

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HARRAN OVASI TOPRAKLARINDA DEMİR FRAKSİYONLARI**

**Tuba ÇINAR**

**TOPRAK ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2008**

Doç. Dr. Ali SEYREK danışmanlığında, Tuba ÇINAR'ın hazırladığı "Harran Ovası Topraklarında Demir Fraksiyonları" konulu bu çalışma 31/01/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Ali SEYREK

Üye : Prof. Dr. Faruk İNCE

Üye : Doç. Dr. Tuncer DEMİR

**Bu Tezin Toprak Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. İbrahim BOLAT**  
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.**  
**Proje No:734**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Demirin Elementel Özellikleri.....	3
2.2. Toprakta Demir ve Demir Kaynakları.....	4
2.3. Demir Alımını Etkileyen Etmenler.....	5
2.4. Demir Mineralleri.....	8
2.5. Demiroksitler.....	9
2.5.1. Şekilleri ve özellikleri.....	9
2.5.2. Oluşum, bulunma durumu ve miktarı.....	11
2.5.3. Yaygın demir oksitler.....	14
2.5.4. İzomorfik yer değişimleri.....	18
2.5.5. Renk özellikleri.....	18
2.5.6. X-Ray kırınımaları.....	21
2.6. Demirin Toprak Sınıflandırılmasındaki Önemi.....	23
2.7. Bitkide Demir.....	23
2.8. Ülkemizde ve Harran Ovası Topraklarında Fe İçerikleri.....	25
2.8.1. Ülkemizdeki durum.....	25
2.8.2. Harran Ovası'nda durum.....	26
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu.....	28
3.1.2. Araştırma alanının topoğrafik ve jeolojik yapısı.....	29
3.1.3. Araştırma alanının toprak özellikleri.....	29
3.1.4. Araştırma alanının iklim özellikleri.....	30
3.1.5. Araştırma alanının toprak örneklerinin alındığı seriler.....	32
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Genel toprak analizleri.....	34
3.2.1.1. Toprak pH'sı.....	34
3.2.1.2. Kireç içeriği.....	34
3.2.1.3. Toplam tuz.....	34
3.2.1.4. Katyon değişirme kapasitesi(KDK).....	35
3.2.1.5. Değişebilir katyonlar (DK).....	35
3.2.1.6. Organik madde.....	35
3.2.1.7. Tekstür.....	35
3.2.1.8. Renk.....	36
3.2.2. Demir analizleri.....	36
3.2.2.1. Total demirin belirlenmesi.....	36
3.2.2.2. DTPA ile ekstrakte edilebilir demir belirlenmesi.....	36
3.2.2.3. Demir oksitlerin belirlenmesi.....	36
3.2.2.4. Zayıf kristalli demir oksitlerin belirlenmesi.....	37
3.2.2.5. Organik olarak bağlı bulunan demirin belirlenmesi.....	37
3.2.2.6. Kristallik derecesinin belirlenmesi.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	38
4.1. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinin Değerlendirilmesi.....	38
4.2. Toprakların Seriler Arası Fe Miktarı ve Fraksiyonlarının Karşılaştırılması.....	72
4.3. Fe Değerlerinin Toprak Özellikleri ile İlişkisi.....	90
4.3.1. Fe- pH ilişkisi.....	90
4.3.2. Fe- kireç ilişkisi.....	91
4.3.3. Fe- EC ilişkisi.....	91
4.3.4. Fe-KDK ilişkisi.....	92
4.3.5. Fe-DK ilişkisi.....	92

4.3.6. Fe- organik madde ilişkisi.....	93
4.3.7. Fe- tekstür ilişkisi.....	94
4.3.8. Fe- Toprak sınıflandırılması İlişkisi.....	95
4.3.9. Fe- renk ilişkisi.....	95
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	100
KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	106
ÖZET.....	107
SUMMARY.....	108

## ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

### HARRAN OVASI TOPRAKLARINDA DEMİR FRAKSİYONLARI

Tuba ÇINAR

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali SEYREK  
Yıl: 2008, Sayfa: 108

Bu çalışmanın amacı, Harran Ovası topraklarında  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$ ,  $Fe_P$  içeriklerini belirleyerek Fe ile pH, kireç, tuz, organik madde, KDK, ve tekstür gibi toprak özelliklerinin ilişkisini ortaya koymaktır.

Çalışma alanı olarak Harran Ovası topraklarında 16 profilden farklı horizon bazında alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. Alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucu toprakların; yüksek pH (7.0-8.52), düşük organik madde (% 0.03-2.76), tuz içeriği (0.19-15.62 ds m<sup>-1</sup>), yüksek kireç (% 14.03-58.46), KDK bakımından (22.40-49.22 cmol kg<sup>-1</sup>) değerlerine sahip oldukları, tekstür sınıfı bakımından killi bünyeye sahip oldukları belirlenmiştir.

Yapılan Fe analizleri sonucu toprakların;  $Fe_T$  içeriği (1.17-47.71 g kg<sup>-1</sup>)  $Fe_D$  içeriği (0.18-17.85 g kg<sup>-1</sup>)  $Fe_O$  içeriği (0.02-0.31 g kg<sup>-1</sup>),  $Fe_{DTPA}$  içeriği (0.002-0.17 g kg<sup>-1</sup>) ve  $Fe_P$  içeriği (0.0005-0.022 g kg<sup>-1</sup>) olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda Fe içerikleri ve toprak özellikleri arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Harran Ovası topraklarının çeşitli horizonlarda farklı demir içeriklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre topraktaki  $Fe_T$  miktarının yeterli olduğu belirlenirken,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$ ,  $Fe_P$  miktarlarının Fe' in kolay çözülmemesine ve toprakların yüksek pH, yüksek kireç, düşük organik madde ve killi tekstür sınıfına sahip olduklarından dolayı düşük olduğu saptanmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Total demir, Demir oksit, Organik demir, Harran Ovası

## ABSTRACT

MSc Thesis

### IRON FRACTIONS IN HARRAN PLAIN

Tuba ÇINAR

Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali SEYREK  
Year: 2008, Page: 108

The aim of this study is to determine the contents of  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$ ,  $Fe_P$  in Harran Plain soils and evaluate the relations between Fe and pH, calcite, salt, organic content, CEC, and soil texture.

Soil samples were prepared from 16 different profiles in various horizons in Harran Plain. In soil profiles, pH, organic contents, calcite, CEC (Cation Exchange Capacity), salt and soil texture analysis were evaluated. As results of analyses, high pH (7.0 - 8.52); low organic matter contents (%0.03 - 2.76); various salt contents in horizons (0.19 - 15.62  $ds\ m^{-1}$ ); high calcite content (%14.03 - 58.46); and also various CEC recordings (22.40 - 49.22  $cmol\ kg^{-1}$ ) were evaluated. From the point of soil texture, the soils of Harran Plain was determined to be mainly clay.

In analysis of Fe,  $Fe_T$  content (1.17 - 47.71  $g\ kg^{-1}$ );  $Fe_D$  content (0.18 - 17.85  $g\ kg^{-1}$ );  $Fe_O$  content (0.02 - 0.31  $g\ kg^{-1}$ );  $Fe_{DTPA}$  content (0.002 - 0.17  $g\ kg^{-1}$ ) and  $Fe_P$  content (0.0005 - 0.022  $g\ kg^{-1}$ ) were found.

As a result of analysis, the relations between Fe contents and soil textures were investigated. Harran Plain soils have got various  $Fe_T$  contents in various horizons. This was found sufficient, however,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$ ,  $Fe_P$  contents were found low due to insolubility of Fe, high pH and calcite, low organic contents and clay texture properties.

**KEY WORDS:** Total Iron, Iron Oxide, Organic Iron, Harran Plain

## TEŐEKKÜR

Tez alıőmam sűresince desteęini esirgemeyen danıőmanım Doç. Dr. Ali SEYREK'e, tez konusunun belirlenmesinde fikir veren ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet Ruhi MERMUT'a, destek ve yardımlarından dolayı jűri űyeleri Prof. Dr. Faruk İNCE ve Doç. Dr. Tuncer DEMİR'e ayrıca bűlűm baőkanımız Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU'ya ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Murat DİKİLTAŐ'a teőekkűr ederim.

Tez çalıőmamın her aőamasında desteklerini ve yardımlarını yanımda hissettięim arkadaőlarım Sema DİKİLTAŐ ve Asuman BűYűKKILI'a ayrıca Murat ÇAKMAKLI'ya, Erdal SAKİN'e, Hasan TUNÇ ve İbrahim Halil YANARDAĞ 'a teőekkűr ederim.

Tez sűresince maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen, beni her zaman destekleyen aileme ve kardeőim Muhammet Murat ÇINAR' a sonsuz teőekkűr ederim.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya yüzeyindeki belirli birimlerin Fe içeriği .....	4
Çizelge 2.2. Demirin oksitleri, hidroksitleri ve oksihidroksitleri .....	14
Çizelge 2.3. Türkiye topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe içerikleri .....	26
Çizelge 2.4. Harran Ovası yaygın toprak serilerinin toplam Fe içerikleri.....	27
Çizelge 3.1.Şanlıurfa ili 2005 yılı iklim verileri.....	31
Çizelge 4.1.Kıyas 1 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	40
Çizelge 4.2. Kıyas 1 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	41
Çizelge 4.3. Çekçek serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	42
Çizelge 4.4. Çekçek serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	43
Çizelge 4.5 Harran 1 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	44
Çizelge 4.6. Harran 1 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	45
Çizelge 4.7. Kıyas 2 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	46
Çizelge 4.8. Kıyas 2 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	47
Çizelge 4.9. Bellitaş serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	48
Çizelge 4.10 Bellitaş serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	49
Çizelge 4.11.Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	50
Çizelge 4.12 Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	51
Çizelge 4.13.İkizce serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	52
Çizelge 4.14. İkizce serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	53
Çizelge 4.15. Sırrın serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	54
Çizelge 4.16. Sırrın serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	55
Çizelge 4.17. İrice serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	56
Çizelge 4.18. İrice serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	57
Çizelge 4.19. Beğdeş serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	58
Çizelge 4.20. Beğdeş serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	59
Çizelge 4.21. Harran 2 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	60
Çizelge 4.22. Harran 2 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	61
Çizelge 4.23. Gürgelen 2 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	62
Çizelge 4.24. Gürgelen 2 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	63
Çizelge 4.25. Akören serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	64
Çizelge 4.26. Akören serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	65
Çizelge 4.27. Ekinyazı serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	66
Çizelge 4.28. Ekinyazı serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	67
Çizelge 4.29. Akçakale serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	68
Çizelge 4.30. Akçakale serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	69
Çizelge 4.31. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.....	70
Çizelge 4.32. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri.....	71
Çizelge 4.33. Kıyas 1 serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	74
Çizelge 4.34. Çekçek serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	75
Çizelge 4.35. Harran 1 serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	76
Çizelge 4.36. Kıyas 2 serisi profil horizonlarının Fe miktarları.....	77
Çizelge 4.37. Bellitaş serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	78
Çizelge 4.38. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	79
Çizelge 4.39. İkizce serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	80
Çizelge 4.40. Sırrın serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	81
Çizelge 4.41. İrice serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	82
Çizelge 4.42. Beğdeş serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	83
Çizelge 4.43. Harran 2 serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	84
Çizelge 4.44. Gürgelen 2 profili horizonlarının Fe miktarları.....	85
Çizelge 4.45. Akören serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	86
Çizelge 4.46. Ekinyazı serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	87
Çizelge 4.47. Akçakale serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	88
Çizelge 4.48. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının Fe miktarları.....	89
Çizelge 4.49.Çalışma alanı topraklarının renk sonuçları.....	96



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.2.1. a: Bir oksitlerden geotitin iğne şeklindeki kristalleri. b: Hematitin altı köşeli kristalleri.....	10
Şekil 2.2. Demir oksitlerin strüktür modelleri.....	17
Şekil 2.3. Demiroksitlerin renkleri.....	20
Şekil 2.4. Demiroksitlerin x-ray kırınımları.....	22
Şekil 3.1. Harran Ovasının coğrafik konum haritası.....	28
Şekil 3.2. Harran Ovasının toprak örneklerinin alındığı profiller.....	32
Şekil 3.3. Kısas 1 serisine ait profilin görüntüsü.....	33
Şekil 4.1. Kısas 1 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	74
Şekil 4.2. Kısas 1 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	74
Şekil 4.3. Çekçek serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	75
Şekil 4.4. Çekçek serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	75
Şekil 4.5. Harran 1 serisi profil horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	76
Şekil 4.6. Harran 1 serisi profil horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	76
Şekil 4.7. Kısas 2 serisi profil horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	77
Şekil 4.8. Kısas 2 serisi profil horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	77
Şekil 4.9. Bellitaş serisi profil horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	78
Şekil 4.10. Bellitaş serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	78
Şekil 4.11. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	79
Şekil 4.12. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	79
Şekil 4.13. İkizce serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	80
Şekil 4.14. İkizce serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	80
Şekil 4.15. Sırrın serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	81
Şekil 4.16. Sırrın serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	81
Şekil 4.17. İrice serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	82
Şekil 4.18. İrice serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	82
Şekil 4.19. Beğdeş serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	83
Şekil 4.20. Beğdeş serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	83
Şekil 4.21. Harran 2 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	84
Şekil 4.22. Harran 2 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	84
Şekil 4.23. Gürgelen 2 profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	85
Şekil 4.24. Gürgelen 2 profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	85
Şekil 4.25. Akören serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeler.....	86
Şekil 4.26. Akören serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	86
Şekil 4.27. Ekinyazı serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	87
Şekil 4.28. Ekinyazı serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	87
Şekil 4.29. Akçakale serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	88
Şekil 4.30. Akçakale serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	88
Şekil 4.31. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri.....	89
Şekil 4.32. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri.....	89

## SİMGELER DİZİNİ

dS m <sup>-1</sup>	Desisimens /Metre
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonu
EC	Elektriksel İletkenlik
DK	Değişebilir Katyonlar
g kg <sup>-1</sup>	Gram/Kilogram
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri

### Kısaltmalar

Fe	Demir
Fe <sub>T</sub>	Total Demir
Fe <sub>D</sub>	Demir Dithionit (demiroksitler)
Fe <sub>DTPA</sub>	DTPA ile ekstrakte edilebilir Demir (Yarayıslı Demir )
Fe <sub>O</sub>	Demir Oksalat (Zayıf Kristalli Demiroksitler )
Fe <sub>P</sub>	Demir Prifosfat (Organik Demir )
OM	Organik madde
P	Profil

## 1. GİRİŞ

Demir, nükleer fizyon sonucu oluşan en kararlı element olduğu için, evrende ve tabii ki yer kürede bol bulunur. Yer kürenin tümü düşünüldüğünde en çok; sadece yer kabuğu düşünüldüğünde ise en çok bulunan dördüncü elementtir. Yer kabuğunun ortalama %5.09'unun demir ve ortalama  $Fe^{+3}/Fe^{+2}$  oranının 0.53 olduğu bilinmektedir. Demir oranı çeşitli kaya türleri arasında da değişiklik gösterir. Bazaltik ve aşırı volkanik kayalarda bu oran, kütlelerin %9'una kadar çıkarken, bazı granit türlerinde %1.4'e kadar düşebilmektedir. Çok düşük pH değerinde çok yüksek oranda Fe bulunabilir. Çünkü pH düştükçe  $Fe^{+3}$ 'ün çözünürlüğü artmaktadır (Anonim, 2005).

Biyotitlerin, piroksenlerin, amfibollerin, olivinlerin ve Fe içeren silikatların ayrışması sırasında serbest hale geçen Fe, Al'un aksine pek az miktarda kil minerallerinin yapısına girer ve çoğunlukla ayrışma ortamında veya  $Fe^{+3}$  oksit bileşiği şeklinde ayrılırlar. Bu nedenle oksit şeklindeki demirin total Fe'e oranı toprakların ayrışma derecesi hakkında bilgi verir.  $Fe^{+3}$  oksitler topraklarda homojen bir şekilde dağılma gösterip kuvvetli bir renk maddesi görevi yaptıkları gibi, agregatları kaplar durumda lekeler, konkresyonlar ve horizonlar halinde de bulunabilirler. En önemli demiroksitler ferrihidrit ( $Fe_3HO_84H_2O$ ), hematit ( $\alpha-Fe_2O_3$ ), geotit ( $\alpha-FeOOH$ ) ve maghemit ( $\gamma-Fe_2O_3$ )'tir. Ayrıca kil minerallerinin oktahedral tabakalarından ayrışma esnasında dışarıya atılan demir de asıl mineralin çevresinde demir oksitler oluşturabilmektedir (Özbek ve ark., 1993).

Topraklarda demirli minerallerin bulunması ve demirli minerallerin çeşidi organik bileşiklere bağlıdır. Ortamda organik bileşikler var ise bunlar demir ile kompleks oluşturarak demirin çökmesini engellerler. Ayrıca organik asitlerin de demiri indirgeme özellikleri vardır (Schwertmann ve Taylor, 1972).

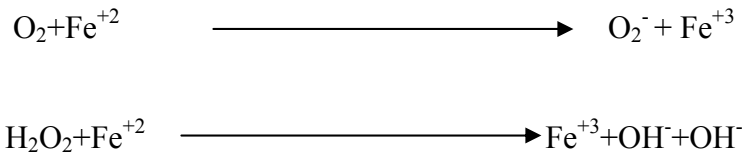
Bu çalışmanın amacı; Harran Ovası topraklarının demir fraksiyonlarını belirleyip, toprakların demir içeriklerini saptayarak demir ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Demirin Elementel Özellikleri

Demirin atom numarası: 26, Atom ağırlığı: 55.847, değeriği +2, +3, +6'dır. Atom ve iyon yarıçapı  $Fe^0$  için 1.17 Å,  $Fe^{++}$  için 0.74 Å,  $Fe^{+3}$  için 0.64 Å'dır. Demirde 6 tane 3d , 2 tane 4s elektron olmak üzere toplam 8 elektron bulunmaktadır. Demirin çok rastlanan iki yükseltgenme basamağı +2 ve +3 dür (Ferrum ve Ferri). Çok kuvvetli yükseltgenler yanında Baryum Ferrat ( $BaFeO$ ) gibi demirin yükseltgenme basamağı +6 olan bazı bileşiklerini elde etmek mümkünse de bunların sayısı çok azdır.  $Fe^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$  iyonları sık istiflenmiş oksit yapısında kenar ortalarında bulunur. +2 yükseltgenme basamağında  $Fe^{+2}$  (Ferrum iyonu) halinde bulunur. Bu iyon çok renksiz denecek kadar soluk yeşil renklidir. İyonisatlı çözeltiler hariç hava oksijeni ile kolaylıkla +3'e yükseltgenebilir. +2 ve +3 yüklü demir iyonu kompleks iyon vermeye çok yatkındır. Örneğin  $Fe^{+3}$  iyonları sülfosiyanürle  $10^{-5}$  M konsantrasyonu bile fark edilen koyu kırmızı  $FeSCN^{+2}$  kompleksini verir (Anonim, 2000).

Demir tanımlanmış değişebilir bir geçiş elementidir. Oksitlenebilir ve oktahedral bileşikler oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Aerobik sistemlerde çok sayıda zayıf molekül yüklü Fe ve serbest Fe içeren çok etkili oksijen ve hidroksil bileşikleri meydana gelir (Halliwell ve Gutteridge, 1986). Örneğin;



(Fenton Reaksiyonu)

## 2.2. Toprakta Demir ve Demir Kaynakları

Demir, yer kabuğunda O, Si ve Al'dan sonra yaklaşık %5'lik oranıyla en bol bulunan 4. elementtir. Yüzlerce filizin esas maddesi olduğundan her yerde rastlanır. Metal olarak bazı demir filizlerin karbonla ısıtılmasıyla kolaylıkla elde edilir. Özellikle saf olmayan demir istenen birçok özelliklere sahiptir. Arkeolojik kronolojide adı olan Fe, uygarlıkların vazgeçilmez bir elementi olarak her zaman önemini korumuştur (Anonim, 2005).

En önemli filizleri hematit ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), limonit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) ve siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) olup genellikle kompleks Fe, silikatlarla karışmış halde bulunur. Demir piridi ( $\text{FeS}_2$ ) gibi Fe sülfür bileşikleri de oldukça boldur. Fakat Fe metalinin üretiminde kullanılmazlar (Anonim, 2000).

Çizelge 2. 1. Dünya yüzeyindeki belirli birimlerin Fe içeriği (Anonim, 2007)

Yer	Toplam Kütle (ton)	Fe Konsantrasyonu	Fe içeriği (ton)
Yer Kabuğu	$2.85 \cdot 10^{19}$	%5.1	$1.5 \cdot 10^{18}$
Topraklar	$2.0 \cdot 10^{14}$	%3.2	$6.4 \cdot 10^{12}$
Sular			
Okyanuslar	$1.32 \cdot 10^{18}$	3.4 ppb	$4.5 \cdot 10^9$
Nehirler	$1.2 \cdot 10^{12}$	670 ppb	$8.0 \cdot 10^5$
Toprak Suyu	$6.7 \cdot 10^{13}$	5 ppm	$3.3 \cdot 10^8$
Yeraltı Suyu	$8.35 \cdot 10^{15}$	680ppb	$5.7 \cdot 10^9$

Toprakta diğer elementlere göre demir daha fazla bulunur. Topraklarda toplam Fe miktarı genelde yüksek olmasına karşın bitkiye yararlı Fe miktarı azdır. Bu nedenle bitkilerde demir noksanlığı daha sık ve yaygın şekilde görülür. (Anonim, 2005).

Toplam demir miktarı ana materyalin özelliğine bağlı olarak topraklarda % 0.02 ile %10 arasında değişir ve ortalama miktar %3.8 kadardır (Kacar, 1998).

Toprak çözeltisindeki demir miktarı ise genellikle  $10^{-20}$  ile  $10^{-6}$  mg L<sup>-1</sup> arasında değişir (Römheld ve Marschner, 1986). Demir topraklarda oksit, hidroksit ve silikat mineralleri şeklinde bulunduğu gibi, amorf oksitler şeklinde ve adsorbe edilmiş yada organik madde ile kompleks oluşturmuş veya toprak çözeltisinde çözülmüş şekillerde de bulunur.

Pirit (FeS), Siderit (FeCO<sub>3</sub>), Hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Geotit (FeOOH), Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) ve Limonit FeO(OH)<sub>n</sub>H<sub>2</sub>O+Fe<sub>2</sub>O<sub>3.n</sub> H<sub>2</sub>O başlıca demir mineralleridir. Hematit toprağa kırmızı renk verirken geotit toprağın sarı renk olmasını sağlar (Marschner, 1986).

Demir içeren primer mineraller olivin, ojit, hornblend, biotit gibi demirli silikat mineralleridir. Bu mineraller magmatik kayalardaki Fe içeren belli başlı minerallerdir. Asitli topraklarda demir fosfatlar önemli bir demir bileşiği grubunu oluştururlar. Demir toprakta primer minerallerden başka, sekonder minerallerin yapılarında örneğin, kil minerallerinin bir bölümünde de bulunmaktadır (Marschner, 1986).

Toprakta çözünebilen demir miktarı, total demire göre oldukça düşüktür. Çözünebilir inorganik demir formları Fe<sup>+3</sup>, Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup>, FeOH<sup>+2</sup> ve Fe<sup>+2</sup> iyonlarıdır. İyi havalandırılan topraklarda Fe<sup>+2</sup> iyonları miktarı düşüktür. Demirin çözünürlüğü büyük oranda Fe<sup>+3</sup> hidroksitin çözünürlüğüne bağlıdır. Fe<sup>+3</sup> hidroksitin çözünmesi Fe<sup>+3</sup> iyonları miktarının artmasını sağlar (Marschner, 1986).

### 2.3. Demir Alımını Etkileyen Etmenler

Yapılan araştırmalar bitkilerin demir alımına;

- 1-Bitkisel etmenler (Bitki türü, çeşidi, kök sistemi yapısı, standart Fe içeriği).
- 2-Çevresel etmenler (Yağış, buharlaşma vb )
- 3-Toprak etmenleri (Sıcaklık, pH, besin maddesi kapsamı vb.) olmak üzere 3 ana faktörün etkide bulunduğunu göstermektedir (Kacar 1998).

Toprak sıcaklığının düşük ya da yüksek olması ve toprak neminin gereğinden az bulunması tarla koşullarında bitkilerin demir alımını olumsuz şekilde etkilemekte ve bitkilerde demir noksanlığı belirtileri görülmektedir (Römheld, 1985).

Bitkilerde aktif absorpsiyon ile gerçekleşen demir alımında ve köklerden tepe organlarına demirin taşınmasında gerekli olan metabolik aktivite üzerine sıcaklık önemli etki yapar (Kacar 1998).

Orta Avrupa'da soğuk ve yağışlı geçen gelişme mevsiminde yeteri kadar demir alamayan asma bitkisinde kloroz belirtileri daha sık ve yaygın şekilde görülmektedir. Bu durum düşük toprak sıcaklığında kök bünyesindeki gerilemeye ve kök aktivitesindeki azalmaya dayanılarak açıklanmıştır (Römheld, 1985). Su miktarı yüksek olan topraklarda CO<sub>2</sub> birikimi, sıcaklığın demir alımı üzerindeki olumsuz etkisini arttırmaktadır.

Değişik araştırma bulgularına göre toprak sıcaklığının bitkilerde demir alımını azaltması ve bunun bir sonucu olarak demir noksanlığını belirtilerinin ortaya çıkması şu şekilde açıklanmaktadır:

a- Düşük toprak sıcaklığı, kök büyümesini olumsuz şekilde etkileme yanında köklerde metabolik aktiviteyi ve buğdaygil olmayan bitkileri demir stresine dayanıklılıklarını azaltır (Marschner ve ark., 1986).

b- Düşük toprak sıcaklığı, buğdaygil bitkileri tarafından fitosideforların daha az salgılanmasına dolayısıyla demirin daha az mobil şekle dönüştürülerek demir alımının azalmasına neden olur (Marschner ve ark., 1986).

c- Yüksek toprak sıcaklığı, fitosiderafarların mikrobiyolojik parçalanmalarına dolayısıyla buğdaygil bitkilerinde Fe alımının azalmasına yol açar.



d- Düşük toprak sıcaklığı, toprak çözeltisinde  $\text{HCO}_3$  konsantrasyonunun ve  $\text{CO}_2$  çözünürlüğünün artmasına dolayısıyla demir alımının azalmasına neden olur (İnskepp ve Bloom, 1986).

e- Yüksek toprak sıcaklığı, mikrobiyal aktivitenin artmasına dolayısıyla daha fazla  $\text{CO}_2$  ve  $\text{HCO}_3$  oluşmasına neden olarak bitkilerde Fe alımının azalmasına yol açar (İnskepp ve Bloom, 1986).

f- Yüksek toprak sıcaklığı, bitkilerde P alımını arttırmak suretiyle Fe alımının azalmasına neden olur.

g- Yüksek toprak ve atmosfer sıcaklığı, bitkilerde büyüme oranının göreceli olarak daha fazla artmasına dolayısıyla alınan Fe miktarının gereksiniminin altında kalmasına neden olur (İnskepp ve Bloom, 1986).

Bitki kökleri tarafından demir absorpsiyonu, aktif kök uçları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kuru yüzey topraklarda kök ucu gelişmesinin sınırlanması nedeniyle toprakta yeteri kadar Fe bulunsa bile sıcak ve kurak koşullarda bitkilerin yeteri kadar demir alamadıkları saptanmıştır (Clarkson ve Sanderson, 1978).

Kireçli alkalın topraklarda yeterli düzeyde demir alamadıkları için bitkilerde demir noksanlığı belirtileri genelde daha sık ve yaygın görülür. Kireçli topraklarda demirin yarayışlılığı  $\text{HCO}_3$  konsantrasyonuna bağlı olarak azalır (Bloom ve Inskeep, 1988). Demirin yarayışlılığı üzerine toprak pH'sının ve toprağın redoks potansiyelinin etkisi daha belirgindir. Toprağın pH'sını asit yöne doğru değiştiren uygulamalar bitkilerde demir alımının artmasına neden olmaktadır (Kalbasi ve ark., 1988).

İyi havalandırılan topraklarda bitkilerin yeteri kadar demir alamamalarının temel nedeni  $\text{Fe}^{+3}$  oksitlerin çözünür olmamalarıdır. Topraklarda redoks potansiyeli arttıkça ya da toprak pH'sı yükseldikçe demirin yarayışlılığı azalır (Gotoh ve Patrick, 1974).

#### 2.4. Demir Mineralleri

Yerküre kabuğunda Fe içeren esas mineraller, mafik silikatlar, Fe sülfidler, karbonatlar ve bazı kil mineralleridir. Bunlardan ilk üçünde yüksek  $Fe^{+2}/Fe^{+3}$  oranına rastlanır.  $Fe^{+2}$  içeren bazı silikatların çevrenin etkisiyle daha fazla yıprandığı bilinmektedir. Çünkü  $Fe^{+2}$ ,  $O_2$  nin varlığında, sonucunda su çıkan bir tepkimeye girer. Ayrıca yıpranmaya, kimyasal etkilerin, tabakalı yapının ve yer değiştirmenin de etkisi olur (Anonim, 2003).

Yıpranma sırasında, alkali metaller, alkali toprak metaller ve silisyum büyük ölçüde kaybolur ve demir ile alüminyum baskın katyon olarak bırakır. Mg ve Si' un çözünmesi önemli bir hacim kaybına yol açar ve delikli yapı oluşur (Anonim, 2007).

Yıpranma koşulları altında çeşitli killer birbirine dönüşebilir. Örneğin olivin, bu koşullar altında bovingite dönüşür. Çevre, oksitleyicisiyle bovingitte, geotit kristallerine dönüşür. Zincir yapıli silikatlar çoğunlukla smektite dönüşür. Eğer silikat, demir açısından zenginse nontrinite dönüşür (Anonim, 2007).

Demir oksitler, topraktaki metal oksitler arasında en çok bulunanıdır. Her türlü iklim koşulunda değişik yoğunluklarda bulunurlar. Bir kere oluştuktan sonra toprak koşullarındaki değişikliklere bağıli olarak, mineral yapıları, içerikleri ve dağılımları sürekli değişebilir. Mikroskopik ölçekteki demir oksit parçacıklarının kimyasal yapısı ve geniş yüzey alanı, bu parçacıkları etkili birer emici madde yapar. Bu sayede, silikat, fosfat, molibdat gibi inorganik anyonları, sitrat, fulvik ve humik asit gibi organik anyonları ve bitki gelişiminde gerekli olan Al, Cu, Pb, V, Zn, Co, Cr ve Ni gibi katyonları yapılarına alabilirler (Anonim, 2003).

Bütün  $Fe^{+3}$  oksitler kırmızı, sarı ve kahverengi arasında değişen çarpıcı renklere sahiptir. Bu renk değişikliğı elektron kabuğundaki seçici geçirgenlikten olur. Düşük yoğunlukta olsalar bile, demiroksitlerin güçlü pigment özellikleri vardır ve pek çok toprağın rengini belirlerler. Hatta demiroksitler en önemli inorganik boya maddeleri arasındadır. Demiroksit mineralleri renk açısından, örnekten örneğe

farklılık gösterse de, genelde o örneğin tanımlanabilmesi için yeterli bilgi verirler. Bunun için bazı temel bilgileri bilmek gerekir. Örneğin, hematit/geotit oranı düşük olsa bile hematitin verdiği kırmızı renk, geotitin verdiği kırmızı rengi bastırabilir. Kilin kristalli yapısı azalırsa renkte koyulaşma olur. Ayrıca kristal yapıların büyüklükleri de rengi önemli ölçüde değiştirebilir. Kilin yapısındaki diğer elementlerin de renge önemli katkısı olur. Alüminyum (Al) rengi açarken; mangan (Mn) rengi önemli ölçüde koyulaştırır (Anonim, 2005).

Demir oksitlerin oluşumu çok sayıda kimyasal reaksiyon sonucu olur.  $Fe^{+3}$  oksitlerin oluşmasındaki ilk reaksiyon,  $Fe^{+2}$  içeren birincil minerallerin oksitlenmesidir.

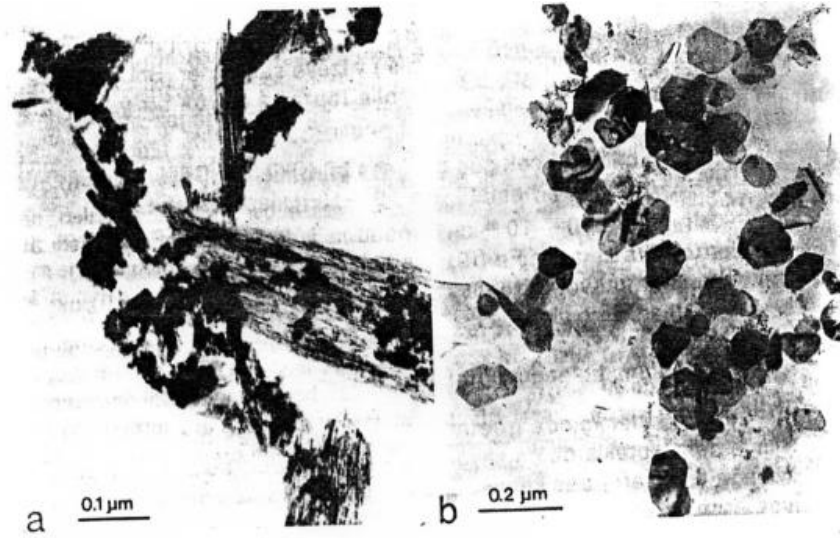


Toprak koşullarında bu reaksiyon tek yönlüdür.  $Fe^{+2}$  silikatlarının oksitlenmeleri, yıpranma derecelerine bağlıdır. Sıcaklık, su aktivitesi, pH gibi koşullar yukarıdaki denklemde ve sonrasında etkili olur. Daha önce belirtildiği gibi bir demiroksit bir kere oluştuktan sonra başka bir forma dönüşebilir. Bu durum çevre şartlarının değiştiği ya da ilk oluşan mineralin kararlı bir yapıya sahip olmadığı durumlarda görülür (Anonim, 2005).

## 2.5. Demiroksitler

### 2.5.1. Şekilleri ve özellikleri

Topraklarda sık görülen  $Fe^{+3}$ 'ün iki şekli sarı kahverenkli (7,5-10YR) ve iğne şeklinde olan geotit ( $\alpha$ -FeOOH) ve kan kırmızısı (2,5YR-5R), 6 köşeli levhacıklar şeklinde kristalize olan hematittir ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. a: Bir oksidoldan geotitin iğne şeklindeki kristalleri. b: Hematitin altı köşeli kristalleri (Foto. H. Chr .Bartscherer , 2003).

Daha az rastlanan, ama ender olmayanlar ise, portakal sarısı renkte (5-7,5YR) ve levhacıklar görünümünde olan lepidokrosit,  $\gamma$ -FeOOH ve kırmızı kahve renkli maghemittir,  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'in ferrimanyetik şekli). Ayrıca topraklarda kötü kristalize olmuş, su içeren ferrihidrit bulunur (daha önceleri amorf Fe<sup>+3</sup> hidroksit denirdi) ve 5 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> . 9 H<sub>2</sub>O bileşimindedir. FeOOH'in ender olarak bulunan iki şekli daha vardır: Kötü kristalize olan , ferroxyhit  $\delta$ -FeOOH ve yüksek Cl konsantrasyonunda oluşan akaganeit (  $\beta$ -FeOOH ), (Özbek ve ark., 1993).

Redükte edici çok asit olmayan koşullarda mavi yeşil renkte Fe<sup>+2,+3</sup> hidroksitleri oluşur. Buna yeşil pas denir ve gleylerin Gr horizonunun rengini verdiği tahmin edilmekle beraber bugüne kadar teşhis edilememiştir (Özbek ve ark., 1993).

Bütün Fe<sup>+3</sup> oksitlerin temel yapıtaşı, 6 veya 3 oksijen ve 3 OH iyonu ile çevrilmiş ve merkezinde Fe<sup>+3</sup> bulunan bir oktaederdir (maghemit hariç, çünkü bunda tetraedrik Fe de bulunur). Mineraller ortamda birbirleri ile bağlanma şekli bakımından farklılık gösterirler. Hematit, birbiri ile oktaeder yüzeyleri ile (yani üçer oksijen iyonu) birleşmiş oktaeder tabakalarından oluşmuştur. Geotitte oktaederler kenarlardan (yani 2 ortak O iyonu ile) birleşerek çift zincir oluşturmuşlar ve bunlarda oktaeder köşelerinden (yani ortak 1 oksijen iyonu) ve H köprüleri ile birleşmişlerdir. Lepidokrositte çift zincirler oktaeder kenarlarından zikzak şeklinde tabakalar

oluştururlar; bunlar H köprüleri ile birbirine tutunmuşlardır (Schachtschabel ve ark., 1982).

Toprakların geotit ve hematiti içinde Fe iyonlarının bir kısmının yerine Al iyonları geçmiştir (geotitte 1/3, hematitte ise 1/6 kadar Fe<sup>+3</sup>'in yerine). Al iyonları Fe<sup>+3</sup> iyonlarından küçük olduğundan, Al substitue edilmiş Fe<sup>+3</sup> oksitlerin elementer hücresi, saf olandan biraz küçüktür (Özbek ve ark., 1993).

Topraklardaki Fe oksitlerinin çok küçük kristaller oluşturmaları karakteristiktir; bunun nedeni yüksek kristalizasyon enerjisine sahip olmaları ve toprak çözeltisinde kristalizasyonu engelleyici maddelerin bulunmasıdır (geotit ve hematitin kristalleri 10-100 nm, ferrihidritin 2-5 nm). Bu nedenle çok büyük bir özgül yüzeye sahiptirler ve az miktarda bulunmaları durumunda bile toprağa büyük bir yüzey alanı kazandırır (Özbek ve ark., 1993).

Fe<sup>+3</sup> çok güç çözülen bileşiktir. Çözünürlük ürünleri (Fe)(OH)<sub>3</sub>, geotit ve hematit için 10<sup>-42</sup>-10<sup>-44</sup>, lepidokrosit için 10<sup>-40</sup> ve ferrihidrit için de 10<sup>-37</sup>-10<sup>-39</sup> civarındadır. Buna karşılık, redükte edici koşullar ortaya çıkarsa Fe<sup>+3</sup> oksitler çabuk çözünür. Fe<sup>+2</sup> denge konsantrasyonu, redoks potansiyeli düştükçe ve Fe<sup>+3</sup> oksidin çözünürlüğü arttıkça yükselir (Schachtschabel ve ark., 1982).

### 2.5.2. Oluşum, bulunma durumu ve miktarı

Fe oksitler içinde geotit, stabilitesi yüksek olduğu için bütün iklimlerdeki topraklarda en yaygın olanıdır. Hematitin bulunmadığı yerlerde toprağa tipik sarı-pas kahverengini verir. Toprakta geotit, eğer Fe<sup>+3</sup> iyonları herhangi bir demir içerikli bileşikten (Fe<sup>+2</sup> bileşiklerde demirin okside olmasından sonra) düşük konsantrasyonlarda sağlanır ve su karşısında yavaş yavaş hidrolize olurlarsa meydana gelir. Saf Fe<sup>+3</sup> sadece kuvvetli asit ortamda çok yavaş hidrolize olduğundan hafif asit ortamda geotit oluşması, ancak Fe iyonları ya yavaş yavaş, örneğin ayrışma ile, sağlanırlarsa veya Fe<sup>+3</sup> iyonlarının konsantrasyonu kompleks oluşturucular sayesinde düşük tutulursa gerçekleşir. Kısmen hidrolize olmuş Fe iyonlarından,

özellikle Fe (OH)<sub>2</sub> iyonlarından, önce geotit çekirdeği oluşur ve bundan sonra Fe kaynağından gelen Fe<sup>+3</sup> iyonları ile beslenir. Fakat Fe<sup>+2</sup> bileşiklerinin (örneğin siderit) doğrudan oksidasyonu ile de geotit oluşabilir; özellikle de karbonasyon olayının cereyan ettiği yerde lepidokrosite karşı (Schachtschabel ve ark., 1982).

Fe<sup>+3</sup> iyonlarının hidrolize hızı gerçekleşirse, örneğin yüksek pH'da ve Fe<sup>+2</sup> içeren çözeltilerin çabuk oksidasyonunda olduğu gibi, Fe<sup>+3</sup> iyonlarının sağlanma oranı o kadar yükselir ki, artık iyi dizilim gösteren kristaller oluşmaz. Bu durumda geotite oranla çok daha yüksek olan ferrihidritin çözünürlük ürünü aşılmış olur ve çöker. Örneğin, eğer Fe<sup>+2</sup> içeren kaynak suyu, sızan su veya taban suyu hava ile aniden karşı karşıya gelirse, büyük miktarda kahverengi kırmızı çamur halinde çöker. Çözeltinin fosfat, silikat ve organik kısımları ferrihidrit tarafından absorbe edilirler ve bunlar, stabilleşmelerini, daha doğrusu kristalize oksitlere dönüşmesini önlerler; özellikle ılıman iklim bölgelerinde geotite dönüşmesi gibi. Ferrihidrit topraklarda da görülür ve nitekim gleylerin demir oksit birikimlerinde (konkresyonlar, taban taşı) ve podsollerin B horizonunda görüldüğü gibi. Buna göre genel olarak ferrihidrit genç bir Fe oksittir; yaşlı, çok gelişmiş topraklarda çoğunlukla bulunmaz (Schachtschabel ve ark., 1982).

Ferrihidrit, çözelti üzerinden geotite dönüştüğü gibi hematite de dönüşebilir. Ancak hematit kristalleri, çözelti üzerinden değil, drenaj ve ferrihidrit agregatları içerisinde dizilimin iyileşmesi sonunda oluşurlar. Bu nedenle hematit oluşumu, toprak sıcaklığı arttıkça ve su aktivitesi azaldıkça geotite karşılık artar ve özellikle sıcak iklim topraklarında görülür. Bunlara kırmızı rengi verir; bu renk konsantrasyona göre 5YR ile 5R arasında değişir (Özbek ve ark., 1993).

Geotitin ve hematitin stabilitesi yüksek olduğundan bunlar toprakta doğrudan dehidroksilizasyon ya da rehidrolizasyon ile birbirlerine dönüşmezler. Yani hematit geotitin su kaybı ile oluşmaz, ferrihidritten oluşur. Bununla beraber yeryüzünün bir çok bölgesinde, kırmızı, hematit içeren, yaşlı toprakların nemli serin bir iklimde yukarıdan aşağıya sarı-kahve rengi topraklara dönüştüğünü görüyoruz. Bu sırada

redüksiyon yoluyla veya organik maddelerin katılması ile kompleks oluşturarak hematit çözümlü veya çözümlü Fe'den yeniden geotit oluşur.

Lepidokrosit öncelikle Fe<sup>+2</sup> bileşiklerinin hızlı olmayan oksidasyonu sırasında karbonat iyonları konsantrasyonu az olduğu zaman oluşur. Lepidokrosit geotite karşılık metastabildir. Bununla beraber geotite dönüşmesi çok yavaş olur; böylece uzun zaman durumunu korur. Öncelikle killi karbonatsız ıslak topraklarda görülür (Schachtschabel ve ark., 1982).

Topraklardaki maghemit, ya kayaçlardan gelen magnetitin oksidasyonu (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-----> Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) veya diğer Fe<sup>+3</sup> oksitlerine, organik maddenin varlığı halinde yüksek sıcaklığın etkisiyle oluşur. Öncelikle tropik ve subtropik bölgelerin topraklarında konkresyonlar halinde veya ince dağılmış şekilde oldukça yaygındır. Fe oksitler, değişik şekillerde pedojenezin koşullarını yansıtırlar. Bu, özellikle topraklarda geotit-hematit oranı için geçerlidir. Nitekim serin ve ılıman iklim bölgeleri topraklarında çoğunlukla hematit bulunmaz, buna karşılık tropik ve subtropik topraklar geotit yanında hematit de içerirler. Böylece bölgelerin toprak hidrosequensleri, ne kadar ıslak iseler o kadar az hematit içerirler; bunlar aynı zamanda toposequens (topğrafyaya bağlı sekans) ise, yüksekte ve kuru olan topraklar kırmızı, daha altta ve ıslak olanlar ise sarı olur. Bir profil içinde bile kırmızı bir alt toprak üstünde sarı üst toprak görülebilir; bu durum humus olan üst toprakta ferrihidrit ve hematit oluştuğunun bir göstergesidir. Lepidokrosit ılıman bölge topraklarında çoğunlukla redoksomorföz, CaCO<sub>3</sub>'süz bir ortam gösterir (Özbek ve ark., 1993).

Al tarafından Fe'in subsitusyon derecesi pedojenezin ortamı ile ilgilidir. Asit, ileri derecede olgunlaşmış topraklarda (örneğin Oxisol'ler) geotitin Al subsitusyonu çoğunlukla yüksektir (1/3'e kadar), buna karşılık nötr veya redoksomorföz topraklarda ise oldukça düşüktür (<1/6). Nihayet kristalinite de pedojen ortamı yansıtır. Serin nemli iklimlerin humus toprakları, kötü kristalleşmiş ve ferrihidritle bir arada bulunan geotit içerirler; buna karşılık tropik bölgelerin humussuz, ileri

derecede delisifikasyona uğramış, oksitlerce zengin topraklar iyi kristalleşmiş geotit içerir.

İçersinde Fe oksitlerin homojen şekilde dağılmış olduğu topraklarda demir oksitlerin miktarı %0.2 ile %20 arasındadır; özellikle tekstür ( $S < C = Ku < K$ ), ana materyal ve pedojenezin aşaması ile yakından ilgilidir. Pas lekeleri, konkresyonlar ve horizonlar gibi birikme bölgelerinde %80-90'a kadar çıkabilir (Schachtschabel ve ark., 1982).

### 2.5.3. Yaygın demiroksitler

Demirlerin, toplam 15 oksit, hidroksit ve oksihidroksitleri tanımlanmıştır. Bunların 12'si doğal olarak bulunmakta, fakat sadece 8 tanesi toprakta ve diğer çevre yüzeylerinde yaygındır. Bu demir oksitlerin oluşum düzenleri yani yarıçaplarındaki oktahedral ve tetrahedrallerdeki boşluklarda oksijenin yerini  $Fe^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$  doldurmaktadır. Farklı mineral türlerinin kristal yapılarında ise köşe, kenar veya yüzey paylaşılarak yerleştirilmiştir.  $Fe(O, OH)_6$ ,  $FeO_6$  veya  $FeO_4$  gibi (Baron ve ark., 1997).

Çizelge2.2. Demirin oksitleri, hidroksitleri ve oksihidroksitleri (Baron ve ark., 1997)

Oksitler		Hidroksitler		Oksihidroksitler	
Mineral	Formül	Mineral	Formül	Mineral	Formül
Hematit	$\alpha-Fe_2O_3$	Bernalit	$Fe(OH)_3$	Geotit	$\alpha-FeOOH$
Maghemit	$\gamma-Fe_2O_3$	Ferrihidrit	$Fe_3HO_8 \cdot 4H_2O$	Lepidokrosit	$\gamma-FeOOH$
Magnetit	$Fe_3O_4$	Yeşil pas	$Fe(OH)_2$	Akaganit	$\beta-FeOOH \cdot Cl$

Geotit ( $\alpha-FeOOH$ ) Fe oksitler içinde en yaygın olanıdır ve özellikleri tam olarak bilinmektedir. Geotitin strüktüründe  $Fe^{+3}$  iyonlarının yarısı oktahedral; bu yapılarıdaki iki zincirin köşeleri ortak ve bu zincirler arasındaki boşluklar belirlenerek ayrılmıştır. Kristallerde, yapıyı iğne şeklindeki eksen belirlemektedir. Geotit kristalleri toprakta ve sedimentlerde genellikle pütürlü ve düzensiz yüzeye sahiptirler. Geotit kristallerinde ince çatlaklar bulunmakta ve genellikle 10-30 nm genişliğinde fakat düzensiz ve kuralsız kristaller oluşmaktadır. Elektron mikroskop ile kararlı düşey eksen görülebilir. Geotit kristalleri elmasla aynı yapıdaki çarpaz



kesitten oluşmaktadır. Ayrıca atomik analizler kullanılarak ve güçlü mikroskopla incelemek suretiyle de belirlenebilirler (Baron ve ark., 1997).

Lepidokrosit ( $\gamma$ -FeOOH) başka bir polimorfik ve yaygın bulunan bir demiroksihidroksittir. Lepidokrositin strüktürü iki zincirli oktahedral yapısından oluşmakta; H bağları ise ortak kenarlı tabakaları bir arada tutmaktadır. Yapıları geotitinkine benzemekte; ancak farklı olarak esas kristal yapıları zayıf olabilmektedir ( Fitzpatrick, 1988).

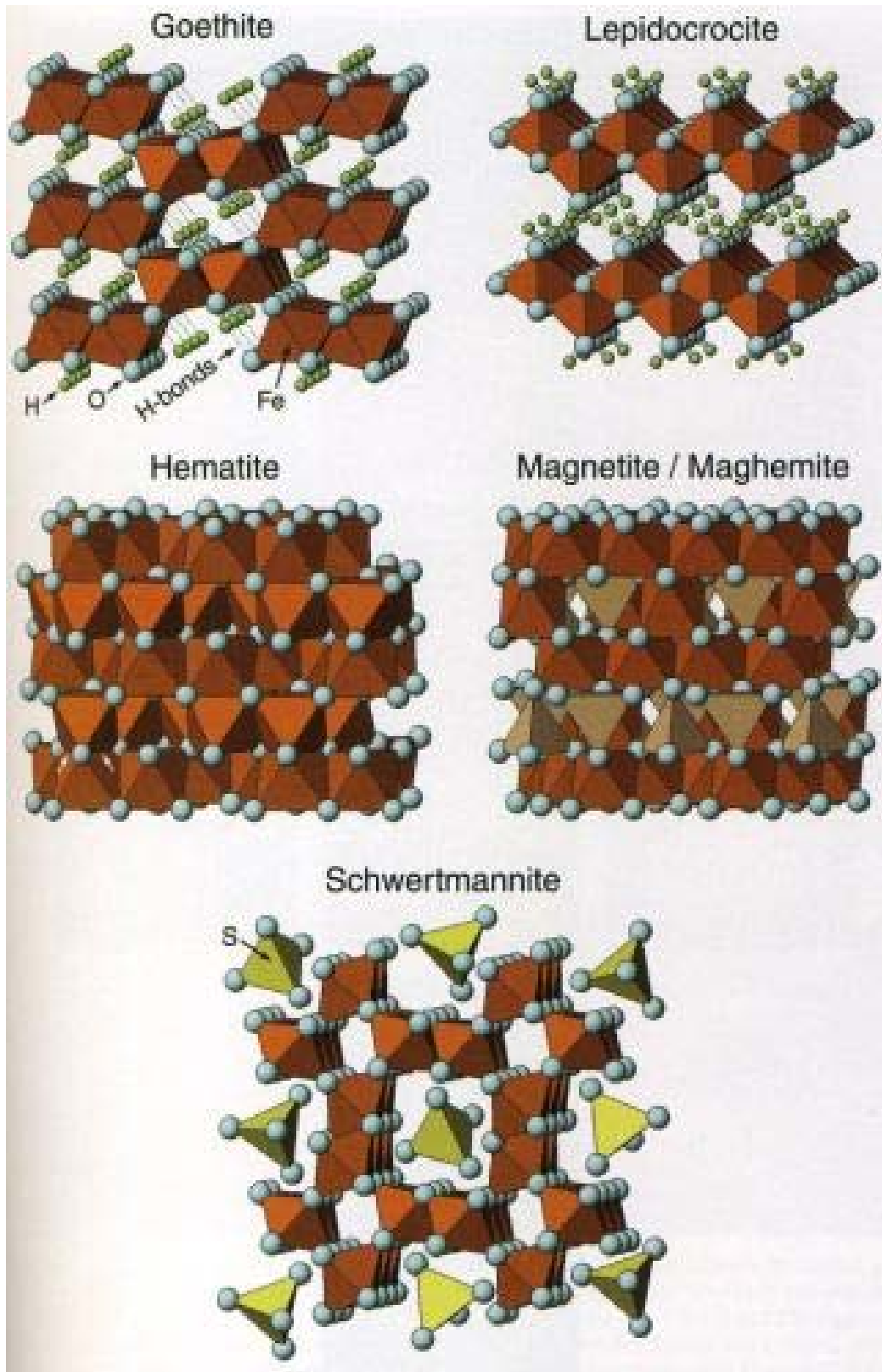
Hematit ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) x-ray difraksiyonu kullanılarak analiz edilen ilk mineraller arasındadır. Oldukça sık görülen bir mineraldir. Kapalı strüktür yapısında, çatı boyunca sıralanan oksijen atomları ile üç oktahedral tabakanın ikisinde Fe iyonları bulunmaktadır. Diğer FeO<sub>6</sub> oktahedral tabakaların kenarları ile üç komşu oktahedral ve bitişik düzlemdeki oktahedral ile ortak yüzey paylaşmaktadırlar. Hematit kristallerinin yapıları küp, disk, küre ve elips yapılarından oluşmaktadır (Cornell ve Giovanoli, 1993). Hematitin, oluştuğu topraklarda ve sedimentlerde şekilleri belirsizlik göstermektedir (Schwertmann ve Kampf, 1985).

Ilıman iklimlerde en çok geotit-hematit çifti görülür. Geotit en sık rastlanan demir oksittir ve serin topraklarda bulunan tek demir oksittir. Geotit- hematit oranı, sıcaklık, yeraltı suyunun varlığı, organik maddeler, pH ve alüminyum varlığı gibi bazı etmenler belirler. Bu orana en büyük etkiyi iklim koşulları yapar. Aynı iklim bölgesinin farklı yüksekliklerinde veya farklı topografik konumlarında bile bu oran değişiklik gösterebilir. Bu oranı etkileyen diğer etkenleri de düşünürsek çok küçük bölgelerde bile geotit/hematit oranı değişkenlik gösterir. Nemli ve serin topraklar genellikle organik karbon yönünden zengindir. Bu durumda organik maddelerinde geotit ve hematit oluşumunda etkisi olduğu söylenebilir. Bir demir kaynağının geotiti doğrudan oluşturabileceği düşünülürken; hematitin oluşabilmesi için ferrihidritin, bir dehidratasyon ve yeniden düzenlenme sürecinden geçmesi gerekir. Alüminyum, geotitin olduğu gibi hematitin yapısına da girebilir fakat bu miktar geotite göre daha azdır (Anonim, 2005).

Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) diğer demir oksitlerden farklı olarak iki ve üç değerlikli Fe içermektedir. Magnetitin kristal yapısı 8 tetrahedral ve 16 oktahedral yapısından ve 32 oksijen atomundan meydana gelen sivri uçlu gruplardan oluşmaktadır (Murad ve Johnston, 1987). Normal uçlarda, tetrahedrallerde ünite başına 8, iki değerlikli katyonlar ve oktahedrallerde ise 16, üç değerlikli katyonlar bulunmaktadır. Magnetitin diğer ucundaki tetrahedraller ise  $\text{Fe}^{+3}$  ile doludur. Bunların; üçte biri tetrahedral yapısından gelen  $\text{Fe}^{+3}$ , üçte biri oktahedral yapısından gelen  $\text{Fe}^{+3}$  ve üçte biri ise oktahedral yapısından gelen  $\text{Fe}^{+2}$ 'lerden oluşmaktadır.

Maghemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) kristal strüktürü magnetite ; kimyasal yapısı ise hematite benzemektedir. Magnetitin oksitlenmesi sonucu da oluşabilir. Magnetitin tam oksitlenmiş formudur. Özelliklerinin yansması sonucu bileşiğin ismi oluşmuştur (Taylor ve Schwertmann, 1974).

Ferrihidrit ( $\text{Fe}_5\text{HO}_8.4\text{H}_2\text{O}$ ) düzensiz yapıya sahip, küresel parçacıklardan oluşan bir demir hidroksittir. Küresel parçacıkların çapları 2-6 nm 'dir. Küçük tane ve zayıf kristal yapısındadır. Zayıf yapı strüktürün kararlılığını engellemekle birlikte kimyasal bileşimin tam olarak tayin edilememesini sağlamaktadır (Jombor ve Dutrizac, 1998). Strüktür hematiti önermekte fakat bir noktada anlaşmazlık oluşmakta; hacim (Eggleton ve Fitzpatrick, 1998; Drits ve ark., 1993) ve yüzey özellikleri gibi alternatif modeller keşfedilmektedir (Monceau ve Gates, 1997).



Şekil 2.2. Demir oksitlerin strüktür modelleri (Barron ve ark., 1997)

#### 2.5.4. İzomorfik yer değişimleri

Fe oksitlerin kimyasal yapıları basit ve saf yapılı; başlıca Fe, O ve H 'den oluşmaktadır. Doğal ve sentetik modellerde bilinen katyonların yerine yabancı katyonlar geçebilmektedir. Bu süreçte izomorf yerdeğişime benzer fizikosilikatler incelenmektedir. Örneğin Magnetit-uluospinel katı çözeltisinde Ti (IV) bulunduğu sırada, titanmagnetit formunda  $Fe^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$ 'ün miktarı orantılı olarak değişmektedir (Lindsley, 1976). Doğal magnetit Zn, Cu, Mn, Ni, Co, Mg, Cr ve Ti gibi başka katyonlara ev sahibi olabilir (Anand ve Gilkes, 1984).

Demirin derecesinin değiştirilmesinde benzer yüklü, yabancı katyonlara ihtiyaç duyulmakta ve vekil iyonların strüktüründe değerlilik ve eğilim karşılaştırılmaktadır. Jeokimyasal çoğunluğa ilişkin doğal sistemlerde bazı elementler önemli rol oynar. Bunlardan;  $Al^{+3}$  en yaygını, dikkat çeken ve değişim sağlayanıdır. Çünkü doğal ortamda bol bulunmaktadır. Al'un demir için yer değiştirmesinde tipik özelliklerinden; parça boyutu, morfolojisi, hücre birim hacmi, termal stabilitesi, çözünürlüğü ve manyetik karakteri önemlidir (Schulze ve Schwertmann, 1984).

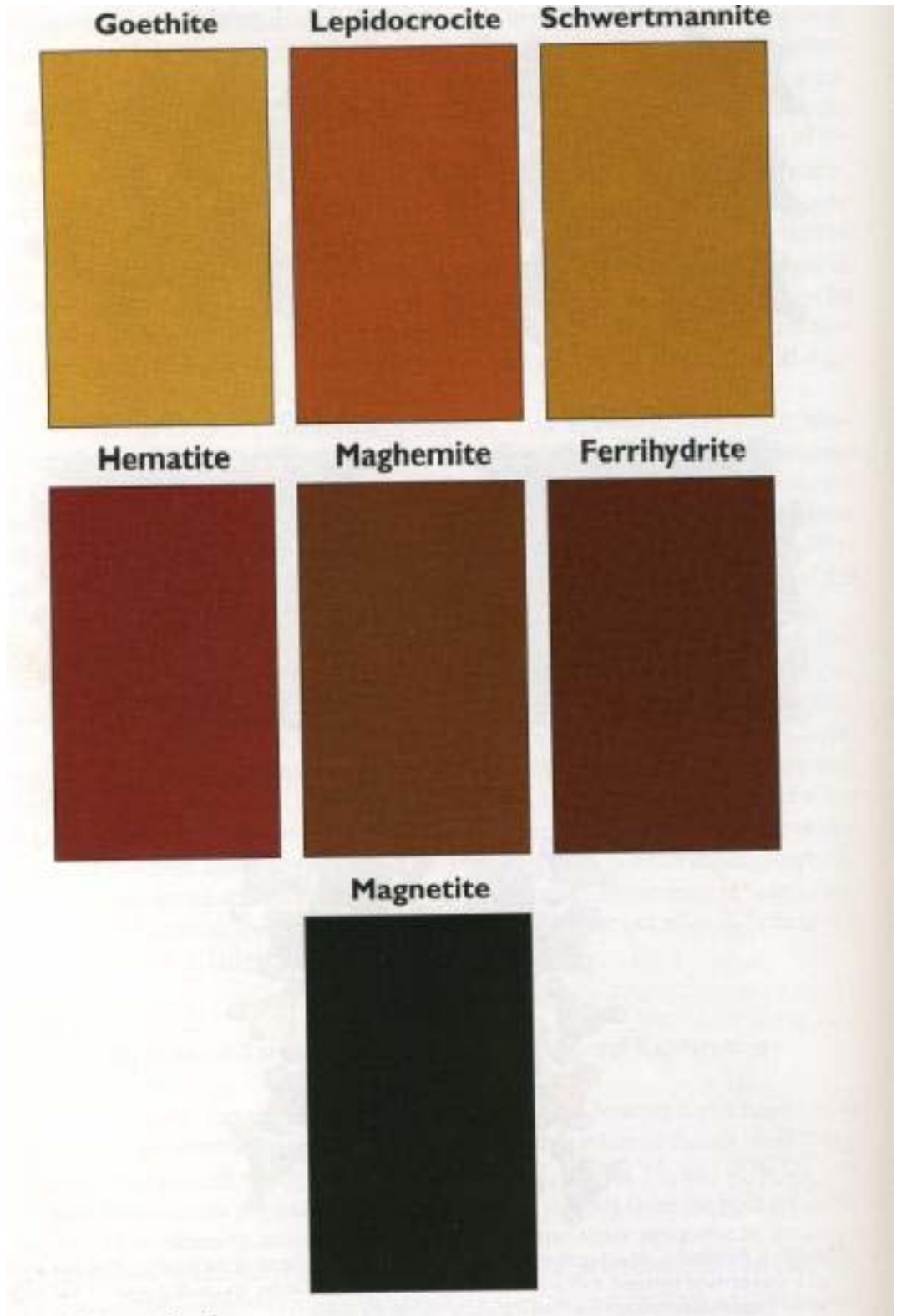
Al'un sınırı Fe oksitlere karşı çok farklıdır. Geotitin doğal ve sentetik analizlerinde Fe'in üçte birinin Al ile değişebildiği defalarca gözlenebilir (Schulze ve Schwertmann, 1984). Buna karşılık hematit ve maghemitteki demir-alüminyum yer değişim miktarı %15-18 mol'dür (Stanjek ve Schwertmann, 1992; Costa ve ark., 1994). Bileşimlerinde %10 mol Al içeren lepidokrositin strüktürü alüminyuma daha toleranslıdır fakat topraklarda nadir olarak bulunmaktadır.

#### 2.5.5. Renk özellikleri

Geotit bazı topraklarda ve sedimentlerde sarımtırak-kahve renkli ve önemli bir endüstriyel pigmenttir. Rengi genellikle 2.5Y – 7,5 YR arasında olmakla birlikte çeşitli şekil ve bileşimi bulunmaktadır.

Hematit diğer önemli ve ticari bir pigmenttir. Rengi kırmızıdan iyice ayrıldığında mor veya metalik gridir. Kaba kristalli hematitteki renk değişim miktarı, bireysel parçacıklardan farklı optik davranışlı kristal kümeler veya Al gibi hazır bulunan yabancı iyonlardan oluşabilir. Koyu fotoğraflarda, iyi havalanmış topraklarda, tropik ve subtropiklerde hematit kırmızı rengi yansıtmaktadır (Schwertmann, 1993).

Kırmızımsı kahve renkli (2.5YR-5YR) maghemitte, endüstride magnetik pigment olarak kullanılmıştır. İyi kristalli olan lepidokrosit turuncu (7.5YR) renklidir (Fitzpatrick ve ark., 1985). Kristal yapısı zayıf minerallerin renkleri oldukça kırmızımsıdır (5YR). Topraklarda ve sedimentlerdeki feerihidrit ise paslı, kırmızımsı-kahverengi (5YR-7.5YR) olarak görülmektedir. Schwermanit ise yansıtma karakteri olan bir mineraldir.

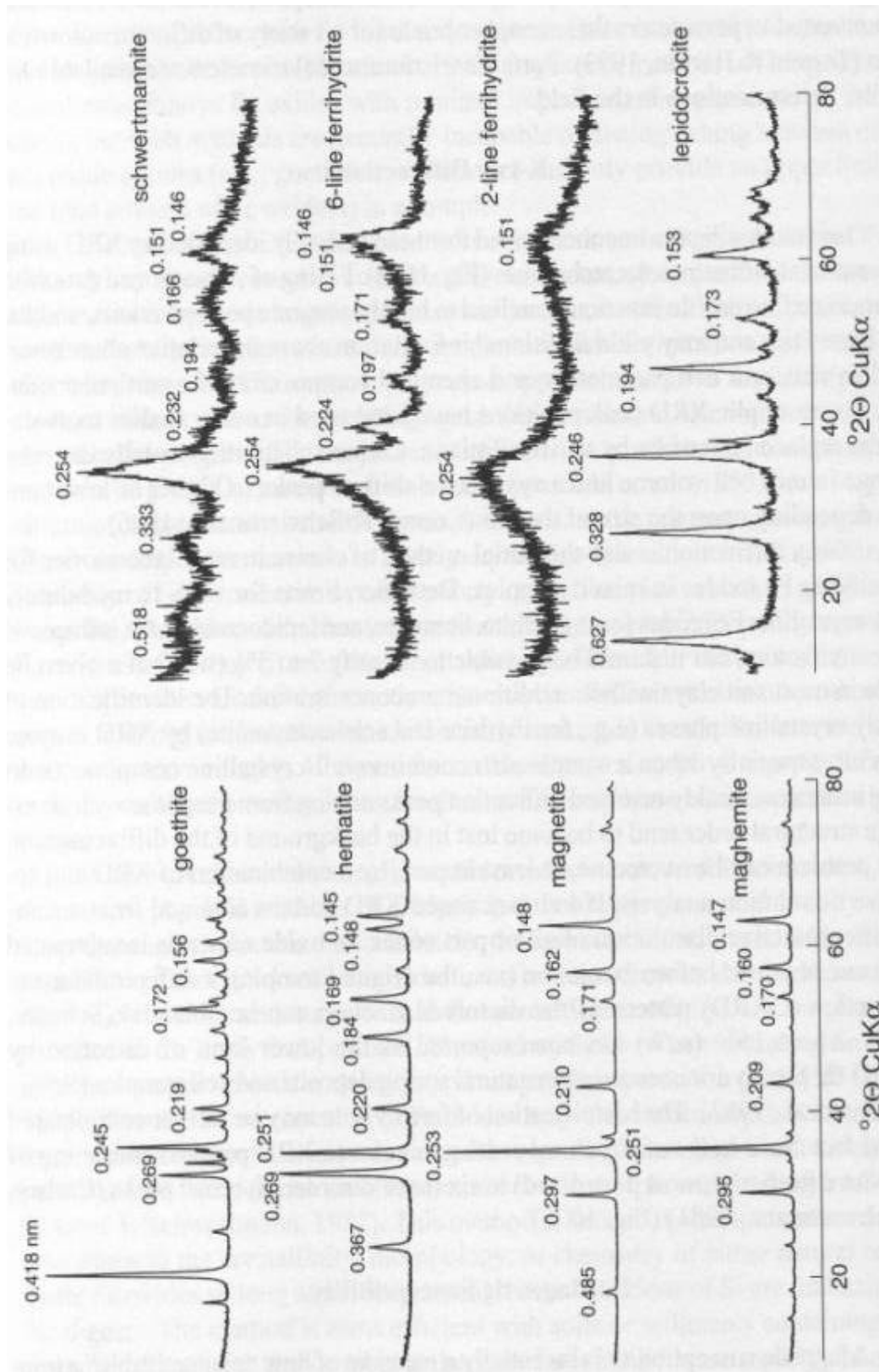


Şekil 2.3. Demiroksitlerin renkleri (Scheionost ve Schwertmann, 1999)

### 2.5.6. X-Ray kırınimleri

Saf veya konsantre demir oksitler konveksiyonal difraktometre tekniği kullanılarak XRD ile kolaylıkla teşhis edilebilirler. Uygun girişim inceleme verileri profil çizgi fonksiyonlarından, uç değerliklerinden, genişlik ve yoğunluktan etkilenirler ve nispi çokluk, tane büyüklüğü, hücre parametreleri ve partiküler minerallerin kimyasal özellikleri hakkında bilgi verebilirler. Örneğin Fe'in çeşitli katyonlar ile yedek değerlendirme çalışmalarında XRD yöntemi kullanılmıştır. Katyon değişimi genellikle birim hücrelerin miktarının değişmesine sebep olmakta ve uçlardaki sistemli değişikliği yükseltmekte veya iyonların büyüklüğünü açığa bağlı olarak düşürmektedir (Cornell ve Schwertmann, 1996).

X-Ray kırınım yöntemi karışık demiroksit modellerinin teşhisi için tercih edilen ilk metottur. İyi kristalli demir oksitlerin (geothit, hematit, lepidokrosit) bazı yönlerinin ortaya çıkmasını kısmen etkilemektedir. XRD ile zayıf kristalli (ferrihidrit, schwertmanit) mineralleri tanımlamak zordur, genellikle iyi kristalli bileşenler örneklendirilmektedir. Bu örneklerde güçsüzce kırılmış uç kırınım aşamaları ile difragtogramlarda geçmişteki düzenli strüktürler ortaya çıkmıştır. Demiroksit minerallerinin X-Ray differansiyal kırınım örneklerinden, erime fonksiyonları elde edilebilir (Schulze, 1994). Ferrihidritlerin topraklarda doğal ortaya çıkma durumları için DXRD sınırı yaklaşık %15 olarak belirlenmiştir (Schwertmann ve ark., 1982). Ferrihidritlerin tanımlanmasında, bu örneklerin strüktürlerinde her uçta ikiden altıya kadar düzenli XRD örnekleri oluşmaktadır (Carlson ve Schwertmann, 1981).



Şekil 2.4. Demiroksitlerin X-ray kırınımları (Schwertmann ve Cornell, 1991)



## 2.6. Demirin Toprak Sınıflandırılmasındaki Önemi

Demir Toprak Sınıflandırma Sisteminde (Soil Taxonomy) toprakların sınıflandırılmasında özellikle Spodosol 'lerin teşhisinde ve spodik horizonun teşhis edilmesinde kriter olarak kullanılmaktadır.

Spodosoller üst sınırı yüzeyden itibaren 2 m içersinde bulunan bir spodik horizonu sahip mineral topraklardır. Bir spodik, bir fragipan üzerinde veya bir fragipan üzerindeki albik horizon üzerinde demir ile çimentolaşmış bir plastik horizonu sahiptirler.

Spodik horizonun teşhisine profosfat ile ekstrakte edilebilen demir+alüminyum toplamı; didhionit sitrat ile eskrakte edilen demir+alüminyum toplamının yarısı kadar veya daha fazla olması gerekmektedir (İnce, 1983).

## 2.7. Bitkide Demir

Bitkiler geliştikleri ortamdan demiri sürekli almak durumundadır. Bitki içersinde hareketsiz bir bitki besin elementi olan Fe, yaşlı yapraklardan genç yapraklara aktarılamamaktadır. Kök etki alanı içersinde toprakta demir  $Fe^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$  iyonları şeklinde bulunduğu gibi organik bağlı yada kilyetler şeklinde de bulunur. Bitki metabolizmasında  $Fe^{+2}$  kullanıldığı belirlenmiştir. Bu nedenle bitki  $Fe^{+2}$  iyonunu ya da bu şekle indirgenmiş demiri almaktadır. İndirgenme sırasında  $Fe^{+3}$  kilyetin durağanlığı bozulur ve bağımsız şekle geçen  $Fe^{+2}$  iyonundan bitki yararlanır. İndirgenme derecesinin daha yüksek olması nedeni ile  $FeCl$ 'a göre Fe-kilyetten bitkiler daha fazla yararlanmaktadır (Römheld ve Marschner, 1983).

Kökün dış bölgesine pasif absorpsiyon ile  $Fe^{+3}$  kilyetleride azda olsa alınmaktadır. İç yöreye taşınabilmesi ve metabolik olarak değerlendirilebilmesi için demirin  $Fe^{+2}$  şekline indirgenmesi gerekmektedir. İndirgeme olgusu ortam pH' sına bağlı olup düşük pH'da indirgenen demir miktarı artmaktadır. Kimi bitkiler fazla miktarda  $Fe^{+3}$  içermekle beraber demir noksanlığı gösterirler. Bu durum bitki

metabolizmasında  $Fe^{+3}$  iyonunun değerlendirilemediğinin bir kanıtı olarak ifade edilebilir (Marschner, 1988).

Toprak çözeltisinde demir miktarı genelde çok düşüktür. Topraklarda çoğunlukla oksitler, hidroksitler, fosfatlar, karbonatlar vb. şekillerde bulunan demirin toprak çözeltisindeki miktarı ortamın pH'sına ve redoks potansiyeline bağlı olarak  $10^{-20}$  ile  $10^{-6}$  mg L<sup>-1</sup> arasında değişir (Römheld ve Marschner, 1986), (Tisdale ve ark., 1993), topraklarda DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe miktarının en az 2.6 ppm olması gerektiğini bildirmektedir. Organik madde içerikleri yüksek topraklarda ise demir kilyetlerinin miktarı  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  mg L arasında. Bu olgu toprakta bulunan demirden yararlanabilmeleri ve olabildiğince fazla miktarda demir alabilmeleri için bitkileri özel mekanizmalar alabilmelerine yol açmıştır (Römheld ve Marschner, 1988). İndirgeme kapasitesine ve fazla miktarda organik asitleri salgılama yeteneğine sahip bazı bitkiler kontak değişim ile topraktan daha fazla demir alırlar (Ric De Vos ve ark., 1986).

Bitki cins, tür ve hatta çeşitleri arasında, demir alımı ve demiri kullanmaları bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılık hem inorganik demirden, hem de Fe kilyetlerinden yararlanmada görülebilmektedir. Aynı toprak üzerinde, aynı koşullar altında yetiştirilen aynı türden farklı iki bitki çeşidinden biri şiddetli demir noksanlığı belirtileri gösterirken diğeri tamamen normal gelişebilmektedir.

Bitki bünyesinde bulunan toplam demirin her zaman metabolik olarak aktif olmadığı bilinmektedir. Kimi hallerde bitkide yeterli düzeyde toplam Fe bulunmasına rağmen yine de Fe noksanlığı belirtileri görülmektedir. Hatta demir noksanlığı olan bitkilerin, sağlıklı bitkilerden daha fazla Fe içerdiği durumlarda saptanmıştır. Bu durum bitkide bulunan demirin her zaman metabolik işlevini yapmadığı fikrini yaratmış ve bitkide 'aktif demir', 'inaktif demir' kavramlarının doğmasına yol açmıştır. Bitki bünyesinde metabolik aktif olan demirin  $Fe^{+2}$  olduğu,  $Fe^{+3}$  iyonlarının ise daha çok inaktif olduklarına inanılmaktadır ve bu inanışı doğuran ve destekleyen çok sayıda araştırma bulguları mevcuttur (Marschner, 1988).

## 2.8. Ülkemizde ve Harran Ovası Topraklarında Fe İçerikleri

### 2.8.1. Ülkemizdeki durum

Türkiye topraklarında 0-25 cm. derinlikten toprak örnekleri alınmış, bu örnekler Lindsay ve Norwell metoduyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Viets ve Lindsay (1973) 4,5 ppm'lik bitkilerce alınabilir Fe miktarını kritik değer olarak bildirmektedirler. Araştırmacılar bunun altındaki değerlerde demir noksanlığından kaynaklanan problemler olacağını tahmin etmektedir. Çizelge 2.3'te ülkemizdeki toprak gruplarının bitkilerce alınabilir durumu verilmiştir (Eyüpoğlu, 1998). Buna göre ülkemiz topraklarının % 26.87'sinde demir noksanlığı bulunmaktadır. Demir noksanlığının genellikle yüksek pH, yüksek kireç, düşük organik madde içeriğinde, kumlu topraklarda, kırmızımsı Akdeniz topraklarında ve kahverengi toprak gruplarında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Türkiye'deki toprak gruplarında yapılan analizlerde hemen hemen her toprak grubunda demir noksanlığına rastlanmaktadır. Ancak bazı topraklarda daha şiddetlidir. Yapılan analizlerde en düşük demir içeriği kahverengi orman topraklarında görülmektedir. (0.21 ppm). Bunu 0.22 ppm ile kahverengi ve 0.28 ppm ile kolliviyal topraklar izlemektedir.

Çizelge 2.3'e göre, Ülkemizdeki demir noksanlığının % 63.16 ile en yaygın Regosol topraklarda bulunduğu görülmektedir. Bunu % 50 ile Kırmızı Akdeniz Toprakları ve % 41.50 ile Kahverengi topraklar izlemektedir. Topraklarda total demirin fazla olmasına karşın, demir normal su sıcaklığında oldukça zor çözünen bir element olduğundan bitkilerde Fe noksanlığı görülebilmektedir.

Çizelge 2.3. Türkiye Topraklarının DTPA ile Ekstrakte Edilebilir Fe İçerikleri (Eyüpoğlu, 1998)

Büyük Toprak Grupları	Toplamdaki %	En Az (ppm)	En Fazla (ppm)	Ortalama (ppm)	Örneklerdeki % Miktarı		
					< 4.5 (ppm)	4.5 – 9.0 (ppm)	> 9.0 (ppm)
Alliviyal	18,86	0.40	101.0	9.49	29.47	40.35	30.18
Kolliviyal	15.95	0.28	130.0	10.09	33.61	39.00	27.39
Kırmızımsı Kahverengi Akdeniz	2.45	0.56	19.22	6.79	29.73	51.35	18.92
Kireçsiz Kahverengi	6.42	1.62	151.4	13.52	13.40	40.21	46.39
Kahverengi Orman	15.22	0.21	111.6	9.87	29.13	41.74	29.13
Vertisol	2,18	1.61	52.62	14.23	6.06	30.30	63.64
Regosol	1,26	1.78	27.90	6.57	63.16	15.79	21.05
Kahverengi	9.73	0.22	99.37	7.31	41.50	43.54	14.96
Organik	0.20	3.69	7.47	5.97	33.33	66.67	0.00
Kırmızımsı Kahverengi	4.77	1.81	19.40	6.55	26.39	56.94	16.67
Kestane Rengi	4.70	0.31	91.30	8.86	19.72	53.52	26.76
Kırmızımsı Kestane	0.46	3.17	18.70	9.48	28.57	42.86	28.57
Podzolik	2.38	4.45	117.9	34.87	2.78	11.11	86.11
Kırmızımsı Akdeniz	1.06	0.44	17.49	4.86	50.00	31.25	18.75
Bazaltik	1.65	2.44	46.77	15.31	4.00	32.00	64.00
Gri Kahverengi podzolik	2.45	0.59	89.30	16.79	37.84	5.41	56.75

### 2.8.2. Harran Ovası'nda durum

DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe kritik sınır değerinin 2.6 ppm olduğu bildirilmektedir (Tisdale ve ark., 1993). Bu standart değere göre Şanlıurfa yöresindeki bazı bölgelerde toprak örneklerinin 0-20, 20-40, ve 40-60 cm derinliklerindeki ortalama miktarı dikkate alındığında, alınabilir Fe kapsamının düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Bölge toprakları genellikle kil bünyeli tuzsuz alkalin ve çok kireçli olduğundan bu koşullardaki alınabilir Fe miktarı standartların altındadır.

GAP Bölgesi topraklarında bitkilerce alınabilir toplam demir miktarının saptanması amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Harran Ovasında yaygın toprak serileri üzerinde yapılan çalışmalarda elde edilen Fe miktarı Çizelge 2.4'te verilmiştir (Dinç ve ark., 1998).

Çizelge 2.4. Harran Ovası yaygın toprak serilerinin Toplam Fe içerikleri (Dinç ve ark., 1998)

Alındığı yer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
İkizce	7.59
Bellitaş	5.42
Akören	4.91
Harran	5.14
Beğdeş	7.46
Gürgelen	6.19
Kıyas	5.88
Bozyazı	5.32
Çekçek	3.17
Akçakale	6.47
Cepkenli	6.00

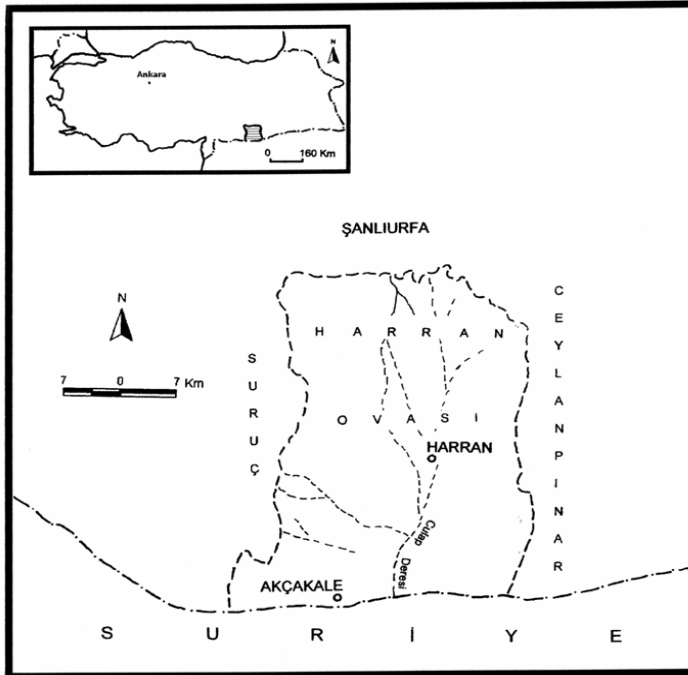
### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak, Harran Ovası'nda belirlenen farklı toprak serilerindeki 16 farklı profilin, farklı derinliklerinden alınan toprak örnekleri kullanılmıştır.

##### 3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu

Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölge'sinde bulunan Harran Ovası  $36^{\circ} 47'$  ve  $39^{\circ} 15'$  doğu meridyenleri ile  $36^{\circ} 40'$  ve  $37^{\circ} 41'$  kuzey paralelleri arasında olup 225.000 ha alanı kaplamaktadır. Güneyinde Akçakale ilçesi ve Suriye sınırı, kuzeyinde ise Urfa-Germuş Dağları ve Suriye Dağları vardır. Batıda Fatik Dağları, doğuda Tektik Dağları bulunmaktadır. Ovanın ortalama yüksekliği 350-500 m arasında olmakla birlikte kuzeye doğru yükseklik artmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Harran Ovası'nın coğrafik konum haritası

### 3.1.2. Araştırma alanının topoğrafik ve jeolojik yapısı

Doğu ve batıda yükseltiler hariç tutulduğunda topoğrafik olarak ova genel hatlarıyla iki kısımda incelenebilir. Taban araziler ve orta eğimli dalgalı araziler. Taban araziler Şanlıurfa il merkezi'nin güneydoğusunda başlayıp Akçakale ilçesi'ne kadar devam eden, geniş Holosen düzlükleri kapsamaktadır. Bu arazilerin eğimi % 0-2 arasında değişmekle birlikte, çoğunlukla % 0.5 eğime sahiptir. Bu arazilerin toprak yüzeyi genelde düz olup, çok hafif bir tesviyeye gereksim vardır. Araştırma alanı jeolojik bakımdan genellikle Kvarterner (Pleistosen-Holosen) alüviyallerinden oluşmuştur. Ovada Eosan, Oligo-Miyosen, alt Miyosen, Neojen, Pleistosen-eski alüviyon, Holosen yeni alüviyon ve bazalt birimleri yaygın olarak bulunmaktadır (Dinç ve ark., 1988).

Harran Ovası'nda sulanan alanların çok önemli bir kısmı düz topografyada yer almakta ve bitki gelişimi için yeterli derinliğe sahiptir. Genelde yüksek kireç ve kil içeriğine sahip olan toprakların organik madde seviyeleri düşüktür. Toprakta organik maddenin azlığı ve yüksek kil miktarı, toprak işleme, tohum yatağı hazırlama ve sulama işlemlerinde verimi etkileyici bazı problemlere neden olmaktadır (Çullu, 2003).

### 3.1.3. Araştırma alanının toprak özellikleri

Harran ovası toprak serileri yedi ayrı fizyografik ünite üzerinde yer almaktadır.

1. Eosen-Oligosen yaşlı kireç taşı yükseltileri Fatik ve Tektik dağlarının eteklerindeki koluviyal araziler,
2. Eosen-Miosen yaşlı kireç taşı tepelikleri
3. Pleistosen (yaşlı bazalt platolar)
4. Çamur akıntılarında (bajada) ibaret araziler
5. Lokal alüviyal araziler,
6. Çukur kil depoları sığ deniz koşullarından oluşmuş marnlı araziler ve
7. Eski göl tabanları şeklinde ayırt edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu bu üniteler üzerinde 25 toprak serisi belirlenmiş ve bunlardan 6 tanesi çalışma alanında yaygın şekilde bulunmaktadır. Bunların 21'i killi, ikisi siltli kil, diğeri killi tın tekstürlüdür. Baskın kil mineralinin smektit grubu killeri olduğu görülmüş bunun yanında diğeri önemli paligorsgit kil mineralleri bulunmuştur. Toprakların kil içeriği yüksekliği yanında speroidal makro yapı ve ayrıca paligorskit (iğne yapılı 2:1 tipi kil minerali), kil tekstürlü toprakların geçirgenliğini artırmıştır.

Genellikle iyi gelişmiş A-B-C horizonuna sahip bulunan ova topraklarının arid bölgeler için tipik olan kireç içerikleri yüksek olmasına rağmen organik madde miktarı genellikle %1'in altındadır.

Toprak taksonomisine göre; Harran Ovasında 25 toprak serisinden 5 tanesi Entisol, 5 tanesi Vertisol, 15 tanesi de Aridisol ordosunda sınıflandırılmıştır. (FAO/UNESCO, 1974) sistemine göre dört seri Fluvisol, bir seri Litosol beş seri Vertisol ve diğeri 15 seri de Xeresol olarak sınıflandırılmıştır (Dinç ve ark., 1988).

#### 3.1.4. Araştırma alanının iklim özellikleri

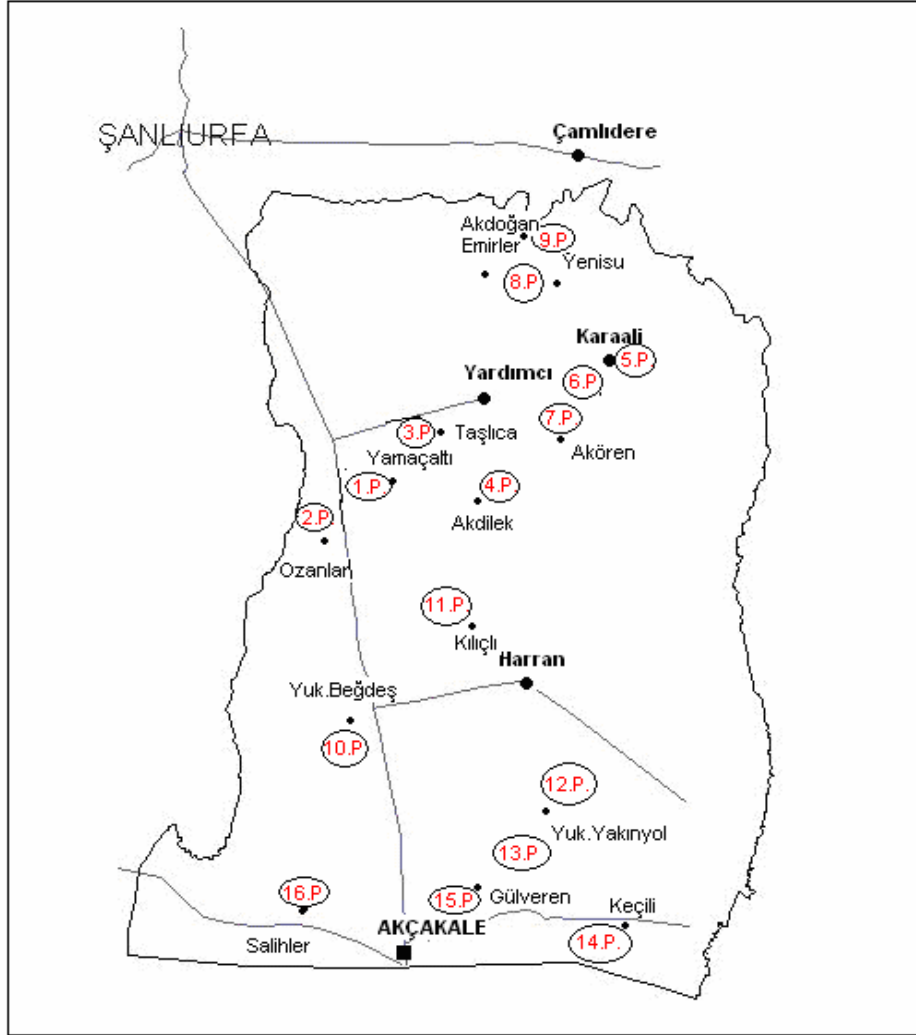
Araştırma alanının, iklim verilerine göre aylık ortalama sıcaklık en düşük 6.4 °C ile Şubat ayında, en yüksek 33.0 °C ile Temmuz ayında, maksimum sıcaklık en düşük 16.7 °C ile Ocak ayında, en yüksek 43.7 °C ile Temmuz ayında, minimum sıcaklık en düşük -2.2 °C ile Şubat ayında, en yüksek 20.4 °C ile Temmuz ayında ölçülmüştür. Ortalama en düşük nispi nem % 32.8 ile Temmuz ayında, en yüksek nispi nem % 69.5 ile Aralık ayında ölçülmüştür. Toplam yağış ise 2.3 kg m<sup>-2</sup> ile 69.5 kg m<sup>-2</sup> arasında ölçülürken en az yağış Temmuz ayında görülürken en yüksek yağış Şubat ayında ölçülmüştür (DMI, 2005).



Çizelge 3.1.Şanlıurfa ili 2005 yılı iklim verileri (DMİ, 2005)

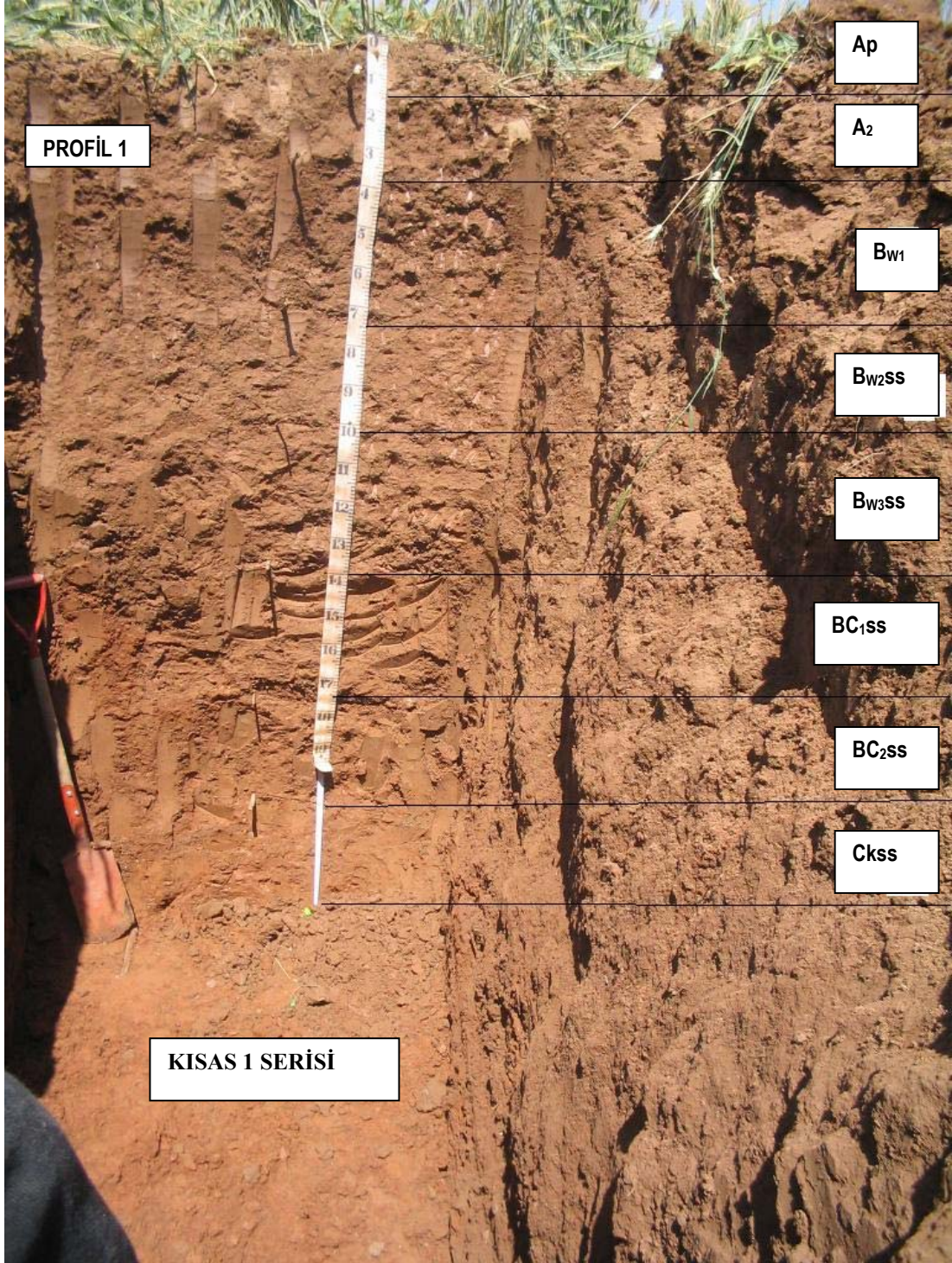
Aylar	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi nem (%)	Yağış Toplamı (kg m <sup>-2</sup> )
Ocak	6.6	16.7	-0.8	64.4	64.4
Şubat	6.4	17.5	-2.2	68.5	69.5
Mart	11.4	24.5	1.9	57.1	23.1
Nisan	17.3	29.7	4.8	50.9	25.2
Mayıs	23.1	35.0	7.8	41.4	9.9
Haziran	27.4	38.5	15.1	35.9	31.3
Temmuz	33.0	43.7	20.4	32.8	–
Ağustos	32.1	43.5	20.0	44.7	2.3
Eylül	26.3	37.2	16.0	46.0	–
Ekim	18.6	32.0	6.8	52.9	17.4
Kasım	11.2	23.5	2.1	64.3	54.4
Aralık	9.9	23.1	-1.6	69.5	39.6
Yıllık	18.6	43.7	-2.2	52.4	337.1

## 3.1.5. Araştırma alanının toprak örneklerinin alındığı profiller



Şekil 3.2. Harran ovasının toprak örneklerinin alındığı profiller

Şekil 3.2'deki Harran Ovasının toprak serileri haritasında 25 toprak serisinden, önceden belirlenmiş olan 16 farklı toprak profilinden Çekçek, Kısas (Akdilek köyü), Kısas(Yamaçaltı köyü), Bellitaş, Gürgelen, İkizce, Sırrın, İrice, Beğdeş, Harran (Yukarı Yarımca Köyü), Harran (Taşlıca Köyü), Gürgelen, Ekinyazı, Akçakale, Akören (Salihler Köyü), Akören (Yukarı Yakın Yol Köyü) serilerine ait toprak profillerinden; profil bazında toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 3. 3. Kıyas 1 serisine ait profilin görüntüsü

Şekil 3. 3'de Kıyas 1 serisine ait profilin horizon bazında görüntüsü verilmiştir.

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmada Harran Ovası'ndan Çekçek, Kısas (Akdilek Köyü), Kısas (Yamaçaltı Köyü), Bellitaş, Gürgelen, İkizce, Sırrın, İrice, Beğdeş, Harran (Yukarı Yarımca Köyü), Harran (Taşlıca Köyü), Gürgelen, Ekinyazı, Akçakkale, Akören (Salihler Köyü), Akören (Yukarı Yakın Yol Köyü) serilerinden açılan 16 profilin farklı horizonlarından alınan toprak örnekleri kurutulduktan sonra tahta tokmakla dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve analize hazır hale getirilerek, polietilen torba ve kavanozlarda muhafaza edilmiştir. Toprak serilerinden alınan örneklerde; aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

#### 3.2.1. Genel toprak analizleri

##### 3.2.1.1. Toprak pH'sı

Saturasyon çamuru 24 saat bekletildikten sonra, süzük çıkarma setinde toprak süzüğü çıkarılmıştır. Okuma aleti, Standart Buffer çözeltisi ile 7'ye ayarlanmıştır. pH metrenin elektrot kısmı süzüğün içine batırılmış, cihaz üzerindeki değer kaydedilmiştir (Richards, 1954).

##### 3.2.1.2. Kireç içeriği

Kireç içeriği, Çağlar, 1949'da belirtildiği gibi Scheibler kalsimetresi ile yapılmıştır.

##### 3.2.1.3. Toplam tuz

Toplam tuz miktarının bulunmasında; örnekler için saturasyon çamuru hazırlanmış, toprak suyu ekstratlarının toplam tuz miktarı Whestone köprüsü yöntemi ile belirlenmiştir (Richards, 1954).

#### 3.2.1.4. Katyon değişim kapasitesi (KDK)

Katyon değişim kapasitesinin bulunmasında 4 g toprak örneği alınmıştır. Üzerine 1 N 33 ml  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ilave edilmiş, üzerinde kalan berrak kısım atılmıştır. Bu işlem 3 kez tekrar edilmiştir. Örnek üzerine 33 ml etil alkol ilave edilmiş, 10 dk. çalkalanıp santrifüj edilmiştir. Üzerinde kalan berrak kısım atılmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Adsorbe edilmiş sodyum örneği, 33 ml'lik kısımlar halinde amonyum asetat  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  ile 3 defa çalkalanıp üst sıvı bir balon jode biriktirmek suretiyle geri alınmıştır. Aynı çözelti 100 ml'ye tamamlanarak atomikte okuma yapılmıştır (Chapman ve Pratt, 1961).

#### 3.2.1.5. Değişebilir katyonlar (DK)

Değişebilir katyonların bulunmasında 4 g toprak örneği alınmış üzerine 1 N 33 ml  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  ilave edilmiş ve 10 dk. çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler santrifüj edilip 100 ml'lik balonlara alınmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmış ve 100 ml'lik balonlarda toplanarak sulandırma yapılmadan atomik absorpsyonda Na okuması yapılmıştır (Richards, 1954).

#### 3.2.1.6. Organik madde (%)

Jackson, 1962 tarafından bildirilen, modifiye Walkley Black yöntemi ile belirlenmiştir.

#### 3.2.1.7. Tekstür

Örnek kaplarına 50'g toprak tartılıp, üzerine 10 ml % 10'luk kalgon (sodyum heksametafosfat) ve 150 ml saf su ilave edilmiştir. Karıştırılıp 24 saat bekletilmiştir. 40. saniye ve 2. saat hidrometre okumaları yapılmış, daha sonra hesaplama yapılarak tekstür sonuçları belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951).

### 3.2.1.8. Renk

Munsell renk ıskalısından bakılarak renk tayini yapılmıştır.

## 3.2.2. Demir analizleri

### 3.2.2.1. Total demirin belirlenmesi

Alınan toprak örneklerini kurutup, öğütürerek 2 mm elekten geçirilmiştir. Her bir toprak örneğinden 0.5 g alarak 9 ml HNO<sub>3</sub> (%65) ve 3 ml HF (%40) USEPA METHOD 3052 'e göre eklenip, mikrodalga cihazında yakılmıştır. Yakılan örnekleri oda sıcaklığında soğuttuktan sonra saf su ile 10 ml 'ye tamamlanmış, filtre kağıdından süzülmüştür. Gerekli seyreltmeleri yaparak AAS 'de okumaları yapılmıştır.

### 3.2.2.2. DTPA ile ekstrakte edilebilir demir belirlenmesi

Havada kurutulmuş 10 g toprak örneğini 125'lik Erlenmayere koyulmuş ve üzerine 20 ml DTPA ekstrakt çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra 2 saat çalkalayıcıda çalkalanmış ve örnekleri Whatman 42 filtre kağıdından süzülterek AAS cihazında toprak ekstraktlarının Fe okumaları yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

### 3.2.2.3. Demiroksitlerin belirlenmesi

250 meşlik elekten geçirilmiş 5 g toprak alınmıştır. 100 ml'lik santifürüj tüpüne bırakılıp, santifürüj tüpüne 40 ml; 0.3 M sodyumsitrat ve 0.5 ml; 1 M NHCO<sub>3</sub> eklenmiştir. Bu karışım çalkalanmış ve 75-80 °C deki su banyosunda 7 dakika bekletilmiştir. Daha sonra dithionitin ayrılmasını engellemek ve FeS oluşması için sıcaklığın 80 °C nin üzerinde olmamasına özen gösterilmiş, su banyosunun sıcaklığı 75-80 °C ye yükseldiği zaman, toprak süspansiyonuna 1 g toz Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ekleyerek 1 dakika sürekli olarak karıştırılmıştır. Daha sonra 5 dakika ara ile karıştırılmış, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ten 1 g daha ekleyerek 10 dakika boyunca karıştırmaya devam

edilmiştir. Ardından süspansiyona 10 ml NaCl' den eklenip santifürülenmiştir. Süspansiyonun NaCl ile oluşmaması durumunda ise 10 ml aseton ekleyerek ılık suda karıştırılmış ve daha sonra 1600-2200 devirde 5 dakika santifüjlenmiştir. Ayrıca örnekler 500 ml' ye tamamlanmış, hazırlanan süzükler gerekli seyreltmeleri yaparak AAS'de okumaları yapılmıştır.

%5 de fazla  $Fe_2O_3$  kapsayan topraklarda kahverengi ve kırmızı rengin devamı durumunda örnek NaCl ile yıkanarak işleme devam edilmiştir (Jackson, 1970).

#### 3.2.2.4. Zayıf kristalli demiroksitlerin belirlenmesi

500 mg elenmiş toprağı 50 ml'lik santifüj tüpüne koyulmuştur. pH 5.5 ; 1,0 M amonyum asetatın 30 ml ekleyerek reaksiyonun oluşması için 1 saat karıştırılmıştır. Örneklerde pH'yı 5.5'e ayarlamak için asetik asit damlatılmış ve pH sürekli ölçülmüştür. Örnekteki asetat ve Ca' u çözmek için santifürüj tüplerini 2 defa saf su ile yıkayarak havada kurumalarını sağlanmıştır. Işık geçirmez bir kapta bulundurduğumuz pH'sı 3.0 olan amonyumoksalat solüsyonundan örneklere 30 ml eklenmiş, örnekler 2 saat çalkalanıp sonra santifürülenerek süzükler elde edilmiştir. Daha sonra AAS'de okumalar yapılmıştır. (Schwertman, 1964; McKeague , 1966).

#### 3.2.2.5. Organik olarak bağlı bulunan demirin belirlenmesi

250 mg toprak 50 ml'lik santifürüj tüpüne konulmuştur. 25 ml; 0,1 M pH'sı 10 olan  $Na_4P_2O_7$ 'den eklenmiştir. Daha sonra 16 saat çalkalayıcıda çalkalanmış, 30 dakika santrifüjlenmiştir. Süzükler çıkarılarak AAS'de okumaları yapılmıştır (McKeague, 1967; Bascomb, 1968).

#### 3.2.2.6. Kristallik derecesinin belirlenmesi

Topraklarda kristallik derecesi ( $Fe_O / Fe_D$ ) Blume ve Schwertmann, 1969 metoduna göre yapılmıştır.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinin Değerlendirilmesi

Harran Ovasından 16 profilden alınan toprak örneklerinin pH, kireç, EC, DK, KDK, organik madde, textür, strüktür, renk, derinlik, geçiş sınırı gibi toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak toprak özellikleri belirlenmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucu ova toprağının pH değerine bakıldığında en yüksek pH değeri 8.52 olarak Akçakale Serisi (Çizelge 4.30); en küçük pH değeri ise 7.1 olarak Gürgelen1 serisi (Çizelge 4.12) olarak belirlenmiştir.

Ova toprakları kireç bakımından incelendiğinde en yüksek değer % 58.46 Akören Serisinde iken (Çizelge 4.26) en düşük değer ise % 14.03 İkizce Serisinde belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Buna göre toprakların kireç miktarlarının yüksek olduğu saptanmıştır.

Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri incelenmiş olup, en yüksek EC değeri  $15.62 \text{ dsm}^{-1}$  Gürgelen 2 Serisinde görülürken (Çizelge 4.24); en düşük EC değeri ise  $0.19 \text{ dsm}^{-1}$  Harran 1 Serisinde belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Bu sonuçlar incelendiğinde ova genelinde tuzluluk sorunu görülmemiştir.

Toprakların katyon değişim kapasitesi (KDK) sonuçlarına bakıldığında en yüksek KDK değeri 49.22 İkizce Serisi (Çizelge 4.14) ile en küçük değer ise 22.40 Gürgelen 1 Serisi olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Çalışma alanımızda KDK değeri genel olarak birbirine yakın bulunmuştur. Bunun sebebi ise toprakların genelinin killi tekstüre sahip olmasıdır.

Ova toprakları organik madde bakımından incelendiğinde en yüksek değer % 2.76 Ekinyazı Serisinde (Çizelge 4.28), en düşük değer % 0.03 Kıyas 2 Serisinde



belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Genelde organik maddenin üst horizonlarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise bitki kalıntılarının bu bölgelerde bulunmasıdır. Ayrıca çalışmadaki profillerde topraklar sınır değeri bakımından incelendiğinde düşük ve çok düşük organik maddeye sahiptirler.

Topraklar textür bakımından incelendiğinde ise tekstür sınıfı kil olarak belirlenmiştir. Bu da ova topraklarının, ağır bünyeli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Kısas 1 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>KISAS 1 SERİSİ</b>					
0-15	Ap	<b>C</b>	grn/krç	zayıf sertlikte	düz az belirgin
15-39	A <sub>2</sub>	<b>C</b>	kçby z yrkş blst	zayıf sertlikte	düz az belirgin
39-74	Bw <sub>1</sub>	<b>C</b>	okv oby yrkş blst	orta kuvvetli	düz az belirgin
74-102	Bw <sub>2ss</sub>	<b>C</b>	oby z kş blst	zayıf sertlikte	dalgalı az belirgin
102-139	Bw <sub>3ss</sub>	<b>C</b>	by kv kş blst	kuvvetli sertlikte	dalgalı az belirgin
139-178	BC <sub>1ss</sub>	<b>C</b>	oby kv blst/ss/oks rd	orta sertlikte	dalgalı az belirgin
178-210	BC <sub>2 ss</sub>	<b>C</b>	oby çkv kş blst	çok kuvvetli sert	dalgalı az belirgin
210-250	CC <sub>A ss</sub>	<b>C</b>	oby z kş blst/ss krç	zayıf sertlikte	dalgalı az belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.2. Kıyas 1 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-15	7.61	1.02	32.73	1.06	1.55	34.88	0.91	6.36	0.75	1.70	0.86	1.46	33.70	13.5	28.7	57.8
15-39	7.53	1.00	32.73	1.09	1.52	47.16	1.51	6.21	0.27	1.86	0.92	2.86	40.15	12.2	22.1	65.7
39-74	7.91	0.71	34.29	1.00	1.97	58.82	1.27	5.65	1.41	1.44	1.73	3.06	44.06	8.3	27.4	64.3
74-102	7.95	0.64	31.18	0.99	3.83	34.60	1.00	7.21	0.45	1.04	0.70	2.82	33.12	9.4	26.2	64.4
102-139	7.40	0.70	30.40	0.91	4.20	27.90	1.22	6.88	0.43	0.93	1.15	1.37	27.21	6.9	27.2	65.9
139-178	7.66	0.60	27.28	0.81	1.14	30.42	1.30	5.67	0.48	0.58	2.17	3.21	31.08	8.2	31.9	59.9
178-210	7.70	0.50	19.48	0.53	2.89	33.66	1.68	5.98	0.52	0.98	2.70	4.94	37.38	11.7	33.9	54.4
210-250	8.14	0.29	25.72	0.67	1.82	32.98	0.93	7.80	0.58	1.08	2.27	3.85	36.79	12.6	38.6	48.8

Çizelge 4.3. Çekçek serisi profili horizonlarının fiziksel

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>ÇEKÇEK SERİSİ</b>					
0-15	Ap	<b>SIC</b>	Grn	zayıf sertlikte	düz az belirgin
15-33	A <sub>2</sub>	<b>SIC</b>	z kç yrkş blst	zayıf sertlikte	düz az belirgin
33-55	Bw <sub>1</sub>	<b>SICL</b>	kv oby yrkş blst	zayıf sertlikte	düz az belirgin
55-76	Bw <sub>2</sub>	<b>SICL</b>	o ve by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
76-120	Bw <sub>3</sub>	<b>SICL</b>	o ve by kv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
120-182	B <sub>kb1</sub>	<b>SICL</b>	by kv kş blst/mn	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
182- +++	B <sub>kb2SS</sub>	<b>SICL</b>	by kv kş blst/ss/mn	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi. \*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil

Çizelge 4.4. Çekçek serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK ( C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-15	8.22	1.05	29.62	1.09	6.21	54.14	1.48	6.95	0.41	1.74	2.43	10.16	44.45	31.9	39.6	28.5
15-33	8.23	0.73	28.84	1.17	1.30	29.46	1.31	7.61	0.36	0.89	1.62	11.00	33.41	31.7	41.2	27.1
33-55	8.14	0.66	24.94	1.17	4.88	30.34	1.33	7.77	0.42	1.62	1.60	10.78	34.96	28.1	39.7	32.3
55-76	8.20	0.69	25.72	0.97	1.19	26.40	0.92	7.28	0.36	1.83	2.05	10.73	32.49	24.0	39.4	36.6
76-120	8.09	0.44	19.48	0.88	1.62	54.96	0.99	14.02	0.50	1.61	2.16	12.18	48.55	20.4	39.3	40.3
120-182	8.08	0.56	31.96	0.20	1.16	27.43	1.22	7.96	0.36	1.20	1.55	8.21	29.01	20.6	34.2	45.2
182-+	8.38	0.57	31.18	0.35	1.26	28.16	1.20	6.63	0.35	0.99	2.09	11.53	33.86	27.8	30.6	41.6

Çizelge 4.5. Harran 1 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>HARRAN 1</b>					
0-12	Ap <sub>1</sub>	<b>CL</b>	çby çkv kş blst	kuvvetli	düz belirgin
12-30	Ap <sub>2</sub>	<b>CL</b>	oby okv kş blst	kuvvetli	düz belirgin
30-56	Bw <sub>1</sub>	<b>CL</b>	oby z kşst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
56-86	Bw <sub>2</sub>	<b>CL</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
86-113	BC <sub>1</sub>	<b>CL</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
113-142	BC <sub>2</sub>	<b>C</b>	oby z blst	orta kuvvetli	az dalgalı belirgin
142-200	BCc	<b>C</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	az dalgalı belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.6. Harran 1 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK ( C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-12	8.44	0.19	24.16	1.61	3.85	55.48	1.17	6.72	0.79	1.76	0.68	1.86	42.57	20.4	29.3	50.3
12-30	8.34	0.76	18.71	1.67	1.81	36.18	0.83	6.76	0.24	1.81	1.59	4.84	34.75	15.7	29.1	55.2
30-56	8.36	0.59	20.26	1.11	2.26	32.46	1.02	5.99	0.36	1.44	2.26	6.80	31.39	11.1	27.1	61.8
56-86	8.30	1.03	23.38	1.11	1.88	36.32	1.05	7.14	0.37	0.95	2.83	9.37	35.94	15.5	23.9	60.6
86-113	8.23	0.82	24.94	0.82	1.50	35.28	1.03	6.43	0.30	1.89	2.92	10.45	31.19	17.7	25.5	56.8
113-142	8.19	0.69	30.40	0.38	2.33	58.72	1.09	6.00	0.35	1.76	3.12	12.09	45.69	21.5	28.7	49.8
142-200	7.92	0.66	31.96	0.38	1.86	42.44	1.01	5.75	0.15	2.84	3.70	12.18	37.20	16.6	27.9	55.5

Çizelge 4.7. Kısas 2 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>KISAS 2</b>					
0-25	Ap <sub>1</sub>	<b>SİC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
25-50	Ap <sub>2</sub>	<b>SIC</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
50-83	Bw <sub>1</sub>	<b>SIC</b>	oby z kş blst	zayıf sertlikte	dalgalı az belirgin
83-127	Bw <sub>2</sub>	<b>SICL</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
127-192	Bw <sub>3</sub>	<b>SIC</b>	oby okv kş blst/oks rd	zayıf sertlikte	dalgalı az belirgin
192-210	BC	<b>SICL</b>	by z kş blst/mk	zayıf sertlikte	düz belirgin
210-225	IC <sub>1</sub>	<b>SICL</b>	oby z kş blst/mk/kmr	zayıf sertlikte	düz belirgin
225-245	IC <sub>2</sub>	<b>SICL</b>	oby okv kş blst	zayıf sertlikte	dalgalı belirgin
245-275	IIC <sub>1</sub>	<b>CL</b>	oby o kv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
275- +	IIC <sub>2</sub>	<b>CL</b>	oby okv kş blst/ss	orta kuvvetli	dalgalı belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.



Çizelge 4.8. Kısa 2 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK ( C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)				
0-25	7.70	0.73	37.41	1.53	1.40	28.49	0.99	6.83	0.35	0.82	2.15	10.48	30.58	8.74	39.32	51.94
25-50	8.26	0.60	36.63	1.55	1.47	29.60	1.05	5.80	0.27	1.22	1.77	10.11	33.41	7.81	30.55	61.64
50-83	8.21	0.68	31.18	1.55	1.76	57.12	1.05	7.47	0.28	1.62	2.31	9.34	40.21	10.97	27.40	61.63
83-127	8.12	0.81	41.31	1.55	1.78	30.38	1.03	6.33	0.35	1.23	0.84	10.82	33.44	13.89	30.93	55.18
127-192	8.06	0.72	51.44	1.26	1.11	26.48	1.01	5.79	0.32	1.04	1.60	9.54	31.13	15.51	32.55	51.94
192-210	8.28	0.94	42.09	0.09	2.58	31.88	1.04	6.35	0.39	1.84	2.47	11.69	36.19	31.20	21.70	47.10
210-225	8.27	0.68	46.76	0.23	1.57	32.74	1.07	6.40	0.28	1.74	1.59	12.61	37.08	21.97	27.70	50.33
225-245	8.18	0.66	41.31	0.23	1.58	53.34	0.98	5.56	0.29	1.67	1.74	13.53	46.30	12.66	28.93	58.41
245-275	7.93	0.50	32.73	0.23	3.90	51.00	1.05	7.34	0.50	1.09	2.32	8.25	39.85	16.82	37.70	45.48
275+	8.18	0.56	31.18	0.03	1.57	26.58	0.95	6.15	0.22	1.05	1.58	8.15	27.21	15.13	32.93	51.94

Çizelge 4.9. Bellitaş serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri.

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>BELLİTAŞ</b>					
0-10	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	Grn	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
10-28	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	Kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
28-60	Bw	<b>C</b>	Oby z yrkş blst	zayıf sertlikte	dalgalı belirgin
60-94	IIBw	<b>C</b>	Oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
94-125	IIBC	<b>GC</b>	Oby okv yrkş blst	kuvvetli	düz belirgin
125-187	IIIB <sub>w</sub>	<b>C</b>	Oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
187-236	IIIBC	<b>C</b>	Oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi. \*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.10. Bellitaş serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK ( C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünbilir ( C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünbilir ( C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünbilir ( C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünbilir ( C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)				
0-10	8.35	1.22	34.29	1.30	5.24	27	1.20	6.25	0.72	1.16	2.47	9.73	34.73	24.66	36.24	39.10
10-28	8.45	0.75	32.73	1.06	3.40	34.04	1.05	7.32	0.50	1.41	2.36	13.15	41.82	20.05	32.85	47.10
28-60	8.22	0.80	36.63	1.09	1.89	30.1	0.99	7.23	0.41	1.14	1.90	11.46	37.22	18.34	32.64	49.02
60-94	8.10	1.14	29.62	1.11	3.63	31.14	1.04	6.05	0.55	1.16	2.54	12.66	38.11	13.28	31.24	55.48
94-125	7.65	0.92	41.31	0.47	1.54	21.56	0.97	6.92	0.30	1.59	1.82	8.54	29.04	23.29	22.85	53.86
125-187	7.96	0.66	26.50	0.44	3.13	45.7	1.15	7.72	0.34	0.82	2.15	10.04	39.15	16.82	24.47	58.71
187-236	7.97	0.49	26.50	0.53	3.87	28.22	1.03	6.57	0.46	1.38	2.09	9.08	30.88	15.2	27.70	57.10

Çizelge 4.11. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>GÜRGELEN 1</b>					
0-30	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	Grn	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
30-47	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	çby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
47-72	Bw <sub>1</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
72-110	Bw <sub>2</sub>	<b>GC</b>	Oby okv yrkş blst	kuvvetli	dalgalı belirgin
110-130	BC	<b>C</b>	Oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
130-175	IIBw <sub>1</sub>	<b>C</b>	by z yrkş blst	zayıf sertlikte	dalgalı belirgin
175-241	IIBw <sub>2</sub>	<b>C</b>	oby z yrkş blst	zayıf sertlikte	dalgalı belirgin
241-321	C	<b>GC</b>	Kç z yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
321- +	C	<b>GC</b>	Kç z yrkş blst	orta kuvvetli	düz belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.12. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-30	7.14	1.66	25.72	1.94	2.21	26.2	1.04	7.26	0.55	1.92	1.90	7.39	28.78	23.59	24.47	51.94
30-47	8.08	0.97	24.94	2.02	1.49	27.3	1.00	7.24	0.35	0.99	2.19	8.74	28.44	21.27	22.09	56.64
47-72	7.97	0.84	31.18	1.79	2.03	41.96	0.97	7.25	0.29	1.30	2.15	7.73	32.94	18.74	29.32	51.94
72-110	7.68	1.92	29.62	1.26	2.68	49.14	1.06	6.43	0.63	1.48	2.49	12.40	44.47	26.21	36.39	37.40
110-130	7.10	1.63	31.18	0.15	1.46	32.9	1.03	7.31	0.50	1.23	2.09	12.62	37.78	20.05	31.24	48.71
130-175	7.92	1.08	29.62	0.29	1.39	22.18	1.01	7.49	0.34	1.09	2.16	8.31	22.40	17.59	30.47	51.94
175-241	8.05	0.90	24.94	0.32	1.92	51.92	1.00	7.12	0.30	1.27	1.97	9.33	38.93	18.35	31.09	50.56
241-321	8.00	0.80	25.72	0.23	1.99	40.7	0.95	7.79	0.28	1.58	1.68	11.49	37.79	21.67	32.85	45.48
321-350	7.95	0.96	31.18	0.44	4.99	37.48	1.05	7.07	0.61	1.39	2.91	10.01	34.40	31.61	32.90	35.49

Çizelge 4.13. İkizce serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>İKİZCE</b>					
0-14	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	Grn	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
14-30	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
30-60	Bwk <sub>1</sub>	<b>C</b>	oby z kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
60-103	Bwk <sub>2</sub>	<b>C</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
103-130	Bwk <sub>3</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	kuvvetli	düz belirgin
130-168	Bwk <sub>SS</sub>	<b>SIC</b>	by okv kş blst	zayıf sertlikte	düz belirgin
168-190	Bk <sub>1</sub>	<b>SIC</b>	by okv kş blst	zayıf sertlikte	düz belirgin
190-249	BC	<b>GSICL</b>	çby okv kş blst	orta kuvvetli	düz belirgin
249- +	C	<b>GCL</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin

\* **Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil,GSIC-çakıllı siltlikil,GSICL-çakıllısiltlgevşekkil.

Çizelge 4.14. İkizce serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK ( C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-14	7.62	0.69	27.28	1.30	1.61	60.5	1.11	8.00	0.32	0.89	2.13	13.53	49.22	18.28	36.24	45.48
14-30	7.62	0.44	27.28	1.32	4.45	49.08	1.06	6.78	0.51	1.41	2.17	13.28	47.01	16.97	34.32	48.71
30-60	7.40	0.40	28.84	1.26	1.77	52.4	0.94	7.33	0.29	1.48	0.72	12.36	44.08	17.12	32.55	50.33
60-103	7.53	0.43	27.28	1.41	0.81	52.16	0.94	6.51	0.31	1.44	1.89	12.76	44.51	20.43	34.09	45.48
103-130	7.73	0.58	27.28	0.23	2.10	41.94	0.97	6.49	0.48	1.41	1.63	10.67	38.37	21.28	26.78	51.94
130-168	7.43	0.80	14.03	0.79	1.81	26.32	0.95	3.51	0.33	1.36	1.62	9.53	30.44	23.59	39.70	36.71
168-190	7.45	0.89	26.50	0.85	1.89	27.92	0.97	7.28	0.41	1.34	2.05	10.59	35.12	29.74	41.24	29.02
190-249	7.89	0.89	25.72	0.09	1.71	28.9	0.95	7.24	0.75	1.27	1.68	10.61	35.25	28.00	36.22	35.78
249-+	7.82	0.85	28.84	0.23	0.88	23.34	1.01	6.05	0.45	1.00	2.58	10.48	32.77	31.97	30.93	37.10

Çizelge 4.15. Sırrın serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>SIRRIN</b>					
0-20	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	çby kv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
20-38	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
38-51	Bw	<b>C</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
51-97	Bwk <sub>1</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
97-150	Bwk <sub>2</sub>	<b>GC</b>	by kv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
150-190	Bwk <sub>ss1</sub>	<b>GC</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
190-250	Bwk <sub>ss2</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin
250-295	BK <sub>ss2</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin
295- +	Bk <sub>2</sub>	<b>C</b>	by okv kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.



Çizelge 4.16. Sırrın serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK ( C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir ( C mol/kg)				
0-20	8.40	0.61	24.94	1.70	2.52	28.18	1.04	7.64	0.49	1.75	2.05	10.86	35.50	12.97	38.01	49.02
20-38	8.00	0.64	31.96	1.94	4.99	29.36	1.07	6.61	0.47	1.61	2.27	11.30	35.65	7.51	40.55	51.94
38-51	8.09	0.60	20.26	1.61	0.96	30.96	0.97	6.87	0.27	1.11	1.64	9.72	33.08	8.36	42.93	48.71
51-97	7.99	0.69	33.51	1.32	2.31	30.94	1.01	7.02	0.42	1.76	3.45	10.32	33.86	12.73	30.63	56.64
97-150	8.33	0.82	29.62	1.26	1.10	29.22	0.99	6.35	0.40	0.95	1.64	11.52	32.43	11.97	30.93	57.10
150-190	8.10	0.83	31.18	0.70	2.50	34.96	1.04	7.01	0.50	1.65	1.90	10.72	37.48	11.73	36.63	51.64
190-250	8.21	0.80	31.18	0.70	2.64	27.24	1.03	6.03	0.54	1.79	2.08	10.35	34.56	13.20	29.70	57.10
250-295	8.20	0.60	27.28	0.29	4.15	43.04	1.10	7.30	0.56	1.66	2.70	10.38	40.26	10.50	34.17	55.33
295+	8.09	0.57	35.07	0.20	1.39	27.84	0.94	6.41	0.33	0.90	1.40	10.30	30.77	8.74	32.55	58.71

Çizelge 4.17. İrice serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>İRİCE</b>					
0-20	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	by kv yrkş blst	kuvvetli	dalgalı az belirgin
20-40	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	çby çkv przst	kuvvetli	dalgalı az belirgin
40-65	Bwk <sub>1</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
65-100	Bwk <sub>2</sub>	<b>GC</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
100-150	Bwk <sub>3</sub>	<b>C</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	Düz az belirgin
150-200	Ckm	<b>GC</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.18. İrice serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-20	7.90	1.50	21.82	1.76	1.68	34.28	1.13	6.55	0.51	1.71	1.64	11.52	41.80	10.35	36.09	53.56
20-40	8.15	0.57	24.94	1.76	1.94	30.22	0.96	7.44	0.32	0.98	1.33	9.97	39.24	10.57	29.40	60.03
40-65	7.85	0.55	27.28	1.11	1.23	33.18	1.33	6.37	0.29	1.00	1.43	10.48	41.32	10.59	33.62	55.79
65-100	8.20	0.66	28.06	1.23	1.93	26.48	0.96	7.38	0.32	1.13	1.62	10.78	35.76	8.76	30.60	60.64
100-150	8.05	0.97	30.40	1.17	1.45	33.78	1.23	7.52	0.11	1.21	1.25	12.84	40.24	6.34	33.63	60.03
150-200	7.95	0.75	46.76	0.79	3.17	30.43	1.05	7.37	0.45	1.35	1.83	11.73	34.08	8.51	36.55	54.94

Çizelge 4.19. Beğdeş serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>BEĞDEŞ</b>					
0-20	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	çby çkv msfst	kuvvetli	dalgalı belirgin
20-55	Ap <sub>2</sub>	<b>GC</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
55-88	Bwk <sub>1</sub>	<b>GC</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
88-120	Bwk <sub>2</sub>	<b>GC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
120-160	Bwk <sub>3</sub>	<b>GC</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
160-192	Bwk <sub>4</sub>	<b>GC</b>	oby z kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin
192-246	IIbw <sub>1</sub>	<b>GC</b>	oby z kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin
246-280	IIbw <sub>2</sub>	<b>GC</b>	oby z kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin
280-313	IIbw <sub>3</sub>	<b>GC</b>	oby z yrkş blst	orta kuvvetli	Düz az belirgin
313- +	IIbw <sub>4</sub>	<b>GC</b>	oby z yrkş blst	orta kuvvetli	Düz az belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.20. Beğdeş serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-20	8.48	0.65	23.38	1.41	0.08	49.94	0.83	6.68	0.40	1.20	1.09	12.43	42.48	11.52	39.62	48.86
20-55	7.70	0.49	26.50	1.32	0.26	29.46	1.09	6.18	0.30	1.14	1.07	13.28	36.20	13.35	36.32	50.33
55-88	7.80	0.73	28.06	1.61	0.12	28.14	0.76	6.00	0.36	1.57	1.43	12.89	35.44	11.06	38.55	50.39
88-120	7.91	0.72	42.09	1.26	0.20	38.54	0.76	7.20	0.34	0.98	1.33	12.20	39.43	11.89	34.55	53.56
120-160	7.76	0.89	28.84	0.79	0.32	27.62	1.13	6.59	0.22	1.38	1.30	12.02	33.91	12.67	38.85	48.48
160-192	7.80	0.85	34.29	0.59	0.13	31.56	0.78	7.26	0.41	0.99	1.37	10.65	33.20	12.59	38.01	49.40
192-246	7.87	0.72	39.75	0.41	1.27	56.04	0.99	6.88	0.25	1.38	1.11	11.01	41.98	8.74	40.93	50.33
246-280	7.98	0.77	45.21	0.23	1.43	33.66	0.75	7.36	0.27	0.99	1.07	13.38	36.86	13.20	37.70	49.10
280-313	7.88	0.74	47.54	0.23	1.17	60.96	0.73	6.57	0.40	1.76	1.11	8.66	38.44	11.51	36.24	52.25
313+	7.82	0.70	48.32	0.23	1.11	38.00	0.99	5.79	0.27	1.20	0.98	9.58	30.33	12.56	39.32	48.12

Çizelge 4.21. Harran 2 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür*	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>HARRAN</b>					
0-12	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	çby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
12-30	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
30-66	Bw <sub>1k</sub>	<b>C</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
66-112	Bw <sub>2kss</sub>	<b>C</b>	by kv kş blst	kuvvetli	dalgalı belirgin
112-140	Bw <sub>3k</sub>	<b>C</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.22. Harran 2 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-12	8.40	0.92	26.50	1.11	1.17	41.3	0.76	7.43	0.45	1.31	1.33	3.48	40.96	10.12	36.32	53.56
12-30	8.20	1.08	24.94	1.29	1.17	38.42	0.76	6.24	0.47	1.02	1.35	7.47	33.46	8.27	36.55	55.18
30-66	7.77	0.24	31.18	0.82	1.65	60.62	1.09	6.33	0.74	1.52	1.77	10.56	46.82	6.07	38.55	55.38
66-112	8.05	0.91	29.62	0.65	0.47	34.75	0.76	7.30	0.42	1.61	1.39	11.55	35.15	4.19	37.40	58.41
112-140	8.10	1.00	30.40	0.59	0.42	45.9	1.04	5.82	0.26	1.14	1.30	12.86	42.19	3.89	39.32	56.79

Çizelge 4.23. Gürgelen 2 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>GÜRGELEN 2</b>					
0-20	Ap	<b>C</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
20-46	Bw	<b>C</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
46-80	Bw <sub>k1</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
80-105	Bw <sub>k2</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
105-150	Bw <sub>k3</sub>	<b>GC</b>	by okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
150-225	Bw <sub>k4</sub>	<b>GC</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
225- +++	C <sub>km</sub>	<b>C</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.



Çizelge 4.24. Gürgelen 2 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/t)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-20	7.40	15.62	22.60	0.97	5.06	39.02	2.42	7.44	1.61	1.12	3.64	10.83	43.55	22.67	33.16	44.17
20-46	7.61	4.90	23.38	0.94	2.05	36.54	2.17	7.20	0.35	1.13	3.52	10.72	40.28	22.98	36.39	40.63
46-80	7.69	4.17	29.62	0.53	2.58	34.56	1.12	6.55	1.49	0.89	3.41	12.62	37.64	25.97	28.01	46.02
80-105	7.68	5.10	34.29	1.03	2.87	32.24	0.84	6.67	1.58	1.85	3.56	11.95	35.65	20.05	31.24	48.71
105-150	7.42	4.46	40.53	0.97	2.31	33.44	1.19	6.29	1.48	0.93	4.20	11.97	35.50	17.12	29.32	53.56
150-225	7.56	4.31	38.97	0.88	2.21	31.18	1.15	6.42	1.27	1.34	3.38	12.22	37.61	21.59	29.70	48.71
225-+	7.55	7.60	50.66	0.18	3.83	32.66	1.55	6.88	1.48	1.65	6.40	11.03	38.61	20.67	33.16	46.17

Çizelge 4.25. Akören serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>AKÖREN</b>					
0-20	Ap	<b>SIC</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
20-40	Bw <sub>k1</sub>	<b>GSIC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
40-70	Bw <sub>k2</sub>	<b>GSIC</b>	oby z yrkş blst	zayıf sertlikte	dalgalı belirgin
70-100	Bw <sub>k3</sub>	<b>GSIC</b>	oby z yrkş blst	zayıf sertlikte	dalgalı az belirgin
100-155	Bw <sub>k4</sub>	<b>GSIC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
155-190	Bw <sub>k5</sub>	<b>GSIC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
190-220	Bw <sub>k6</sub>	<b>SIC</b>	kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz az belirgin
220-260	Ckm <sub>1</sub>	<b>SIC</b>	kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
260- +++	Ckm <sub>2</sub>	<b>SIC</b>	kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.26. Akören serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-20	7.78	15.62	24.16	1.41	4.93	41.36	1.40	7.30	1.44	1.80	3.70	13.54	48.21	25.82	35.16	39.02
20-40	8.43	0.62	24.94	1.41	0.96	32.32	1.12	6.69	0.38	1.02	3.56	13.09	38.63	20.05	39.24	40.71
40-70	8.41	0.62	29.62	1.03	0.39	29.24	1.04	7.35	0.20	0.75	1.11	12.98	34.78	17.13	40.93	41.94
70-100	8.29	0.54	50.66	1.35	0.56	30.55	1.04	7.03	0.32	1.63	1.78	12.47	36.93	18.20	38.32	43.48
100-155	8.08	1.31	51.44	0.38	0.85	26.04	1.05	5.54	0.35	1.80	1.52	10.23	30.03	17.36	40.24	42.40
155-190	8.12	1.55	58.46	0.44	1.76	40.54	0.80	5.80	0.69	1.04	1.49	11.87	39.66	11.89	40.77	47.34
190-220	7.84	0.93	51.44	0.29	0.21	26.68	1.16	6.54	0.54	1.23	1.28	8.98	30.11	7.91	41.54	50.55
220-260	7.87	0.91	57.68	1.06	1.63	31.04	1.03	7.33	0.37	1.59	1.39	11.26	34.45	9.30	39.46	51.24
260-+	8.14	0.90	56.12	0.82	1.50	27.82	1.01	7.10	0.33	1.17	1.33	11.54	32.50	12.06	38.92	49.02

Çizelge 4.27. Ekinyazı serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>EKİNYAZI</b>					
0-20	Ap <sub>1</sub>	<b>SIC</b>	by okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
20-40	Ap <sub>2</sub>	<b>SIC</b>	oby kv yrkş blst	kuvvetli	dalgalı belirgin
40-100	Bw <sub>k</sub>	<b>SIC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
100-115	Bw <sub>1</sub>	<b>SIC</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz az belirgin
115-125	Bw <sub>2</sub>	<b>SICL</b>	oby z kş blst	zayıf sertlikte	Düz az belirgin
125-150	Bw <sub>3</sub>	<b>SICL</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz az belirgin
150-160	Bw <sub>4</sub>	<b>SICL</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
160- +	3Bwk	<b>SICL</b>	oby z yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük , yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil

Çizelge 4.28. Ekinyazı serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünbilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-20	7.45	15.62	21.82	2.76	4.12	38.26	1.33	6.71	1.29	0.91	9.07	12.15	42.08	25.91	33.46	40.63
20-40	7.28	15.62	18.71	1.47	4.24	44.84	1.24	5.64	1.18	1.20	9.22	12.10	48.76	24.60	29.62	45.78
40-100	7.14	15.62	20.26	0.88	4.14	45.16	1.22	5.59	1.43	1.52	8.16	11.32	46.46	17.79	38.04	44.17
100-115	7.43	11.28	23.38	0.65	3.74	32.16	1.01	5.59	1.47	0.94	8.10	10.98	40.42	18.87	36.77	44.36
115-125	7.58	7.43	24.16	0.59	3.39	26.40	1.53	5.63	1.02	1.35	5.37	10.89	35.03	17.22	31.54	51.24
125-150	7.43	8.45	25.72	0.59	4.41	27.78	1.47	6.19	1.22	1.13	7.16	10.10	34.18	17.37	33.16	49.47
150-160	8.34	8.35	32.73	0.32	3.90	29.60	1.46	5.91	1.41	0.81	8.41	9.11	35.84	18.53	35.08	46.39
160+	7.65	5.09	24.94	0.56	3.06	46.48	1.43	5.07	0.99	1.03	5.73	9.24	38.76	22.04	29.94	48.02

Çizelge 4.29. Akçakale serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>AKÇAKALE</b>					
0-30	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	grn	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
30-50	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	grn	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
50-100	Bw <sub>1</sub>	<b>C</b>	kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
100-130	Bw <sub>2ss</sub>	<b>C</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
130-150	Bw <sub>3ss</sub>	<b>SIC</b>	oby kv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
150-185	Bw <sub>4ss</sub>	<b>C</b>	oby okv kş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
185-215	Bw <sub>5ss</sub>	<b>GC</b>	kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı az belirgin
215- +	BC	<b>GC</b>	oby okv kş blst	kuvvetli	dalgalı belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.

Çizelge 4.30. Akçakale serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-30	8.52	0.74	15.59	1.03	0.91	27.08	0.74	7.63	0.34	1.20	1.07	6.96	32.64	3.89	39.32	56.79
30-50	7.76	1.32	14.03	0.70	2.00	28.68	0.80	7.32	1.27	1.44	3.27	10.53	32.53	2.81	35.55	61.64
50-100	8.50	3.64	15.59	0.79	2.05	27.60	1.02	6.43	0.30	1.57	3.23	10.36	31.67	1.95	36.63	61.42
100-130	8.30	0.83	14.03	0.23	1.23	26.82	1.04	7.20	0.22	1.04	3.07	9.36	32.33	2.66	38.78	58.56
130-150	8.16	0.92	18.71	0.76	2.09	23.74	1.02	7.84	0.32	1.03	1.56	8.94	28.75	3.28	45.12	51.60
150-185	7.98	1.07	15.59	0.94	2.15	29.64	1.04	7.23	0.48	1.31	2.13	10.82	34.46	4.16	39.05	56.79
185-215	7.72	1.60	19.49	0.50	1.32	25.32	1.11	7.36	1.38	1.02	3.60	11.12	29.47	3.12	36.55	60.33
215-250	7.68	3.62	24.94	0.53	0.95	26.77	1.11	6.38	0.55	0.96	2.36	11.89	31.00	4.97	34.58	60.45

Çizelge 4.31. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Horizon	Tekstür **	Strüktür *	Yoğunluk	Geçiş sınırı
<b>GÜRGELEN 3</b>					
0-30	Ap <sub>1</sub>	<b>C</b>	grn	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
30-60	Ap <sub>2</sub>	<b>C</b>	grn	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
60-110	Bw <sub>k1</sub>	<b>C</b>	oby okv yrkş blst	orta kuvvetli	dalgalı belirgin
110-140	Bw <sub>k2</sub>	<b>GC</b>	kç okv yrkş blst	kuvvetli	dalgalı belirgin
140-170	Bw <sub>k3</sub>	<b>GC</b>	kç okv yrkş blst	kuvvetli	dalgalı belirgin
170-192	Bw <sub>k4</sub>	<b>C</b>	kç okv yrkş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
192-230	BC	<b>C</b>	kç kv kş blst	kuvvetli	Düz belirgin
230-253	C <sub>1y</sub>	<b>C</b>	kç kv kş blst	kuvvetli	Düz belirgin
253-296	C <sub>2y</sub>	<b>C</b>	oby kv kş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin
296- +++	C <sub>3y</sub>	<b>C</b>	by kv kş blst	orta kuvvetli	Düz belirgin

\***Kısaltmalar:** grn-granüler, kç-küçük, yrkş-yarı köşeli, blst-blok strüktür, przst-prizmatik strüktür, msfst-mosifstrüktür, okv-orta kuvvette, oby-orta büyüklükte, z-zayıf, ss-slicken side, kş-köşeli, kv-kuvvetli, oks-oksidasyon, red-redüksiyon, krç-kireçli, bn-benekli, yum-yumuşak, yr-yarı, by-büyük, çkv-çok kuvvetli, o-orta, çby-çok büyük, mn-mangan birikintileri, mk-midye kabukları, kmr-kömür birikintisi.\*\***Kısaltmalar:** C-kil, SIC-siltli kil, SICL-siltli gevşek kil, GC-çakıllı kil, GSIC-çakıllı siltli kil, GSICL-çakıllı siltli gevşek kil.



Çizelge 4.32. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	EC (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Org. Madde (%)	DEĞİŞEBİLİR VE ÇÖZÜNEBİLİR KATYONLAR								KDK (C mol/kg)	TEKSTÜR		
					Ca		K		Mg		Na			Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
					Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünabilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)	Çözünebilir (C mol/lt)	Değişebilir (C mol/kg)				
0-30	8.30	2.06	29.62	1.26	1.61	32.08	1.08	6.34	0.70	1.39	0.95	9.64	30.96	23.28	36.09	40.63
30-60	8.07	0.59	38.19	0.97	0.81	32.92	0.97	7.37	0.36	1.29	0.43	9.43	32.71	15.53	34.17	50.30
60-110	8.11	0.76	42.09	1.11	0.26	30.50	1.13	7.15	0.39	0.91	1.44	9.32	31.90	15.82	29.32	54.86
110-140	7.98	1.08	48.32	1.38	0.17	27.32	0.77	7.44	0.39	1.05	1.32	10.14	30.17	13.76	30.93	55.31
140-170	8.17	1.40	28.84	0.73	1.17	44.32	0.72	6.79	0.56	0.94	1.24	8.99	34.77	13.89	32.55	53.5 6
170-192	8.35	0.69	35.07	0.26	1.07	29.44	0.71	7.16	0.43	1.52	1.02	8.81	27.75	12.57	27.40	60.03
192-230	8.45	0.55	32.73	0.20	1.04	56.84	0.94	6.17	0.37	1.77	1.26	8.81	37.61	9.34	29.02	61.64
230-253	8.51	0.60	32.73	0.23	1.13	30.90	0.88	7.13	0.37	0.93	2.00	10.21	31.86	9.98	37.70	52.32
253-296	7.98	1.12	24.94	0.29	2.20	33.40	1.20	6.03	0.62	0.90	3.60	9.84	32.80	9.75	32.85	57.40
296+	7.86	4.43	21.82	0.26	2.72	32.20	1.19	6.87	0.73	1.81	5.87	9.82	37.28	9.21	36.62	54.17

#### 4.2. Toprakların Seriler Arası Fe Miktarı ve Fraksiyonlarının Karşılaştırılması

Harran Ovası'nda 16 seriden alınan farklı horizonlardaki demir analizleri yapılmış ve bu analizler sonucu topraklarda toplam demir, demiroksitler, zayıf kırSTALLI demir, çözünebilir demir, organik demir ve kristalinite içerikleri elde edilmiştir. Bu analizler sonucu topraklarda en yüksek  $Fe_T$  miktarı 47.71 g/kg olarak Kısas 1 Serisi (Şekil 4.1); en düşük  $Fe_T$  değeri ise 1.17 g/kg Akören Serisi topraklarında bulunmuştur (Şekil 4.25). Toplam demir miktarının ana materyalin özelliğine bağlı olarak topraklarda %0.02 ile %10 arasında değişir ve ortalama miktar %3.8 kadardır (Kacar, 1998). Bu sınır değerleri ile karşılaştırıldığında Harran Ovası toprakları  $Fe_T$  açısından yeterli durumdadır. Ova topraklarında en yüksek  $Fe_D$  miktarı 17.85 g/kg Akçakale Serisi (Şekil 4.29) ile en düşük değer ise 0.18 g/kg Akören Serisi topraklarında tespit edilmiştir (Şekil 4.25). Ova genelinde  $Fe_D$  miktarı ile  $Fe_T$  miktarının orantılı olduğu ancak Harran 2 Serisi'nde;  $Fe_T$ 'e göre  $Fe_D$  miktarının çok düşük olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.21).

Araştırma alanının topraklarında  $Fe_O$ 'nun en yüksek miktarı 0.31 g/kg Kısas 2 Serisi (Şekil 4.8); en düşük miktarı ise 0.02 g/kg Akören Serisi topraklarında tespit edilmiştir (Şekil 4.26). Ova genelinde  $Fe_O$  miktarının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Topraklar  $Fe_{DTPA}$  bakımından incelendiğinde ise en yüksek değer 0.17 g/kg Kısas 2 Serisi (Şekil 4.8); en düşük değer ise 0.002 g/kg Gürgelen 2 Serisi topraklarında tespit edilmiştir (Şekil 4.24). Topraklarda  $Fe_{DTPA}$  ile ekstrakte edilebilir Fe miktarını en az 2.6 ppm olması gerektiği bilinmektedir (Tistale ve ark., 1993). Çalışma alanımızdaki  $Fe_{DTPA}$  değerinin çözünebilir demire ait limitten düşük olduğu görülmektedir. Topraklarda en yüksek  $Fe_P$  miktarını değeri 0.022 g/kg Kısas 2 Serisi (Şekil 4.8) ve en düşük  $Fe_P$  değeri ise 0.0005 g/kg Kısas 2 ve Gürgelen 1 Serileri'nde tespit edilmiştir (Şekil 4.8 ,4.12). Ova genelinde  $Fe_P$  miktarının çok düşük olduğu gözlemlenmiştir.

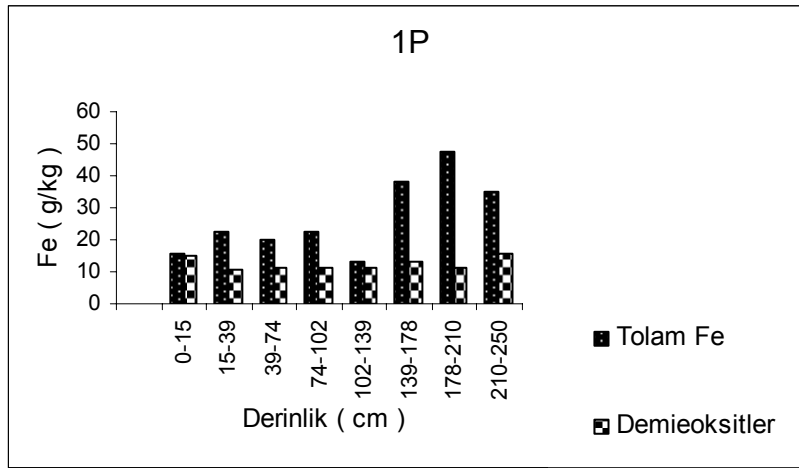
$Fe_O / Fe_D$  oranı serbest demiroksitlerin kristallik derecesi ve yaşını belirttiğinden oldukça önemlidir. Elde ettiğimiz sonuçlar  $Fe_O / Fe_D$  miktarının benzer olmasından dolayı kristalite derecesinin ova topraklarında profiller arasında yaş

bakımından aynı çağa ait olduğuna dair ciddi bir kanıttır. Santos (1984) tarafından benzer çalışmalar yapılmış olup toprak profili ile  $Fe_O / Fe_D$  oranı arasında ilişki bulunmuştur.

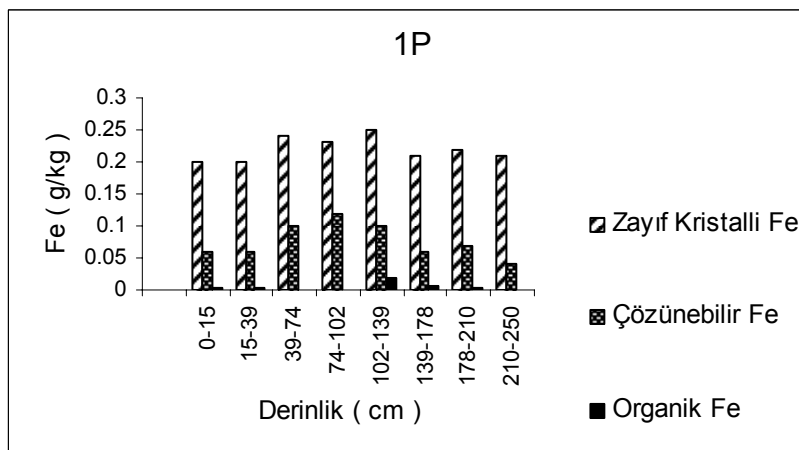
Çizelge 4. 33. Kısas 1 serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
1P	0-15	15.42	15.13	0.2	0.06	0.004	0.01
	15-39	22.59	10.93	0.2	0.06	0.003	0.02
	39-74	19.7	10.98	0.24	0.1	0.0006	0.02
	74-102	22.72	11.43	0.23	0.12	0.0007	0.02
	102-139	13.02	11.16	0.25	0.1	0.018	0.02
	139-178	38.07	13.29	0.21	0.06	0.007	0.01
	178-210	47.71	11.37	0.22	0.07	0.004	0.01
	210-250	35.05	15.55	0.21	0.04	0.0007	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayırlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir prifosfat (organik demir).



Şekil 4.1. Kısas 1 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

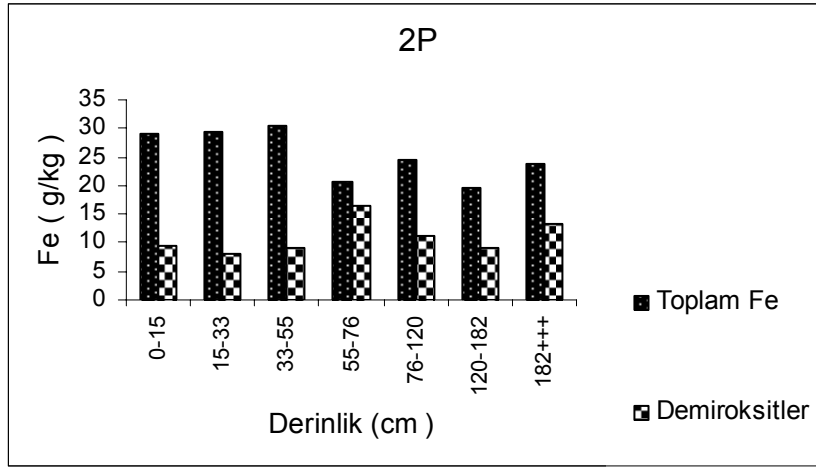


Şekil 4.2. Kısas 1 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

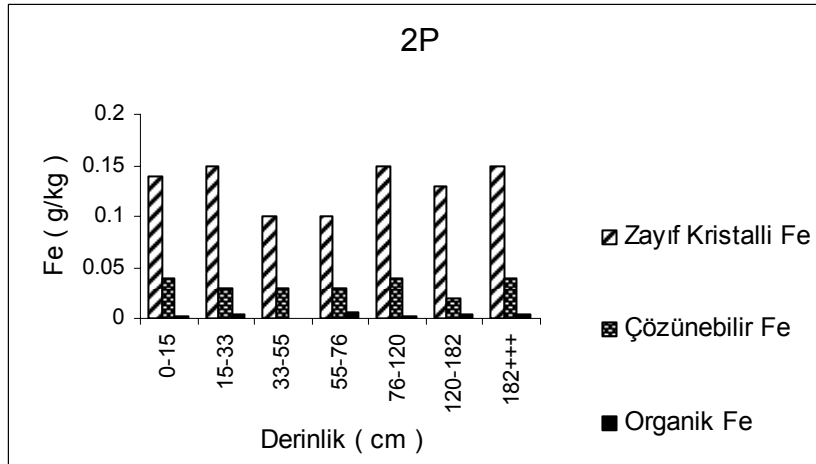
Çizelge 4.34. Çekçek serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
2P	0-15	29.08	9.38	0.14	0.04	0.002	0.01
	15-33	29.3	8.11	0.15	0.03	0.004	0.01
	33-55	30.3	9.06	0.1	0.03	0.0006	0.01
	55-76	20.67	16.38	0.1	0.03	0.006	0.006
	76-120	24.42	11.15	0.15	0.04	0.002	0.01
	120-182	19.61	9.27	0.13	0.02	0.004	0.01
	182+++	23.73	13.24	0.15	0.04	0.004	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.3. Çekçek serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

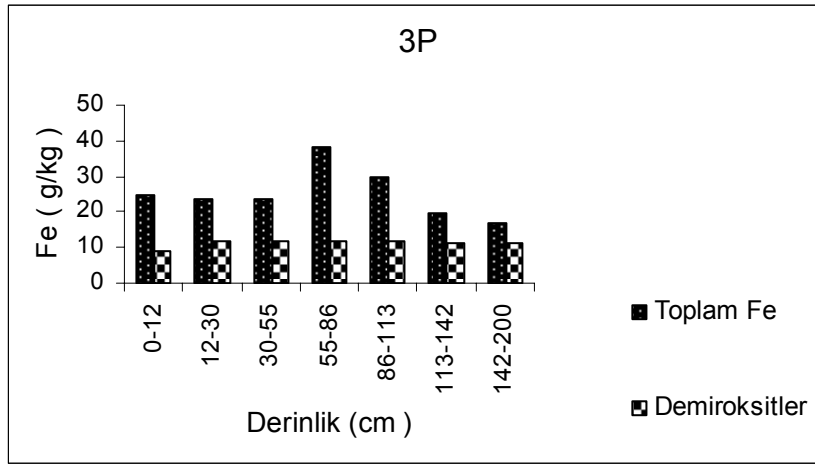


Şekil 4.4. Çekçek serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

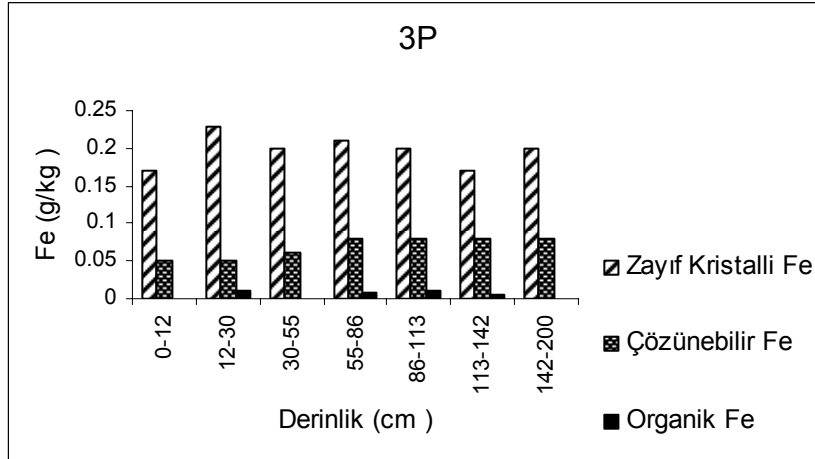
Çizelge 4.35. Harran 1 serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
3P	0-12	24.79	9.12	0.17	0.05	0.0005	0,01
	12-30	23.35	11.7	0.23	0.05	0.011	0.01
	30-55	23.76	11.78	0.2	0.06	0.0007	0.01
	55-86	38.25	11.94	0.21	0.08	0.009	0.01
	86-113	30.03	11.89	0.2	0.08	0.011	0.01
	113-142	19.71	10.98	0.17	0.08	0.006	0.01
	142-200	16.68	11.09	0.2	0.08	0.0006	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.5. Harran 1 serisi profil horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

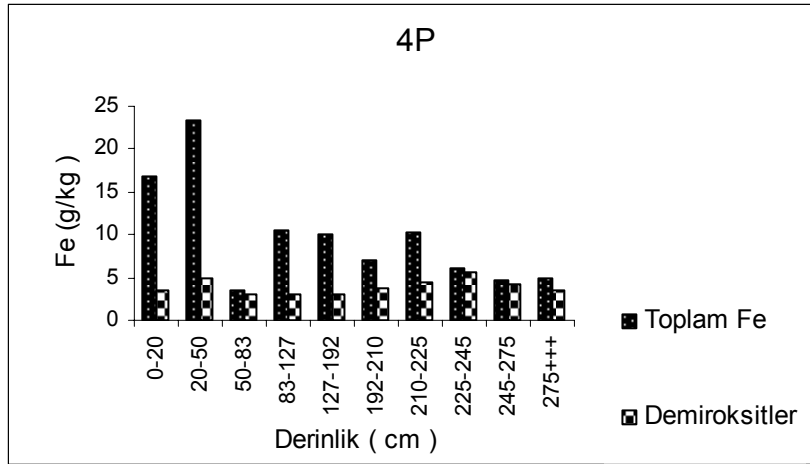


Şekil 4.6. Harran 1 serisi profil horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik seviyeleri

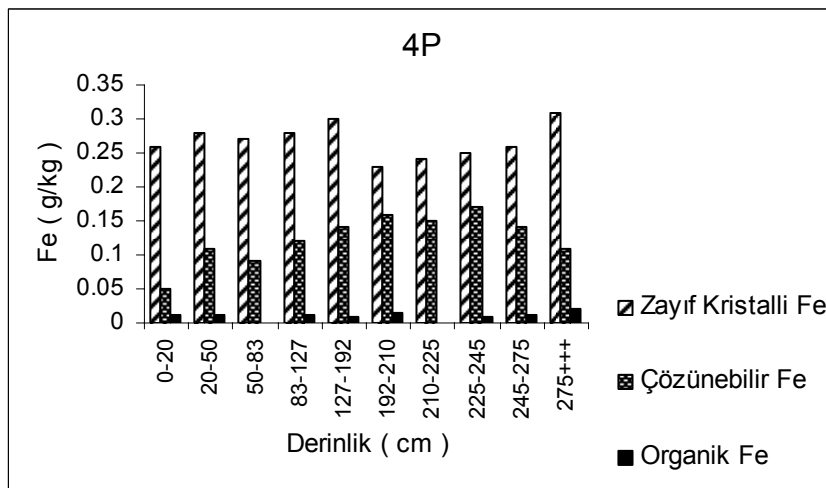
Çizelge 4.36. Kısas 2 serisi profil horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
4P	0-20	16.88	3.56	0.26	0.05	0.011	0,07
	20-50	23.28	4.81	0.28	0.11	0.012	0.05
	50-83	3.39	3.01	0.27	0.09	0.0005	0.08
	83-127	10.49	2.96	0.28	0.12	0.013	0.09
	127-192	10.12	3.15	0.3	0.14	0.01	0.09
	192-210	7.06	3.8	0.23	0.16	0.014	0.06
	210-225	10.34	4.41	0.24	0.15	0.0006	0.05
	225-245	6.1	5.5	0.25	0.17	0.008	0.04
	245-275	4.77	4.2	0.26	0.14	0.013	0.06
	275+++	4.99	3.59	0.31	0.11	0.022	0.08

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayırlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.7. Kısas 2 serisi profil horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

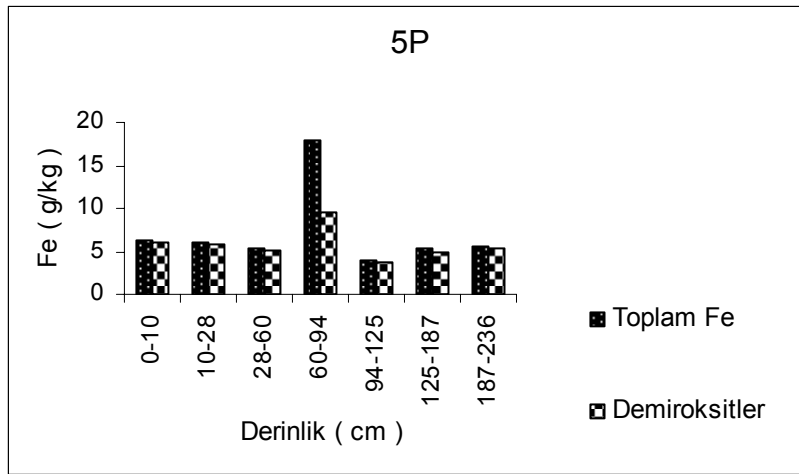


Şekil 4.8. Kısas 2 serisi profil horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

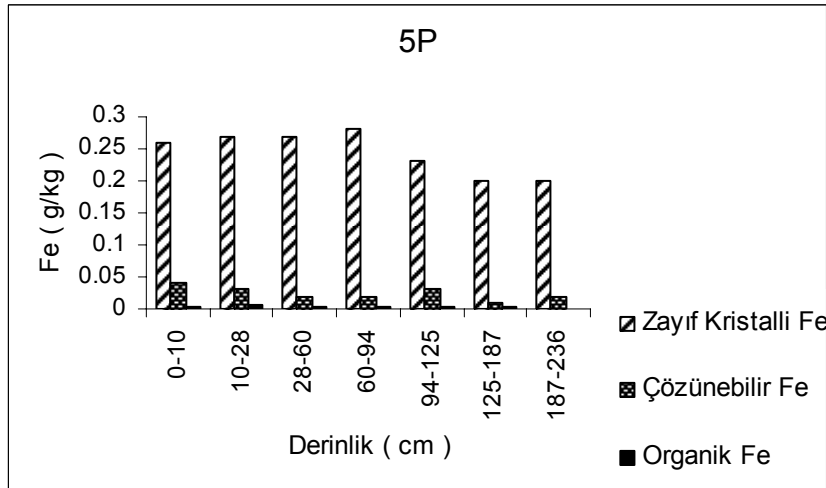
Çizelge 4.37. Bellitaş serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
5P	0-10	6.27	5.95	0.26	0.04	0.002	0.04
	Eki.28	6.16	5.82	0.27	0.03	0.005	0.04
	28-60	5.37	5.04	0.27	0.02	0.004	0.05
	60-94	17.82	9.45	0.28	0.02	0.003	0.02
	94-125	4.01	3.71	0.23	0.03	0.003	0.06
	125-187	5.26	4.95	0.2	0.01	0.003	0.04
	187-236	5.63	5.38	0.2	0.02	0.0006	0.03

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayıklı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.9. Bellitaş serisi profil horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri



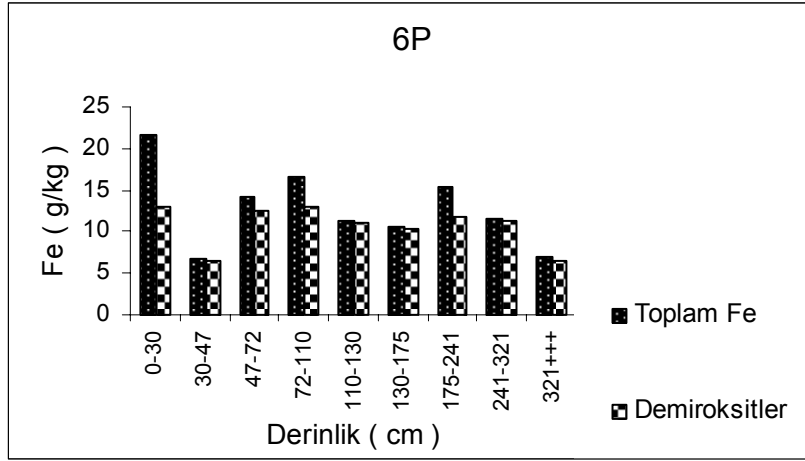
Şekil 4.10. Bellitaş serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri



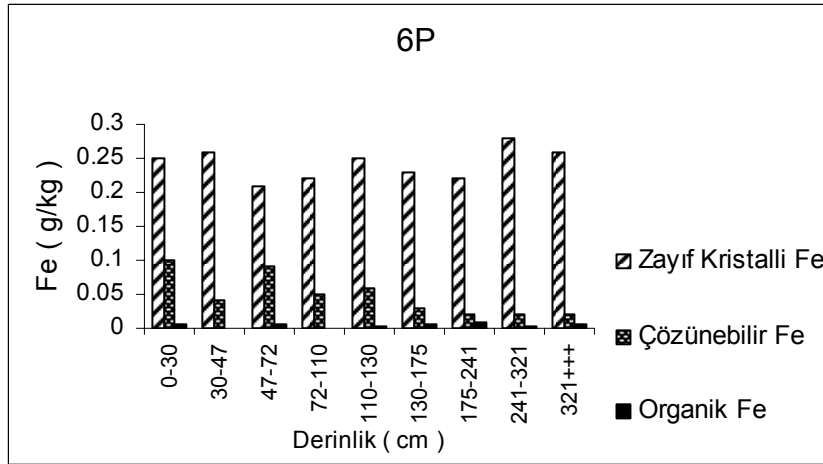
Çizelge 4.38. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
6P	0-30	21.55	12.99	0.25	0.1	0.005	0,01
	30-47	6.7	6.4	0.26	0.04	0.0006	0.04
	47-72	14.26	12.46	0.21	0.09	0.007	0.01
	72-110	16.57	12.93	0.22	0.05	0.0005	0.01
	110-130	11.3	10.99	0.25	0.06	0.004	0.02
	130-175	10.55	10.25	0.23	0.03	0.005	0.02
	175-241	15.5	11.68	0.22	0.02	0.009	0.01
	241-321	11.65	11.31	0.28	0.02	0.004	0.02
	321+++	6.86	6.45	0.26	0.02	0.005	0.04

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.11. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

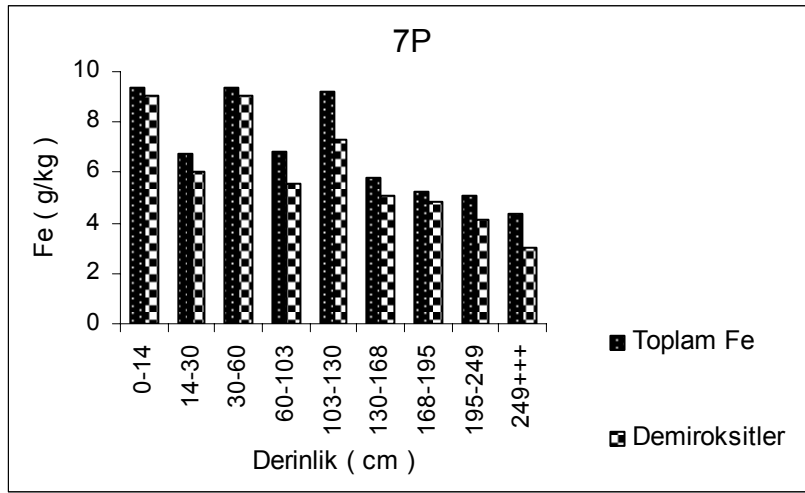


Şekil 4.12. Gürgelen 1 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

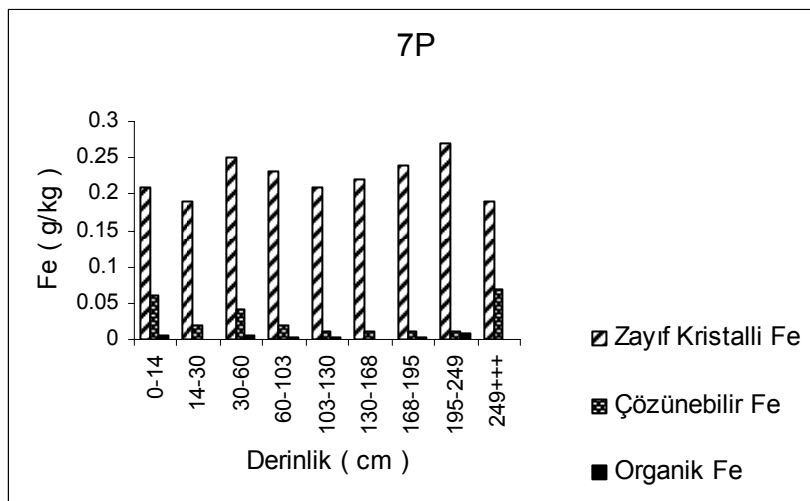
Çizelge 4.39. İkizce serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
7P	0-14	9.35	9.03	0.21	0.06	0.006	0,02
	14-30	6.72	6.02	0.19	0.02	0.0006	0.03
	30-60	9.33	9.01	0.25	0.04	0.006	0.02
	60-103	6.81	5.52	0.23	0.02	0.004	0.04
	103-130	9.19	7.28	0.21	0.01	0.004	0.02
	130-168	5.82	5.05	0.22	0.01	0.0006	0.04
	168-195	5.27	4.82	0.24	0.01	0.004	0.04
	195-249	5.04	4.11	0.27	0.01	0.009	0.06
	249+++	4.34	2.98	0.19	0.07	0.0009	0.06

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayırlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir prifosfat (organik demir).



Şekil 4.13. İkizce serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

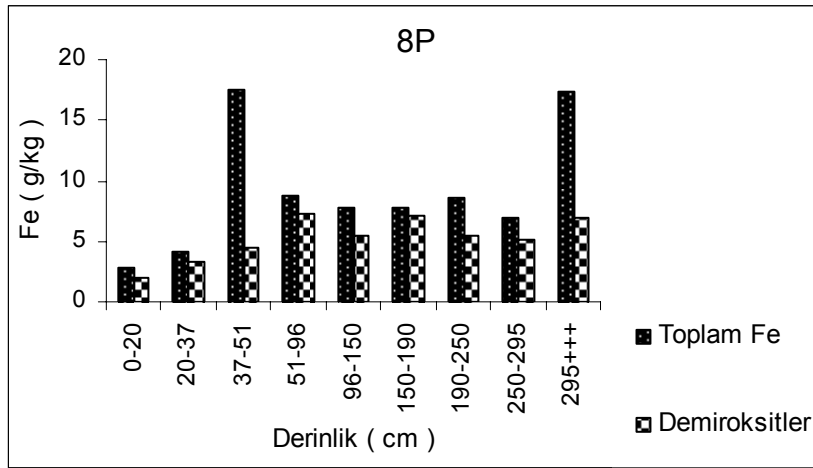


Şekil 4.14. İkizce serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

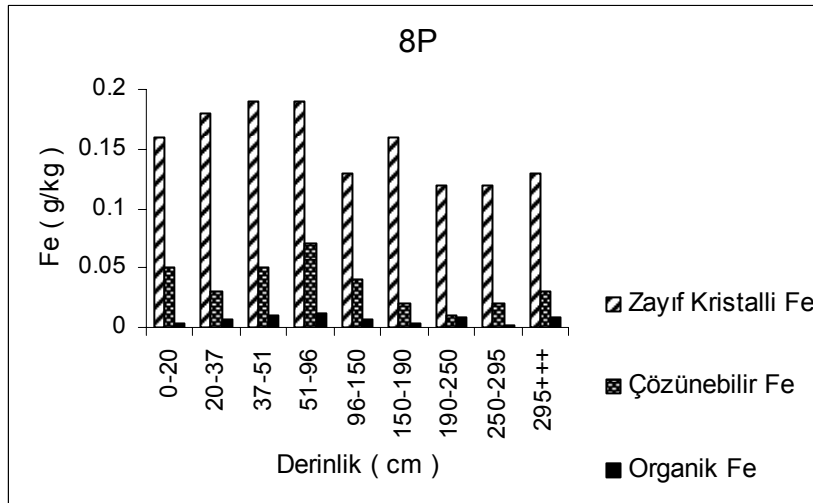
Çizelge 4.40. Sırrın serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
<b>8P</b>	0-20	2.87	1.96	0.16	0.05	0.003	0,08
	20-37	4.17	3.29	0.18	0.03	0.007	0.05
	37-51	17.47	4.53	0.19	0.05	0.01	0.04
	51-96	8.76	7.3	0.19	0.07	0.011	0.02
	96-150	7.75	5.4	0.13	0.04	0.006	0.02
	150-190	7.83	7.1	0.16	0.02	0.004	0.02
	190-250	8.6	5.41	0.12	0.01	0.008	0.02
	250-295	7.01	5.15	0.12	0.02	0.002	0.02
	295+++	17.33	7.01	0.13	0.03	0.008	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayıklı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.15. Sırrın serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

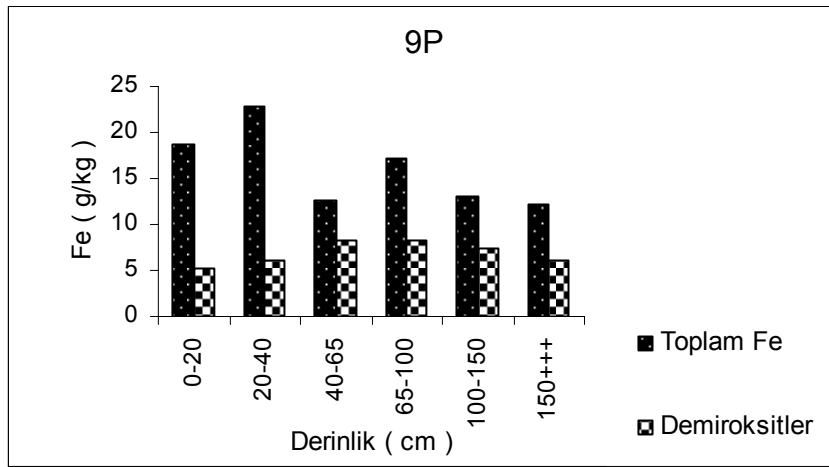


Şekil 4.16. Sırrın serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

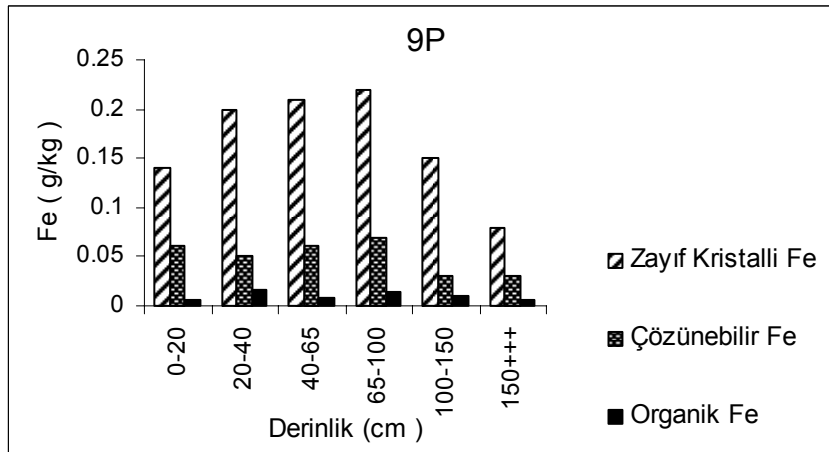
Çizelge 4.41. İrice serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
9P	0-20	18.64	5.24	0.14	0.06	0.007	0.02
	20-40	22.93	6.03	0.2	0.05	0.016	0.03
	40-65	12.51	8.27	0.21	0.06	0.0009	0.02
	65-100	17.18	8.34	0.22	0.07	0.014	0.02
	100-150	13.12	7.29	0.15	0.03	0.011	0.02
	150+++	12.2	6.03	0.08	0.03	0.007	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir prifosfat (organik demir).



Şekil 4.17. İrice serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

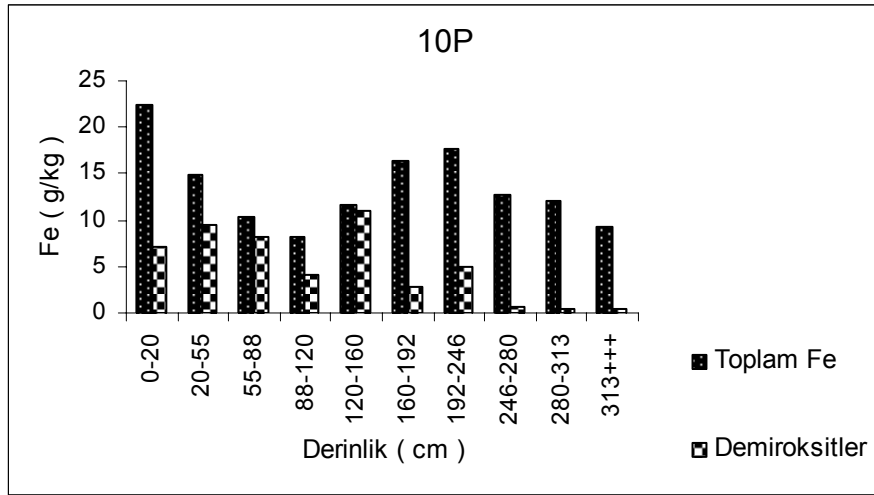


Şekil 4.18. İrice serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

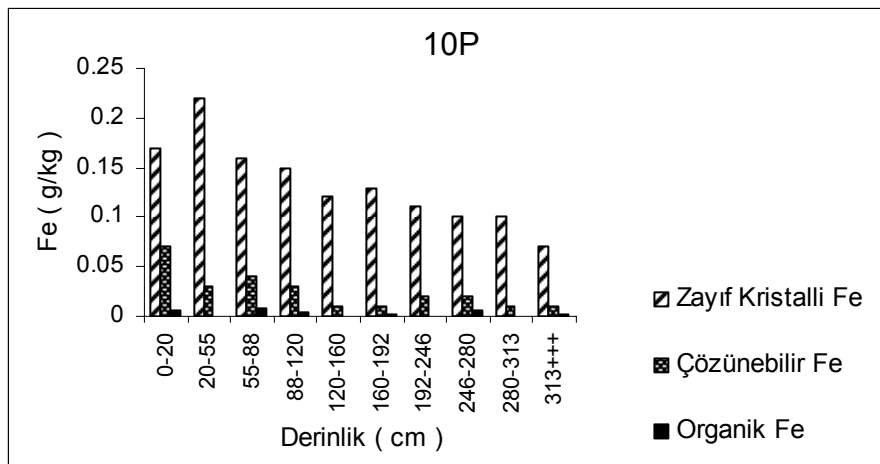
Çizelge 4.42. Beğdeş serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
10P	0-20	22.31	7.19	0.17	0.07	0.006	0,02
	20-55	14.91	9.43	0.22	0.03	0.0007	0.02
	55-88	10.32	8.29	0.16	0.04	0.008	0.01
	88-120	8.09	4.14	0.15	0.03	0.005	0.03
	120-160	11.66	11.05	0.12	0.01	0.0005	0.01
	160-192	16.33	2.75	0.13	0.01	0.003	0.04
	192-246	17.74	5.02	0.11	0.02	0.0007	0.02
	246-280	12.63	0.66	0.1	0.02	0.007	0.15
	280-313	12.14	0.41	0.1	0.01	0.0007	0.24
	313+++	9.2	0.47	0.07	0.01	0.003	0.14

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayıklı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.19. Beğdeş serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

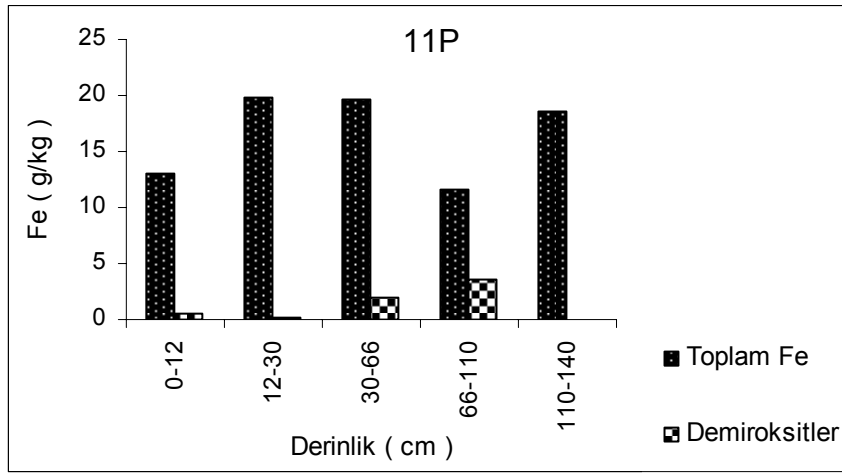


Şekil 4.20. Beğdeş serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

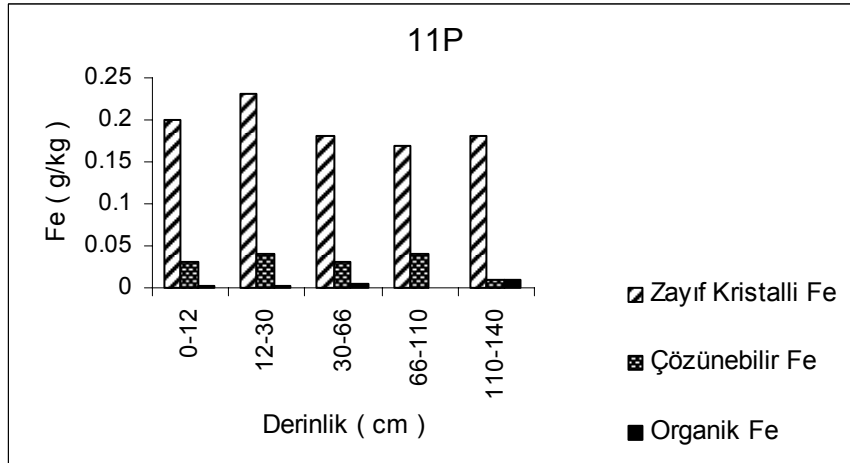
Çizelge 4.43. Harran 2 serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
11P	0-12	13.03	0.45	0.2	0.03	0.003	0.4
	12-30	19.77	0.22	0.23	0.04	0.003	1.04
	30-66	19.6	2.05	0.18	0.03	0.004	0.08
	66-110	11.68	3.54	0.17	0.04	0.0007	0.04
	110-140	18.63	2.02	0.18	0.01	0.01	0.08

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayırlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.21. Harran 2 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

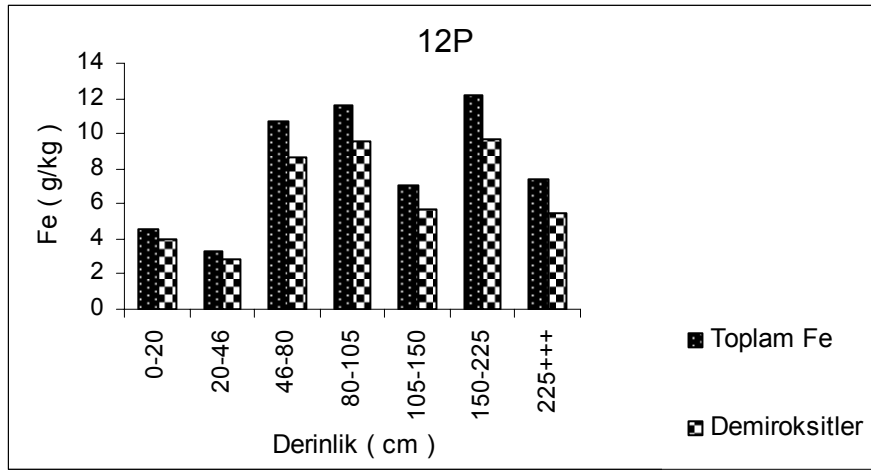


Şekil 4.22. Harran 2 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

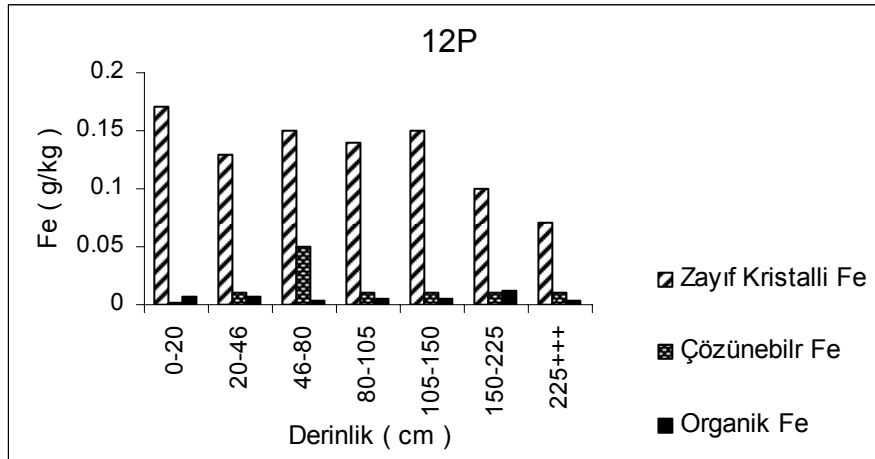
Çizelge 4.44. Gürgelen 2 profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
12P	0-20	4.5	3.98	0.17	0.002	0.007	0,04
	20-46	3.3	2.85	0.13	0.01	0.007	0.04
	46-80	10.75	8.67	0.15	0.05	0.004	0.01
	80-105	11.63	9.55	0.14	0.01	0.005	0.01
	105-150	7.09	5.64	0.15	0.01	0.005	0.02
	150-225	12.21	9.67	0.1	0.01	0.012	0.01
	225+++	7.44	5.45	0.07	0.01	0.003	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir prifosfat (organik demir).



Şekil 4.23. Gürgelen 2 profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

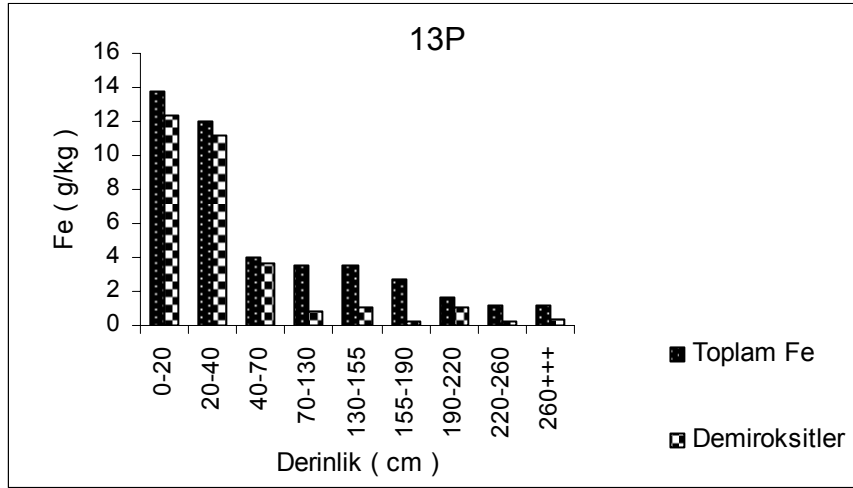


Şekil 4.24. Gürgelen 2 profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

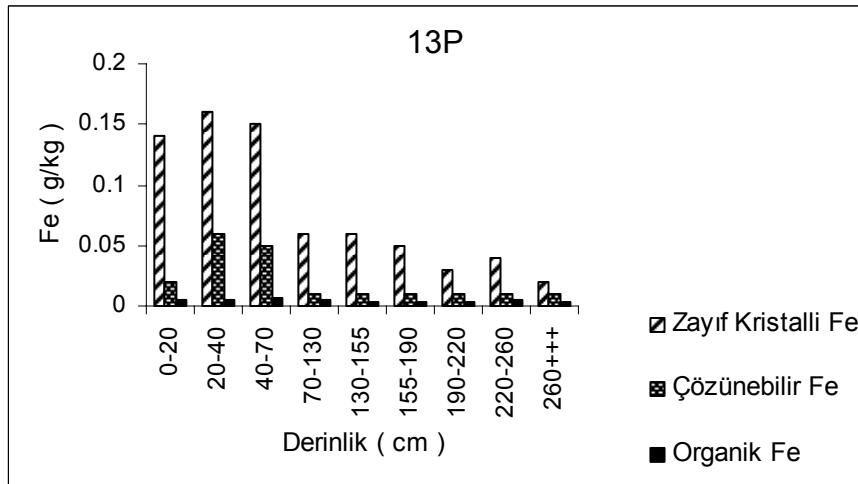
Çizelge 4.45. Akören serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
13P	0-20	13.73	12.32	0.14	0.02	0.005	0,01
	20-40	12.05	11.15	0.16	0.06	0.005	0.01
	40-70	4.04	3.65	0.15	0.05	0.006	0.04
	70-130	3.53	0.8	0.06	0.01	0.005	0.07
	130-155	3.56	1.08	0.06	0.01	0.004	0.05
	155-190	2.65	0.18	0.05	0.01	0.003	0.27
	190-220	1.69	1.06	0.03	0.01	0.004	0.02
	220-260	1.17	0.26	0.04	0.01	0.005	0.15
260+++	1.18	0.41	0.02	0.01	0.004	0.04	

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayıklı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.25. Akören serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri



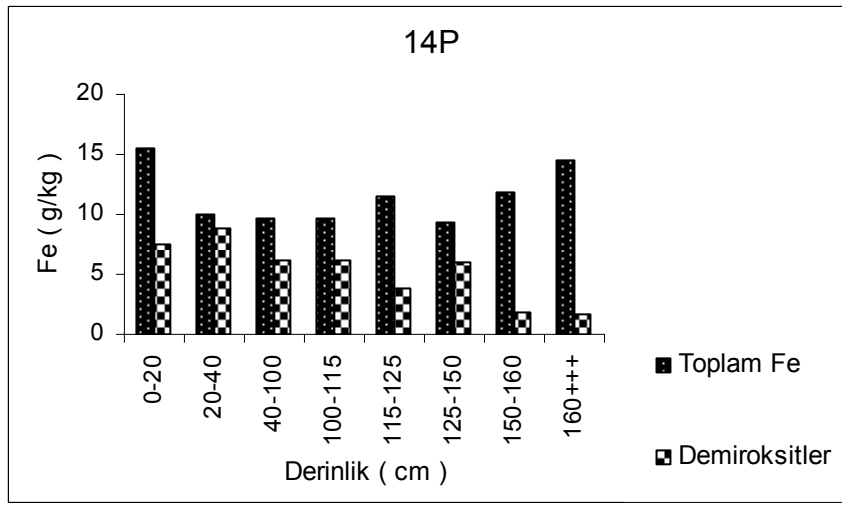
Şekil 4.26. Akören serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri



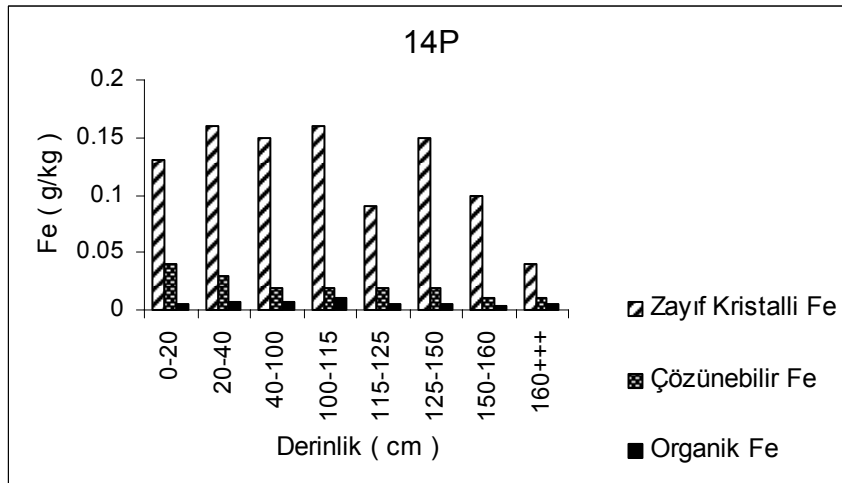
Çizelge 4.46. Ekinyazı serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
14P	0-20	15.57	7.51	0.13	0.04	0.006	0,01
	20-40	9.93	8.88	0.16	0.03	0.007	0.01
	40-100	9.68	6.25	0.15	0.02	0.007	0.02
	100-115	9.64	6.21	0.16	0.02	0.01	0.02
	115-125	11.5	3.85	0.09	0.02	0.005	0.02
	125-150	9.38	5.98	0.15	0.02	0.006	0.02
	150-160	11.76	1.86	0.1	0.01	0.004	0.05
	160+++	14.42	1.66	0.04	0.01	0.006	0.02

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayırlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir prifosfat (organik demir).



Şekil 4.27. Ekinyazı serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

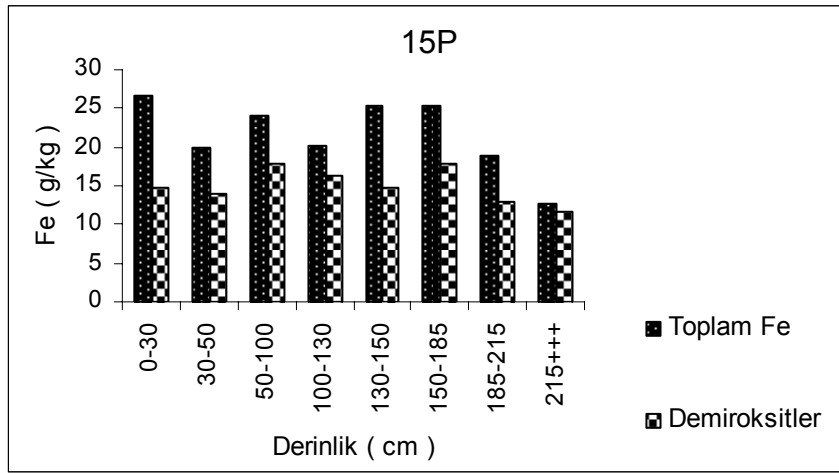


Şekil 4.28. Ekinyazı serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

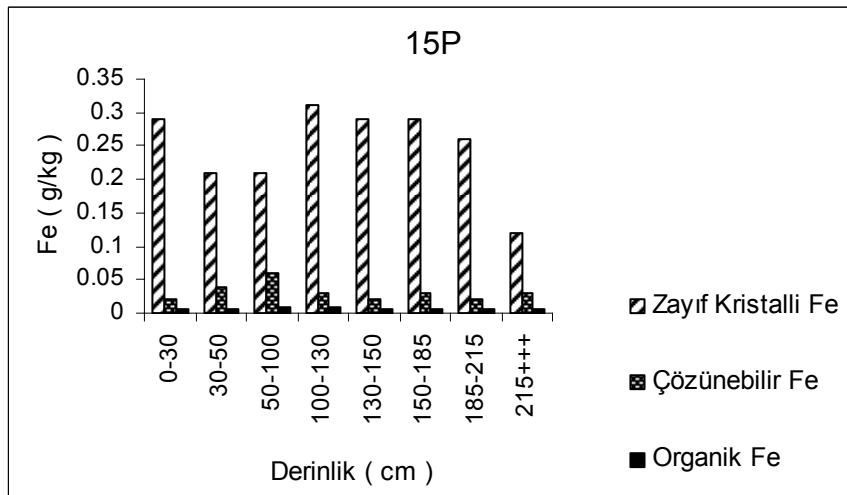
Çizelge 4.47. Akçakale serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
15P	0-30	26.71	14.68	0.29	0.02	0.007	0.01
	30-50	20.01	13.94	0.21	0.04	0.007	0.01
	50-100	24.13	17.85	0.21	0.06	0.009	0.01
	100-130	20.08	16.38	0.31	0.03	0.009	0.01
	130-150	25.27	14.84	0.29	0.02	0.007	0.01
	150-185	25.22	17.76	0.29	0.03	0.007	0.01
	185-215	18.82	12.97	0.26	0.02	0.005	0.02
	215+++	12.61	11.56	0.12	0.03	0.005	0.01

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir prifosfat (organik demir).



Şekil 4.29. Akçakale serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri

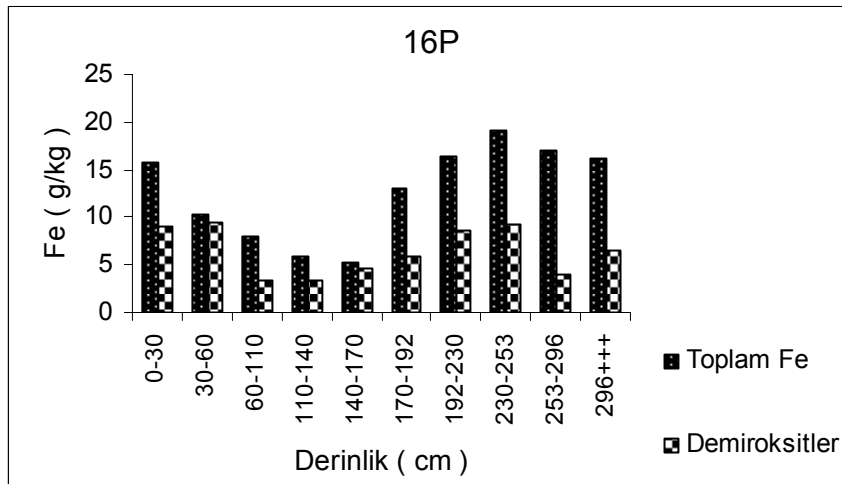


Şekil 4.30. Akçakale serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

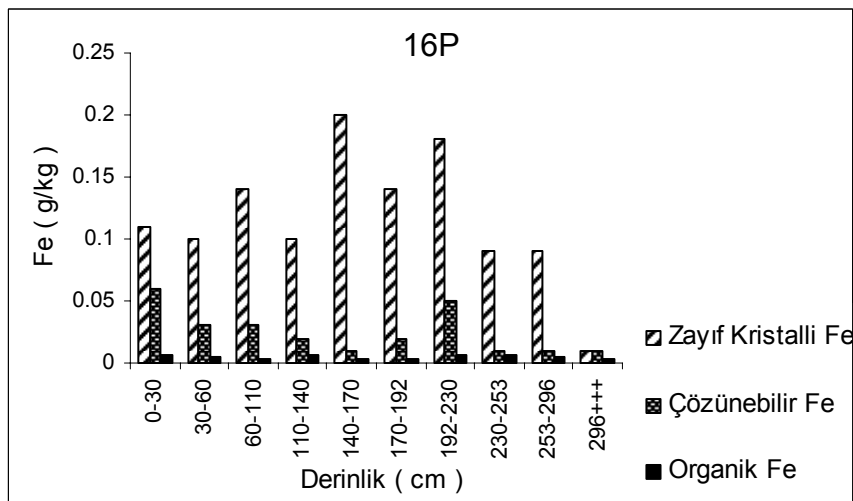
Çizelge 4.48. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının Fe miktarları

	Derinlik ( cm )	Fe <sub>T</sub> ( g/kg )	Fe <sub>D</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> ( g/ kg )	Fe <sub>DTPA</sub> ( g/kg )	Fe <sub>P</sub> ( g/kg )	Fe <sub>O</sub> /Fe <sub>D</sub> ( g/kg )
16P	0-30	15.72	9.03	0.11	0.06	0.006	0,01
	30-60	10.3	9.44	0.1	0.03	0.005	0.01
	60-110	8.02	3.32	0.14	0.03	0.003	0.04
	110-140	5.84	3.45	0.1	0.02	0.006	0.02
	140-170	5.25	4.61	0.2	0.01	0.003	0.04
	170-192	13.03	5.95	0.14	0.02	0.004	0.02
	192-230	16.32	8.69	0.18	0.05	0.006	0.02
	230-253	19.17	9.31	0.09	0.01	0.007	0.01
	253-296	16.92	3.95	0.09	0.01	0.005	0.02
	296+++	16.13	6.42	0.01	0.01	0.004	0.001

\*Fe<sub>T</sub>:Total demir, Fe<sub>D</sub>:Demir dithionit (demiroksitler), Fe<sub>O</sub>:Demir oksalat (zayıf kristalli demiroksitler), Fe<sub>DTPA</sub>:DTPA ile ekstrakte edilebilir demir (yarayışlı demir), Fe<sub>P</sub>:Demir pifosfat (organik demir).



Şekil 4.31. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının toplam Fe ve demiroksit seviyeleri



Şekil 4.32. Gürgelen 3 serisi profili horizonlarının zayıf kristalli Fe, çözünebilir Fe ve organik Fe seviyeleri

### 4.3. Fe Değerlerinin Toprak Özellikleri ile İlişkisi

#### 4.3.1. Fe – pH ilişkisi

Toprakların pH değeri asit ve alkalilik durumları ile ilgili bilgi vermektedir. pH değeri 7'ye kadar olan topraklar asidik; 7 olan topraklar nötr; 7'den büyük olan topraklar ise alkaline özellik göstermektedir (İnce, 2000). Tarım topraklarının genelde toplam Fe içerikleri yeterli olmasına rağmen topraktaki bazı faktörler Fe'in yararlılığını sınırlandırmaktadır. Bu faktörlerden bir tanesi toprak pH değeridir.

Topraklarda pH'nın ve redoks potansiyelinin etkisi oldukça belirgindir. Toprak pH'sını asit yönüne doğru değiştiren uygulamalar bitkilerde Fe alımının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca pH Fe oksitlerin birbirine oranı üzerinde de önemli rol oynamaktadır (Kalbasi ve ark., 1988; Anonim, 2005).

Fe<sup>+3</sup>'ün Fe<sup>+2</sup> şeklinde indirgenmesi sırasında ortamda bulunan H<sup>+2</sup> iyonları miktarı azalır ve bunun sonucu olarak pH'da bir yükselme gözlenir. İyi havalandırılan topraklarda ise bu tepkime tersine işler. Yani Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup> e yükseltgenir ve yükseltgenme sırasında toprak pH'sı düşer. Açıklanan nedenlerle aynı profilin farklı derinliklerinde Fe<sup>+2</sup> ve Fe<sup>+3</sup> iyonlarının oranları değişebilmektedir. Profilin alt katmanlarında havalandırma yetersiz olabilmekte ve buralardaki Fe<sup>+2</sup> iyonlarının miktarı profilin üst katlarına göre daha fazla olabilmektedir. Bu nedenle profilin alt katlarına inildikçe redoks potansiyeli genelde düşmektedir (Kacar ve Katkat, 2006).

Harran Ovası topraklarında horizon bazında yaptığımız analizler sonucu ovanın pH değerleri 7.10 ile 8.52 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.12, 4.30). Bu değerler ova topraklarının nötr veya alkaline karakterli olduğunu belirlemektedir. Bu oran ovanın birçok yerinde Fe yararlılığını düşürmektedir. Ancak yaptığımız analizler sonucu bazı noktalarda literatürlerin aksine pH değeri düştükçe Fe düşmüş veya pH yükseldikçe Fe' de yükselmiştir. Bunun nedeni ise topraktaki Fe miktarını etkileyen kireç, organik madde, bazı katyonlar vb toprak özellikleridir.

#### 4.3.2. Fe - Kireç İlişkisi

Kireçli topraklarda Fe' in yararışlılığı  $\text{HCO}_3$  konsantrasyonuna bağı olarak azalır (Bloom ve Inskeep, 1988).

Eyüpoğlu ve Kurucu (1997)' nun yapmış oldukları bir araştırmada Türkiye'nin bütün bölgelerinden ve farklı iklimlerden alınan toplam 1511 toprak örneği mikro elementler bakımından incelenmiştir. Buna göre Türkiye topraklarının % 27'sinde Fe eksikliği tespit edilmiştir. Bu araştırmada Fe ile kireçlilik arasında negatif kolerasyon tespit edilmiştir.

Kireç miktarının artması toprak pH' sını da yükseltir. Kireç oranı yüksek olan topraklarda, pH 8.5'e kadar  $\text{Ca}^{++}$  katyonu başat durumdadır. Toprakta  $\text{Ca}^{++}$  katyonu konsantrasyonu yükseldikçe ortamdaki alınabilir Fe iyonları Ca ile çözünemez formda bileşikler oluşturur. Ayrıca  $\text{Ca}^{++}$  iyonları Fe taşınmasını ve alınımını  $\text{Fe}^{+3}$  şeklinde çökmesine yol açarak olumsuz yönde etkilemektedir (Olsen ve Watanabe, 1979; Anonim, 2007).

Harran Ovası topraklarında yapılan analizler sonucu ova topraklarının geneline bakıldığında toprakların kireçli veya çok kireçli olduğu görülmüştür. Çalışma alanında  $\text{CaCO}_3$  değerlerinin % 14.03 ile 58.46 arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.14, 4.26). Buda toprakta bulunan Fe miktarını olumsuz yönde etkilemektedir. Kirecin fazla olduğu profillerde olumsuz etkiler görülmüştür. Ayrıca  $\text{Ca}^{++}$  iyonları Fe' in çökmesine sebep olarak yarışlı Fe açısından da olumsuz sonuç oluşturmaktadır. Ova topraklarının geneline bakıldığında ana materyalden kaynaklanan yüksek miktardaki kireç oranının Fe üzerindeki negatif etkisi, yapılan Fe analizleri ile de tespit edilmiştir.

#### 4.3.3. Fe – EC İlişkisi

Ana materyal, topoğrafya, kapalı havzalar, iklim, taban suyu, hatalı sulama ve gübreleme topraklarda tuzluluğa yol açan etmenlerdir. Ayrıca tuz içeriği yüksek olan

sulama suyu da zaman içersinde toprakta tuz birikimine neden olur. Tuzluluğun meydana getirdiği zararlar, özellikle yıllık yağışın düşük olduğu kurak bölge topraklarında daha fazladır. Doğal koşullardaki tuz birikimi iki şekilde meydana gelir. Bunlardan birincisi; yağış sularının, geçtiği yerlerdeki çözünebilir tuzları eriterek birikme havzalarına taşınması; diğeri ise yüksek sıcaklık altında toprak suyunun kapilarite ile yüzeye çıkması ve yükselirken beraberinde tuzları da yüzeye taşıyarak burada birikmesidir (Anonim, 2007).

Araştırma konusu topraklar incelendiğinde çok fazla tuzluluk sorunu görülmemiştir. Ancak bazı profillerin özellikle üst horizonlarında tuzluluk oranının yüksek olduğu saptanmıştır. Bu sorunu ovada yapılan bilinçsiz sulamadan ve aşırı sıcaklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ova topraklarında yapılan analizlerde tuzluluk oranı 0.19-15.62 dS/m arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.6, 4.24). Daha önce yapılmış çalışmalara bakıldığında tuzluluk ile topraktaki Fe arasında direkt olarak herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

#### **4.3.4. Fe – Katyon Değişim Kapasitesi ( KDK ) İlişkisi**

Katyon değişim kapasitesi toprağın değişebilir katyon miktarını gösterir. Toprakların potansiyel değişim kapasitesi topraktaki kil minerallerinin ve organik maddenin miktarına ve çeşidine göre değişir. Bu nedenle çok geniş sınırlar içinde değişim kapasitesi saptanabilir. Bunun yanında değişim kapasitesi pH' ya bağlıdır. pH yükseldikçe değişim kapasitesi artar (İnce, 2000).

Yaptığımız çalışmada KDK değerleri 22.40 – 49.22 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.12, 4.14). Yapılan demir analizleriyle kıyaslandığında KDK ile demir arasında herhangi bir ilişki gözlenememiştir.

#### **4.3.5. Fe – Değişebilir Katyon (DK) İlişkisi**

Toprakların oluşumu anında ana kayaların içerdiği demirin değişimi asıl olarak iki ayrımlı şekilde ortaya çıkar. Yüksek yağış alan, düşük sıcaklığa sahip yörelerde

$Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  ve  $K^+$  gibi bazı katyonların etkisiyle toprağın alt tabakalarına taşınarak yeni oluşan toprakların üst horizonlarının asit tepkimeli olmalarına yol açarlar. Böyle durumlarda toprağın üst horizonlarında bulunan ve  $Fe^{2+}$  şekline indirgenen demirin büyük bir bölümü sularla toprağın daha az asit tepkimeli alt tabakalarına taşınarak orada demir hidratlar, demir oksitler ve organik bileşikler gibi bitkiye yararlı şekildeki yeni demir bileşiklerini oluşturarak çökelirler. Buna karşın bol yağış ve yüksek sıcaklığa sahip etkin katyonlar yıkanarak toprağın alt tabakalarına taşınır ve üst toprakta yükseltgenme için uygun koşullar oluşur. Böyle durumlarda toprağın üst tabakalarında demirin büyük bir bölümü taşınmaz şekilde sulu demir oksitlere dönüşür (Kacar ve Katkat , 2006).

Yaptığımız çalışmada topraklardaki çözünebilir Ca 0.08 ile 6.21 (Çizelge 4.4, 4.20); değişebilir Ca miktarı 21.56 – 60.96 (Çizelge 4.10, 4.20); çözünebilir K miktarı 0.71 – 2.42 (Çizelge 4.32, 4.24), değişebilir K miktarı 3.51 – 8.00 (Çizelge 4.14, 4.14); çözünebilir Mg miktarı 0.11 – 1.61 (Çizelge 4.18, 4.24); değişebilir Mg miktarı 0.58 – 2.84 (Çizelge 4.2, 4.6) ve çözünebilir Na miktarı 0.43 – 9.22 (Çizelge 4.32, 4.28); değişebilir Na miktarı ise 1.37 – 13.54 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2, 4.26). Topraklarda  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  ve  $K^+$  katyonları suyun ve yağışın etkisiyle toprağın alt tabakalarına taşınarak, üst horizonların asit oranını artırarak demir miktarının artmasında dolaylı bir etkide bulunmuşlardır.

#### 4.3.6. Fe – Organik Madde İlişkisi

Topraklarda doğal şelatör olarak rol alan ve total demirin bitkilere yararlılığını arttıran organik madde içeriği bakımından, Türkiye toprakları genellikle fakir olup, bu durum kuru ve sıcak iklim, dolayısı ile organik madde birikiminin çok az veya hiç mümkün olmayışından ileri gelmektedir. Ayrıca bu olumsuz etkide erozyonun rolüde unutulmamalıdır. Topraklarımızın % 16.7'sinde organik madde % 1' den daha azdır; % 47.8'inde % 1.2 arasında; % 25.6'sında % 2.3 arasında bulunmaktadır. Nihayet % 3-4 arasında ve % 6-9' dan fazla organik madde kapsayan toprakların oranı ise % 3'tür (Ülgen ve Yurtsever, 1995).

Toprakta organik madde içeriğinin çok düşük veya ekstrem yüksek olmasının Fe' in toprakta mobilizasyonu üzerine olumsuz etkisi vardır (Thorne ve ark.; Brown, 1956; Wallace ve Lunt 1960; Wallace, 1982; Romera ve ark., 1982).

Organik madde içerikleri yüksek topraklarda demir kıyıltlerinin miktarı  $10^{-4}$ - $10^{-3}$  mgL<sup>-1</sup> arasındadır. Ayrıca topraklarda demirli minerallerin bulunması ve demirli minerallerin çeşidi organik bileşiklere bağlıdır. Ortamda organik bileşikler var ise bunlar demir ile kompleks oluşturarak demirin çökmesini engellerler (Romheld ve Marschner, 1988; Schwertmann ve Taylor, 1972).

Harran Ovası topraklarında 16 profil bazında yaptığımız analizler sonucu çalışma alanı topraklarındaki organik madde miktarının % 0.03 – 2.76 arasında değiştiğini belirlendi (Çizelge 4.8, 4.28). Bu sonuç bize toprakların organik madde bakımından yetersiz olduğunu göstermektedir. Organik maddenin demir üzerindeki olumlu etkisi göz önüne alındığında ovadaki organik madde miktarının düşük olmasının demir üzerinde de negatif bir etki olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.3.7. Fe – Tekstür İlişkisi

Killi, ağır bünyeli topraklarda yapılan aşırı sulama ve aşırı yağışlar demirin yarayışlılığını azaltmaktadır (Thorne ve ark., 1950; Brown, 1956; Wallace ve Lunt, 1960; Wallace, 1982; Romera ve ark., 1992).

Kil, toprağın su tutma kapasitesini artırır ve toprak çözeltisindeki besin maddelerinin tutunmasını sağlar (İnce, 2000).

Kil mineralleri toprağın katyon değişim kapasitesini büyük ölçüde tayin eder. Kil minerallerinin yapısında meydana gelen çeşitli değişmelerden dolayı, yüzeylerinde fazla negatif yükler bulunur. İşte bu negatif yükler, katyonları çekerek bunların kilin yüzeyinde tutunmasını sağlar. Kil minerallerinin yüzeyinde tutunmuş olan bu katyonlar toprak çözeltisindeki diğer katyonlarla yer değiştirebilir (Aktaş, 1991).



Yaptığımız arştırmada gördüğümüz gibi topraklarda hakim tekstür sınıfı kil'dir. Bu durum arştırma topraklarının büyük çoğunluğunun ağır tekstürlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca ova topraklarında yapılan aşırı ve bilinçsiz sulamanın demir yayırlılığına olumsuz etkisi gözlemlenmiştir. Ancak kilin katyonları çekerek, bunları yüzeyinde tutmasının ova topraklarında toplam demir miktarının yüksek olmasına etkisi gözlemlenmiştir.

#### 4.3.8. Fe- Toprak sınıflandırılması İlişkisi

Spodik horizonun teşhisinde profosfat ile ekstrakte edilebilir demir miktarı dithionit sitrat ile ekstrakte edilebilir demir miktarını yarısı veya daha fazla olması gerekmektedir (İnce, 1983). Arştırma alanındaki demir durumuna bakıldığında profosfat ile ekstrakte edilebilir demir miktarının, dithionit sitrat ile ekstrakte edilebilir demir miktarının yarısından çok daha düşük olduğu görülmüştür. Buda bize spodik horizonu oluşturabilecek bir birikimin söz konusu olmadığını göstermektedir.

#### 4.3.9. Fe- Renk İlişkisi

Fe toprağa renk veren unsurlardan biridir. Toprakta demir minerallerinin hasıl ettiği renkler ise esmer, kırmızı ve sarı olup, bu renkler feri hidroksitlerden ileri gelmektedir. Ferro demirin fazla olması durumunda toprak mavimsi renk almaktadır. Ayrıca topraktaki sarı renk demiroksitlerden kaynaklanmaktadır. Topraktaki kırmızı renk ise iyi drenaj ve havalanma şartları altında dehidrate olmuş demiroksitlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca iklim de toprak rengini etkilemektedir. Kurak bölgelerde açık renkli, kurak ve sıcak bölgelerde kırmızı renkli topraklar, yağışlı ılıman kuşaklarda koyu renkli topraklar yaygındır (Anonim, 2005). Harran Ovası'ndaki toprakların  $Fe_T$  miktarının yeterli ve bölgenin iklim şartlarının kurak ve sıcak olması ova topraklarının renklerinin koyu olmasını sağlamıştır. Toprakların renk sonuçları Çizelge 4.49 belirtilmiştir.

Çizelge 4.49. Çalışma Alanı topraklarının renk sonuçları

ÖRNEKLER		ANA RENK	ISLAK RENK	KURU RENK
1P	0-15	10YR	3/4	4/4
	15-39	10YR	4/4	5/4
	39-74	10YR	4/4	5/4
	74-102	10YR	4/4	5/4
	102-139	10YR	4/4	5/4
	139-178	10YR	4/4	5/3
	178-210	10YR	4/4	5/4
	210-250	10YR	3/5	4/3
2P	0-15	10YR	4/4	6/4
	15-33	10YR	4/4	6/4
	33-55	10YR	4/4	6/4
	55-76	10YR	4/4	6/4
	76-120	10YR	4/4	6/4
	120-182	7.5YR	4/6	5/4
	182+++	7.5YR	4/4	4/6
3P	0-12	10YR	4/3	5/4
	12-30	10YR	3/6	5/4
	30-55	10YR	3/4	4/4
	55-86	7.5YR	3/4	4/6
	86-113	10YR	4/4	5/4
	113-142	7.5YR	4/6	5/4
	142-200	7.5YR	4/6	5/4
4P	0-20	10YR	5/4	6/3
	20-50	10YR	5/4	6/3
	50-83	10YR	5/4	6/3
	83-127	10YR	5/4	6/3
	127-192	10YR	5/4	6/3
	192-210	10YR	5/4	6/3
	210-225	10YR	5/3	6/3
	225-245	10YR	5/4	6/3
	245-275	10YR	5/4	6/3
	275+++	10YR	5/4	6/3
5P	0-10	7.5YR	3/4	4/6
	10-28	7.5YR	3/4	4/6
	28-60	7.5YR	3/4	4/6

Çizelge 4.49 (devamı)

	<b>60-94</b>	7.5YR	3/4	4/6
	<b>94-125</b>	7.5YR	3/4	4/6
	<b>125-187</b>	7.5YR	3/4	4/6
	<b>187-236</b>	7.5YR	4/4	5/6
<b>6P</b>	<b>0-30</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>30-47</b>	7.5YR	3/4	5/6
	<b>47-72</b>	7.5YR	4/6	6/6
	<b>72-110</b>	7.5YR	4/4	5/6
	<b>110-130</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>130-175</b>	7.5YR	4/4	5/6
	<b>175-241</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>241-321</b>	7.5YR	4/4	5/6
	<b>321+++</b>	7.5YR	4/4	5/6
<b>7P</b>	<b>0-14</b>	7.5YR	4/4	6/4
	<b>14-30</b>	7.5YR	4/6	6/4
	<b>30-60</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>60-103</b>	7.5YR	4/4	4/4
	<b>103-130</b>	7.5YR	4/4	4/4
	<b>130-168</b>	5YR	3/4	4/6
	<b>168-195</b>	7.5YR	3/4	3/4
	<b>195-249</b>	5YR	4/4	4/4
	<b>249+++</b>	7.5YR	4/4	4/6
<b>8P</b>	<b>0-20</b>	7.5YR	4/4	5/3
	<b>20-37</b>	7.5YR	4/4	5/3
	<b>37-51</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>51-96</b>	7.5YR	4/6	5/6
	<b>96-150</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>150-190</b>	7.5YR	5/6	5/4
	<b>190-250</b>	5YR	4/6	6/3
	<b>25-295</b>	5YR	4/6	5/4
	<b>295+++</b>	5YR	4/6	5/4
<b>9P</b>	<b>0-20</b>	7.5YR	3/4	4/4
	<b>20-40</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>40-65</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>65-100</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>100-150</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>150++++</b>	7.5YR	4/6	6/4

Çizelge 4.49 (devamı)

<b>10P</b>	<b>0-20</b>	10YR	3/4	5/4
	<b>20-55</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>55-88</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>88-120</b>	7.5YR	5/6	7/4
	<b>120-160</b>	7.5YR	5/6	6/4
	<b>160-192</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>192-246</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>246-280</b>	7.5YR	5/6	6/4
	<b>280-313</b>	7.5YR	5/6	6/4
	<b>313+++</b>	7.5YR	5/6	7/4
<b>11P</b>	<b>0-12</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>12-30</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>30-66</b>	7.5YR	3/4	4/4
	<b>66-110</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>110-140</b>	7.5YR	4/4	5/4
<b>12P</b>	<b>0-20</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>20-46</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>46-80</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>80-105</b>	7.5YR	4/6	6/4
	<b>105-150</b>	7.5YR	4/6	6/4
	<b>150-225</b>	7.5YR	4/6	6/4
	<b>225+++</b>	7.5YR	6/4	7/4
<b>13P</b>	<b>0-20</b>	10YR	3/6	4/4
	<b>20-40</b>	10YR	4/4	6/4
	<b>40-70</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>70-130</b>	10YR	6/6	7/4
	<b>130-155</b>	10YR	6/6	8/3
	<b>155-190</b>	10YR	6/4	7/3
	<b>190-220</b>	7.5YR	6/4	8/3
	<b>220-260</b>	10YR	6/4	7/3
	<b>260+++</b>	7.5YR	8/3	8/2
<b>14P</b>	<b>0-20</b>	10YR	3/6	4/6
	<b>20-40</b>	10YR	3/6	4/6
	<b>40-100</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>100-115</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>115-125</b>	7.5YR	4/6	5/6
	<b>125-150</b>	7.5YR	4/6	6/6

Çizelge 4.49 (devamı)

	<b>150-160</b>	7.5YR	4/6	5/6
	<b>160+++</b>	7.5YR	5/4	6/4
<b>15P</b>	<b>0-30</b>	7.5YR	3/4	4/6
	<b>30-50</b>	7.5YR	4/3	4/4
	<b>50-100</b>	7.5YR	3/4	4/4
	<b>100-130</b>	7.5YR	3/4	4/4
	<b>130-150</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>150-185</b>	7.5YR	4/4	4/6
	<b>185-215</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>215+++</b>	7.5YR	4/6	6/4
<b>16P</b>	<b>0-30</b>	7.5YR	4/4	5/4
	<b>30-60</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>60-110</b>	7.5YR	5/6	6/4
	<b>110-140</b>	7.5YR	5/6	6/4
	<b>140-170</b>	7.5YR	5/6	6/4
	<b>170-192</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>192-230</b>	7.5YR	4/6	5/4
	<b>230-253</b>	7.5YR	5/4	6/4
	<b>253-296</b>	7.5YR	5/4	6/4
	<b>296+++</b>	7.5YR	5/4	6/4

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Harran Ovası topraklarının farklı serilerinden alınan 16 farklı profilden horizon bazında toprak örnekleri analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda toprakların yüksek pH, düşük organik madde, genelinde tuzluluk sorunu olmamak üzere bazı noktalarda tuzluluk sorunu, yüksek kireç içeriği ve killi bir tekstür sınıfına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Demir bakımından elde edilen sonuçlara göre toprakların Kacar (1998)'e göre  $Fe_T$  bakımından genellikle sınır değerine yakın ve miktarlarının yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak Bellitaş, İkizce, Akören ve Ekinyazı Serileri'nde  $Fe_T$  miktarlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Topraklarda  $Fe_T$  miktarının iyi olmasına rağmen toprakların kimyasal özelliklerinden kaynaklanan sebeplerden dolayı diğer demir fraksiyonlarının daha düşük miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. Çünkü yüksek pH, yüksek kireç ve düşük organik madde demirin alınımı üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Horizon bazında bakıldığında ise daha çok üst horizonlar olmak koşuluyla profillerin farklı horizonlarında farklı demir değerlerine rastlanmıştır.

Bitkiler açısından, demirin önemi düşünüldüğünde topraktaki demirin çok önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar gösterdi ki; topraktaki toplam demir yeterli düzeyde olmasına rağmen, bitkiler için yararlı demir miktarı düşük olabilmektedir. Yararlı demirin düşük olmasının başlıca nedeni toprakta bulunan yüksek kireç ve pH, tekstür, düşük yağış, düşük organik madde vb. gibi toprak özellikleridir. Topraklarda organik madde demir alımını artırıcı bir etkiye sahiptir. Çünkü organik madde toprakların havalanmasını sağlar. Çalışma alanındaki toprakların organik madde açısından düşük seviyede olmaları demir alımı üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Ancak topraklara hayvan gübresi, kompost vb. organik madde artırıcı uygulamalar yapıldığında demirin çözünürlüğünün artacağı

düşünülmektedir. Böylece organik madde miktarı artacak, organik madde miktarının artması demirin yarayışlılığını da artıracaktır.

Toprakların tekstür sınıfının kil olduğu ve kilin toprakta suyu ve besin maddelerini tuttuğu bilinmektedir. Killi toprakların su geçirgenlikleri düşük olduğundan demirin yarayışlılığı üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.

Yaptığımız analizler sonucu çalışma alanı topraklarındaki demir miktarına baktığımızda Harran Ovası topraklarında Spodosol'lerin bulunmadığını söyleyebiliriz.

Toprak pH' sının çok yüksek olduğu killi topraklarda demirin toprağa ilave edildiği durumda kısa zamanda yarayışsız hale dönüşerek bitkilerin istifadesine sunulması sınırlanacağından demir noksanlığı görülen topraklarda yaprak gübrelmesi yapılması tavsiye edilebilir.

Tarımsal açıdan topraklardan en ideal şekilde yararlanıp, toprak verimliliğini daha fazla artırmak için ekim öncesi, demir alımına etki eden toprak faktörleri göz önüne alınmalı ve gerekli toprak analizleri yapılarak topraktaki demirin yarayışlı forma dönüşmesi sağlanmalıdır. Ayrıca toprağın demir içerikleri belirlenerek elde edilen sonuçlar doğrultusunda toprağa gerekli demir takviyesi yapılmalı veya topraktaki yarayışlı demir miktarını artırıcı önlemler alınmalıdır.

## KAYNAKLAR

- ANAND, R. R., and GILKES, R. J., 1984. Mineralogical and chemical properties weathered magnetite grains from lateritic saprolite. *J. Soil Sci.* 35:559-567.
- AKTAŞ, M., 1991; Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları: 1202, Ders Kitabı. 347s.
- ANONİM., 2000. <http://www.sevgi.us/fizik/demir> elementinin özellikleri.
- ANONİM., 2003. <http://www.illegaliz.bir/forum/archive>.
- ANONİM., 2005. <http://www.agriculturk.com.tr>
- ANONİM., 2007. <http://www.akvaryumkulubu.org/makale>.
- BARRON, V., N., GALVEZ, M. F., HOCELLA, Jr. and TORRENT, J., 1997. Epitaxial overgrowth of goethite on hematite synthesized in phosphate media: A scanning force and transmission electron microscopy study. *Am. Mineral.* 82:1091-1100.
- BARTSCHERER, H. CHR., 2003. The iron oxides: Structure, properties, reactions, occurrences and uses, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 3: 415-542.
- BASCOMB, C. L., 1968. Distribution of pyrophosphate-extractable iron and organic carbon in soils of various groups. *J. Soil Sci.* 19:251-258.
- BLUME, H. P., and SCHWERTMANN, U., 1969. Genetic Evaluation of profile distribution of Al, Fe and Mn oxides, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 3: 438-444.
- BOUYOUCOS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. *Agronomy Journal*, 9:434-438.
- BROWN, J. C., 1956. Iron chlorosis. *Ann. Rev. Plant.* 7: 171-190.
- CARLSON, L. and SCHWERTMANN, U., 1981. Natural ferrihydrites in surface deposits from Finland and their association with silica. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 45:421-429.
- CLARKSON, D. T., SANDERSON, J., 1978. Sites of absorption and translocation of iron in Barley Roots. *Traces and Microautoradiographic studies. Plant Physiology.* 61:731-736.
- CORNELL, R. M. and GIOVANOLI, R., 1993. Acid dissolution of hematites of different morphologies. *Clay Miner.* 28:223-232.
- CORNELL, R. M. and SCHWERTMANN, U., 1996. The iron oxides. UCH. Publ., Weinheim, Germany, 694p.
- COSTA, G. M., GRAVE, E. De., BOWEN, L. H., VONDENBERGHE, R. E., and BAKKER, P. M. A. De., 1994. The center shift in Mössbauer spectra of maghemite and aluminum maghemites. *Clays Clay Miner.* 42:628-633.
- ÇAĞLAR, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi, A.Ü. Yayın No.10. 224s.
- ÇULLU, M. A., 2003. Estimation of the Effect of Soil Salinity on Crop Yield Using Remote Sensing and Geographic Information System. *Turkish Journals of Agriculture and Forest*, 27:23-28.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, S., SAYIN, M., 1988. Harran Ovası Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü. Tübitak- TOAG 534 no'lu Proje.
- DMİ., 2005. Şanlıurfa İli Meteoroloji Verileri
- DRITS, V. A., SAKHAROV, B. A., SALYN, A. L., and MONCEAU, A., 1993. Structural model for ferrihydrite. *Clay Miner.* 28:185-207.



- EGGLETON, R. A., and FITZPATRICK, R. W., 1998. New data and a revised structural model for ferrihydrite. *Clays Clay Miner.* 36:111-124.
- EYÜPOĞLU, F., 1998. Türkiye Gübre Gereksinimi, Tüketimi ve Geleceği, TKİB, Köy Hizmetleri Gn. Md., Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü İşletme Müdürlüğü Yayınları.
- EYÜPOĞLU, F., ve KURUCU, N., 1997. Plant available trace iron, zinc, manganese and copper in Turkish soils, (ed. J. Ryan), *Accomplishments and Future Challenges in Dryland Soil Fertility Research in the Mediterranean Area*, ICARDA book, pp. 191-196.
- FITZPATRICK, R. W., TAYLOR, R. M., SCHWERTMANN, U., and CHILDS, C. W., 1985. Occurrence and properties of lepidocrocite in some soils of New Zealand, South Africa and Australia. *Aust. J. Soil Res.* 23:543-567.
- GOOMAN, M., and SCHWERTMAN, U., 1987. *Iron in soils and clay minerals*, 893s. Reidel, Dordrecht.
- GOTOH, S. and PATRICK, W. H., 1974. Transformation of iron in a waterlogged soil as influenced by redox potential and Ph. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38:66-71.
- HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J. M., 1986. Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts. *Arch Biochem Biophys.* 246(2):501-514.
- INSKEEP, W. P. and BLOOM, P. R., 1986. Effect of soil moisture on soil CO<sub>2</sub>, soil solution bicarbonate and iron chlorosis in soybeans. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:946-952.
- İNCE, F., 2000. *Toprak Bilgisi Kitabı*, Harran Üniversitesi Toprak Bölümü Yayınları. 201s.
- İNCE, F., 1983. *Yeni Toprak Ordoları Temel Özellikleri ve Sınıflandırılmaları kitabı*. Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi. Yayın No:8. 130s.
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey, USA. 525p.
- JACKSON, M. L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. Printing-Hall Inc. 183p.
- JACKSON, M. L., 1970. *Soil Chemical Analysis*, 647p.
- JAMBOR, J. L., and DUTRIZAC, J. E., 1998. Occurrence and constitution of natural and synthetic ferrihydrite, a widespread iron oxyhydroxide. *Chem. Rev.* 98:2549-2585.
- KACAR, B., 1998. *Bitki Besleme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. VİPAŞ Yayınları, 150s.
- KACAR, B., KATKAT, V., 2006. *Bitki Besleme Kitabı ; 2. Baskı Sayfa No:383*.
- KALBASI, M., KATRTHIKEYAN, K. G., 1988. Phosphorus dynamics in soils receiving chemically treated dairy manure. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 32:369-415.
- LINDSAY, W. L., and NORVELL, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428.
- LINDSLEY, D. H., 1976. The crystal chemistry and structure of oxide minerals as exemplified by the Fe-Ti oxides. p. L1-L60. In D. I. RUBLE ( ed. ) *Oxide minerals*. *Rev. Mineral.* 3. Miner.
- MANCEAU, A., and GATES, W. P., 1997. Surface structural model for ferrihydrite. *Clays Miner.* 45:448-460.

- MCKEAGUE, J. A., 1967. An evaluation of 0.1M pyrophosphate and pyrophosphate-dithionite in comparison with oxalate as extractants of the accumulation products in podzols and some other soils. *J. Soil Sci.* 47:95-99.
- MCKEAGUE, J. A., and DAY, J. H., 1966. Dithionite and oxalate- extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *Con. J. Soil Sci.* 46:13-22.
- MURAD, E., and JOHNSTON, J. H., 1987. Iron oxides and oxyhydroxides. pp. 507-582. In G. J. LONG ( ed. ) *Mössbauer Spectroscopy applied to inorganic chemistry*. Plenum, New York, NY.
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., KAPTAN, H., 1993. *Toprak Bilimi Çukurova Üniversitesi Genel Yayın No:73 Ders Kitapları Yayın No:16*, s.66-69.
- RIC DE VOS, H., LUBBERDING, J., and FRITS BIENFAIT, H., 1986. Rhizosphere Acidification as a Response to iron Deficiency in Bean Plants. *Plant Physiol.* 81:842-846.
- RICHARDS, L. A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Paul U.S. Dep. Agric. Handbook 60.
- ROMERA, F. K., ALCANTARA, E., DE LA GUARDÍA, M. D., 1992. Effects of bicarbonate, phosphate and high Ph on the reducing capacity of Fe-deficient sunflower and cucumber plants, *Journal of Plant Nutr.*, 15(10): 1519-1530.
- ROMHELD, V., MARSCHNER, H., 1985. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. *Adv. Plant Nutr.* 2:155-204.
- ROMHELD, V., MARSCHNER, H., 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. *Plant Physiol* 80:175-180.
- RÖMHELD, V., and MARSCHNER, H., 1983. Mechanism of iron uptake by peonut plants, I- Fe( III ) reduction, chelate splitting, and release of phenolics. *Plant Physiol* 71:949-954.
- SANTOS, M., 1984. *Pedogenesis of Luvisolic Soils in East Central Saskantchwan*. 79 p.
- SAYIN, M., 1989. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 227 Ders Kitapları Yayın No : A-72. *Toprak Mineralojisi Ders Kitabı*, 79s.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H. P., BRÜMMER, G., HARTGE, K. H., SCHWERTMANN, U., 2001. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: A-16*, 256s.
- SCHEINOST, A. C., and SCHWERTMANN, U., 1999. Color identification of iron oxides and hydroxysulfates: Use and limitations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1463-1471.
- SCHULZE, D. G., and SCHWERTMANN, U., 1984. The influence of aluminium on iron oxides. X. Properties of Al- substituted goethites. *Clay Miner.* 19:521-539.
- SCHULZE, D. G., 1994. Differential x-ray diffraction analysis of soil minerals. pp. 412-429. In J. E. AMONETTE and L. W. ZELAZNY (ed). *Quantitative methods in soil mineralogy*. SSSA Misc. Publ. SSSA.
- SCHWERTMANN, U., and TAYLOR, R. M., 1972. Iron oxides .pp. 379-438. In DIXON, J. B., and WEED, S. B., (ed). *Minerals in soil environments* 2nd. Ed. SSSA Book Ser I. SSSA.
- SCHWERTMANN, U., SCHULZE, D. G., and MURAD, E., 1982. Identification of ferrihydrite in soils by dissolution kinetics, differential x-ray diffraction and Mössbauer spectroscopy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:869-875.

- SCHWERTMANN, U., and KAMPF, N., 1985. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of southern and central Brazil. *Soil Sci.* 139:344-350.
- SCHWERTMANN, U., 1993. Relations between iron oxides, soil color and soil formation. pp. 51-69. In BIGHOM, J. M., and CIOLKOSZ, E. J., (ed). *Soil color. Spec. Publ. 31. SSSA.*
- SCHWERTMANN, U., 1964. The differentiation of iron oxide in soils by a photochemical oxalate. *Z. Pflanzenernaehr. Dveng. Bodenkund.* 105:194-201.
- STANJEK, H., and SCHWERTMANN, U., 1992. The influence of aluminum on iron oxides. Part XVI: Hydroxyl and aluminum substitution in synthetic hematites. *Clays Clay Miner.* 40: 347-354.
- TAYLOR, R. M., and SCHWERTMANN, U., 1974. Maghemite in soils and its origin:a.1.Properties and observations on soil maghemites. *Clay Miner.*10: 289-298.
- THORNE, D. W., WANN, F. B., and ROBINSON, W., 1950. Hypotheses concerning limeinduced chlorosis. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*15: 254-258.
- TISDALE, S. L., NELSON, W. L., BEATON, J. D., and HAULIN, J. L., 1993. *Soil Fertility and Fertilizers ( 5th ed ).* Macmillan, New York, 634p.
- ÜLGEN, N. ve YURTSEVER, N., 1995. Türkiye topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, 63-70, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel yayımlar No:209, Teknik Yayınlar No. T.66.
- VIETS, F. G., LINDSAY, W. L., 1975. Testing for Zinc, Copper, Manganase and Iron. Editör. L. M. WALSH and J. D. BEATON, *Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison Wiscansin USA.* pp. 153-172.
- WALLACE, A., 1982. Historical landmarks in progress relating to iron chlorosis in plants. *J. Plant Nut.* 5(4-7): 277-288.
- WALLACE, A. and LUNT, O. R., 1960. Iron chlorosis in horticultural plants, a review. *Proc. Am. Soc. Hort.* 215p.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1980 Şanlıurfa doğumlu. İlk öğrenimini Cengiz Topel İlköğretim Okulu 'nda, orta ve lise öğrenimini ise Şanlıurfa Anadolu Lisesi 'nde tamamladı. 2000 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümünde lisans eğitimine başlayıp 2004 yılında mezun oldu. 2005 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı.

## ÖZET

Demir, bitkilerin gelişmesi için oldukça önemli ve gerekli bir elementtir. Demirin toprakta bulunduğu form oldukça önemlidir. Yaptığımız araştırmada Harran Ovası topraklarındaki  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  ve  $Fe_P$  miktarlarını belirleyerek topraklardaki Fe içeriği ortaya koyuldu.

Çalışmamızda Harran Ovası topraklarında 16 toprak profilinden alınan farklı horizonlardaki örneklerde  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  ve  $Fe_P$  içerikleri belirlendi.

Toprak profillerinde horizon bazında pH, organik madde, kireç, KDK, tuz, tekstür analizi yapıldı. Bu analizler sonucu toprakların; yüksek pH (7.0 - 8.52) ; düşük organik madde (%0.03 – 2.76) ; tuz içeriği (0.19 – 15.62 dsm<sup>-1</sup>) ; yüksek kireç ( %14.03 -58.46 ) ; KDK bakımından ise (22.40 – 49.22 cmol kg<sup>-1</sup>) sahip oldukları, tekstür bakımından ise toprakların killi bir bünyeye sahip oldukları belirlendi.

Çalışmamızda topraktaki Fe içeriklerini belirlemek üzere  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  ve  $Fe_P$  analizleri yapıldı. Yapılan Fe analizleri sonucu toprakların  $Fe_T$  içeriği (1.17 – 47.71 g kg<sup>-1</sup>) ;  $Fe_D$  içeriği (0.18 – 17.85 g kg<sup>-1</sup>) ;  $Fe_O$  içeriği (0.02 – 0.3 g kg<sup>-1</sup>) ;  $Fe_{DTPA}$  içeriği (0.002 – 0.17 g kg<sup>-1</sup>) ve  $Fe_P$  içeriği ise (0.0005 – 0.022 g kg<sup>-1</sup>) olarak belirlendi.

Araştırmamız sonucunda Harran Ovası toprak profillerinin farklı horizonlarında toprakların farklı Fe değerlerini sahip oldukları saptanmıştır. Topraklardaki Fe fraksiyonları incelendiğinde  $Fe_T$  miktarının Kacar (1998) 'e göre yeterli olduğu tespit edildi. Diğer fraksiyonlardaki ( $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  ve  $Fe_P$ ) Fe değerleri incelendiğinde ise bu değerlerin düşük olduğu gözlemlendi. Değerlerin düşük olmasının başlıca nedeninin toprakların yüksek pH ve kireç; düşük organik madde, killi bir tekstür sınıfına sahip olmasından ve demirin toprakta kolay çözülmemesinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

## SUMMARY

Iron is a very important element for the quality and development of plants. Its form in soil is quite important. In our study, the amounts and contents of  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  ve  $Fe_P$  were determined in Harran soils.

The contents of  $Fe_T$ ,  $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  and  $Fe_P$  were determined from various horizons in 16 profiles studied.

In soil profiles, pH, organic contents, calcite, CEC (Cation Exchange Capacity), salt and soil texture analysis were evaluated. As results of analyses, high pH (7.0 - 8.52); low organic matter contents (%0.03 – 2.76 ); various salt contents in horizons (0.19 – 15.62  $ds\ m^{-1}$ ); high calcite content (%14.03 -58.46 ); and also various CEC recordings (22.40 – 49.22  $cmol\ kg^{-1}$ ) were evaluated. From the point of soil texture, the soils of Harran Plain was determined to be mainly clay.

In analysis of Fe,  $Fe_T$  content (1.17 – 47.71  $g\ kg^{-1}$  );  $Fe_D$  content (0.18 – 17.85  $g\ kg^{-1}$ );  $Fe_O$  content (0.02 – 0.31  $g\ kg^{-1}$ );  $Fe_{DTPA}$  content (0.002 – 0.17  $g\ kg^{-1}$ ) and  $Fe_P$  content (0.0005 – 0.022  $g\ kg^{-1}$ ) were found.

As a result of analysis, Harran Plain soils have got various  $Fe_T$  contents in various horizons. This was found sufficient according to Kacar (1998), on the other hand, other fractions of Fe ( $Fe_D$ ,  $Fe_{DTPA}$ ,  $Fe_O$  ve  $Fe_P$ ) were found low in soils. Main reasons of Fe contents in soils were thought to be depended on high pH and calcite, low organic matter contents, clay textures of soil, and low insolubility of Fe.

According to our results, a broad knowledge was obtained about the fractions of Iron.