in üzerinde, %36 değerinden küçük olması nedeniyle orta düzeyde değişkenlik göstermektedir.

Farklı eğimlerde farklı derinlikler karşılaştırıldığında derinlik arttıkça değişim katsayısının arttığı görülmüştür. Buna karşılık üst topraklarda, 0-20 cm derinlikte %12 eğime gelene kadar değişim katsayısı artmaktayken bu eğimden sonra kısmen de olsa değişim katsayısı değerinde düşüş görülmüştür. Derinlik artışına bağlı doğru orantılı olarak artan değişim katsayısı değerleri toprak oluş süreçlerindeki farklılıktan kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Üst topraklar çölleşme riskine daha çok maruz kalırken alt topraklarda bünyesel farklılıklar ve dolayısıyla yüksek değişim katsayısı farklı kil yıkanmaları, topoğrafya farklılıkları gibi toprak genesisinin de etkisinin bir sonucudur.



Çizelge 4. 62. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kum içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kum) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	19.978	20.438	22.104	25.862
3-6	18.929	19.791	22.188	23.984
7-12	21.267	22.854	23.009	25.803
>12	20.347	23.333	27.349	

Yüksek D değeri kum değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. Düz ve düze yakın eğimlerde kum D değerleri, 0–20 cm derinlikte 1.885, 20–50cm derinlikte 1.866, 90–120cm derinlikte 1.895 değerlerini alırken daha heterojen bir yapı sergilemiş olup, bu heterojenliğin toprak kullanım amenajmanları, gübreleme yüksek tarla trafiği gibi dış etkenler olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla düz ve düze yakın % 0-2 eğimde çölleşme D değeri bakımından çölleşme riskinin daha yüksek olduğudur. Buna karşın % 3-6 eğimde 0–20 cm derinlikte 1.911, 20–50cm derinlikte 1.904, 50–90cm derinlikte 1.930 değerler olarak homojen bir yapı gösterirken aynı eğimde 90-120 cm derinlikte 1.768 değer olarak daha heterojen bir yapı göstermiştir (Çizelge 4.63). %0-2, %7-12 ve %12'den yüksek eğimlerde daha fazla değişkenlik olmuştur. Bu eğimlerde aşınma ve birikme olmasıdır. %0-2 eğim birikmelerin olduğu eğimdir. Farklı güçte sel suları farklı irilikte materyalleri bu eğime biriktirmiştir. Aynı şekilde %7-12 ve %12'den yüksek eğimlerde farklı erozyon şiddetine maruz olması nedeniyle bünyesel farklılıklar görülmüştür. Oysaki %3-6 hem birikmenin hem aşınmanın fazla olmadığı eğim grubudur. Bu nedenle daha homojen bir yapı göstermektedir.

Çizelge 4. 63. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kum içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kum) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.885	1.870	1.866	1.895
3-6	1.911	1.904	1.930	1.768
7-12	1.849	1.848	1.883	1.869
>12	1.820	1.835	1.628	

#### 4.3.6. Silt

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların silt değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Araştırma bölgesinde % silt değerleri sadece %7 den yüksek eğimler ve 90cm derinlikten daha derin yerlerde üst topraklara oranla daha düşük değerler elde edilmiştir (Çizelge, 4.64). Diğer eğim ve derinliklerde ki dalgalanmaların topoğrafyadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha derin yerlerde % silt değerinin düşmesi olası bir durumdur.

Çizelge 4. 64. Farklı eğim derinlik kombinasyonu ortalama silt değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Silt)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	21.345	21.404	21.149	21.272
3-6	21.747	21.426	20.870	20.405
7-12	21.461	21.105	20.362	19.838
>12	21.227	21.566	19.810	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 3.65'te diğer ölçüt olan D değerleri ise (Çizelge, 4.66)'da verilmiştir. Farklı derinliklerin % silt değerleri için değişim katsayıları hesaplanmıştır

ve değerlendirilmiştir. Araştırma sahası farklı eğim ve derinliklerde incelenmiş olup, derinlik ve eğim arttıkça % silt değerindeki değişim katsayısının da arttığı gözlenmiştir. Derinlik artması ile silt değişim katsayı değerinin artması toprak oluşumuna bağlıdır. %0 ile %6 eğim arasında orta değişken olan silt, %7 den sonraki yüksek eğimlerde değişim katsayı artışı görülmüştür. Değişim katsayısındaki bu yükselme yüksek eğimlerde toprağın değişik erozyonlara maruz kalmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. 65. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin silt içeriğinin DK değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Silt) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	27.982	27.608	29.300	34.184
3-6	28.175	29.681	31.788	30.738
7-12	33.075	32.348	34.699	34.372
>12	41.220	46.791	37.730	

Yüksek D değeri silt değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. %0 ile %7 arasında eğimlerde D değeri 1.907 ile 1.974 arasında değerler olarak (Çizelge, 4.66), daha homojen bir yapı sergilerken eğim arttıkça stabil durumdan değişken duruma geçmiştir. %7 ve daha yüksek eğimlerde 1.658 ile 1.900 arasında değerler olarak heterojenliğin çoğaldığını eğim arttıkça çölleşme riskinin de arttığını da göstermektedir.

Çizelge 4. 66. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin silt içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Silt) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.974	1.965	1.976	1.925
3-6	1.940	1.937	1.907	1.967
7-12	1.847	1.844	1.899	1.945
>12	1.872	1.900	1.658	

#### 4.3.7. Kil

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların saturasyon değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Genel olarak derinlik arttıkça %kil oranının arttığı, eğim yükseldikçe %kil oranının düştüğü görülmüştür (Çizelge, 4.67). Derinliğe bağlı olarak %kil oranının artması kilin üst topraklardan yıkanarak derinlere biriktiğinin bir göstergesidir. Agregatlaşma için gerekli olan kilin üst topraklardan yıkanarak uzaklaşması, negatif yüklü kilin üst topraklardan yıkanması kation tutulmasını azaltması buna bağlı olarak agregatlaşmayı azaltacaktır, buna ek olarak da bilinçsiz toprak işleme eklenince çölleşme riskinin fazla olması düşünülmektedir.

Çizelge 4. 67. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama kil değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kil)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	25.612	27.545	29.977	32.819
3-6	24.023	26.071	28.413	30.482
7-12	22.417	24.759	26.508	26.960
>12	20.576	23.255	25.476	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 3.69’da diğer kriter olan D değerleri ise (Çizelge 4.68)’de verilmiştir. Değişim katsayısı (DK) çölleşme eğilimini belirlemede bir esas olabilmektedir. <%15 az değişkenlik, %16-35 orta değişken ve >%36 çok değişken olarak kabul edilmektedir. Daha yüksek DK değeri daha yüksek çölleşme eğilimi olarak değerlendirilebilmektedir. Değişim katsayısı %26.655 ile %36.854 arasında değerler almış, %36 lık üst sınırı %12 den yüksek eğimlerde üst topraklardaki değişim katsayısı geçmiştir (Çizelge 4.68). Genel anlamda % 0-2 eğimde derinlik azaldıkça değişim katsayısının arttığı görülmüştür, bu durum yıkanmanın etkisiyle daha düz alanlarda üst topraklarda değişkenliğin arttığı saptanmıştır. Aynı zamanda üst topraklarda eğim arttıkça değişim katsayısının arttığı saptanmıştır. Yüksek eğimlerde üst topraklarda değişim katsayısının artması daha yüksek eğimlerde çölleşme riskinin daha yüksek olduğunun bir sonucudur. Diğer eğim ve derinliklerde değişim katsayısı hakkında genelleme yapılamaması dalgalanmadan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. 68. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kil) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	31.406	28.634	27.785	26.655
3-6	30.139	28.415	30.646	30.982
7-12	34.692	32.402	30.385	36.075
>12	36.854	34.694	35.100	

Yüksek D değeri kil değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. Düz ve düze yakın eğimde D değerleri, 0–20cm derinlikte 1.901, 20–50 cm derinlikte 1.909, 50–90 cm derinlikte 1.896 ve 90–120 cm derinlikte 1.899, % 3-6 eğimlerde 0–20 cm derinlikte 1.931, 20–50cm derinlikte 1.948, 50–90cm derinlikte 1.836 ve 90–120cm derinlikte 1.740, % 7-12 eğimlerde 0–20 cm derinlikte 1.906, 20–50cm derinlikte 1.912, 50–90cm derinlikte 1.922, ve 90–120

cm derinlikte 1.888, %12 den yüksek eğimlerde D, 0-20 cm derinlikte 1.974, 20–50cm derinlikte 1.968 ve 90–120cm derinlikte 1.716 değerlerini almıştır (Çizelge, 4.69). Üst topraklardaki homojen yapının derinlere inildikçe heterojen yapı göstermesi üst topraklardan ve yüksek eğimlerden kilin yıkandığının göstergesidir.

Çizelge 4. 69. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Kil) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.901	1.909	1.896	1.899
3-6	1.931	1.948	1.836	1.740
7-12	1.906	1.912	1.922	1.888
>12	1.974	1.968	1.716	

#### 4.3.8. Ca + Mg

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların Ca + Mg değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Üst topraklarda diğer derinliklere oranla daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.70). Bir katyon olan Ca ve Mg un üst topraklarda daha fazla olduğu, kurak ve yarı kurak iklimlerde kapillarite ile yukarı taşınması, hatalı sulama suyu, çok ve hatalı gübre kullanımından kaynaklanmaktadır. %7-12 eğimde diğer eğimlerden daha fazla % Ca+Mg değerinin olması topoğrafyanın dalgalı ve anamateryale bağlı olarak yüksek değer almasını düşündürmektedir. Genel anlamda üst topraklarda değerlerin yüksek olması çölleşme riskinin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 70. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama Ca + Mg değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Ca+Mg meq)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	4.812	4.456	4.039	3.749
3-6	4.823	4.503	4.152	4.001
7-12	4.920	4.656	4.372	4.062
>12	4.640	4.467	3.664	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 3.47’de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 3.48’de verilmiştir. Araştırma yeri topraklarının değişim katsayısı değerleri %43.267 ile %80.353 arasında değerler olarak yüksek oranda değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.71). Yüksek değerlerde olması bu oranda çölleşme riskinin arttığını göstermektedir. Araştırma bölgesinin kapalı havza olması, ana materyalin kireçli yapıda olması bu değerlerin artmasında oldukça önemli etkenlerdendir.

Çizelge 4. 71. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin Ca + Mg içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Ca+Mg meq) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	57.580	62.753	59.623	60.123
3-6	48.280	48.008	43.267	61.912
7-12	58.506	64.042	65.717	80.353
>12	56.607	66.022	58.813	

Araştırma yeri topraklarının Ca + Mg içeriklerine ait D değerleri düz ve düze yakın eğimlerde yüksek eğimlere oranla daha heterojen bir yapı göstermiştir (Çizelge,

4.71). % 0-2 eğimde 0–20 cm derinlikte 1.884, 20–50cm derinlikte 1.883, 50–90cm derinlikte 1.862 ve 90–120cm derinlikte 1.882 değerlerini almış, %3–6 eğimlerde 0–20 cm derinlikte 1.909, 20–50cm derinlikte 1.958, 50–90cm derinlikte 1.921 ve 90–120cm derinlikte 1.964 değerlerinin almış, %7–12 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.958, 20–50 cm derinlikte 1.935, 50–90cm derinlikte 1.910 ve 90–120cm derinlikte 1.914 değerlerini alırken %12 den yüksek eğimlerde D değerleri 0–20cm derinlikte 1.865, 20–50cm derinlikte 1.867 ve 50–90cm derinlikte 1.720 değerlerini almıştır. %3-6 eğimde derinlik arttıkça homojenlik artarken buna karşılık %7-12 eğimde derinlik arttıkça homojenlik azalmıştır bu farklılığın araştırma bölgesinin dalgalı yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. %0-2 eğimde % Ca + Mg' un D değerinde neredeyse tüm derinliklerde aynı ölçüde heterojenlik söz konusudur. Bu bize kalsiyum ve magnezyum tuzlarının yüksek eğimlerden daha düşük eğimlere doğru yıkanmayla biriktiğinin göstergesidir, aynı heterojenlik %12 den büyük eğimlerde üst topraklarda da karşımıza çıkmaktadır. Heterojenliğin artması çölleşme riskinin artmasına etkindir.

Çizelge 4. 72. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin Ca + Mg içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Ca+Mg meq) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.884	1.883	1.862	1.882
3-6	1.909	1.958	1.921	1.964
7-12	1.958	1.935	1.910	1.914
>12	1.865	1.867	1.720	

#### 4.3.9. Na, SAR ve ESP

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların Na, SAR ve ESP değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama Na değerleri Çizelge 4.73' te, ortalama SAR değerleri Çizelge 3.74'te ve ortalama ESP değerleri Çizelge 4.75'te verilmiştir. Araştırma yeri toprakları sırasıyla % Na 0.876 ile 2.321 değerleri (Çizelge 4.73), % SAR 0.656 ile 2.024 arasında ( Çizelge 3.74), % ESP



0.734 ile 2.265 arasında değerler almıştır (Çizelge, 4.75). Toprakta tuzluluk ve alkaliliğin değerlendirilmesinde, üzerinde durulması gerekli faktörlerin başında tekstür gelmektedir. Tekstür, toprağın permeabilite, infiltrasyon, yarayışlı su kapasitesi, KDK gibi özellikleri ile yakından ilişkilidir.

Toprak çözeltisinin tuzluluğu ile toprağın fiziksel özellikleri arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde, çözünmüş tuz bileşenlerinin, özellikle de sodyum konsantrasyonunun bilinmesine gerek duyulmaktadır. Topraklarda Na<sup>+</sup> iyonu, davranışları bakımından diğer iyonlardan farklılık göstermektedir. Toprak çözeltisinde artan elektrolit konsantrasyonu flokülasyonu teşvik ederken, artan Na<sup>+</sup> doymunluğu dispersiyona neden olmaktadır. Nispeten hidrate çapının büyük oluşu (7.90A<sup>o</sup>) ve tek elektron yükü nedeniyle adsorbe Na<sup>+</sup> iyonları, toprak partiküllerinin fiziksel olarak ayrılmasına neden olmaktadır. Toprak partiküllerinin fiziksel olarak ayrılması sonucunda benzer moleküller arasındaki itici güçler bağlayıcı güçleri aşmakta ve dispersiyon gerçekleşmektedir. Bu nedenle toprak dispersiyonu özellikle sodyum konsantrasyonu ile ilişkili olan fiziksel bir işlem olarak değerlendirilmelidir. Sodyumla ilişkilendirilen bir diğer özellik ise agregat şişmesidir. Sodyum ile doymuş topraklar kalsiyum ile doymuş topraklara oranla daha fazla hidrate ve dispers olmaktadır. Bunun sonucunda sodyum konsantrasyonu yüksek olan topraklar şişmekte ve geçirimsiz bir duruma gelmektedirler. Oysaki kalsiyum konsantrasyonu yüksek olan topraklarda böyle bir durum görülmemektedir(Kırda, C., Sarıyev, A.2002).

Araştırma yeri toprakları % Na, % SAR ve % ESP değerleri farklı eğim ve derinliklerde ölçülmüştür. Genel olarak irdelendiğinde, Na, SAR ve ESP değerleri, derinlik arttıkça artmış, %12 eğime kadar artış gösteren değerler %12 den sonra eğime bağlı olarak azalmaya başlamıştır. %12 den daha yüksek eğimlerde değerlerin düşmeye başlaması bu eğimden sonra toprak kalınlığının azalmasına bağlı olduğunu düşündürmektedir. Diğer yandan derinlik arttıkça sodyuma bağlı olarak değerlerin artması, kalitesiz sulama suyu kullanımını ve yıkanmadan dolayı alt katmanlarda biriktiğinin bir göstergesidir. Alt katmanlarda biriken tuz yazın sıcak günlerinde kapillarite ile yüzeye çıkarak üst topraklarda tuzlulaşmaya, kaymak tabakası oluşumuna ve buna bağlı olarak da yüzey akışını hızlandırarak erozyon ve çölleşmeye varan etki gösterecektir.

Çizelge 4. 73. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama Na değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Na meq)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.733	1.829	2.106	2.321
3-6	1.179	1.263	1.461	1.933
7-12	1.020	1.092	1.233	1.515
>12	0.876	1.014	1.156	

Çizelge 4. 74. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama SAR değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% SAR)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.253	1.416	1.739	2.024
3-6	0.821	0.908	1.096	1.466
7-12	0.726	0.812	0.929	1.242
>12	0.656	0.821	1.211	

Çizelge 4. 75. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama ESP değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% ESP)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.402	1.585	1.946	2.265
3-6	0.918	1.016	1.227	1.640
7-12	0.812	0.908	1.039	1.389
>12	0.734	0.919	1.356	

Çölleşmeye eğilimi belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayı değerleri Na için çizelge 4.76 da, SAR için çizelge 4.77 ve ESP için çizelge 4.78 de verilmiştir. Farklı derinlik ve eğimlerin değişim katsayısı değerleri sırasıyla Na, % 60.142 ile %158.106, ESP, % 68.328 ile % 168.234 ve SAR % 68.395 ile % 168.201 arasında değerler almışlardır. Değişim katsayı değerlerinin aşırı yüksek olması bizlere araştırma yerinin çölleşme riskinin çok yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 76. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin Na içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Na meq) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	121.860	115.620	126.103	102.111
3-6	108.640	102.328	105.656	158.106
7-12	63.550	60.341	65.042	78.827
>12	60.142	56.172	70.458	

Çizelge 4. 77. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin SAR içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% SAR) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	129.807	133.387	139.888	115.965
3-6	117.828	105.355	105.208	168.234
7-12	81.807	80.522	68.328	89.191
>12	101.676	110.156	162.848	

Çizelge 4. 78. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin ESP içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% ESP) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	129.810	133.394	139.924	115.993
3-6	117.828	105.315	105.226	168.201
7-12	81.782	80.542	68.395	89.199
>12	101.799	110.079	162.651	

Yüksek D değeri Na değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. %0 ile %12 eğim arasında farklı derinliklerde D, 1.924 ile 1.979 rasıda değerler olarak daha homojen yapı gösterirken % 12 den yüksek eğimde farklı derinliklerde 1.672 ve 1.830 değerlerinin alarak daha heterojen yapı göstermiştir (Çizelge 4.79). D değerleri farklı eğim ve derinliklerde kıyaslandığında %12 den fazla eğimlerde Na değerleri açısından çölleşme riskinin fazla olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. 79. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin Na içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% Na meq) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.927	1.954	1.937	1.937
3-6	1.963	1.972	1.932	1.979
7-12	1.924	1.978	1.961	1.975
>12	1.830	1.830	1.672	

Yüksek D değeri Na değerleri arasında homojenlik olduğunun bir işareti olarak daha düşük çölleşme riskini ortaya koymaktadır. Düz ve düze yakın eğimlerde, 0–20cm derinlikte 1.968, 20–50cm derinlikte 1.986, 50–90cm derinlikte 1.958 ve 90–120cm derinlikte 1.961 değerlerini alırken %3- 6 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.954, 20–50cm derinlikte 1.978, 50–90cm derinlikte 1.917 ve 90–120cm derinlikte 1.873 değerlerini almış, %7–12 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.780, 20–50cm derinlikte 1.976, 50–90cm derinlikte 1.970 ve 90–120cm derinlikte 1.881 değerlerini alırken %12 de yüksek eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.824, 20–50cm derinlikte 1.800 ve 50–90cm derinlikte 1.546 değerlerini almıştır( Çizelge 4.80). %6’ dan sonraki eğimlerde derinlik ve eğim arttıkça SAR’ın D değerlerinde heterojenlik artmıştır.

Çizelge 4.80. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin SAR içeriğinin D değeri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% SAR) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.968	1.986	1.958	1.961
3-6	1.954	1.978	1.917	1.873
7-12	1.780	1.976	1.970	1.881
>12	1.824	1.800	1.546	

Araştırma yeri topraklarının %ESP D değerleri farklı eğim ve derinliklerde ölçülmüştür. D değerleri %0-2 eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.933, 20-50cm derinlikte 1.986, 50-90 cm derinlikte 1.954 ve 90-120 m derinlikte 1.961, % 3-6 eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.954, 20-50cm derinlikte 1.979, 50-90cm derinlikte 1.909 ve 90-120cm derinlikte 1.876, % 7-12 eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.965, 20-50cm derinlikte 1.975, 50-90cm derinlikte 1.970 ve 90-120cm derinlikte 1.883, %12 den yüksek eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.825, 20-50cm derinlikte 1.802 ve 50-90cm derinlikte 1.547 değerlerini almıştır (Çizelge 4.81). % SAR'ın D değerinde olduğu gibi %6' dan sonraki eğimlerde derinlik ve eğim arttıkça ESP'nin D değerlerinde heterojenlik artmıştır.

Çizelge 4.81. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin ESP içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (% ESP) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.933	1.986	1.954	1.961
3-6	1.954	1.979	1.909	1.876
7-12	1.956	1.975	1.970	1.883
>12	1.825	1.802	1.547	

#### 4.3.10. Bor (B)

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların B değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama B değeri % 0.076 ile %0.130 arasında değişmektedir (Çizelge, 4.82). Toksik etki edecek kadar değere rastlanmamıştır. Genel olarak % B değeri irdelendiğinde, %0 ile %12 eğimlerde derinlik arttıkça B değerinin arttığı %12 den büyük eğimlerde dalgalanmalar olduğu saptanmıştır, bu durumunun araştırma bölgesinin topğrafyanın dalgalı yapısıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Üst topraklara oranla daha derin topraklarda B miktarının fazla olması üst topraklardan yıkanarak alt katmanlarda birikmesi sonucudur. Genel olarak eğimlere bakıldığında da %3-6 eğimde % B miktarının diğer eğimlere

oranla fazla olması araştırma bölgesinin dalgalı topoğrafik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.82. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama B değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (B ppm)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	0.076	0.089	0.097	0.104
3-6	0.102	0.110	0.119	1.640
7-12	0.098	0.098	0.113	0.119
>12	0.084	0.130	0.095	

% Na, %ESP ve % SAR da olduğu gibi B'un da araştırma yeri topraklarında değişim katsayısı değerleri oldukça fazla çıkmıştır. Araştırma yeri toprakları farklı eğim ve derinliklerde DK değerleri % 62.685 ile 169.024 arasında değerler almıştır (Çizelge, 3.83). Değişim katsayısı değerlerin bu denli yüksek olması araştırma bölgesinde çölleşme riskinin oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.83. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin B içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (B ppm) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	112.185	116.966	95.959	68.756
3-6	157.044	150.000	140.402	168.201
7-12	161.475	161.020	135.569	81.313
>12	130.797	169.024	62.658	

Araştırma yeri toprakların B' un D değerleri, % 0–2 eğimde ve 50–90cm derinlikte 1.921, 90–120cm derinlikte 1.908 ve % 7-12 eğimde 50–90cm derinlikte 1.933

değerleri alarak sadece buralarda homojenlik göstermiş diğer eğim ve derinliklerde homojenliğe rastlanmamıştır (Çizelge, 4.84). Değerlere bakıldığında genel anlamda yorum yapmak zordur fakat farklı eğim ve derinliklerde üst topraklarda heterojenlik söz konusu iken alt topraklarda homojenliğe yönelim söz konusudur buda gerek sulama suları gerekse yağmur suları ile alt topraklarda B elementinin biriktiğinin göstergesidir

Çizelge 4.84. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin B içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (B ppm) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.788	1.687	1.921	1.908
3-6	1.013	0.972	1.401	1.876
7-12	1.809	1.899	1.933	1.479
>12	1.754	1.595	1.862	

#### 4.3.11. Kil oranı I

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların kil oranı I değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Kil oranı  $I = (Kum + Silt) / Kil$  formülü ile belirlenmiş olup araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama kil oranı I değerleri Çizelge 4.85’ te verilmiştir. Ortalama kil oranı I kombinasyonu derinlik arttıkça azalmış buna karşın eğim yükseldikçe yükselmiştir.

Kil oranı I ile erozyona duyarlılık arasında doğrusal, kil oranı II ve kil oranı III arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Oğuz, İ., Durak, A.1998).



Çizelge 4.85. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama kil oranı I değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı I)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	3.433	3.016	2.668	2.344
3-6	3.607	3.277	3.115	2.791
7-12	4.191	3.635	3.272	3.732
>12	4.921	4.355	3.680	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 3.86’de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 4.87’de verilmiştir. Toprakların kil oranı I değerlerinin değişim katsayısı %36 dan yüksek değerler almış olup yüksek düzeyde değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.86).

Çizelge 4.86. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı I içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı I) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	58.629	51.504	50.581	58.568
3-6	45.097	70.812	101.628	77.514
7-12	57.518	57.607	54.425	110.909
>12	72.623	92.489	66.888	

Kil oranı I’in D değerleri, değişik eğimlerde ve derinliklerde belirli bir homojenlik ya da heterojenlik göstermemiştir. %0-2 eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.890, 20-50cm derinlikte 1.896, 50-90cm derinlikte 1.866 ve 90-120cm derinlikte 1.879, %3-6 eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.954, 20-50cm derinlikte 1.934, 50-90cm derinlikte 1.673 ve 90-120cm derinlikte 1.542, % 7-12 eğimlerde 0-20cm derinlikte 1.893, 20-50

cm derinlikte 1.897, 50–90cm derinlikte 1.898 ve 90–120cm derinlikte 1.778, %12 den yüksek eğimlerde ise d, 0–20cm derinlikte 1.932, 20–50 cm derinlikte 1.958 ve 50–90 cm derinlikte 1.645 değerlerini almıştır (Çizelge, 4.87). Homojenlik %3-6 eğim ile %7-12 eğimin 0–20cm derinliği ile 50–90cm derinliklerinde görülmektedir. Bu durumun topoğrafyanın dalgalı yapısından kaynaklandığını düşünülmektedir.

Çizelge 4.87. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı I içeriğinin D değerler

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı I) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.890	1.896	1.866	1.879
3-6	1.954	1.934	1.673	1.542
7-12	1.893	1.897	1.898	1.778
>12	1.923	1.958	1.645	

#### 4.3.12 Kil oranı II

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların kil oranı II değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Toplam kil miktarının toplam kum ve silt toplamına bölümü kil oranı II değerini vermiştir. Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak ortalama kil oranı II değerleri Çizelge 4.88’ da verilmiştir. Ortalama kil oranı II değerleri derinlik arttıkça artmış buna karşılık eğim yükseldikçe düşmüştür.

Çizelge 4.88. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama kil oranı II değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı II)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	0.360	0.397	0.449	0.514
3-6	0.329	0.367	0.419	0.470
7-12	0.302	0.345	0.377	0.395
>12	0.269	0.315	0.357	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 3.89’de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 3.90’da verilmiştir. Toprakların kil oranı II değerlerinin değişim katsayısı %36 dan yüksek değerler almış olup yüksek düzeyde değişkenlik göstermiştir ( Çizelge 4.89).

Çizelge 4.89. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı II içeriğinin değişim katsayısı

Çizelge 4.89. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı II içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı II) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	43.191	40.650	41.734	40.929
3-6	42.088	40.371	47.360	56.316
7-12	46.462	44.399	41.735	50.013
>12	46.709	44.978	46.456	

Çölleşme eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden kil oranı II’nin D değerlerine bakılarak belirleyici kabul etmek doğru değildir. Kil oranı II D değerleri oldukça değişken değerler almıştır, %0-2 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.915, 20–50cm

derinlikte 1.919, 50–90cm derinlikte 1.898 ve 90–120cm derinlikte 1.904, %3-6 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.925, 20–50cm derinlikte 1.940, 50–90cm derinlikte 1.866 ve 90–120cm derinlikte 1.720, % 7-12 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.893, 20–50 cm derinlikte 1.914, 50–90 cm derinlikte 1.923 ve 90–120cm derinlikte 1.897, % 12 den yüksek eğimlerde 0–20 cm derinlikte 1.978, 20–50cm derinlikte 1.931 ve 50–90cm derinlikte 1.806 değerlerini almıştır ( Çizelge 4.90).

Çizelge 4.90. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı I içeriğinin D değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı II) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.915	1.919	1.898	1.904
3-6	1.925	1.940	1.866	1.720
7-12	1.893	1.914	1.923	1.897
>12	1.978	1.931	1.806	

#### 4.3.13 Kil oranı III

Dört farklı eğim grubuna ait farklı derinlikte yer alan toprakların kil oranı III değerleri, değişim katsayıları ve D değerleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Toplam kum miktarının toplam kil ve silt toplamına bölümü kil oranı III değerini vermiştir. Araştırma yeri topraklarının eğim ve derinlik kombinasyonu olarak Ortalama kil oranı III değerleri Çizelge 4.91’ de verilmiştir. Ortalama kil oranı III genel anlamda yorumlamak mümkün değildir. Burada araştırma yeri arazisin topoğrafik yapısının dalgalı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.91. Toprak örneklerinin farklı eğim derinlik kombinasyonunda ortalama kil oranı III değerleri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı III)			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.2849	1.177	1.079	1.962
3-6	1.913	1.240	1.559	1.119
7-12	1.516	1.407	1.341	2.153
>12	1.637	1.491	1.613	

Çölleşmeye eğilimini belirlemek amacıyla seçilen kriterlerden biri olan değişim katsayısı değerleri Çizelge 4.92’de diğer kriter olan D değerleri ise Çizelge 4.93’da verilmiştir. Toprakların kil oranı II değerlerinin değişim katsayısı %36 dan yüksek değerler almış olup yüksek düzeyde değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı III içeriğinin değişim katsayısı

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı III) DK Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	52.035	50.820	50.500	806.381
3-6	60.148	46.076	109.912	59.675
7-12	57.328	59.159	57.747	169.071
>12	49.585	61.179	81.439	

Kil oranı III’ün D değerleri farklı eğim ve derinliklerde araştırılmıştır, %0-2 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.869, 20–50cm derinlikte 1.866 ve 50–90cm derinlikte 1.846 değerler olarak daha heterojen yapıdayken aynı eğimde 90–120cm derinlikte 1.916 değer olarak homojen tavır sergilemiştir, %3-6 eğimlerde 0–20cm derinlikte 1.932, 20–50 cm derinlikte 1.924 değerlerini olarak homojen yapı göstermesine karşın 50cm den

daha derinlerde homojenlik yerini heterojenliğe bırakmıştır ayrıca %7 den yüksek eğimlerde ve buradan sonraki farklı derinliklerde yapı heterojendir (Çizelge 3.93). % 7 den yüksek eğimlerde heterojen yapının artması buradaki kum miktarının arttığını buna bağlı olarak da çölleşme riskinin daha fazla olduğunun işaretçisidir.+

Çizelge 4.93. Farklı eğim derinlik kombinasyonu için toprak örneklerinin kil oranı III için D değeri

Eğim Grubu ( % )	Derinlik (Kil Oranı III) D Değerleri			
	0-20	20-50	50-90	90-120
0-2	1.869	1.866	1.846	1.916
3-6	1.932	1.924	1.685	1.730
7-12	1.857	1.854	1.883	1.859
>12	1.824	1.792	1.566	

#### 4.3.14 Araştırma yeri topraklarının çeşitli özelliklerine ait değişim katsayıları ile fraktal katsayıları arasındaki ilişkiler

Farklı eğim gruplarında yer alan toprakların, ele alınan çeşitli toprak özelliklerine ilişkin 0-20, 20-50, 50-90 ve 90-120cm derinlikleri için elde edilen değişim katsayıları ve fraktal katsayılar bu çalışma kapsamında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bir çölleşme indikatörü olarak ele alınan DK ve D değerleri arasındaki korelasyon araştırılmış ve Çizelge 4.94'te her bir toprak özelliği için korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

Yapılan değerlendirmede, DK ve D değerleri arasında çoklukla istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit edilememiştir. Kısıtlı sayıda olmak üzere DK ve D değerleri arasında istatistiksel önemli ve çok önemli korelasyon bulunmuştur. Bunlar 12< eğim grubu için tuz 12< eğim grubu için kireç, %7-12 ve 12< eğim grupları için kil, 12< eğim grubu için SAR, 12< eğim grubu için ESP, %7-12 eğim grubu için kil oranı I ve %3-6 eğim grubu için kil oranı II toprak özellikleridir.

Bu çalışmada ele alınan toprak özelliklerinin değişim katsayı değerleri ile fraktal katsayılar arasında genellikle bir ilişki bulunmadığı söylenebilir. Bir çölleşme eğilimi

göstergesi olarak değişim katsayısı ve fraktal katsayı değerlerinin kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmesi daha gerçekçi olacaktır.



**Çizelge 4.94.** Farklı eğimler için çeşitli toprak özelliklerine ait değişim katsayıları ile fraktal katsayılar arasındaki istatistiksel ilişki

D DK	Saturasyon				pH				EC				Tuz			
	0-2	3-6	7-12	12<	0-2	3-6	7-12	12<	0-2	3-6	7-12	12<	0-2	3-6	7-12	12<
Saturasyon	-0,724	-0,065	-0,881	0,697												
pH					-0,417	0,346	0,162	0,855								
EC									0,622	-0,692	-0,319	0,951				
Tuz													-0,288	0,272	-0,777	<b>-0,997*</b>
	<b>Kireç</b>				<b>Kum</b>				<b>Silt</b>				<b>Kil</b>			
Kireç	0,230	0,730	0,477	<b>0,999**</b>												
Kum					0,579	-0,715	0,462	-0,876								
Silt									-0,913	-0,328	0,838	0,853				
Kil													0,243	-0,807	<b>-0,951*</b>	0,358
	<b>Ca+Mg</b>				<b>Na</b>				<b>SAR</b>				<b>ESP</b>			
Ca+Mg	0,086	0,664	-0,713	0,305												
Na					-0,193	0,540	0,296	-0,963								
SAR									0,159	-0,806	0,489	<b>0,999*</b>				
ESP													0,028	-0,740	-0,746	<b>-0,999*</b>
	<b>B</b>				<b>KOI</b>				<b>KOII</b>				<b>KOIII</b>			
B	-0,801	-0,490	0,858	0,964												
KOI					0,234	-0,662	<b>-0,999**</b>	0,745								
KOII									0,058	<b>-0,994**</b>	-0,853	-0,120				
KOIII													0,939	-0,744	-0,218	-0,968





#### 4.3.14 Farklı Eğim Gruplarında Yer Alan Toprakların Bazı Özelliklerinin Değişim Katsayılarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması

Dört farklı eğim grubu için çeşitli toprak özelliklerinin değişim katsayı değerleri arasındaki farklılığın önem durumu t testi ile karşılaştırılmıştır.  $H_0$  hipotezi farklı eğim grubuna ait ele alınan toprak özelliğinin değişim katsayıları arasında fark bulunmamaktadır.  $H_1$  hipotezi ise farklı eğim grubuna ait ele alınan toprak özelliğinin değişim katsayıları arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Yapılan t istatistiği sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.95' te verilmiştir.

Bir toprak özelliğine ait değişim katsayısı değerleri her eğim grubuna ait toprak derinlikleri dikkate alınarak diğer eğim gruplarıyla karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeye göre toprakların EC, kum, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III değerlerinin değişim katsayıları farklı eğimlerde anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Ancak ele alınan diğer toprak özelliklerine (saturasyon, pH, tuz, kireç, silt, kil, Ca+Mg, Na, SAR, ESP ve B) ait değişim katsayıları farklı eğim gruplarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir.

Farklı eğimlere sahip toprakların saturasyon değerlerinin değişim katsayı değerleri %0-2 ile %12< eğimlerde anlamlı farklılık göstermiştir. %12< eğimlerde saturasyon değişim katsayısının düz eğim grubuna göre göstermiş olduğu daha yüksek değer t istatistiğine göre önemli olmakla birlikte aslında diğer eğim gruplarının değişim katsayı değerlerine oldukça yakındır. Bu nedenle saturasyon değerlerine ilişkin değişim katsayısı değeri üzerinden iyi bir çölleşme indikatörü olarak ele alınmaması daha uygun bulunmuştur.

pH değerlerinin farklı eğim gruplarının değişim katsayı değerleri %0-2 eğim grubu ve geri kalan eğim grupları için t istatistiğine göre anlamlı farklılık göstermiştir. %0-2 eğim grubunda yer alan toprakların pH değerleri değişim katsayıları ortalama 2.89 olur iken diğer eğim grubu topraklarında değişim katsayıları 4.01-4.52 arasında değişmiştir. Yöre toprakların pH değerlerindeki varyasyon farklı eğim gruplarının heterojenliğini tanımlamada uygun bir indikatör olabileceği değerlendirilmiştir.

Toprakların tuz içeriğine ilişkin değişim katsayı değerleri farklı eğim grupları için anlamlı değişiklikler göstermiştir. %0-2 eğim grubu değişim katsayısı değerleri diğer eğim gruplarına göre daha yüksek olmuştur. Özellikle tarımsal potansiyelin daha fazla olduğu bu eğim grubunda gübreleme ve sulama gibi kültürel uygulamalarda oluşan

farklılıklar değişim katsayısı değerlerinin daha yüksek olmasına yol açmıştır. Özellikle yöre topraklarının kimyasal bozul risklerini tanımlamak için toprakların tuz içeriğinin yüksek değişim katsayısı göstermesi bir çölleşme indikatörü olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Bu araştırma bulgularına göre artan eğime bağlı olarak toprakların kireç içerikleri değişim katsayıları da artmıştır. İstatistiksel olarak değişim katsayılarında görülen varyasyon önemlidir. Özellikle %7 eğim üzeri topraklarda kireç içeriklerinin değişim katsayısı oldukça artmaktadır. Yöre topraklarının fiziksel bozulma süreçlerini tanımlamada kireç içeriklerinin değişim katsayı değerlerinin karşılaştırılması uygun bir indikatör olarak görülmektedir.

Toprak bünyesi bir yörenin çölleşme eğilimini belirlemede önemli bir indikatör olarak görülmektedir. Araştırma yöresinde ise toprakların kum içeriklerine ait değişim katsayıları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Bu durumda yöre için toprakların kum içeriklerinin değişim katsayılarının bir çölleşme indikatörü olarak dikkate alınmasının uygun olmayacağı söylenebilir. Bununla birlikte toprakların silt içerikleri değişim katsayıları eğime bağlı olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Genel olarak artan eğim silt içeriklerinin değişim katsayılarında da artışa neden olmuştur. Toprakların kum içeriğine göre daha küçük zerre iriliğine sahip olması silt taşınımı veya birikme olaylarının özellikle %7< eğimlerde toprak fraksiyonları içerisinde yüksek değişkenlik göstermesine yol açtığı düşünülmektedir. Bu nedenle yöre topraklarının silt içeriklerine ait değişim katsayılarının karşılaştırılması ile fiziksel bozulmayı tanımlamada bir çölleşme göstergesi olarak kullanılabilceği kanaatine varılmıştır. Toprakların en ince fraksiyonu olan kil kapsamlarının ortalama değişim katsayısı eğim gruplarına göre anlamlı farklılık göstermiştir. Silt içeriğinde olduğu gibi %7< eğim grupları için artan değişim katsayısı değerleri fiziksel bozulma ve erozyon süreçlerini tanımlamada değerli bir indikatör olduğu kanaatine varılmıştır.

Yöre toprakları bazik karakterde olup Ca+Mg kapsamları yüksektir. Ca+Mg kapsamlarının değişim katsayıları farklı eğim grupları için t istatistiği ile olası farklılıkların önem durumu karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre Ca+Mg kapsamlarının değişim katsayısı değerleri arasındaki en fazla varyasyon %0-2, %7-12 ve %12< eğim gruplarında olup %3-6 eğim grubu daha düşük değişim katsayısı değerleriyle diğer eğim gruplarından ayrılmıştır. Ca+Mg kapsamları ana materyalle ilişkili oluşu ve toprak nem dinamiğiyle hareket halinde oluşu yöre topraklarının bazla

doğunluğunun bir çölleşme eğilimi olarak değerlendirilmesini zorlaştırmıştır. Bu nedenle bu araştırma bulgularına göre çölleşme eğilimi amacıyla yöre topraklarının Ca+Mg kapsamlarına ilişkin değişim katsayısı değerinin kullanılması önerilmemektedir.

Toprakların Na, SAR ve ESP değerlerinin değişim katsayıları farklı eğimler için anlamlı farklılıklar göstermiştir. Toprakların Na içeriği değişim katsayısı değerleri özellikle %0-6 eğim gruplarında oldukça yüksek olmuştur. Bu nedenle toprakların kimyasal bozulmalarını tanımlamak amacıyla kullanılabilir bir yaklaşım olarak görülmüştür. Ancak SAR ve ESP değerlerinin değişim katsayıları farklı eğim gruplarında farklı olmuştur. Bu değerler özellikle %7-12 eğim grubunda anlamlı azalış göstermiştir. Bu nedenle kimyasal bozulmayı tanımlamak amacıyla yapılacak çalışmalarda değişim katsayısı değerleri kullanılarak bir karşılaştırma yapılması halinde toprakların Na içeriklerinin değişim katsayısının dikkate alınması daha yararlı olacaktır.

Toprak B kapsamlarına ilişkin değişim katsayıları düz eğimlerde daha düşük bir durum göstermiş, artan eğimle değişim katsayısı değeri de artmıştır. Ancak %12< eğim grubunda tekrar azalarak düz eğim grubu toprakların B içerikleri değişim katsayıları ile istatistiksel olarak aynı gruba girmiştir. Ana materyal etkisi ve sulamayla yıkanmanın aktif etkisi nedeniyle yöre topraklarının çölleşme eğiliminin karşılaştırılmasında tatminkâr sonuç vermeyeceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.95. Toprak özelliklerine ait DK değerleri ile eğim grupları arasındaki istatistiksel ilişki

Eğim	Saturasyon	pH	EC	Tuz	Kireç	Kum	Silt	Kil
0-2	16.21 <sup>a</sup>	2.89 <sup>a</sup>	55.18 <sup>a</sup>	66.38 <sup>a</sup>	60.20 <sup>a</sup>	22.10 <sup>a</sup>	29.77 <sup>a</sup>	28.62 <sup>a</sup>
3-6	16.66 <sup>ab</sup>	4.01 <sup>b</sup>	48.27 <sup>a</sup>	59.19 <sup>ab</sup>	68.28 <sup>ab</sup>	21.22 <sup>a</sup>	30.10 <sup>a</sup>	30.05 <sup>a</sup>
7-12	17.03 <sup>ab</sup>	4.38 <sup>b</sup>	56.91 <sup>a</sup>	59.42 <sup>a</sup>	76.52 <sup>bc</sup>	23.23 <sup>a</sup>	33.62 <sup>b</sup>	33.39 <sup>ab</sup>
12<	17.54 <sup>b</sup>	4.52 <sup>b</sup>	48.19 <sup>a</sup>	54.04 <sup>b</sup>	90.51 <sup>c</sup>	23.68 <sup>a</sup>	41.91 <sup>c</sup>	35.55 <sup>b</sup>
Eğim	Ca+Mg	Na	SAR	ESP	B	KO I	KO II	KO III
0-2	60.02 <sup>a</sup>	116.42 <sup>a</sup>	129.76 <sup>a</sup>	129.78 <sup>a</sup>	98.47 <sup>a</sup>	54.82 <sup>a</sup>	41.63 <sup>a</sup>	239.93 <sup>a</sup>
3-6	50.37 <sup>b</sup>	118.68 <sup>a</sup>	124.16 <sup>a</sup>	124.14 <sup>a</sup>	153.91 <sup>b</sup>	73.76 <sup>a</sup>	46.53 <sup>a</sup>	68.95 <sup>a</sup>
7-12	67.15 <sup>a</sup>	66.94 <sup>b</sup>	79.96 <sup>b</sup>	79.98 <sup>b</sup>	134.84 <sup>ab</sup>	70.11 <sup>a</sup>	45.65 <sup>a</sup>	85.83 <sup>a</sup>
12<	60.48 <sup>a</sup>	62.26 <sup>b</sup>	124.89 <sup>a</sup>	124.84 <sup>a</sup>	120.83 <sup>a</sup>	77.33 <sup>a</sup>	46.05 <sup>a</sup>	64.07 <sup>a</sup>

#### 4.3.15 Farklı Eğim Gruplarında Yer Alan Toprakların Bazı Özelliklerinin Fraktal Katsayılarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması

Dört farklı eğim grubu için çeşitli toprak özelliklerinin fraktal katsayı değerleri arasındaki farklılığın önem durumu t testi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan t istatistiği sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.96' da verilmiştir.

Bir toprak özelliğine ait fraktal katsayı değerleri her eğim grubuna ait toprak derinlikleri dikkate alınarak diğer eğim gruplarıyla karşılaştırılmıştır. Bu değerlendirmeye göre toprakların saturasyon, EC, kum, kil, B, kil oranı I, kil oranı II ve kil oranı III değerlerinin fraktal katsayıları farklı eğimlerde anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Ancak ele alınan diğer toprak özelliklerine (pH, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR ve ESP) ait fraktal katsayıları farklı eğim gruplarında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir.

pH değerlerinin farklı eğim gruplarının fraktal katsayı değerleri %0-2 eğim grubu için en yüksek değeri göstererek düşük değişkenliği göstermiştir. En yüksek varyasyon en düşük fraktal katsayı değerine sahip %3-6 eğim grubunda belirlenmiştir. Bu eğim grubu pH değerlerinde yüksek varyasyon görülmesi kimyasal bozulma süreçlerinden diğer eğim gruplarına göre daha fazla etkilendiği şeklinde değerlendirilmiştir. pH değerlerinin fraktal katsayılarına göre %7-12 ve %12< eğim grupları aynı grupta yer almışlardır.

Araştırma yeri topraklarının tuz içerikleri fraktal katsayıları eğim derecesine bağlı olarak anlamlı olarak değişmiştir. En düşük tuz içeriği fraktal katsayı değeri %12< eğim grubunda görülmüştür. Toprakların tuz içerikleri uygulanan gübre gibi çeşitli tarımsal girdilerden etkilenmekte ve tuz hareketlerinde toprak nem içeriği de etkili rol oynamaktadır. Bu durum eğim ve tuzluluk değerlerinin fraktal katsayıları arasında doğrusal değişen bir ilişkinin olmadığı görülmüştür.

Kireç içeriği fraktal katsayısı en düşük değerini %12< eğim grubunda vermiştir. Düşük D değeri yüksek çölleşme unsuru olarak değerlendirilebileceği dikkate alınrsa kireç içeriklerinin fraktal katsayıları ile çalışma yeri topraklarının çölleşme riskinin değerlendirileceği düşünülmektedir.

Toprakların tekstürel fraksiyonlarından silt içeriği ile fraktal katsayı arasında t testi sonucuna göre istatistiksel ilişki bulunmaktadır. Eğim derecesindeki artışa bağlı olarak D değerleri tedrici olarak azalmıştır. En düşük D değeri en yüksek eğimler için belirlenmiştir. Bu sonuca göre, toprakların silt içeriklerinin fraktal katsayıları

toprakların erozyon ve fiziksel bozulma süreçlerini tanımlayacak bir çölleşme değerlendirme kriteri olmuştur.

Araştırma yeri toprakları Na, SAR ve ESP içeriklerine ait fraktal katsayılar eğim derecelerindeki artışa bağımlı olarak azaldıkları görülmüştür. Her üç parametre de çalışma bölgesi topraklarının kimyasal bozulma süreçlerini tanımlamada uygun toprak özellikleri olduğu kanaatine varılmıştır.

Çizelge 4.96. Toprak özelliklerine ait D değerleri ile eğim grupları arasındaki istatistiksel ilişki

<b>Eğim</b>	<b>Saturasyon</b>	<b>pH</b>	<b>EC</b>	<b>Tuz</b>	<b>Kireç</b>	<b>Kum</b>	<b>Silt</b>	<b>Kil</b>
0-2	1.9275a	1.9295a	1.9305a	1.8785a	1.9283a	1.8790a	1.9600a	1.9013a
3-6	1.9275a	1.0225b	1.8975a	1.9423b	1.8635a	1.8783a	1.9378ab	1.8638a
7-12	1.8675a	1.7895c	1.8605a	1.9320a	1.8697a	1.8623a	1.8838b	1.9070a
12<	1.8900a	1.6657c	1.8813a	1.6820ab	1.7103ba	1.7610a	1.8100a	1.8860a
<b>Eğim</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>Na</b>	<b>SAR</b>	<b>ESP</b>	<b>B</b>	<b>KO I</b>	<b>KO II</b>	<b>KO III</b>
0-2	1.8777a	1.9388a	1.9683a	1.9585a	1.8260a	1.8827a	1.9090a	1.8743a
3-6	1.9338b	1.9615a	1.9305a	1.9295a	1.3155a	1.7758a	1.8628a	1.8178a
7-12	1.9299cb	1.9595a	1.9018ab	1.9460a	1.7800a	1.8665a	1.9068a	1.8633a
12<	1.8173a	1.7773b	1.7233b	1.7247b	1.7370a	1.8420a	1.9050a	1.7273a

## 5. SONUÇ

Araştırma yeri topraklarında yapılan farklı eğimler için toprak özelliklerine ait değişim katsayıları ile fraktal katsayıları arasında genellikle negatif bir ilişki bulunmuştur. Bununla birlikte fraktal katsayısı ve değişim katsayısı arasında kayda değer bir korelasyon bulunmamıştır. Çalışma alanı için çölleşme riskini değerlendirmek amacıyla değişim katsayısı ile fraktal katsayı değerleri birlikte uygulanabilir olarak görülmemiştir.

Farklı eğim grupları için değişim katsayı değerleri dikkate alındığında EC, kum ve kil oranı değerleri (K.O I, K.O II ve K.O III) 'nin eğim gruplarındaki değişimi yeterince yansıtmadığı görülmüştür. Bu nedenle çalışma bölgesi için çölleşme eğilimi belirlemek amacı ile ileride yapılacak çalışmalarda diğer toprak özelliklerine daha fazla yoğunlaşılması tavsiye edilir.

Çalışma yeri topraklarının değişim katsayısı değerleri genel olarak düz eğimler ile diğer eğimler arasında farklılıklar göstermiştir. Bu farklılık düz ve çok dik eğimlerde çok belirgindir. Değişkenlikler hafif ve orta eğim gruplarında nisbeten daha az olmuştur.

Ele alınan birçok toprak özelliğine ait değişim katsayısı değerleri, artan eğimle birlikte artmıştır. Bu heterojenlik eğilimi tuz gibi suya bağlı olarak hareket kabiliyeti yüksek olan toprak özelliklerinde düz tarım arazileri için daha yüksek değişkenlik olmasına etki etmiştir.

Fraktal katsayıları dikkate alarak çalışma bölgesi için yapılan değerlendirmeye göre eğim derecelerindeki artışa bağlı olarak birçok toprak özelliği daha düşük D değeri göstermiştir. Toprakların saturasyon, EC, kum, kil, B ve kil oranı değerleri (K.O I, K.O II, K.O III) değerlerine ait fraktal katsayılar farklı eğim grupları için anlamlı değişim göstermemiştir. Bu nedenle bölgede yapılacak çalışmalarda fraktal katsayı üzerinden çölleşme eğilimi belirlemek amacıyla pH, tuz, kireç, silt, Ca+Mg, Na, SAR ve ESP toprak özelliklerine özel önem verilmesi önerilir.

Yaptığımız bu çalışmada gerek değişim katsayısı gerek fraktal katsayı ele alınan toprak özelliğindeki farklılıkları tanımlamada oldukça tatminkar sonuçlar vermiştir. Değişimlerde %12 yi aşan eğimler bir kırılma noktası göstermiştir.

Bu çalışmada ele alınmayan çölleşme indikatörü olabilecek diğer toprak özelliklerinde ileriki çalışmalarda ele alınması önerilir. Düz arazilerde daha çok toprak kimsal özellikleri heterojenlik kaynağı olduğu düşünülmektedir. Fiziksel özelliklerden silt

içeriğindeki değişiklik ana materyalden kaynaklı olabileceği gibi çölleşme indikatörü olarak da kullanılabilençeği düşünölmüştür.

Araştırma bölgesi tarım alanlarında vahşi sulamadan kaçınılmalı salma sulama tekniği yerine damlama yada yağmurlama sulama teknikleri kullanılmalı, toprakta agregatlaşmayı sağlamak için organik madde takviye edilmelidir.



## 6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2012 Aksaray İli Çevre Durum Raporu ÇET Hizmetleri ve Çevre İzinleri İşleri Şube Müdürlüğü
- Anonim, 2013 Aksaray İli Ortaköy İlçesi AT ve TİGH Projesi Planlama Toprak Etüt ve Toprak Endeksi Raporu )
- Anonim 2014, AT ve TİGH Projesi Raporu
- DMİ, 2017 Aksaray İli uzun yıllık meteorolojik verileri.Aksaray
- Ahmadi, A., Neyshabouri, M.R., Rouhipour, H, Asadi, H. 2011. Fractal dimension of soil aggregates as an index of soil erodibility. Journal of Hydrology 400: 305–311.
- Biswas, A. 2019. Joint multifractal analysis for three variables: Characterizing the effect of topography and soil texture on soil water storage. Geoderma, 334: 15-23.
- Burrough, P.A., 1983. Multiscale sources of spatial variation in soil: I. Application of fractal concept to nested levels of soil variation. J. Soil Sci. 34, 577-597
- Camcerdella, C.A., Moorman, T.b., Novak, J.M., Parkin T.B., Karlen, D.L. ve Turko, R.F., 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soil. Soil. Sci. Soc. Am. J.58, 1501-1511.
- Dregne, H.E., 1977. Desertification of arid lands.Economic geography, 53(4), 322-331.
- Deng, J., Ma, C., ve Yu, H. 2018. Different soil particle-size classification systems for calculating volume fractal dimension—a case study of Pinus sylvestris var. Mongolica in Mu Us sandy land, China. Applied Science, 8: 1872
- Diekman, L.O., Lawrence, D., ve Okin, G.S. 2007. Changes in the spatial variation of soil properties following shifting cultivation in a Mexican tropical dry forest. Biogeochemistry, 84: 99-113.
- Engball, B., Hergert, G.W., Loseing, G.W.ve Ferguson , R.B., 1999. Fractal analysis of spatial and temporal variability. Geoderma, 88, 349-362.
- Isaaks, E.H., ve Srivastava, R.M. 1989. An introduction to applied geoistatistics, Oxford University Press, New York, USA.
- Gaoa, G.L., Dinga, G.D., Zhaoa,Y.Y., Wua, B., Zhanga, Y.Q., Qina, S.G., Baoa, Y.F., Yua, M.H., ve Liu, Y.D. 2014. Fractal approach to estimating changes in soil properties following the establishment of *Caragana korshinskii* shelterbelts in Ningxia, NW China. Ecological Indicators 43: 236–243.
- Kachanoski, R.G., De Jong, E. ve Rolston, D.E., 1985. Spatial and spectral relationships of soil properties and microtopography: II. Density and thickness of B horizon. Soil Sci. Soc. Am. J., 49, 812-816.
- Kırda, C., Saryev, A. 2002. Toprak Fizigi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 245, Adana.
- Li, W., Zhao, H., Li, S., Sun, W., Wang, L., ve Li, B. 2018. A fractal model of effective stress of porous media and the analysis of influence factors. Results in Physics 8: 920–925.
- Mandelbrott, B.B., 1982. The Fractal Geometry of Nature. H.W Freeman and Co., New York, USA.



- Mouat, D., Lanchester, J., Wade, T., Wickham, J., Fox, C., Kepner, W. & Ball, T., 1997. Desertification evaluated using an integrated environmental assessment model. *Environ. Monitoring & Assessment* 48, 139-156.
- Mohammadi, M., Shabanpour, M., Mohammadi, M.H. Davatgar, N. 2019. Characterizing spatial variability of soil textural fractions and fractal parameters derived from particle size distributions. *Pedosphere* 29(2): 224—234.
- Oğuz, İ., Erşahin, S., Susam, T., 2011. Evaluation of desertification potential in a sloping catchment. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, February 2011, Vol. 6, No.1, p.81-88.
- Oğuz, İ., Durak, A. 1998. Çekerek Havzası Büyük Toprak Gruplarının Bazı Özellikleri İle Su Erozyonu İlişkileri ve Havza Topraklarının Erozyona Duyarlılık Değerlendirmesi. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları*, Ankara
- Schlesinger, W.H., Reynolds, J.F., Gunningham, G.L., Huenneke, L.F., Jarrel, W.M., Wirginia, R.A. & Whitford, W.G., 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science*, 247, 1043-1048.
- Su, Y.Z., Zhao, H.L., Zhao, W.Z. ve Zhang, T.H., 2004. Fractal features of soil particle-size distribution and the implication for indicating desertification. *Geoderma*, 122, 43-49.
- Trangmar, B.B., ve Yost, R.S., Uchara, G. 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Advance Agronomy*, 38:45-93
- Upchurch, D.R., ve McMichael B.L., Taylor, H.M. 1988. Use of minirhizotrons to characterize root system orientation. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 2, 319-323.
- Tüzüner, A. 1990. *Toprak ve su analiz el kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- Qia, F., Zhangb, R., Liua, X., Niub, Y., Zhanga, H., Lic, H., Lic, J., Wang, B., Zhang, G. 2018. Soil particle size distribution characteristics of different land-use types in the Funiu mountainous region. *Soil & Tillage Research*, 184: 45–51.
- Webster, R., 2001. Statistics to support soil research and their presentation. *European Journal of Soil Sciences* 52, 331-340.
- Wang, X., Li, M.H., Liu, S., Liu, G. 2016. Fractal characteristics of soils under different land-use patterns in the arid and semiarid regions of the Tibetan Plateau, China. *Geoderma* 134: 56– 61.
- Xiao, L., Xue, S., Liu, G.B., Zhang, C. 2014. Fractal features of soil profiles under different land use patterns on the Loess Plateau, China. *J Arid Land* 6(5): 550–560.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Murat ALTUNSU

Doğum Tarihi ve Yer : 12/04 /1971 – BOR

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Telefon : (542) 647 51 51

e-mail : [murat\\_altunsu@hotmail.com](mailto:murat_altunsu@hotmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2009
Ön Lisans	Niğde Üniversitesi Ulukışla Meslek Yüksek Okulu Bahçe Bitkileri	2006