

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA İLİ TOPRAKLARININ ALINABİLİR DEMİR DURUMU VE BU  
TOPRAKLARDA ALINABİLİR DEMİR MİKTARININ  
BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

HAKAN ÇELİK

DOKTORA TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA İLİ TOPRAKLARININ ALINABİLİR DEMİR DURUMU VE BU  
TOPRAKLARDA ALINABİLİR DEMİR MİKTARININ  
BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

HAKAN ÇELİK

DOKTORA TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURSA İLİ TOPRAKLARININ ALINABİLİR DEMİR DURUMU VE BU  
TOPRAKLARDA ALINABİLİR DEMİR MİKTARININ  
BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

HAKAN ÇELİK

DOKTORA TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu Tez 02/06/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

.....  
Prof.Dr.A.Vahap KATKAT  
Danışman

.....  
Prof. Dr. Hüseyin Savaş BAŞKAYA

.....  
Prof.Dr. Haluk BAŞAR

.....  
Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY

.....  
Doç. Dr. M.Eşref İRGET

## ÖZET

### BURSA İLİ TOPRAKLARININ ALINABİLİR DEMİR DURUMU VE BU TOPRAKLARDA ALINABİLİR DEMİR MİKTARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

Bursa ili topraklarının alınabilir demir durumu ve bu topraklarda alınabilir demir miktarının belirlenmesinde kullanılabilecek uygun yöntemleri seçebilmek amacıyla Bursa ili sınırları içinde yoğun olarak yetiştiricilik yapılan 40 bahçeden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprakların alınabilir demir içerikleri 10 farklı ekstraksiyon yöntemi (0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA (pH 7.3); 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6); 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.01 M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6); 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8); 0.1 N HCl; “Aktif Fe” Amonyum oksalat (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + Oksalik asit (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (pH 3.0); 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M Sitrik asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) + 0.05 M HCl (pH 1.3); 0.05 M EDTA (pH 7); 0.43 M HNO<sub>3</sub> kullanılarak belirlenmiştir.

Serada her bir deneme toprağına artan düzeylerde FeEDDHA (0, 2.5, 5.0 ve 10 mg Fe kg<sup>-1</sup>) uygulanarak demir sarılığına hassas mısır çeşidi yetiştirilmiş, biyolojik indeks değerleri olarak; demir uygulanmayan topraklardan elde edilen kuru madde miktarı (g saksı<sup>-1</sup>), bitkinin toplam ve aktif demir içeriğı (mg Fe kg<sup>-1</sup>), bitkinin topraktan kaldırdığı toplam ve aktif demir miktarı (mg saksı<sup>-1</sup>) ve bu değerlerin yüzde nispi miktarları (Fe<sub>0</sub>/Fe<sub>3</sub>x100) kullanılmıştır.

Artan düzeylerde uygulanan demirin etkisiyle mısır bitkisinin kuru madde miktarı, aktif demir içeriğı, topraktan kaldırdığı aktif demir miktarı, toplam demir içeriğı ve topraktan kaldırılan toplam demir miktarının istatistiki olarak önemli düzeylerde arttığı belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının alınabilir demir içerikleri, uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerine göre farklılıklar göstermiş, 0.05 M EDTA (pH 7); 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA (pH 7)ve Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; yöntemlerinin biyolojik indekslerle yüksek korelasyonlar vermesi nedeniyle Bursa ili topraklarında alınabilir demir miktarını belirlemek amacıyla kullanılabılır olduğu görülmüştür. Ancak 0.05 M EDTA (pH 7) yöntemi biyolojik indekslerle en fazla korelasyon vermesi nedeniyle en uygun yöntem olarak önerilmektedir.

*Anahtar Kelimeler: Bursa, Ekstraksiyon yöntemleri, Kloroz, Toprak, Yarayışlı Demir.*

## ABSTRACT

### THE PLANT AVAILABLE IRON STATUS OF THE SOILS OF BURSA PROVINCE AND SUITABLE EXTRACTION METHODS FOR DETERMINATION OF AVAILABLE IRON CONTENTS OF THE SOILS

Forty soil samples were taken at 0-30 cm depth from intensive cultivated areas of the Bursa province. The soils' plant available iron contents were determined by using ten different extraction methods (0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA (pH 7.3); 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6); 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.01 M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6); 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8); 0.1 N HCl; "Active Fe" Ammonium oxalate (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + Oxalic acid (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (pH 3.0); 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M Citric acid (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) + 0.05 M HCl (pH 1.3); 0.05 M EDTA (pH 7); 0.43 M HNO<sub>3</sub>.

In greenhouse increasing amounts of FeEDDHA (0, 2.5, 5.0 and 10 mg Fe kg<sup>-1</sup>) was applied and corn plant which is sensitive to iron chlorosis was grown. Dry matter yields (g pot<sup>-1</sup>), total and active iron contents of the plants (mg Fe kg<sup>-1</sup>), total and active iron amounts taken from the soils (mg pot<sup>-1</sup>) of non applied iron pots and their relative amounts (Fe<sub>0</sub>/Fe<sub>3</sub>x100) were used as biological indices.

Dry matter yield, total and active iron content, total and active iron uptake of corn increased statistically significant with the increasing amount of iron added to the soils.

The available iron amounts of the soils found different according to the chemical extraction methods. 0.05 M EDTA (pH 7), 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA (pH 7) and Active Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O methods used for predicting available iron content of the soils gave a high degree of correlation with the biological indices. In addition, these methods could be useful to determine the plant available iron content of the soils in Bursa province. However, because of giving much more correlations with the biological indices, 0.05 M EDTA (pH 7) method suggested as the best determination method for assessing availability of iron in these soils.

*Key Words: Bursa, Extraction Methods, Chlorosis, Soil, Available Iron,*

## İÇİNDEKİLER

			Sayfa No
		ÖZET	i
		ABSTRACT	ii
		ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
		ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ			1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI			4
	2.1	Topraklarda Bulunan Bitkiye Yararışlı Demir ve Bitkiye Yararışlı Demir'in Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler İle İlgili Çalışmalar	4
	2.2.	Yaprakların Aktif Demir İçerikleri ve Demir Sarılığı ile İlişkisine Yönelik Yapılan Çalışmalar	8
	2.3.	Farklı Besin Çözeltilerinde Yetiştirilen Bitkilerin Demir İçeriğine ve Demir Sarılığı Oluşumuna Yönelik Çalışmalar	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM			15
	3.1.	Toprak Örneklerinin Alındığı Bölge Hakkında Genel Bilgiler	15
	3.2	Toprak Örneklerinin Alındıkları Büyük Toprak Grupları Hakkında Kısa Bilgiler	19
	3.3.	Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması	23
	3.4.	Toprak Örneklerinde Yapılan Kimi Fiziksel ve Kimyasal Analizler	24
	3.4.1.	Toprak Tekstürü (Bünye)	24
	3.4.2.	Toprak Reaksiyonu (pH)	24
	3.4.3.	Tarla Kapasitesi	24
	3.4.4.	Elektriksel İletkenlik (E.C.)	24
	3.4.5.	Kireç Miktarı ( % CaCO <sub>3</sub> )	24
	3.4.6.	Organik Madde	25
	3.4.7.	Toplam Azot	25
	3.4.8.	Bitkiye Yararışlı Fosfor	25
	3.4.9.	Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum	25

				Sayfa No
		3.4.10.	Alınabilir Çinko, Mangan ve Bakır	25
	3.5.	Toprakların Demir İçeriklerinin Belirlenmesinde Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri		26
	3.6.	Araştırma Toprakları ile Yürütülen Sera Denemesi		26
	3.7.	Bitki Analizleri		28
		3.7.1.	Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması	28
		3.7.2.	Bitkilerin Toplam Demir İçerikleri	28
		3.7.3.	Bitkilerin Aktif Demir İçerikleri	29
	3.8.	İstatistik Analiz Yöntemleri		29
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA</b>				<b>30</b>
	4.1.	Araştırma Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri		30
		4.1.1.	Toprakların Tekstürü (Bünye)	30
		4.1.2.	Toprakların Tarla Kapasitesi	33
		4.1.3.	Toprakların Elektriksel İletkenlik (E.C.) Değerleri	33
		4.1.4.	Toprakların Reaksiyonu (pH)	34
		4.1.5.	Toprakların Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) İçerikleri	35
		4.1.6.	Toprakların Organik Madde İçerikleri	36
		4.1.7.	Toprakların Toplam Azot İçerikleri	37
		4.1.8.	Toprakların Yarayışlı Fosfor İçerikleri	37
		4.1.9.	Toprakların Değişebilir Sodyum İçerikleri	38
		4.1.10.	Toprakların Değişebilir Potasyum İçerikleri	39
		4.1.11.	Toprakların Değişebilir Kalsiyum İçerikleri	40
		4.1.12.	Toprakların Değişebilir Magnezyum İçerikleri	40
		4.1.13.	Toprakların Yarayışlı Bakır İçerikleri	41
		4.1.14.	Toprakların Yarayışlı Mangan İçerikleri	41
		4.1.15.	Toprakların Yarayışlı Çinko İçerikleri	42

	4.2.	Araştırma Topraklarının Alınabilir Demir Miktarlarını Belirleyebilmek İçin Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri ve Toprakların Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler		43
	4.3.	Araştırma Topraklarına Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri Arasındaki İlişkiler		53
	4.4.	Araştırma Toprakları ile Yürütülen Sera Denemesi Sonuçları		56
		4.4.1.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi	56
		4.4.2.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi	61
		4.4.3.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toprakta Kaldırıldığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi	65
		4.4.4.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi	69
		4.4.5.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toprakta Kaldırıldığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi	73
	4.5.	Araştırma Topraklarına Uygulanabilecek En Uygun Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemlerinin Seçilmesi		77
		4.5.1.	Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemlerinin Seçilmesinde Kullanılabilecek Biyolojik İndeksler ve Aralarındaki İlişkiler	77
		4.5.2.	Biyolojik İndeksler ile Toprakların Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler	81
		4.5.3.	Biyolojik İndeksler ile Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri Arasındaki İlişkiler	84
	5. SONUÇ			89
		KAYNAKLAR		91
		TEŞEKKÜR		101
		ÖZGEÇMİŞ		102



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa No
3.1.	Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Alındıkları Noktalar.	18
4.1.	Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Ortalama Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi.	57
4.2.	Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi	59
4.3.	Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Ortalama Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi	62
4.4.	Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi	64
4.5.	Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Ortalama Aktif Demir Miktarı Üzerine Etkisi	67
4.6.	Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi	68
4.7.	Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Ortalama Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi	71
4.8.	Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi	72
4.9.	Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Ortalama Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi	75
4.10.	Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi	76

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No		Sayfa No
3.1.	Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler ve Ait Oldukları Büyük Toprak Grupları	16
3.2.	Araştırma Topraklarının Alınabilir Demir İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	27
4.1.	Araştırma Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	31
4.2.	Toprak Örneklerinin pH Değerine Göre Sınıflandırılması	34
4.3.	Toprak Örneklerinin Kireç İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	35
4.4.	Toprak Örneklerinin Organik Madde İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	36
4.5.	Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	37
4.6.	Toprak Örneklerinin Yarayışlı Fosfor İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	37
4.7.	Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	39
4.8.	Toprak Örneklerinin Değişebilir Kalsiyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	40
4.9.	Toprak Örneklerinin Değişebilir Magnezyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	41
4.10.	Toprak Örneklerinin Yarayışlı Mangan İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	42
4.11.	Toprak Örneklerinin Yarayışlı Çinko İçeriklerine Göre Sınıflandırılması	43
4.12.	Araştırma Topraklarında Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Çözeltileri ile Elde Edilen Demir Miktarları	45
4.13.	Araştırma Topraklarında Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Çözeltileri İle Elde Edilen Demir Miktarları ile Toprakların Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Çoklu Korelasyon Katsayıları	46
4.14.	Araştırma Topraklarının Fe İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri Arasındaki Korelasyonlar	54
4.15.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları	56
4.16.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi ve Kuru Madde Miktarı Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü	58

		Sayfa No
4.17.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları	61
4.18.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi ve Aktif Demir İçeriği Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü	63
4.19.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları	65
4.20.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi ve Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü	66
4.21.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları	69
4.22.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi ve Toplam Demir İçeriği Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü	70
4.23.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları	73
4.24.	Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi ve Topraktan Kaldırılan Toplam Demir Miktarı Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü	74
4.25.	Biyolojik İndeks Değeri Olarak Kullanılan Yüzde Nispi Kuru Madde, Yüzde Nispi Demir İçeriği ve Topraktan Kaldırılan Yüzde Nispi Demir Miktarları	78
4.26.	Biyolojik İndeks Değerlerinin Kendi Aralarındaki Korelasyon Katsayıları	80
4.27.	Biyolojik İndeks Değerleri İle Deneme Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Çoklu Korelasyon Katsayıları	82
4.28.	Araştırma Topraklarına Uygulanan Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri İle Biyolojik İndeks Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları	85

## 1. GİRİŞ

Türkiye genel olarak, kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip bir ülke konumundadır. Bu iklim özellikleri, jeolojik oluşumun nitelikleri ile birlikte büyük ölçüde, toprak özelliklerinin oluşumunu da etkilemiştir. Bundan dolayı ülkemiz toprakları genel olarak organik maddece yoksul, kireçli ve fazla kireçli, alkalın reaksiyonlu, orta ve ağır bünye sınıflarında ve verimlilik düzeyleri verimlilik sınırlarının altındadır. Dudal'ın (1977) bildirdiğine göre, dünya yüzeyindeki toprakların % 39'u kireçli topraklardan oluşmaktadır. Dünyanın kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip bölgelerindeki kireçli ve alkalın reaksiyonlu topraklarda yetiştirilen pek çok kültür bitkisinde demir sarılığına rastlanmaktadır (Miller ve ark. 1984, Abadia ve ark. 1989, Abadia 1992). Türkiye'nin de büyük çapta benzer iklim özelliklerine sahip bulunması nedeniyle tarımı yapılan pek çok üründe özellikle şeftali, turunçgiller, ayva, armut, elma, erik ve kiraz gibi meyve ağaçlarında yaygın bir şekilde demir noksanlığına bağlı sarılık görülmekte, noksanlık görülen ağaçlar bir kaç yıl içinde kurumaktadır (Özgümüş 1988, Katkat ve ark. 1994, Köseoğlu ve Açıkgöz 1995, Başar ve Özgümüş 1999, Karaman 1999, Başar 2000).

Polikültür tarım sisteminin uygulandığı Bursa ilinde meyvecilik, ilin tarımsal yapısı içerisinde oldukça önemli bir bölümdür. Üretimi yapılan ürünler içerisinde yaklaşık 2.691.120 olan ağaç varlığı ve 91.345 ton/yıl üretimi ile geleneksel ürünler içerisinde şeftali özel bir öneme sahiptir (Anonim 1999). Ülkemiz geneli incelendiğinde şeftali üretiminin yaklaşık % 25'lik bölümünün Bursa ilinden yapıldığı görülmektedir. Ancak Bursa yöresinde başta şeftali olmak üzere pek çok meyve türünde demir noksanlığı görülmekte olup, noksanlığın yalnız şeftali üretiminde % 25-30 oranında azalmaya neden olduğu tahmin edilmektedir (Başar 2000). Noksanlık sadece üretim ve kaliteyi etkilemekle kalmayıp, ileri safhada ağaçların ömrünün kısılmasına ve kuruyup ölmesine neden olmaktadır (Başar ve Özgümüş 1999).

Bursa yöresinde şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumlarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada noksanlık gösteren 45 bahçeden alınan toprak örneklerinin DTPA ekstraksiyon yöntemine göre belirlenen bitkiye yararlı demir içerikleri Lindsay ve Norvell (1978) tarafından verilen sınır değeri ( $4.5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ile karşılaştırıldığında, toprak örneklerinin tamamına yakınının demir

içeriğinin yeterlilik sınırının üzerinde olduğu görülmüştür (Katkat ve ark. 1994). Bir başka çalışmada Bursa yöresi şeftali bahçelerinde DTPA ile ekstraksiyon yöntemine göre ekstrakte edilebilir demir içeriğinin ortalama  $11.15 \text{ mg kg}^{-1}$  ve yeterlilik sınırının üzerinde olduğu belirtilmiştir (Özgümüş 1988). Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen sarılığa etkili etmenler üzerine yapılan bir çalışmada iki yıl süre ile yeşil, hafif yeşil ve şiddetli sarı ağaçların bulunduğu bahçelerden alınan toprak örneklerinin DTPA ekstraksiyon yöntemi ile analizleri sonucunda farklı düzeylerde sarılık gösteren ağaçlar arasında toprakların demir içerikleri bakımından bir farklılık belirlenememiştir (Başar 2000). Yukarıda belirtilen çalışmalarda sarılık gösteren ve göstermeyen ağaçların bulunduğu toprakların demir içerikleri arasında bir farklılık belirlenememesi ve topraklarda demir için bildirilen yeterlilik sınırının üzerinde demir bulunmasına rağmen ağaçlarda sarılık görülmesi, yöre topraklarının bitkiye yarayışlı demir içeriğinin belirlenmesine yönelik olarak kullanılan mevcut yöntemin topraktaki yarayışlı demir içeriğini tam olarak yansıtmadığı ve bu nedenle yöre topraklarının yarayışlı demir içeriğinin belirlenmesine yönelik mevcut yöntemin tekrar değerlendirilmesinin ve bir yöntem araştırmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Günümüze kadar yapılan sayısız araştırmalar, bitkilerde demir sarılığının çevresel etmenler, bitkisel etmenler ve toprak faktörlerinden bir veya birden fazla faktörün birlikte etkisi ile meydana gelebileceğini ortaya koymuştur (Kacar ve Katkat 1998). Kısaca bunlar; toprakların yetersiz demir içeriği, toprak ortamında veya bitki bünyesindeki yüksek pH, topraktaki veya bitki bünyesindeki  $\text{PO}_4^{-3}$  iyonlarının konsantrasyonu ve P/Fe oranındaki dengesizlik, toprakların  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$  içerikleri, ortamda yeteri kadar Ca ve K'un bulunmaması, bitkilerin beslendiği N formu, topraktaki Mn/Fe oranı, topraktaki veya bitki bünyesindeki ağır metal iyonlarının fazlalığı (Cu, Ni, Co, Zn, Cr, Mn), kötü bünye özellikleri ve aşırı sulama sonucu oluşan olumsuz koşullar ve sulama suyunun kalitesi olarak ifade edilebilir (Romera ve ark. 1991, Shi ve ark. 1993, Başar 1995, Alcantara ve ark. 2000).

Demir alınımına etki eden bu faktörlerin çeşitliliği nedeni ile bitkiler için yarayışlı demirin belirlenmesinde değişik yörelerde oluşan farklı özellikte topraklara bir tek kimyasal yöntemin uygulanması sakıncalıdır. Mevcut yöntem ile elde edilen sonuçların bir değerlendirme yapmaya olanak sağlamaması, bu amaçla yeni yöntemlerin geliştirilmesini, denenmesini ve kalibrasyonunu gerekli kılmaktadır. Gerek fiziksel

gerekse kimyasal özellikleri açısından farklılık gösteren topraklarda bitkiye yararışlı demir miktarını belirlemek amacı ile çok sayıda kimyasal ekstraksiyon yöntemi denenerek en uygun sonucu veren yöntem ya da yöntemlerin seçilmesine çalışılmalıdır.

Yetiştiricilik sırasında sararma durumunun ortaya çıkışını önlemek veya şiddetini azaltmak için yapılacak çalışmaların temelini, gelişme döneminin başında toprakta bitkinin kullanımına hazır yararışlı demir içeriğinin belirlenmesi ve belirlenen demir içeriklerine göre gereken önlemlerin alınması oluşturmaktadır. Bu sayede, toprakta bulunan yararışlı demir içeriğinden hareketle sarılıklı durumun ortaya çıkışı hakkında daha gelişme döneminin başında değerlendirmeler yapıp, gereken kültürel önlemler alınarak sarılık önlenmiş olacaktır.

Bu kapsamda Bursa ili tarım topraklarını temsilen alınan toprak örneklerinde çeşitli kimyasal ekstraksiyon çözeltilerinin uygulanmasıyla yapılan demir analizleri ve diğer analizler sonucunda Bursa ili topraklarının; alınabilir demir durumunun belirlenmesi, yöre topraklarının alınabilir demir içeriklerinin belirlenmesinde kullanılacak en uygun yöntem yada yöntemlerin seçilmesi, sera koşullarında yürütülen çalışma ile yöntemlerin korelasyonlarının yapılması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Topraklarda Bulunan Bitkiye Yarayışlı Demir ve Bitkiye Yarayışlı Demir'in Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler İle İlgili Çalışmalar

Demirin ekstrakte edilebilmesi için pek çok yöntem geliştirilmiş ancak, bunlardan hiç birinin henüz geniş bir kullanım alanı bulamadığı veya bir standart yöntem olarak kabul edilmediği Olson (1965) tarafından bildirilmiştir.

Olson ve Carlson (1950) tarafından değerlendirilen bir yöntemde Fe, pH'sı 4.8'e ayarlı 1N NH<sub>4</sub>OAc ile ekstrakte edilmiş, noksanlık belirtilerinin derecelerine göre korele edilen yöntemin uygulandığı topraklarda Fe seviyeleri 0.01 ile 0.3 mg kg<sup>-1</sup> arasında iken yetiştirilen bitkilerde şiddetli sarılık; 0.3 ile 2.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında hafif sarılık görülürken, 2.2 ile 32.0 mg kg<sup>-1</sup> arasında ise bitkiler sağlıklı bulunmuştur. Bu verilere göre yöntemde bitkilerin Fe noksanlığına karşı hassas oldukları kritik konsantrasyon 2.0 mg kg<sup>-1</sup> olarak verilmiştir. Aynı çalışmada toprağın düşük demir içeriği, yüksek Mn/Fe oranı, yüksek pH ve kireç, demir sarılığını artıran faktörler olarak bildirilmiştir.

Wallace ve Lunt (1960) bu faktörlere toprak nemi ile ilişkilerin de ilave edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Elgala ve Maier (1964) toprak neminin soya fasulyesinin demir içeriğine etkisi ile ilgili yaptığı çalışmasında yüksek toprak nemi koşullarında yetişen bitkilerin sarılıklı, düşük nem koşullarında yetişenlerin ise yeşil kaldıklarını bildirmiştir.

Bradley ve Smittle (1965) da asetat'ı Fe ekstraksiyon çözeltisi olarak kullanmışlar. NaC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>, EDDHA, EDTA ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'i karşılaştırdıkları çalışmada sonuçları açelya ve çay üzümünün gelişimi ile değerlendirmişlerdir. NaC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub> ve EDDHA gelişme ile en iyi korelasyonu vermiş ancak toprak pH'sının göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir.

Johnson ve Young (1968) 0.1M NaNO<sub>3</sub> içinde 0.001M EDDHA kullanarak sudan otu bitkisi ile yaptıkları çalışma sonuçlarının Fe sarılığı ile iyi korelasyon verdiğini bildirmişlerdir.

Özbek (1969) Akdeniz bölgesinde portakal bahçelerinde görülen arazların mikro besin maddeleri noksanlıkları ile ilişkilerini belirlemek amacıyla 13 örnekleme ünitesi seçmiş, 1N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) yöntemi ile 0.51-17.06 mg kg<sup>-1</sup> demir belirlemiş, noksanlık gözlenen sahada toprağın pH ve kireç içeriğinin çok yüksek olduğunu bildirmiştir.

Lindsay ve Norvell (1969) pH'sı 7.3'e ayarlanmış 0.005M DTPA, 0.01M CaCl<sub>2</sub> ve 0.1M TEA karışımı ile 77 toprakta yaptıkları denemede, ekstraksiyon çözeltisinin Fe noksanlığını belirlemede kullanılabilir olduğunu ve kritik seviyenin 2.5 ile 4.5 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlendiğini bildirmiştir. Bu tekniğin Colorado ve diğer eyaletlerde kullanılmakta olduğu Cox ve Kamprath (1972) tarafından bildirilmiştir.

Mısra ve Pande (1974) Hindistan'da pH'ları 7.1-9.1, kireç içerikleri % 1.05-9.20 arasında değişen topraklarda 8 yöntemle yaptıkları çalışmada darı bitkisinin demir alımı ile 1N NH<sub>4</sub>OAc (pH 7 ve 3), 0.1 N HCl ve 0.02 N EDTA yöntemleri arasında çok önemli, 1N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) yöntemi ile önemli düzeyde ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir.

Soltanpour ve Schwap (1977) 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) yöntemi için demir noksanlık düzeyini 0-2.0 mg kg<sup>-1</sup>, kritik düzeyi 2.1-4.0 mg kg<sup>-1</sup>, yeterli düzeyi ise 4.0 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla olarak bildirmiştir.

Hatipoğlu (1981) Orta Güney Anadolu Bölgesinde elma yetiştirilen toprakların yarayırlı demir içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilir en uygun yöntemin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmasında 0.001 M EDDHA, 0.001 M NaEDDHA ve 0.005 M DTPA yöntemlerinin standart biyolojik indeksler ile en yüksek korelasyonları verdiğini bildirmiştir.

Antep (1984) pH'ları 8.00-8.60, kireç içerikleri % 11.54-75.60 arasında değişen Antalya turunçgil bölgesine ait 9 toprak örneğinin yarayırlı demir içeriklerini belirlemek amacıyla 12 yöntem denemiş, mısır bitkisine ait biyolojik verilerle en yüksek korelasyonu % 1 düzeyinde 0.001 M EDDHA yöntemi vermiş; 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA yöntemi ise % 5 düzeyinde ilişkili bulunmuştur.

Danışman (1981) Akdeniz bölgesinde turunçgillerin yoğun olarak yetiştirildiği toprakların alınabilir demir içeriklerini belirlemek amacıyla 10 yöntem üzerinde çalışmış ve 0.05 M EDTA yönteminin kullanılmasının uygun olacağını bildirmiştir.

Turan ve ark. (1989) Antalya kıyı bölgesi topraklarının mikro element durumunun belirlenmesinde 5 değişik kimyasal yöntemle (0.1 N NH<sub>4</sub>OAc pH 4.8, 0.1 N HCl, 0.05 M EDTA, 0.01 M EDTA +1 M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl<sub>2</sub>+0.1 M TEA) yaptıkları çalışmalarında 24 toprak serisinden aldıkları örneklerde yulaf bitkisi yetiştirmişler. Ekstraksiyon yöntemleri içerisinde 0.05 M EDTA yöntemiyle en fazla Fe, Mn, Zn ve Cu belirlenmiş, bunu Fe ve Cu'nun belirlenmesinde



0.1 N HCl, 0.01 M EDTA +1 M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltileri izlemiştir. 0.1 N NH<sub>4</sub>OAc ekstraksiyon yöntemi ile 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl<sub>2</sub>+0.1 M TEA yöntemi arasındaki ilişki dışında diğer yöntemler arasındaki ilişkilerin % 5 ve % 1 düzeyinde istatistiki bakımdan güvenilir derecede önemli olduğu görülmüştür. Yulaf bitkisinin Fe içeriği ile ekstraksiyon yöntemleri ile belirlenen Fe miktarları arasında istatistiki bakımdan güvenilir derecede önemli bir ilişki bulunamamıştır.

Hakerlerler ve ark. (1989) Dixired çeşidi şeftali ağaçlarından kurulu bahçe topraklarının ekstrakte edilebilir demir içeriklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada 0.005 M DTPA (pH 7.3); 0.025 M EDTA; 0.001M EDDHA; EDTA+NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.65) ve 0.01 M EDTA+1N(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) yöntemlerinin yaprakların aktif demir içerikleri ile istatistiksel olarak önemli korelasyonlar verdiğini ancak en yüksek korelasyonları EDTA ve EDTA+ NH<sub>4</sub>OAc yöntemlerinin gösterdiğini bildirmiştir.

Shahandeh ve ark. (1994) pirinç üretimi için kullanılan 28 toprağı aerobik ve anaerobik koşullarda inkübasyona tutmuşlar ve amonyum oksalat, amonyum asetat-EDTA, amonyum bikarbonat-DTPA ve DTPA ile ekstrakte ederek Fe ve P içerikleri araştırılmış. Ekstrakte edilebilir Fe ve P miktarları anaerobik koşullarda belirgin olarak artış göstermiş. Ekstrakt çözeltileri arasında DTPA-Fe ile amonyum bikarbonat-DTPA Fe, oksalat Fe ile amonyum asetat-EDTA Fe yüksek oranda ilişki göstermişlerdir. Amonyum bikarbonat-DTPA (AB-DTPA) ile ekstrakte edilen Fe ve P arasında ilişki bulunmazken amonyum oksalat ve amonyum asetat-EDTA çözeltileri arasında ilişki olumlu bulunmuştur.

Kparmwang ve ark. (1995) Nijerya'nın bazaltik toprak profillerinde 0.1 M HCl ve DTPA ile ekstrakte edilmiş demir yanında toplam demir ve mangan içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında; tüm bazaltik toprak profillerinin tamamında HCl ile ekstrakte edilmiş demir miktarını, DTPA ile ekstrakte edilmiş demirden daha fazla bulmuşlardır.

Karaman (1999) Tokat yöresinde sarılıklı ve sağlıklı şeftali ağaçlarından alınan yaprak ve toprak örneklerinde yapılan verimlilik analizleri ile beslenme sorunları ve toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin dönemsel olarak belirlenmesine yönelik çalışmasında DTPA'da çözümlenen Fe, Cu, Zn, Mn tayinine toprak neminin etkisini incelemiş; toprak örnekleri nemli iken belirlenen DTPA'da çözümlenen Fe miktarlarının, hava kurusu örneklerdekine oranla önemli düzeyde düşük çıktığını, Cu, Zn ve Mn'da

ise farkın önemli olmadığını belirtmiştir. Bu durumu; özellikle kireç kapsamı yüksek olan topraklarda, alınabilir Fe tayininin hava kurusu toprakta yapılmasının yanıltıcı sonuçlar verebileceğini belirtmiştir.

Suudi Arabistan'daki toprak gruplarının büyük bir çoğunluğunu temsilen alınan 42 kireçli toprakta uygulanan Fe-EDDHA şelatlı gübrenin darı bitkisine etkisini tahminlemede kimi toprak ekstraksiyon çözeltilerinin yeteneğini araştıran Al-Mustafa ve ark. (2001) ekstraksiyon çözeltisi olarak  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ -DTPA (AB-DTPA), DTPA, EDTA, 1.0 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , ve 1.0 M  $\text{NH}_4\text{OAc} + \%0.02$  hidrokinon (HQ) kullanmışlar. Ekstrakte edilebilir demir miktarı  $\text{NH}_4\text{OAc} + \%0.02$  hidrokinon  $> \text{NH}_4\text{OAc} > \text{EDTA} > \text{DTPA} > \text{AB-DTPA}$  sırasını izlemiştir. EDTA, DTPA ve AB-DTPA ile ekstrakte edilen Fe amorf Fe, zayıf kristal Fe, pH, organik madde ve kil ile ilişkili çıkarken  $\text{NH}_4\text{OAc} + \%0.02$  hidrokinon ve  $\text{NH}_4\text{OAc}$  serbest demiroksitler ve toplam  $\text{CaCO}_3$  ile ilişkili bulunmuştur. Toprağa şelatlı olarak uygulanan 10 ve 20 mg Fe  $\text{kg}^{-1}$  ile darının kuru madde verimi, demir içeriği ve demir alımı etkilenmiş, ortalama kuru madde verimi sırasıyla % 34 ve % 60 oranında artmıştır. Demir alımı ile AB-DTPA, DTPA ve EDTA ile ekstrakte edilen Fe arasında ilişki bulunmuş, en yüksek korelasyonu AB-DTPA vermiş, kritik seviye 3.4 ile 4.8 mg  $\text{kg}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

Borges ve ark. (2001) kolay indirgenabilir ve bitkiler tarafından alınabilir Fe ve Mn'nin belirlenmesine yönelik toprak analiz yöntemi geliştirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Brezilya'nın Minas Gerais eyaletinden alınan 10 toprağa 5 kireç dozu uygulayarak 5 pirinç bitkisi yetiştirmişler. Topraktaki Fe ve Mn içeriklerini sodyum sitrat dithionit, amonyum oksalat, mechlich 1 (0.025 N  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 0.05$  N HCl), 0.1 M HCl, amonyum asetat-EDTA ve DTPA-TEA çözeltileri ile ekstrakte etmişler. Topraklardaki Fe ile en yüksek korelasyonu mechlich 1 ( $r=0.87^{**}$ ) verirken DTPA-TEA bitkideki Fe ile en yüksek ilişkiyi ( $r=0.63^{**}$ ) göstermiş.

Adiloğlu (2002) Edirne yöresi topraklarının yarayırlı Fe içeriklerini ve en uygun yöntemi belirleyebilmek amacıyla 25 toprakta yaptığı çalışmada sekiz ekstraksiyon yöntemi (0.005 M DTPA+0.01 M  $\text{CaCl}_2$ +0.1 M TEA, 0.05 M HCl+0.012 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$  (pH 4.8), 0.01 M EDTA + 1M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , 1M  $\text{MgCl}_2$ , 0.01M EDTA +1M  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , 0.005M DTPA + 1M  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ve 0.001M EDDHA) kullanarak arpa bitkisinde altı biyolojik göstereyi (kuru madde verimini, Fe içeriğini, Fe alınımını, nisbi kuru madde verimini, nisbi Fe içeriğini ve nisbi Fe alınımını) karşılaştırmıştır.

Deneme sonucunda yöntemler ve biyolojik göstergeler arasındaki en yüksek korelasyon ( $r$ ) 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl<sub>2</sub>+0.1 M TEA ( $r=0.621^{**}$ ,  $0.823^{**}$ ,  $0.810^{**}$ ,  $0.433^{**}$ ,  $0.558^{**}$ ,  $0.640^{**}$ ) ve 0.005M DTPA + 1M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> ( $r= 0.618^{**}$ ,  $0.520^{**}$ ,  $0.679^{**}$ ,  $0.521^{**}$ ,  $0.492^{**}$ ,  $0.641^{**}$ ) yöntemlerinde belirlenmiştir.

Başar (2003) Bursa ovasında şeftali yetiştirilen toprakların alınabilir demir içeriklerinin belirlenmesinde uygulanabilecek yöntemleri araştırdığı çalışmasında, Glohaven şeftali çeşidinden kurulu bir bahçeden yaprak ve toprak örneklerini yeşil, hafif yeşil ve şiddetli sarı ağaçlardan ayrı ayrı almıştır. Araştırma sonucunda 0.05 M EDTA (pH 7), 1M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>+0.005 M DTPA (pH 7.6), 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve Aktif demir yöntemlerinin Bursa ovası şeftali bahçesi topraklarının alınabilir Fe içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilecek yöntemler olduğunu bildirmiştir.

## **2.2. Yaprakların Aktif Demir İçerikleri ve Demir Sarılığı ile İlişisine Yönelik Yapılan Çalışmalar**

Klorofilin biyosentezinde yadsınamaz öneme sahip olmasına rağmen demirin bitkideki toplam konsantrasyonu sarılık oluşumu ile ilişkilendirilememektedir. İki değerlikli ferroz demir (Fe<sup>+2</sup>) olarak bilinen, zayıf asitler ve kimi şelatlayıcılarla ekstrakte edilebilen ‘aktif demir’in demir sarılığını yansıtmada daha etkin olduğu belirlenmiştir (Oserkowsky 1933, Katyal ve Sharma 1980, Katkat ve ark. 1994, Başar 1995, Köseoğlu ve Açıkgöz 1995, Sönmez ve Kaplan 2004).

Bu yönde yapılan çalışmalarda Katyal ve Sharma (1980) klorotik çeltik bitkisinin yeşil olanlara göre hemen hemen iki katı daha fazla toplam demir içerdiklerini bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada Rashid ve Din (1992) iki çeşit nohut bitkisinden klorotik olanların yeşil olanlara göre daha fazla toplam demir içerdiklerini bununla birlikte diğer iki çeşitte ise yeşil olanların daha fazla demire sahip olduklarını bildirmiştir.

Kireçli topraklarda demir sarılığının mutlak demir noksanlığından kaynaklanmadığı, bitki bünyesinde demirin hareketliliğini olumsuz yönde etkileyen fizyolojik düzensizlikten de kaynaklanabileceği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (Mengel ve Guertzen 1986, Sahu ve Singh 1987, Romera ve ark. 1991, Mengel ve ark. 1994, Nikolic ve Kastori 2000, Zohlen 2002).

Oserkowsky (1933), Katyal ve Sharma (1980), Katkat ve ark. (1994), Köseoğlu ve Açıkgöz (1995), Başar (1995), Sönmez ve Kaplan (2004) Başar (2000) bu ikilemi ortadan kaldırmak için toplam demir analizi yerine fizyolojik aktif demir içeriğini belirleyecek bitki analizlerini önermiş, klorofil içeriği ile pozitif ilişki vermesi sebebiyle yapraklardaki aktif demirin, toplam demire göre bitkinin demir beslenmesi yönünden daha iyi bir gösterge olacağını belirtmişlerdir.

Loop ve Finck (1984) yulaf, kolza ve mısır bitkilerinin aktif demir içeriklerini belirlemek amacıyla 6 farklı ekstraksiyon yöntemi kullanmış, aktif demir içeriğinin belirlenmesinde DTPA ve 1 M HCl'in daha etkin yöntemler olduğunu bildirmişlerdir.

Lang ve Reed (1987) klorofil içeriği ile toplam ve ekstrakte edilebilir demir içeriği arasındaki en yüksek ilişkinin 0.1 N HCl kullanıldığında elde edildiğini ve bir çok bitkide demir sarılığının tanımlanmasında bu yöntemin toplam demirden daha etkin olduğunu bildirmişlerdir.

Köseoğlu ve Açıkgöz (1995), Dixired şeftali çeşidi ile yaptıkları çalışmada üç farklı ekstrakte edilebilir demir analiz yöntemini test etmişler, o-phenantrolin(o-Ph) ve 1N Hidroklorik asit (HCl) taze yapraklardaki ve yine 1N HCl kurutulmuş yapraklardaki  $Fe^{+2}$ 'i ekstrakte etmede kullanılmış, her üç yöntemde de yaprakların klorofil içerikleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.  $Fe^{+2}$  ile klorofil arasındaki en yüksek ilişki kuru yapraklarda 1N HCl ekstraksiyonu ( $r= 0.930^{**}$ ) ile bulunmuştur.

Mohammad ve ark (1998) limon ağaçlarında demir sarılığının teşhisinde toplam demirin mi yoksa aktif demirin mi sarılık derecesi ile daha çok ilişkili olduğunu belirlemek amacıyla yaptığı çalışmasında toplam demirin nitrik asit ile aktif demirin ise orto phenantrolin ile ekstrakte edildiğini ve ekstraksiyonlarda farklı konsantrasyon ve zamanların denendiğini bildirmiştir. Araştırma sonucunda denenen tüm oran ve zamanların sarılık derecesi ile ilişkili olduğunu, toplam demirin sarılıklı örneklerde daha fazla bulunduğunu ve sarılık derecesi ile ilişkili bulunmadığını bu yüzden toplam demirin demirce noksan ve yeterli bitkilerin ayırımında kullanılamayacağını belirtmiş, diğer taraftan aktif demirin sarılık derecelerindeki artışla beraber azalma gösterdiğini, aktif demirin toplam demire oranının, sarılık dereceleri ile ilişkili bulunduğunu ve demir noksanlığının teşhisinde kullanılabileceğini bildirmiştir.

Başar (2000) Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen demir sarılığının nedenlerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında yaprakların aktif demir, toplam

demir ve klorofil içerikleri ile toprakların pH ve kireç içerikleri arasında önemli negatif, organik madde ile önemli pozitif ilişkiler belirlendiğini bildirmiştir.

Konya-Hadim-Alada yöresi bağlarının toplam demir ve aktif demir içerikleri ve sarılık belirtileri arasındaki ilişkileri belirlemek üzere Gezgin ve Er (2001) tarafından yapılan çalışmada 13'erli grup halinde yaprak sapı ve yaprak ayası seçilmiş, yeşil, hafif yeşil, orta klorotik ve şiddetli klorotik 39 yaprak örneğinde yapılan toplam demir analizi sonucunda yaprak sapındaki en düşük toplam demir yeşil yapraklarda çıkarken, yaprak ayalarındaki toplam demir konsantrasyonları ve yaprak sapındaki aktif demir konsantrasyonları arasındaki ilişki önemsiz bulunmuştur. Yaprak ayasının aktif demir içerikleri ise yeşil, hafif yeşil, orta sarı ve şiddetli sarı yapraklarda sırasıyla 60.1, 47.6, 17.3 ve 8.8 ( $\mu\text{g g}^{-1}$  kuru madde) olarak belirlenmiştir. Yaprak ayasının aktif demir içeriğine bakılmasının demir sarılığının ve bağların demirle beslenme durumunun belirlenmesinde iyi bir gösterge olabileceği bildirilmiştir.

Karaman (1999) Tokat yöresi toprakları ile iki farklı dönemde yapılan bitki ve toprak analizleri ile, sarılıklı şeftali yapraklarında özellikle aktif Fe içeriğinin düşük olduğunu, toprağın  $\text{HCO}_3$  içeriği ile aktif Fe kapsamı arasında önemli negatif korelasyonların çıktığını belirtmiş, alınabilir besin maddelerinin miktarı yönünden önemli bir problemin bulunmadığını ortaya koymuştur.

### **2.3. Farklı Besin Çözeltilerinde Yetiştirilen Bitkilerin Demir İçeriğine ve Demir Sarılığı Oluşumuna Yönelik Çalışmalar**

Yokaş ve ark. (1989) toprağa uygulanan farklı dozlardaki fosfor, demir ve organik maddenin test bitkisi olarak seçilen *Lolium Perenne*'nin toplam demir içeriğine etkisini ve toplam demirin bitkideki diğer besin elementleriyle ilişkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada; saksılara 0, 40, 80 mg P  $\text{kg}^{-1}$ ; 0, 10, 20 mg Fe  $\text{kg}^{-1}$ ; 0, 20 gr  $\text{kg}^{-1}$  organik madde ve 20 mg Zn  $\text{kg}^{-1}$  etiketli olarak uygulamışlar. Araştırma sonuçlarına göre bitkinin toplam demir içeriği, gübre çinkosu ve total çinko ile % 1 seviyesinde önemli ve güvenilir pozitif ilişki vermiş, bitkinin toplam demir içeriği ile ürün ve % P içeriği arasında % 1 seviyesinde önemli ve güvenilir negatif ilişki bulunmuştur. Fosfor ve demir uygulamalarında fosfor, bitkinin demir içeriğini önemli düzeyde azaltırken demir bazı demir dozları haricinde olumlu etki yapmıştır. Fosfor ve organik madde bitkinin demir içeriğini önemli düzeyde geriletmiştir. Organik madde ve

demir uygulamalarında bitkinin demir içeriği organik maddeye bağımlı olarak önemli düzeyde gerilerken bazı demir dozları haricinde bitki demir içeriği demir dozlarına bağımlı olarak artış göstermiştir.

Coulombe ve ark. (1984), Romera ve ark. (1991), Chaney ve ark. (1992), Alcantara ve ark. (2000) farklı çeşitlerin demir sarılığına karşı toleranslarını belirleyebilmek için bikarbonat içeren besin çözeltilerinin başarı ile kullanıldığını, çeşidin farklı sarılık derecesi göstermesinde besin çözeltilisindeki bikarbonat ve demirin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Romera ve ark. (1991) besin çözeltilisinde bulunan  $\text{HCO}_3^-$ 'ın neden olduğu Fe noksanlığına karşı farklı anaçların toleransını araştırmak üzere kurdukları denemede Nemaguard (Şeftali), Brompton, San Julian A, Puebla de Soto (Erik) ve Badem-Şeftali melezleri olan Adefuel ve GF677 olmak üzere toplam 6 anaç üzerinde çalışmışlar. Köklendirme ve doku kültürü ile elde ettikleri bitkileri kontrollü şartlarda 700 ml havalandırma sistemli, düşük Fe ( $10 \mu\text{M}$  Fe EDDHA), 10 mM bikarbonat, 10 mM fosfat içeren ve içermeyen besin çözeltilerinde yetiştirmişler. Araştırma sonucunda bikarbonatın neden olduğu demir sarılığına hassasiyet, yapraklardaki demir içeriği ve köklerin indirgeme kapasitesi ile ters olarak ilişkilendirilmiş, fakat fosfor içeriği ile ilişki bulunamamıştır. Puebla de Soto101 ve melez GF677 en düşük sarılık derecesi ve en yüksek indirgenme kapasitesi gösterirken fosfor sarılığa yol açmamıştır.

Clemens ve Singer (1992) yürüttükleri bir çalışmada sarılığa yol açan üç toprak tipinde serada uyguladıkları  $0.45 \text{ mg Fe kg}^{-1}$  (Fe-EDDHA) ve iki kireçli toprağa 8-10 kg Fe-EDDHA  $\text{ha}^{-1}$  ( $3.6- 4.5 \text{ mg Fe kg}^{-1}$  toprak), yetiştirilen yerfıstığı bitkilerinin yaprak klorofil konsantrasyonlarını, yeşil aksamını ve verimini kontrole göre artırdığını belirtmişlerdir.

Shi Yan ve ark. (1993)  $\text{HCO}_3^-$  dozlarının Montclar Şeftali anacının Fe sarılığına ve besin maddesi alınımına etkisini incelemek üzere yaptıkları çalışmada Kum kültüründe yetiştirilen bitkilere yarım dozlu Hoagland No 1 ile  $10 \mu\text{M}$  FeEDDHA ve 7  $\text{HCO}_3^-$  dozunu (0, 2, 5, 10, 15, 20 ve 25 mM) uygulamışlar. Montclar, 10 mM  $\text{HCO}_3^-$  dozundan daha yüksek olan dozlarda sarılık göstermiştir.  $\text{HCO}_3^-$  dozunun artması ile N, P, K, Mg, Fe ve Mn içeriği azalmış, 10 mM'dan daha düşük  $\text{HCO}_3^-$  dozlarında sarılık görülmemesine rağmen aktif Fe içeriği azalmıştır.

Mengel ve ark. (1994) tarafından,  $\text{HCO}_3^-$  ve  $\text{NO}_3^-$ 'in yaprak apoplast pH'sını yükselterek Fe III'ün indirgenmesini bu bağlamda Fe'in simplast içine alınımını engelleyici rol oynayarak Fe noksanlığına neden olan en önemli anyonlar olması hipotezini araştırmak üzere kurdukları denemede genç ayçiçeği (*Helianthus annuus*) bitkileri 10  $\mu\text{M}$  Fe EDTA içeren besin çözeltisinde yetiştirilmiştir. Bitkilerde  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{HCO}_3^-$  gübrelenmesi sarılığa yol açarken,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ile gübrelenmede böyle bir etki görülmemiştir.  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{HCO}_3^-$ , fluorescence dye 5-carboxyfluorescein yöntemi ile ölçülen yaprak apoplast pH'sını artırmıştır.

Katkat ve ark. (1994) Bursa yöresi şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumlarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada 45 bahçeden aldıkları toprak örneklerinin tümünde Mn ve Cu içeriklerinin yeterlilik sınırlarının çok üstünde bulunduğunu, Fe ve Zn içeriklerinin ise çok sayıda bahçede yeterli, az sayıdaki bahçe toprağında yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Yaprak analiz sonuçlarına göre yeşil ve sarılıklı ağaçlarda toplam demir, mangan ve bakırın yeterli, çinkonun ise yeterlilik sınırına yakın düzeyde bulunduğu bildirilmiş, yeşil ve sarılıklı yaprakların aktif demir içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.

Karaman ve ark. (1999) Yalova tarla fasulyesi çeşidi kullanılarak yürüttükleri sera denemesinde kireç kapsamı yüksek olan Nıksar bölgesinde siltasyon ile Kelkit çayından tarıma yeni kazandırılan alüviyal topraklar ve mukayese amacıyla Tokat merkezden alınan kolüviyal topraklara 0, 10, 20  $\text{mg kg}^{-1}$  Fe olacak şekilde Fe-EDDHA,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve Fe-EDDHA+  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (1:1) ayrıca 0, 10, 20  $\text{mg kg}^{-1}$  Zn dozlarında  $\text{ZnCl}_2$  uygulamışlardır. 6 haftalık deneme sonucunda artan dozlarda demir ve çinko uygulaması; kontrole göre tüm dozlarda fasulye bitkisinin kuru madde miktarlarını artırmış, en yüksek kuru madde miktarı Fe-EDDHA formunda 20  $\text{mg kg}^{-1}$  Fe ve 20  $\text{mg kg}^{-1}$  Zn uygulamalarının birlikte yapılması durumunda elde edilmiştir. Demir uygulamasına bağlı olarak fasulye bitkisinin P, Cu, Zn ve Mn kapsamlarının, çinko uygulamasına bağlı olarak ise P, Fe, Cu ve Mn kapsamlarının azaldığını belirtmişlerdir.

Saatçi ve Yağmur (2000) Gümüşdere yöresinde sağlıklı ve sarı Satsuma Mandarin ağaçlarının yer aldığı 10 bahçeden iki derinlikten toprak ve yaprak örnekleri almış, toprak ve yaprak örneklerinin demir ile diğer besin elementleri içeriklerini ve demir sarılığine neden olan etmenleri araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre

toprakların ve yaprakların bir çoğunda demir içeriğinin düşük olduğunu, toprakların üst derinliğinde kireç ile yaprak parametrelerinden toplam demir ve çinko, alt derinlikte bikarbonat konsantrasyonu ile yaprakların aktif demir içeriği arasında negatif ilişkiler bulduklarını bildirmişlerdir.

Al-Mustafa ve ark. (2001) Suudi Arabistan'daki toprak gruplarının büyük bir çoğunluğunu temsilen aldıkları 42 kireçli toprağa uygulanan Fe-EDDHA şelatlı gübrenin darı bitkisine (*Sorghum bicolor* L. Moench BTX378) etkisini tahminlemede kimi toprak ekstraksiyon çözeltilerinin yeteneğini araştırmak üzere kurdukları denemede 0, 10 ve 20 mg Fe kg<sup>-1</sup> ve temel gübre olarak üre formunda 100 mg N kg<sup>-1</sup>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> formunda 75 mg P kg<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> formunda 50 mg K kg<sup>-1</sup>, ZnSO<sub>4</sub>'tan 10 mg Zn kg<sup>-1</sup>, MnSO<sub>4</sub>'tan 5 mg Mn kg<sup>-1</sup>, CuSO<sub>4</sub>'tan 2 mg Cu kg<sup>-1</sup> ve H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>'ten 1 mg B kg<sup>-1</sup> uygulamışlar. Toprağa şelatlı olarak uygulanan 10 ve 20 mg Fe kg<sup>-1</sup> ile darının kuru madde verimi, demir içeriği ve demir alımı etkilenmiş, ortalama kuru madde verimi sırasıyla % 34 ve % 60 oranında artmıştır.

Karaman (2002) Tokat yöresinde kireçli topraklarda yetiştirilen şeftali ağaçlarındaki demir sarılığının giderilmesinde farklı demir kaynakları ve hümit maddelerin etkilerini incelediği araştırmasında; toprağa artan dozlarda uyguladığı inorganik Fe, humat ve Fe-humat maddelerin Fe-EDDHA'dan daha az etkili olduklarını belirtmiştir.

Shibli ve ark. (2002) laboratuvar koşullarında acı badem ve turunç'un farklı demir dozlarında mikro gövde büyümesi ve mikro element dağılımına tepkileri üzerine yaptıkları çalışmada 7.45, 14.90, 22.35 ve 29.80 mg L<sup>-1</sup> FeEDTA ve FeEDDHA uygulamışlardır. 22.35 mg L<sup>-1</sup> FeEDTA veya FeEDDHA'nın üzerindeki dozlarda pek çok büyüme parametresinde (mikro gövde uzunluğu, kuru madde ağırlığı ve çoğalma) azalma görülmüştür. Kontrole oranla Fe ve Mn birikiminde artan Fe ile birlikte bir artış görülmüş, diğer taraftan Cu ve Zn birikimi azalma göstermiştir.

Heitholt ve ark. (2003) serada yürüttükleri bir denemede pH'sı 8.4 olan, 11.7 mg Fe kg<sup>-1</sup> içeren, 10 kg toprakla dolu saksılara (0, 3, 10, 30 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> Fe) FeSO<sub>4</sub>, (0, 0.3, 1.0, 3 ve 10 mg kg<sup>-1</sup> Fe) FeDTPA ve (0, 0.3, 1.0, 3 ve 10 mg kg<sup>-1</sup> Fe) FeEDDHA uygulayarak soya fasulyesi (cv.Hutcheson) tohumları ekmişlerdir. Büyümenin 20 ve 100'üncü günleri arasında çeşitli dönemlerde en son gelişmiş üçüncü yaprak alınarak klorofil, yeşil aksam verimi ve mikroelement analizleri yapılmış. Çalışmada görünür



demir noksanlık belirtileri saptanamamış, kontrol bitkilerinde yaprak demir içeriği 87 mg kg<sup>-1</sup> iken 10 mg kg<sup>-1</sup> FeDTPA uygulamasında 109 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur. Klorofil değerleri FeSO<sub>4</sub> uygulamasının tüm dozlarında kontrole göre daha fazla bulunmuştur. 10 mg kg<sup>-1</sup> Fe DTPA ve 3 mg kg<sup>-1</sup> Fe EDDHA uygulamaları daha yüksek klorofil içeriklerine sahip bulunmuştur. Kök gövde toplam ağırlık verimi uygulamalardan etkilenmemiştir.

Ghasemi-Fasaei ve ark (2003) 12 farklı soya fasulyesi genotipinde Fe'in Mn içeriği üzerine etkisini incelemek için kurduğu sera denemesinde 0, 2.5, ve 5 mg Fe kg<sup>-1</sup> dozlarını FeEDDHA şeklinde uygulamış, araştırma sonucunda Fe uygulamalarının Wells, Blackhack, Elgin ve A3237 çeşitlerinde kuru ağırlığı artırdığı; Steel ve A3935 çeşitlerinde azalttığı ve diğer çeşitlerde etkili olmadığı görülmüş. Fe ilavesi tüm çeşitlerde demir alımını ve konsantrasyonunu artırırken Mn'ı azaltmıştır. Fe ve Mn yeterli seviye içinde bulunduğu zaman Fe : Mn oranının 0.4'ten büyük olması bitkilerin demir noksanlığına toleranslı olmasının bir göstergesi sayılabileceğini belirtmiş, Fe uygulaması soya fasulyesinde toksisiteye neden olmadığı gibi kök : gövde oranında da baskınlığa yol açmamıştır. Soya fasulyesinin Fe ve Mn noksanlığına hassas olması nedeniyle FeEDDHA uygulaması Mn noksanlığını veya dengesizliğini artırdığından, soya fasulyesi çeşitlerinin Fe stresine dayanıklı çeşitlerden seçilmesi ihtiyacını gündeme getirmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bursa ili topraklarının alınabilir demir durumu ve bu topraklarda alınabilir demir miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler adlı tez çalışmasının yürütülmesinde kullanılan toprak materyali için, Bursa ili sınırları içinde yaygın olan büyük toprak grupları harita üzerinde belirlenerek bu topraklar üzerinde yoğun olarak yetiştiricilik yapılan 40 bahçeden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin alındıkları yerler ve ait oldukları büyük toprak grupları sırasıyla Şekil 3.1 ve Çizelge 3.1’de sunulmuştur. Araştırma topraklarının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri saptandıktan sonra 10 farklı kimyasal yöntem kullanılarak alınabilir demir içerikleri belirlenmiştir. Toprak örnekleri ile serada bir saksı denemesi kurulmuş, saksılara artan dozlarda demir gübrelemesi yapılarak vejetasyon sonunda hasat edilen bitkilerin demir içerikleri belirlenmiştir. Kimyasal yöntemlerle bulunan sonuçlar sera denemesi sonuçları ile birlikte istatistiki analize tabi tutularak yöre toprakları için yaygın demir miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun yöntem saptanmaya çalışılmıştır.

#### 3.1. Toprak Örneklerinin Alındığı Bölge Hakkında Genel Bilgiler

Bursa; Türkiye’nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesinde 39° 35’ ve 40° 40’ kuzey enlemleri ile 28° 10’ ve 30° 00’ doğu boylamları arasında yer alır. Yüzölçümü 1.104.301 hektar olan il’de tarım yapılan topraklar 531.825 hektar genişlikte ve yaklaşık olarak ilin % 48.2’sini teşkil etmektedir (Anonim 1983).

Bursa ilinin yeryüzü şekillerini; birbirinden eşiklerle ayrılmış çöküntü alanları İznik ve Uluabat gölleri ile Bursa, Yenişehir ve İnegöl ovaları ve doğu-batı yönünde uzanan dağlar oluşturmaktadır. Bursa il topraklarının % 35’ini dağlar, yaklaşık % 17’sini ovalar kaplarken, yaylaların alanı ise yaklaşık % 0.4’tür. Yükseklikleri güneydoğuya gidildikçe artan ovaların en önemlileri arasında Bursa, Karacabey, Yenişehir, İnegöl, İznik, Mustafakemalpaşa, Orhangazi ve Çayırköy ovaları sayılabilir.

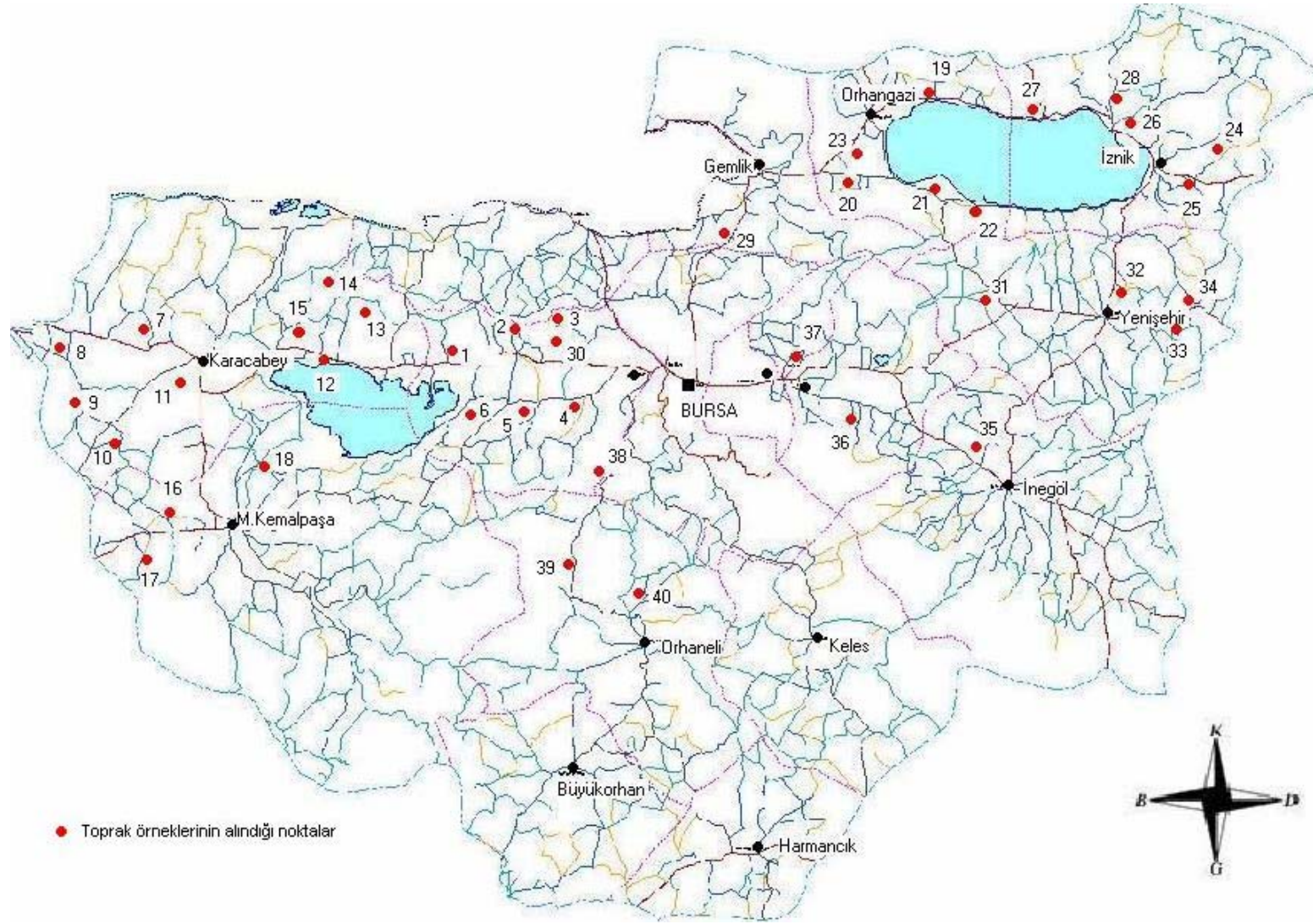
Bursa il topraklarının yapısı çeşitli yaşta kütlelerden oluşmaktadır. İl merkezinin güneydoğusunda yer alan Uludağ’ın temelini paleozoik (1. zaman) yaşlı granit (magmatik kütle) ile gnays ve mikaşistler (başkalaşım kütleleri) oluşturmaktadır. İlin

Çizelge 3.1. Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler ve Ait Oldukları Büyük Toprak Grupları.

Toprak No	İlçesi	Alındığı Yer	Büyük Toprak Grubu
1	Nilüfer	İzmir yolundan Çatalağıl köyüne döndükten sonra, 150 m içeride yolun sağındaki buğday anızı	Kireçsiz Kahverengi (U)
2	Nilüfer	İrfaniye'den Görükle'ye doğru devekuşu çiftliğine gelmeden yolun solundaki ayçiçeği tarlası	Rendzina (R)
3	Nilüfer	Yolçatı köyünden Üniversiteye çıkışta yolun solunda su deposunun altındaki zeytin bahçesi	Rendzina (R)
4	Nilüfer	Tahtalı köyünden Kayapaya doğru 700 m sonra sağdaki yolayrımının karşısındaki şeftali bahçesi	Kireçsiz Kahverengi Orman(N)
5	Nilüfer	Hasanağa köyünden Akçalara doğru 1.5 km sonra bayıra çıkarken yolun sağındaki zeytin bahçesi	Kırmızı Kahverengi Akdeniz (E)
6	Nilüfer	Akçalar köyünden Başköye çıkarken 700 m sonra yolun solundaki mısır tarlası	Kolüviyal
7	Karacabey	Bursadan Arızköy yol ayırımına döndükten sonra 900 m sonra yolun solundaki domates tarlası	Kırmızı Kahverengi Akdeniz (E)
8	Karacabey	Tophisar – Danişment köyü arasında yolun solundaki eğimli pamuk tarlası	Kireçsiz Kahverengi (U)
9	Karacabey	Sultaniye köyü çıkışından 1.5 km sonra yolun solundaki domates tarlası	Vertisol (V)
10	Karacabey	Sarıbey köyüne 1 km kala yolun solundaki biber tarlası	Alüviyal (A)
11	Karacabey	Hotanlı'ya giderken tat fabrikasından 50 m sonra yolun sağındaki mısır tarlası	Alüviyal (A)
12	Karacabey	Gölkıyı yol ayırımından döndükten 800 m sonra yolun solundaki domates tarlası	Vertisol (V)
13	Karacabey	Karakoca köyü yol ayırımından 2 km sonra yolun sağındaki ayçiçeği tarlası	Vertisol (V)
14	Karacabey	Canbaz köyü çıkışından 200 m sonra yolun solunda çitle çevrili zeytin bahçesi	Kireçsiz Kahverengi (U)
15	Karacabey	Harmanlı köyüne 1 km kala ikiz elektrik direğinden 200 m içeride sağ taraftaki nohut anızı	Rendzina (R)
16	M.Kemalpaşa	Güllüce köyünden yumurcaklıya doğru 500 m sonra yolun sağındaki mısır tarlası	Alüviyal (A)
17	M.Kemalpaşa	Kosova köyü içinden geçtikten 1.2 km sonra yolun sağındaki eğimli ayçiçeği tarlası	Rendzina (R)
18	M.Kemalpaşa	Tepecik köyüne 1.5 km kala yolun sağında belediye başkanı Mehmet İren'e ait erik bahçesi	Alüviyal (A)
19	Orhangazi	Orhangazi'den Üregil'e doğru Üregil yol ayırımına 400 m kala yolun sağındaki elma bahçesi	Alüviyal (A)
20	Orhangazi	Orhangazi'den Yeni Gürle'ye doğru Yeni Gürle yol ayırımı karşısındaki yoldan 50 m içeride yolun sağındaki zeytin bahçesi	Kolüviyal (K)
21	Orhangazi	Orhangazi'den Solözköyü camisine gelmeden 50 m kala sola dönülerek yolun sağ tarafındaki dere boyunca göle doğru 200 m ilerleyince yolun solundaki zeytin bahçesi	Kolüviyal (K)
22	Orhangazi	Orhangazi'den Narlıca'ya doğru giderken Narlıca mezarlığını gören dönemeçte karşısında ev bulunan, yolun sağındaki zeytin bahçesi	Kahverengi Orman (M)

Çizelge 3.1.(Devam) Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler ve Ait Oldukları Büyük Toprak Grupları

Toprak No	İlçesi	Alındığı Yer	Büyük Toprak Grubu
23	Orhangazi	Örnekköy içinden geçilip köy sonunda bulunan tek evden sola dönülünce sağda kalan zeytin bahçesi	Alüviyal (A)
24	İzmit	Dereköy'den İzmit'e doğru giderken köyden 500 m ileride yolun sol tarafındaki ayva bahçesi	Kahverengi Orman (M)
25	İzmit	Çamdibi köyünden İzmit'e doğru giderken köy çıkışında yolun sağındaki çeşmeden önceki zeytin – şeftali bahçesi	Kolüviyal (K)
26	İzmit	Orhangazi'ye doğru giderken Çakırca çıkışında yolun sağındaki mezarlığa döndükten sonra mezarlığı ikiye ayıran yoldan geçince mezarlık sonunda yolun sağ tarafında kalan zeytin – şeftali bahçesi	Alüviyal (A)
27	İzmit	Orhangaziden Boyalıca'ya giderken yokuşun başında sağa doğru viraj tabelasından önce yolun sağındaki zeytin bahçesi	Kırmızı Kahverengi Akdeniz (E)
28	İzmit	Orhaniye köyü köy çıkışından 100 m sonra yolun solundaki zeytin - şeftali bahçesi	Kırmızı Kahverengi Akdeniz (E)
29	Gemlik	Bursa'ya giderken Kurtul köyü girişinde ana yola paralel tali yola girilip alt geçitte sola döndükten sonra ormana giden yolda 150 m ileride yolun sağ tarafında tek katlı yapının önündeki zeytin bahçesi	Kahverengi Orman (M)
30	Görükle	Üniversite kampüsü Görükle girişinden 200 m sonra yolun solundaki mısır tarlası	Vertisol (V)
31	Yenişehir	Karaköy yol ayrımından köye doğru 700 m ileride sağa dönülünce soldaki ilk mısır tarlası	Alüviyal (A)
32	Yenişehir	Yenişehirden İzmit'e doğru gidilen yolda Öztavuk karşısında şehir çıkışı tabelasından önceki ayçiçeği tarlası	Kolüviyal (K)
33	Yenişehir	Yenişehirden Ebeköy'e giderken Ebeköy girişini 100 m geçince soldaki ayçiçeği tarlası	Kahverengi Orman (M)
34	Yenişehir	Terziler köy çıkışından 1 km sonra soldaki şeftali bahçesi	Kahverengi Orman (M)
35	İnegöl	Akhisar köyüne döndükten sonra yolun sağındaki tarla yolundan yolun sonuna kadar gidilip sola dönüldükten sonra sağ taraftaki anız	Alüviyal (A)
36	Kestel	Aksu köyüne İnegölden girişte sağa dönen yolun başında yolun sağındaki şeftali bahçesi	Kahverengi Orman (M)
37	Gürsu	Gürsu çıkışında Adaköy'e doğru giderken elektrik direğini geçince kanaldan önce yolun solundaki ayva bahçesi	Alüviyal (A)
38	Orhaneli	Bursa'dan Orhaneliye doğru giderken Erenler köyünü geçince yolun sağındaki kiraz bahçesi	Kireçsiz Kahverengi Orman (N)
39	Orhaneli	Karınçalı köy içinden geçilip kocadereye giden yolun solunda ortaokula sınır olan buğday anızı	Kireçsiz Kahverengi Orman (N)
40	Orhaneli	Çörel köyüne dönen yolun solunda mezarlığın üst tarafında kalan buğday anızı	Kireçsiz Kahverengi Orman (N)



Şekil 3.1. Araştırmada Kullanılan Toprak Örneklerinin Alındıkları Noktalar.

önemli bir bölümünü kaplayan ovalar kuvaterner (IV. zaman) yaşlı alüvyonlarla kaplıdır.

Bölge çeşitli jeolojik zamanlar boyunca oluşan orojenik (dağ oluşu) ve epirojenik (yerkabuğunun çok yavaş, düşey ve düşeye yakın yükselme ve alçalmaları) hareketlerden geniş çapta etkilenmiş, kıvrılmış ve kırılmıştır. Bugünkü şeklini kuvaternerde almıştır.

Marmara Denizi kıyı şeridinde yer alan Bursa ilinde genellikle Akdeniz iklim tipi yaygın olup; yazlar sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Denizden uzaklaştıkça iç kısımlarda yarı karasal iklim görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığın 14.4 °C olduğu Bursa ilinde yağışlar yağmur şeklinde olmakla beraber yükseltinin arttığı yörelerde yağış şekli kara dönüşmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 713.1 mm dir.

### **3.2. Toprak Örneklerinin Alındığı Büyük Toprak Grupları Hakkında Kısa Bilgiler**

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Bursa ilinin çeşitli ilçelerinden yoğun tarımsal üretim alanları (I, II, III, IV sınıf araziler) ve bu alanları içeren sekiz büyük toprak grubunu temsil edecek şekilde alınmıştır. Örnek alınacak yerlerin belirlenmesinde Bursa iline ait toprak ve yol haritalarından yararlanılmıştır. Bursa ilinde uygulanan tarım şekillerinin alansal dağılımı sırasıyla büyük toprak grupları ile ilgili olarak aşağıda kısaca bilgi verilmiştir (Anonim 1983).

#### **Kahverengi Orman Toprakları (M)**

Bu topraklar intrazonal topraklar ordosunun kalsimorfik topraklar alt ordosuna dahil edilmiş, genellikle fazla eğimli araziler üzerinde yüksek kireç içeriğine sahip ana materyal üzerinde oluşmuş genç topraklardır. A (B) C profilli olup, horizonlar birbirlerine kademeli geçiş yaparlar. Koyu kahverengi olan A horizonu belirgindir. Gözenekli ve granüler bir yapıya sahiptir. Reaksiyonu alkali bazen de nötrdür. A horizonundaki organik madde mineral madde ile iyice karışmıştır. B horizonu daha açık renktedir ve genellikle kahverengidir. Renk bazen kırmızıdır. Granüler veya yuvarlak köşeli blok yapıdadır. Çok az miktarda kil birikmesi olabilir. Horizonun aşağı kısımlarında CaCO<sub>3</sub> birikmesi görülebilir.

Bu topraklar genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşur. Bunlarda etkili olan toprak oluşum işlemleri kalsifikasyon ve podzollaşmadır. Drenajları iyidir. Çoğunlukla orman ve mera olarak kullanılırlar. Bir bölümünde ise kuru tarım yapılmaktadır.

Kahverengi orman topraklarına ilin tüm ilçelerinde rastlamak mümkündür. Özellikle Yenişehir, İnegöl ve Mudanya ilçelerinde yoğunluk kazanmaktadır. İldeki tarım yapılan toplam alanları 151.287 ha (% 28.45) olup, 144.883 ha kuru tarım arazisi olarak kullanılmaktadır.

### **Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N)**

A (B) C profilli topraklardır. A horizonu iyi oluşmuştur ve gözenekli bir yapısı vardır. (B) horizonu zayıf oluşmuştur. Kahverengi veya koyu kahverengi, granüler veya yuvarlak köşeli blok yapıdadır. (B) horizonunda kil birikimi yok veya çok azdır. Horizon sınırları geçişli ve kademelidir. Kireçsiz kahverengi orman toprakları genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur.

Kireçsiz kahverengi orman topraklarına ilin tüm ilçelerinde rastlamak mümkündür. Özellikle Orhaneli, Merkez ve Mustafakemalpaşa ilçelerinde yoğunluk kazanmaktadır. İldeki tarım yapılan toplam alanları 135.922 ha (% 25.56) olup, 129.608 ha kuru tarım arazisi olarak kullanılmaktadır.

### **Alüviyal Topraklar (A)**

Bu topraklar, akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde A (C) profilli genç topraklardır. Mineral bileşimleri akarsu havzasının litolojik bileşimi ile jeolojik periyotlarda yer alan toprak gelişimi sırasındaki erozyon ve birikme devrelerine bağlı olup, heterojendir. Profillerinde horizonlaşma ya hiç yok, ya da az çok belirgindir. Buna karşılık değişik özellikte katlar görülür.

Alüviyal topraklar bünyelerine veya buldukları bölgelere ya da evrim devrelerine göre sınıflandırılırlar. Bunlarda üst toprak alt toprağa belirsiz olarak geçiş yapar. İnce bünyeli ve taban suyu yüksek alanlarda düşey geçirgenlik azdır. Yüzey nemli ve organik maddece zengindir. Alt toprakta hafif seyreden bir indirgenme olayı

hüküm sürer. Kaba bünyeliler iyi drene olduğundan yüzey katlar çabuk kurur. Üzerlerindeki bitki örtüsü iklime bağlıdır. Buldukları iklime uyabilen her türlü kültür bitkisinin yetiştirilmesine elverişli ve üretken topraklardır.

Alüviyal topraklara Bursa ilinin tüm ilçelerinde rastlamak mümkündür. En çok alan kapladıkları yöreler Karacabey, Mustafakemalpaşa, Bursa, Yenişehir ve İnegöl ovalarıdır. Alüviyal toprakların il içerisindeki tarım yapılan toplam alanları 113.183 ha (% 21.28) olup 92.451 ha'ında sulu tarım yapılmaktadır.

### **Rendzina Topraklar (R)**

İntrazonal topraklar ordosunun kalsimorfik alt ordosuna dahildirler. Özelliklerini kireçli ana materyalden alırlar. Zonal topraklara göre horizonlar çok zayıf olup AC profillidirler.

A horizonu ince, granüler yapılı, orta bünyeli, koyu grimsi kahverengiden siyaha kadar değişen renkli, alkali reaksiyonlu ve organik maddece zengindir. Organik madde mineral madde ile iyice karışmıştır. CaCO<sub>3</sub> bütün profillere dağılmış ve baz saturasyonu da bütün profilde yüksektir. Doğal bitki örtüsü ot, çayır ve çalı-fundadır. Ana madde; kalker, dolomit, marn ve tebeşirdir.

Rendzina toprakların il içerisindeki tarım yapılan toplam alanları 46.903 ha (% 8.82) olup, bunun 43.858 ha'ında kuru tarım yapılmaktadır. Büyük bir bölümü Mustafakemalpaşa, Merkez ve Keles ilçelerinde kısmen de Karacabey, Mudanya, Orhaneli ve Orhangazi ilçelerinde görülmektedir.

### **Kolüviyal Topraklar (K)**

Dik eğimlerin eteklerinde yerçekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak biriktirilmiş ve kolüvyum olarak adlandırılan materyal üzerinde oluşmuş (A) C profilli, genç topraklardır. Toprak karakteristikleri daha çok çevredeki yukarı arazi topraklarına benzemektedir. Ana materyal derecelenmemiş veya kötü derecelenmiştir. Yağışın veya akışın yoğunluğuna ve eğim derecesine göre değişen parça büyüklüklerine sahip katlar içerirler. Bu katlar alüviyal topraklardaki gibi birbirine paralel değildir. Dik yamaçların eteklerinde ve vadi boğazlarında bulunanlar daha çok az topraklı kaba taş ve molozları içerirler. Yüzey akışının hızı azaldığı oranda



parçaların çapları küçülmekte ve hatta alüviyal toprakların parça büyüklüğüne eşit olmaktadır. Böylece doğal eğimin çok azaldığı yerlerde kolüviyal ve alüviyal topraklar birbirine geçişli olarak karışmaktadır.

Eğim, kompleks olmayıp homojendir ve materyalin geldiği yöne doğru artmaktadır. Eğim ve bünye dolayısıyla drenajları iyidir ve bunun sonucu olarakta tuzluluk ve sodiklik göstermezler. Üzerlerindeki doğal bitki örtüsü iklime bağlıdır. Tarım yapılan alanlar sulandıklarında iyi verim verirler. İldeki tarım yapılan toplam alanları 34.150 ha (% 6.42) olup 16.270 ha'ında sulu tarım yapılmaktadır.

### **Vertisol Topraklar (V)**

Bu topraklar ağır bünyeli, genellikle kurak mevsimde büzülen ve yağışlı mevsimlerde genişleyen, koyu renkli kil bünyeli topraklardır. Bu topraklar derin ve geniş çatlaklar, gılgai, mikrorölyef ve kayma yüzeyleri içerirler. Büzülme ve şişme montmorillonitik killerin varlığına, ardarda gelen kurak ve yağışlı mevsimlere göre değişir. Bu topraklara halk arasında fiziksel özelliklerinin iyi olmamasından dolayı 'kepir topraklar' denilmektedir. Bunlar toprak koşullarının uniform olduğu geniş ve düz alanlarda görülür. Doğal bitki örtüsü çalı, ot ve savandır. Bu topraklar derin ve genellikle koyu renkli A katmanına sahip AC profilli topraklardır.

İl içerisindeki tarım yapılan toplam alanları 21.722 ha (% 4.08) olup, 14.821 ha kuru tarım arazisi olarak kullanılmakta Karacabey, Merkez, Mudanya ve Mustafakemalpaşa ilçelerinde yer almaktadır.

### **Kireçsiz Kahverengi Topraklar (U)**

A (B) C profilli topraklardır. A horizonu kahverengi, kırmızımsı kahverengi, grimsi kahverengi, yumuşak kıvamda veya biraz sıkıdır. B horizonu daha ağır bünyeli daha sert kahverengi veya kırmızımsı kahverengidir. B horizonunun normal olarak kireci yıkanmıştır. Fakat reaksiyon nötr veya alkalidir. A'dan B'ye geçiş kademelidir.

Kireçsiz kahverengi topraklar asit ana madde üzerinde olduğu kadar, kireçtaşı üzerinde de oluşabilir. Doğal bitki örtüsü çalı veya otlar ile yaprağını döken orman ağaçlarıdır. Doğal drenajları iyidir. Kireçsiz kahverengi toprakların il içerisindeki

toplam alanları 14.806 ha (% 2.8) olup, 12.620 ha'ında kuru tarım yapılmaktadır. Büyük bir bölümü Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçelerinde kısmen de Merkez ve Mudanya ilçelerinde görülmektedir.

### **Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E)**

Bu topraklar esas olarak Kırmızı Akdeniz ve Kahverengi Akdeniz topraklarının karışık halidir. ABC profilli topraklardır. A<sub>1</sub> horizonu iyi gelişmiş olup orta derecede organik maddeye sahiptir. Organik madde mineral madde ile iyice karışmıştır. Zayıf bir A<sub>2</sub> horizonu da görülebilir. B horizonu daha ağır bünyeli, blok, köşeli blok veya prizmatik yapılıdır. Ped yüzeylerinde kil zarlari görülür. Bunlar illit ve kaolinit grubu killerdir. Baz saturasyonu % 35'den fazla ve bu miktar derinlik arttikça artmaktadır. Kurak mevsimlerde A ve B horizonu sert bir hal alır. Doğal bitki örtüsü ot, maki ve çeşitli orman ağaçlarıdır.

Kırmızı Kahverengi Akdeniz topraklarının il içerisindeki toplam alanları 12.051 ha (% 2.2) olup, bunun 10.919 ha'ında kuru tarım yapılmaktadır. Büyük bir bölümü Karacabey, Merkez ve Mustafakemalpaşa ilçelerinde az bir kısmı ise İznik, Orhaneli, Orhangazi ve Gemlik ilçelerinde görülmektedir.

### **3.3. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması**

Toprak örnekleri yoğun tarım yapılan alanlar ve bu alanları içeren sekiz büyük toprak grubunu temsilen Jackson (1962) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak 0-30 cm derinlikten alınmış ve bez torbalar içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Gölge bir yerde yayılarak hava kurusu duruma gelinceye kadar kurutulan toprak örnekleri içerisindeki iri taşlar ayıklanmış, kesekler tahta tokmaklarla ezilmiş ve 4 mm'lik elekten geçirilmiştir. Eleme sonucu elde edilen kısım iyice karıştırıldıktan sonra bu örneklerin yeterli miktarı laboratuvar analizleri için ayrılmış, geri kalan bölümü sera denemesinde kullanılmıştır. Laboratuvar analizleri için ayrılan toprak örnekleri tekrar ezilerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve üzeri etiketlenerek naylon torbalar içerisinde saklanmıştır.

### **3.4. Toprak Örneklerinde Yapılan Kimi Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

#### **3.4.1. Toprak Tekstürü (Bünye)**

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları Soil Survey Manual (1951)'e göre saptanmıştır

#### **3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH)**

pH; saf su ile 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak örneğinde Orion 720A model pH/iyonmetresi ile belirlenmiştir (Grewelling ve Peech 1960).

#### **3.4.3. Tarla Kapasitesi**

100 g kuru toprak örneği 100 ml'lik ölçü silindiri içerisine konulmuş ve toprağın kapladığı hacim ölçülmüştür. 10 ml saf su ilave edildikten sonra, buharlaşmayı önlemek için ölçü silindirinin ağzı kapatılmıştır. 24 saat sonra ölçü silindiri içerisinde ıslanan toprağın hacmi ölçülmüş ve toprağın tarla kapasitesinde tuttuğu su miktarı hesap edilmiştir.

#### **3.4.4. Elektriksel İletkenlik (E.C.)**

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri doyumluk ekstraktlarında belirlenmiştir. Bu amaçla 2 mm'lik elekten elenmiş 200 g toprak örneği alınmış ve saf su ile doyum hale getirildikten sonra buhner hunisi yardımı ile vakum altında süzölmüştür. Elde edilen doyumluk ekstraktının elektriksel iletkenliği WTW LF 92 model kondaktimetre ile ölçülerek saptanmıştır.

#### **3.4.5. Kireç Miktarı (CaCO<sub>3</sub>)**

Toprak örneğinin kireç miktarı Çağlar (1949) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir.

### **3.4.6. Organik Madde**

Organik madde miktarı ise Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

### **3.4.7. Toplam Azot**

Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Gerhardt Kjeldatherm yakma blokunda yakılan örnekler, Gerhardt Vapodest1 model buharlı damıtma cihazında damıtılmış, önlük içinde tutulan azot H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile geri titre edilmiştir (Kacar 1972).

### **3.4.8. Bitkiye Yarayışlı Fosfor**

Toprakların bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri Olsen ve ark. (1954), tarafından bildirildiği şekilde toprak örneklerinin 0.5 M sodyum bikarbonat (pH 8.5) ile ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen süzükte askorbik asit yöntemi ile belirlenmiştir.

### **3.4.9. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum**

Toprak örnekleri 1 N amonyum asetat (pH 7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilerek ekstrakttaki değişebilir sodyum, potasyum ve kalsiyum Eppendorf Elex 6361 fleymfotometresi ile, magnezyum ise Philiphs 9200X model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (A.A.S.) ile belirlenmiştir (Pratt 1965).

### **3.4.10. Alınabilir Çinko, Mangan ve Bakır**

Toprak örneklerinin DTPA çözeltisi ile ekstrakte edilmesi sonucunda elde edilen süzükte alınabilir Zn, Mn ve Cu Philiphs 9200X model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (A.A.S.) ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell 1978).

### 3.5. Toprakların Demir İçeriklerinin Belirlenmesinde Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri

Araştırma konusu toprakların alınabilir demir miktarlarını belirlemek amacıyla kullanılan 10 farklı ekstraksiyon çözeltisi, toprak:çözelti oranları ve çalkalama süreleri Çizelge 3.2’de sunulmuştur. Topraklar bildirilen ekstraksiyon çözeltileri ile belirtilen sürelerde çalkalandıktan sonra Whatman 42 filtre kağıdından süzölmüştür. Süzökteki demir miktarları Philips 9200X model Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (A.A.S.) ile belirlenmiştir.

### 3.6. Araştırma Toprakları ile Yürütölen Sera Denemesi

Bursa yöresini temsilen alınan 40 adet toprakta mısır bitkisinin yetiştirildiği deneme Uludağ Üniversitesi Ziraat Faköltesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bulunan cam serada kurulmuştur.

Tesadöf parselleri deneme desenine göre üç yinelemeli olarak düzenlenen denemede, saksılara 4 mm’lik elekten elenmiş, plastik bir örtü üzerinde iyice karıştırılmış olan topraktan 3500 g konulmuştur.

Bütün saksılara ekimden önce bitkide normal bir gelişme sağlamak amacıyla 100 mg kg<sup>-1</sup> N (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> şeklinde), 80 mg kg<sup>-1</sup> P ve 100 mg kg<sup>-1</sup> K (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> şeklinde) sıvı olarak verilmiş, denemede demir, % 6 Fe-EDDHA içeren Clawfer-600 adlı ticari preparattan aşğıdaki düzeylerde sıvı olarak uygulanmış ve topraklar kuruduktan sonra iyice karıştırılmıştır.

Fe<sub>0</sub> = Kontrol

Fe<sub>1</sub> = 2.5 mg kg<sup>-1</sup> Fe (8.75 mg Fe /saksı)

Fe<sub>2</sub> = 5.0 mg kg<sup>-1</sup> Fe (17.5 mg Fe /saksı)

Fe<sub>3</sub> = 10 mg kg<sup>-1</sup> Fe (35 mg Fe /saksı)

Sera denemesinde, demir sarılığına hassas Premier melez mısır (*Zea mays L.*) tohumu kullanılmıştır. Başlangıçta her saksıya 6 adet tohum ekilmiş, topraklara tarla kapasitesine ulaşınca kadar saf su verilmiş ve deneme boyunca toprak nemi bu seviyede tutulmaya çalışılmıştır. Çıkışların tamamlanmasından sonra seyreltme

Çizelge 3.2. Araştırma Topraklarının Alınabilir Demir İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler.

Yöntem No	Ekstraksiyon Çözeltisi	Toprak:Çözelti Oranı	Çalkalama Süresi	Literatür
Y1	0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl <sub>2</sub> + 0.1 M TEA (pH 7.3)	1:2	120 dakika	Lindsay ve Norwell. (1978)
Y2	1 M NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6)	1:2	15 dakika	Soltanpour ve Schwab. (1977)
Y3	0.05 N HCl + 0.025 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1:5	15 dakika	Kacar. (1994)
Y4	0.01 M EDTA + 1N (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (pH 8.6)	1:2	30 dakika	Trierweiller ve Lindsay. (1969)
Y5	1 N NH <sub>4</sub> OAc (pH 4.8)	1:5	30 dakika	Mclean ve ark. (1958)
Y6	0.1 N HCl	1:10	30 dakika	Mclean ve Langille (1976)
Y7	“Aktif Fe” Amonyum oksalat(COONH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O +Oksalik asit (COOH) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (pH 3.0)	1:20	120 dakika	Houba ve ark. (1989)
Y8	0.2M CH <sub>3</sub> COOH + 0.25 M NH <sub>4</sub> Cl + 0.005 M Sitrik asit (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> ) + 0.05 M HCl (pH 1.3)	1:10	30 dakika	Yanai M ve ark. (2000)
Y9	0.05 M EDTA (pH 7)	1:10	60 dakika	Tiwari ve Kumar. (1982)
Y10	0.43 M HNO <sub>3</sub>	1:10	120 dakika	Houba ve ark., (1989)

yapılarak her saksıda 4 adet bitki bırakılmıştır. Bazı toprak gruplarında yetiştirilen bitkilerde çinko noksanlığının görülmesi üzerine çinko noksanlığı görülen topraklara 1 mg kg<sup>-1</sup> Zn, Zn EDTA formunda topraktan sıvı olarak uygulanmıştır. Toprakta uygulamanın etki süresinin daha uzun zaman alacağı ve diğer bitkilerle oluşacak fark düşünülerek bitkilere % 0.1'lik Zn, Zn EDTA formunda yaprakta püskürtülerek uygulanmıştır. Uygulamadan sonra noksanlık belirtileri kaybolmuş, bitki normal gelişmesine devam etmiştir. Deneme süresi içerisinde farklı zamanlarda yapılan gözlemlerde çeşitli topraklar üzerinde yetiştirilen bitkilerin gelişmelerinde farklar gözlemlendiği gibi aynı toprağa artan miktarlarda uygulanan demir etkisiyle de bitki gelişmesinde farklılıklar gözlenmiştir. Bitkiler tohum ekiminden 43 gün sonra toprak yüzeyinden hasat edilmiştir.

### **3.7. Bitki Analizleri**

#### **3.7.1. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması**

Sera denemesi sonunda hasat edilen bitki örnekleri yaş ağırlıkları alınarak en kısa süre içerisinde laboratuvara getirilmiş ve daha sonra bir kez musluk suyu, iki kez de saf su ile yıkanmıştır. Bitki örnekleri hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye değin kurutulmuş ve kuru madde ağırlıklarının belirlenebilmesi için tartımları yapılmıştır. Tartılan kuru örnekler, öğütülerek polietilen torbalara konulmuştur.

Bitki örneklerinden 0.5 g tartılarak Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde 4:1'lik HNO<sub>3</sub>+ HClO<sub>4</sub> asit karışımı ile yaş yakılmıştır. Yaş yakma işleminden sonra bu karışım 50 ml'lik ölçü balonlarına saf su ile yıkanarak aktarılmış ve balonlar hacmine tamamlanmıştır. Balonların içerisindeki çözelti bir süre bekletildikten sonra Whatman 42 filtre kağıdından süzülerek renkli cam şişelere aktarılmıştır.

#### **3.7.2. Bitkilerin Toplam Demir İçerikleri**

Yaş yakılan bitki örneklerinden elde edilen çözeltide demir, Philips 9200X model Atomik Absorbsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir.

### **3.7.3. Bitkilerin Aktif Demir İçerikleri**

Kuru bitki örneklerinde aktif demir, 1:10 oranında bitki : 1N HCl zeltisinin 24 saat bekletilerek filtre kağıdından szlmesi ile elde edilen ekstraktların Philips 9200X model Atomik Absorbsiyon spektrofotometresinde okunması ile belirlenmiştir (Llorente ve ark. 1976).

### **3.8. İstatistiki Analiz Yöntemleri**

Tesadf parselleri faktöryel deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülen denemeden elde edilen verilerin varyans analiz tablosu ve LSD değerlendirmesi TARIST (1994) paket programı ile yapılmıştır.



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Araştırma Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma konusu olan Bursa ili tarım topraklarının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

#### 4.1.1. Toprakların Tekstürü (Bünye)

Çizelge 4.1’in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi toprakların genel olarak kum miktarları % 12.44 - 68.86, silt miktarları % 13.13 - 48.00 ve kil miktarları % 15.85 - 68.34 arasında değişmektedir. Toprakların % 47.5’inin kil, % 22.5’inin killi tın, % 15’inin kumlu killi tın bünyeye sahip olduğu, geriye kalan % 7.5’inin tın, % 5’inin kumlu tın ve % 2.5’inin ise milli killi tın bünyeye sahip olduğu görülmektedir.

Katkat ve ark. (1994), Öztürk ve ark. (1996) Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen mikro besin maddeleri noksanlıklarının teşhisi ve tedavisi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında 45 şeftali bahçesinden aldıkları toprak örneklerinin tın ile killi tın arasında değişen bünyeye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 63’ünün killi tın, % 20’sinin tın ve % 17’sinin kil bünyeli olduğunu bildirmiştir.

Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen sarılığa etkili etmenler üzerine yapılan bir araştırmada Başar (2000) Bursa ilinin merkez ve Gürsu ilçelerine bağlı Karabalçık, Çağlayanköy, Dereçavuş ve Barakfaki köylerinden aldığı şeftali bahçesi topraklarının kil ile kumlu killi tın arasında değişen bünyeye sahip olduğunu, yine benzer olarak Başar (2003), Bursa ovası şeftali yetiştiriciliği yapılan toprakların alınabilir demir içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilecek yöntemlerin belirlenebilmesi ile ilgili yaptığı çalışmasında Çeltik köyünde alüvyal büyük toprak grubu üzerinde bulunan şeftali bahçesindeki yeşil ağaçları temsilen aldığı toprak örneğinin bünyesini tın, hafif ve şiddetli sarı ağaçların bünyesini kumlu killi tın olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Örnek No	BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI		TEKSTÜR				Tarla Kap. %	pH	EC mS cm <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %	Organik Madde %	Toplam Azot %	Yarayışlı Fosfor mg kg <sup>-1</sup>	Değişebilir katyonlar me100 g <sup>-1</sup>				Alınabilir Mikroelementler mg kg <sup>-1</sup>		
			Kum %	Silt %	Kil %	Sınıfı								Na	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn
1	U	Kireçsiz Kah.	32.71	20.26	47.02	Kil	23.64	6.19	0.65	0.70	1.22	0.097	10.96	0.28	0.49	23.34	4.74	0.44	1.89	44.63
2	R	Rendzina	12.44	19.22	68.34	Kil	27.19	7.53	0.88	3.60	2.19	0.131	7.37	0.26	2.28	46.60	5.35	0.38	1.92	3.25
3	R	Rendzina	42.87	22.69	34.44	Killi tın	22.37	7.73	0.57	7.60	1.65	0.098	11.05	0.19	1.01	32.19	5.50	0.55	6.99	3.31
4	N	Kir. Kah. Or.	44.08	25.52	30.39	Killi tın	13.85	7.09	0.39	0.21	1.75	0.121	23.06	0.10	0.40	14.17	1.59	0.68	8.02	8.43
5	E	Kır. Kah. Akd.	19.71	16.67	63.62	Kil	29.64	7.68	0.79	4.16	2.95	0.153	6.20	0.36	0.74	64.32	2.19	0.42	1.35	9.31
6	K	Kolüviyal	31.36	22.17	46.47	Kil	20.28	7.08	0.62	0.36	2.84	0.153	57.09	0.33	0.83	18.91	7.44	1.54	2.22	16.80
7	E	Kır. Kah. Akd.	34.39	20.41	45.19	Kil	19.09	7.61	1.04	8.35	2.19	0.124	12.74	0.36	0.75	40.50	2.39	0.26	1.65	3.92
8	U	Kireçsiz Kah.	20.92	18.85	60.23	Kil	27.33	7.78	0.91	7.36	1.85	0.104	4.46	0.36	1.15	53.78	2.91	0.23	1.49	6.23
9	V	Vertisol	22.86	30.70	46.44	Kil	22.42	6.92	0.67	0.25	1.92	0.121	23.09	1.00	0.73	17.54	8.28	0.80	2.61	23.68
10	A	Alüviyal	45.29	32.22	22.49	Tın	17.67	7.84	0.49	1.75	1.16	0.090	10.32	0.59	0.51	19.28	3.65	0.36	1.22	2.80
11	A	Alüviyal	13.95	48.00	38.04	Siltli killi tın	19.09	7.80	0.92	2.19	2.08	0.133	6.22	0.84	1.08	24.37	5.84	0.59	1.88	3.19
12	V	Vertisol	15.63	19.02	65.35	Kil	26.18	6.64	1.72	0.46	1.64	0.108	13.56	0.58	0.81	45.89	11.14	0.43	1.48	7.56
13	V	Vertisol	24.72	22.88	52.40	Kil	21.54	7.82	0.68	13.23	1.89	0.106	11.32	0.28	1.08	40.31	4.34	0.66	1.20	3.82
14	U	Kireçsiz Kah.	49.78	23.69	26.53	Kumlu killi tın	12.78	5.47	0.21	0.21	1.13	0.076	6.68	0.14	0.17	9.62	3.89	0.49	2.15	43.68
15	R	Rendzina	33.20	16.34	50.46	Kil	25.48	7.73	0.85	7.29	1.78	0.099	7.80	0.35	0.92	45.76	3.27	0.22	1.27	6.84
16	A	Alüviyal	68.86	13.13	18.01	Kumlu tın	14.31	7.06	0.31	0.18	1.51	0.106	32.88	0.21	0.57	7.49	5.76	0.79	1.50	7.98
17	R	Rendzina	36.26	16.13	47.61	Kil	24.69	7.63	0.89	1.16	1.95	0.108	5.68	0.31	0.64	42.92	4.37	0.19	0.84	4.40
18	A	Alüviyal	46.33	35.73	17.95	Tın	14.20	7.74	0.38	6.86	1.10	0.084	27.77	0.40	0.52	16.73	3.87	1.06	1.68	5.02
19	A	Alüviyal	61.78	13.18	25.04	Kumlu killi tın	14.34	7.79	0.39	3.60	2.10	0.124	19.08	0.55	0.38	17.65	6.05	1.31	23.06	5.23
20	K	Kolüviyal	45.60	29.55	24.86	Tın	19.72	6.12	0.14	0.20	1.69	0.096	22.01	0.13	0.64	7.20	1.82	1.26	13.25	25.35

Çizelge 4.1. (devam) Araştırma Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Örnek No	Büyük Toprak Grupları		Tekstür				Tarla Kap. %	pH	EC mS cm <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %	Organik Madde %	Toplam Azot %	Yarıyışlı Fosfor mg kg <sup>-1</sup>	Değişebilir İyonlar me100 g <sup>-1</sup>				Alınabilir Mikroelementler mg kg <sup>-1</sup>		
			Kum %	Silt %	Kil %	Sınıfı								Na	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn
21	K	Kolüviyal	51.91	21.59	26.51	Kumlu killi tn	13.70	7.54	0.35	2.20	1.46	0.098	33.86	0.15	0.75	14.33	1.58	1.08	12.80	7.42
22	M	Kahver. Orm.	39.72	24.88	35.41	Killi tn	17.11	7.38	0.46	13.83	2.65	0.166	17.10	0.11	0.75	21.54	1.80	2.87	22.59	12.57
23	A	Alüviyal	61.16	17.02	21.82	Kumlu killi tn	12.37	6.45	0.18	0.11	1.54	0.092	16.25	0.06	0.32	6.44	1.09	1.45	2.89	36.93
24	M	Kahver. Orman	41.49	27.09	31.42	Killi tn	13.68	7.59	0.29	6.31	3.27	0.196	13.70	0.15	0.47	18.87	1.61	1.99	8.53	5.00
25	K	Kolüviyal	39.83	28.97	31.20	Killi tn	15.43	7.48	0.64	3.87	2.00	0.131	42.79	0.49	1.13	14.63	4.70	2.23	24.66	8.77
26	A	Alüviyal	58.79	19.21	22.00	Kumlu killi tn	11.69	7.25	0.31	0.18	1.50	0.094	50.28	0.43	0.55	5.46	5.18	2.25	27.01	9.52
27	E	Kır. Kah. Akd.	36.87	27.28	35.84	Killi tn	17.33	7.33	0.53	0.82	3.93	0.210	97.99	0.24	1.20	16.14	7.24	5.25	24.26	31.90
28	E	Kır. Kah. Akd.	37.20	29.98	32.82	Killi tn	15.74	7.56	0.55	4.01	1.38	0.095	16.20	0.65	0.80	18.71	3.40	1.82	6.43	7.98
29	M	Kahver. Orm.	31.75	33.73	34.52	Killi tn	15.88	7.45	0.82	8.29	1.13	0.072	2.78	0.29	0.71	50.64	2.86	0.22	2.72	2.01
30	V	Vertisol	26.28	17.83	55.89	Kil	24.44	7.45	1.14	7.51	1.95	0.127	11.06	0.31	1.37	43.54	4.85	1.01	1.87	3.06
31	A	Alüviyal	14.45	24.64	60.91	Kil	22.65	7.71	0.71	8.05	2.09	0.135	9.48	0.68	1.34	32.21	5.60	0.55	1.64	3.00
32	K	Kolüviyal	47.03	23.65	29.32	Kumlu killi tn	16.00	7.56	0.46	4.00	1.71	0.111	15.60	0.14	1.01	20.45	1.37	1.44	1.76	6.91
33	M	Kahver. Orm.	18.20	25.75	56.04	Kil	19.07	7.77	0.72	17.13	1.97	0.122	10.88	0.90	1.98	24.17	11.99	0.35	1.91	2.73
34	M	Kahver. Orm.	18.77	24.88	56.34	Kil	19.76	7.75	0.70	20.13	1.47	0.093	4.92	0.28	1.14	32.19	8.85	0.23	1.53	2.50
35	A	Alüviyal	18.56	32.85	48.59	Kil	21.82	7.65	0.76	5.75	2.05	0.153	8.30	0.47	0.90	32.13	6.18	0.63	5.39	1.36
36	M	Kahver. Orm.	31.10	25.77	43.13	Kil	18.95	7.00	0.58	0.55	1.54	0.090	29.69	0.18	0.28	20.09	6.75	0.85	5.72	9.33
37	A	Alüviyal	62.87	21.27	15.85	Kumlu tn	20.29	7.28	1.12	2.45	2.10	0.143	98.39	1.64	0.79	11.73	1.56	2.60	23.84	4.08
38	N	Kır. Kah.Orm.	35.21	18.01	46.78	Kil	25.33	6.70	0.92	0.18	3.28	0.186	37.33	0.22	0.87	21.09	10.85	2.38	2.79	41.93
39	N	Kır. Kah.Orm.	33.88	16.73	49.39	Kil	28.93	7.23	1.01	0.31	2.62	0.149	52.55	0.22	0.84	11.61	19.04	1.02	2.17	8.26
40	N	Kır. Kah.Orm.	38.64	22.64	38.72	Killi tn	22.70	6.83	0.60	0.30	1.91	0.126	9.50	0.09	0.66	8.48	16.55	0.55	0.86	7.79
Min.			12.44	13.13	15.85		11.69	5.47	0.14	0.11	1.10	0.072	2.78	0.09	0.17	5.46	1.09	0.19	0.86	1.36
Max.			68.86	48.00	68.34		29.64	7.84	1.72	20.13	3.93	0.210	98.39	1.64	2.28	64.32	19.04	5.25	27.01	44.63
Ortalama			36.16	23.75	40.08		19.72	7.30	0.66	4.39	1.95	0.120	22.45	0.38	0.84	25.33	5.44	1.09	6.48	11.21

Özgüven ve Katkat (2001a) Bursa ili toprakları ile yaptıkları çalışmada deneme topraklarının genellikle kumlu tın, killi tın ve kumlu killi tın tekstürde olduğunu, kum miktarlarının % 32.0-78.0, silt miktarlarının % 6.0-42.0 ve kil miktarlarının % 14.0-39.2 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmamızda bulduğumuz sonuçların yöre toprakları ile yapılan önceki çalışmalarla da uyumlu olduğu görülmektedir.

#### **4.1.2. Toprakların Tarla Kapasitesi**

Toprak örneklerinin tarla kapasiteleri % 11.69 ile % 29.64 arasında değişmektedir. Özgüven (2000) Bursa ili topraklarının yarayırlı çinko durumu ve bu topraklarda çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler adlı doktora çalışmasında deneme topraklarının tarla kapasitelerinin % 10 ile % 38 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Saatçi (1984) toprağın bünyesinin, strüktürel özelliklerinin ve organik madde miktarının tarla kapasitesine etki ettiğini, kil bünyeye gidildikçe tarla kapasitesinin kapillar boşlukların artması ile arttığını bildirmiştir. Donahue (1965), orta kumlu toprakların tarla kapasitesini % 6.8, kumlu tınlının % 11.3, tın bünyelinin % 18.1, killi tın bünyelinin % 21.5 ve kil bünyeli toprağın tarla kapasitesini % 22.6 olarak bildirmiştir. Araştırmalarda bulunan sonuçlar elde ettiğimiz sonuçlarla uyum içindedir.

#### **4.1.3. Toprakların Elektriksel İletkenlik (E.C.) Değerleri**

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri 0.14 ile 1.72 mScm<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, bitki büyümesini olumsuz şekilde etkileyecek düzeyde tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Özgüven (2000) doktora çalışmasında deneme topraklarının elektriksel iletkenlik değerlerinin 90 ile 607 µScm<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmiştir.

Bursa ovasının çeşitli bölgelerindeki şeftali bahçelerinden alınan toplam 135 toprak örneğinin tümünde tuzluluk yönünden herhangi bir sorunun olmadığı belirlenmiştir (Başar ve ark. 1997).

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 98.5'inin tuzsuz, % 1.3'ünün hafif tuzlu bulunduğunu bildirmiştir.

Yöre toprakları ile yapılan diğer çalışmalarda da benzer değerlere ulaşılmış ve yöre topraklarının tuzluluk sorununun bulunmadığı vurgulanmıştır (Anonim 1983, Katkat ve ark. 1994, Öztürk ve ark. 1996, Başar 2000, Özgüven 2000, Başar 2003).

#### 4.1.4. Toprakların Reaksiyonu (pH)

Çizelge 4.1'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi Bursa ili tarım topraklarının doygunluk çamurunda ölçülen pH değerleri 5.47 ile 7.84 arasında değişmektedir. pH analizi yapılan toprak örneklerinin değerlendirilmesi Eyüpoğlu (1999)'na göre yapılmış olup sınıflandırmalar Çizelge 4.2' de sunulmuştur. Çizelge 4.2'ye göre toprak örneklerinin % 2.5'inin orta asit, % 7.5'inin hafif asit, % 40'ının nötr, % 50'sinin hafif alkaline reaksiyonlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Toprak Örneklerinin pH Değerine Göre Sınıflandırılması (Eyüpoğlu 1999).

pH	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<4.5	Kuvvetli asit	-	-
4.5-5.5	Orta asit	1	2.5
5.5-6.5	Hafif asit	3	7.5
6.5-7.5	Nötr	16	40.0
7.5-8.5	Hafif alkali	20	50.0

Anonim (1983) Bursa ili tarım topraklarının reaksiyonlarına göre dağılımlarını % 5.5 asit (pH<6.5), % 42.1 nötr (pH 6.6-7.5) ve % 52.4 alkali (pH > 7.5) olarak vermiştir.

Eyüpoğlu (1999) Türkiye topraklarının verimlilik durumunu ortaya koymak amacıyla yaptığı çalışma sonuçlarında Bursa ili topraklarının pH değerlerini 4.5 ile 8.5 arasında belirlemiştir.

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 3'ünün kuvvetli alkaline, % 79'unun hafif alkaline, %9'unun hafif asit, % 7'sinin nötr ve % 2'sinin orta derecede asit olduğunu bildirmiştir.

Özgüven ve Katkat (2001a) toprakların toprak:su karışımında pH değerlerinin 5.41 ile 8.58 arasında değiştiğini; Özgüven (2000) doktora çalışmasında, Kellog'a (1952) göre analize alınan toprak örneklerinin % 2.5'inin kuvvetli asit, % 2.5'inin orta asit, % 12.5'inin nötr, % 5'inin hafif alkalın ve % 77.5'inin ise orta alkalın tepkimeli olduğunu bildirmiştir.

#### 4.1.5. Toprakların Kireç (CaCO<sub>3</sub>) İçerikleri

Deneme topraklarının CaCO<sub>3</sub> içeriklerinin % 0.11 ile % 20.13 arasında değiştiği ve Çağlar (1949) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre toprakların % 37.5'inin az, % 27.5'inin orta, % 30'unun kireçli ve % 5'inin ise yüksek düzeyde kireç içerdiği görülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Toprak Örneklerinin Kireç İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (Çağlar 1949).

% CaCO <sub>3</sub>	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<1	Az kireçli	15	37.5
1-5	Kireçli	11	27.5
5-15	Orta kireçli	12	30.0
15-25	Fazla kireçli	2	5.0
>25	Çok fazla kireçli	-	-

Anonim (1983) Bursa ili tarım topraklarının kireç dağılımlarını % 41.6 az, % 24.2 kireçli, % 22.4 orta, % 6.9 fazla ve % 4.9 çok fazla kireçli olarak belirlediklerini ifade etmiştir.

Eyüpoğlu (1999) yaptığı çalışma sonuçlarında Bursa ili topraklarının kireç miktarlarının % 1 ile % 25'den yüksek arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Özgüven ve Katkat (2001a) Bursa ili araştırma topraklarının CaCO<sub>3</sub> miktarlarının % 0.10 ile % 32.61 arasında değişiklik gösterdiğini; Özgüven (2000) doktora çalışmasında, Moltay (1979)'a göre analize alınan toprak örneklerinin % 35'inin kireççe yoksul, % 20'sinin kireçli ve % 45'inin ise kireççe zengin olduğunu belirtmiştir.

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 10.2'sinin çok fazla, % 7.5'inin fazla, % 34.6'sının orta, % 19.2'sinin az,

% 17.0'sinin çok az düzeyde kireç içerdiğini bildirmiştir. Araştırmalarda bulunan sonuçlar elde ettiğimiz sonuçlarla uyum içindedir.

#### 4.1.6. Toprakların Organik Madde İçerikleri

Toprakların organik madde içerikleri % 1.10 ile % 3.93 arasında değişmekte olup, toprakların % 62.5'inin az, % 30'unun orta ve % 7.5'inin iyi düzeyde organik madde içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Toprak Örneklerinin Organik Madde İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (Eyüpoğlu 1999).

% Organik madde	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<1	Çok az	-	-
1-2	Az	25	62.5
2-3	Orta	12	30.0
3-4	İyi	3	7.5
>4	yüksek	-	-

Anonim (1983) Bursa ili tarım topraklarının organik madde dağılımlarını % 7.7 çok az, % 46.1 az, % 32.6 orta, %10.7 iyi ve % 2.9 yüksek olarak bulmuşlardır.

Eyüpoğlu (1999) yaptığı çalışma sonuçlarında Bursa ili topraklarının organik madde yönünden yoksul olduğunu bildirmiştir.

Katkat ve ark. (1994) bahçe topraklarının organik madde içeriklerinin çoğunlukla az ile orta düzeyler arasında değiştiğini, Başar (2000) benzer olarak toprakların organik madde içeriklerinin % 0.89-1.87 arasında değiştiğini ve organik maddenin az olduğunu bildirmişlerdir.

Özgüven ve Katkat (2001a) Bursa ili araştırma topraklarının organik madde içeriklerinin % 0.44 ile % 5.09 arasında bulunduğunu belirtirken; Özgüven (2000) Ünal ve Başkaya (1981)'ya göre Bursa ili araştırma topraklarının % 77.5'inin az humuslu, % 17.5'inin orta humuslu ve % 5'inin fazla humuslu olduğunu bildirmiştir.

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 12.97'sinin çok az, %43.52'sinin az, % 32.22'sinin orta, % 9.23'ünün iyi ve % 2.06'sının yüksek düzeylerde organik madde içerdiğini bildirmiştir.

#### 4.1.7. Toprakların Toplam Azot İçerikleri

Toprakların toplam azot içeriklerinin % 0.07 ile % 0.21 arasında değiştiği ve FAO (1990) tarafından belirtilen sınır değerlere göre % 7.5'inin az, % 85'inin yeterli ve % 7.5'inin fazla düzeyde toplam azot içerdiği görülmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

% N	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<0.045	Çok az	-	-
0.045-0.090	Az	3	7.5
0.090-0.170	Yeterli	34	85
0.170-0.320	Fazla	3	7.5
>0.320	Çok fazla	-	-

Başar (2000) toprakların toplam azot içeriklerinin % 0.068-0.119 arasında bulunduğunu ve azot içerikleri bakımından orta ve iyi düzeyde olduğunu bildirmiştir.

Özgüven ve Katkat (2001a) çalışmalarında Bursa ili topraklarının toplam azot içeriklerinin % 0.044 ile % 0.286 arasında değiştiğini; Özgüven (2000), Loue'ya (1968) göre toprak örneklerinin % 5'inin azotça çok yoksul, % 20'sinin yoksul, % 17.5'inin orta, % 25'inin iyi ve % 32.5'inin azotça çok iyi düzeyde olduğunu bildirmiştir.

#### 4.1.8. Toprakların Yarayırlı Fosfor İçerikleri

Deneme topraklarının yarayırlı fosfor içerikleri  $2.78 \text{ mg kg}^{-1}$  ile  $98.39 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişmekte olup, FAO (1990) tarafından belirtilen sınır değerlere göre toprakların % 22.5'inin az, % 50'sinin yeter, % 22.5'inin fazla ve % 5'inin ise çok fazla düzeyde fosfor içerdikleri görülmektedir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Toprak Örneklerinin Yarayırlı Fosfor İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

P $\text{mg kg}^{-1}$	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<2.5	Çok az	-	-
2.5-8	Az	9	22.5
8-25	Yeterli	20	50.0
25-80	Fazla	9	22.5
>80	Çok fazla	2	5.0



Katkat ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada toprakların fosfor içeriklerinin düşük düzeyin üst sınırı ile yüksek düzeyler arasında değiştiğini, Başar (2000)'da çalışmasında toprak içeriklerinin 4.19 ile 28.67 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini araştırmanın 1. yılında fosfor içeriklerinin orta düzeyde bulunmasına rağmen ikinci yıl üst derinlikte orta ve alt derinlikte çok fakir düzeyde bulunduğunu bildirmiştir.

Eyüpoğlu (1999) yaptığı çalışma sonuçlarında Bursa ili topraklarının fosfor içeriklerinin az ve çok yüksek arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Özgüven ve Katkat (2001a) çalışmalarında deneme topraklarının bitkiye yarayışlı fosfor miktarlarını 3.92 mg kg<sup>-1</sup> ile 85.39 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlerken, Özgüven (2000) Olsen ve Dean'a (1965) göre toprak örneklerinin % 17.5'inin fosforca çok yoksul, % 47.5'inin fosforca orta ve % 35'inin fosforca yüksek düzeyde bulunduğunu bildirmiştir.

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 21.81'inde çok düşük, % 52.16'sında orta ve % 26.03'ünde yüksek düzeylerde fosfor bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmalarda bulunan sonuçlar elde ettiğimiz sonuçlarla uyum içindedir.

#### **4.1.9. Toprakların Değişebilir Sodyum İçerikleri**

Bursa ili tarım topraklarının değişebilir sodyum içerikleri 0.09 me 100 g<sup>-1</sup> ile 1.64 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup toprakların ortalama sodyum içerikleri 0.38 me100 g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

İldeki bütün toprakların ancak % 1'inde tuzluluk ve sodiklik sorununun görüldüğü, bu topraklarında tamamının çayır ve mera arazilerinde bulunduğu yapılan çalışmada belirtilmiştir Anonim (1995).

Kacar ve Katkat (1998) sodyumun yerkabuğunda en fazla bulunan (% 2.8) elementlerden biri olduğunu ve tarım topraklarının Na içeriklerinin % 0.1 ile % 1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

#### 4.1.10. Toprakların Değişebilir Potasyum İçerikleri

Araştırma konusu toprakların değişebilir potasyum içerikleri 0.17 ile 2.28 me100 g<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, FAO (1990) da belirtilen sınır değerlere göre toprakların % 5'i az, % 37.5'i yeter, % 57.5'i fazla düzeyde potasyum içermektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

K me 100g <sup>-1</sup>	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<0.13	Çok az	-	-
0.13-0.28	Az	2	5.0
0.28-0.74	Yeterli	15	37.5
0.74-2.56	Fazla	23	57.5
>2.56	Çok fazla	-	-

Yapılan bir başka çalışmada, il topraklarının % 13.7'sinin az ve orta, % 86.3'ünün ise yeter ve fazla düzeyde potasyum içerdiği bildirilmiştir (Anonim 1983).

Eyüpoğlu (1999) Bursa ili topraklarının büyük bir bölümünün potasyum miktarının çok yüksek olduğunu yaptığı çalışma sonuçlarında bildirmiştir.

Yörede yapılan farklı çalışmalarda da toprakların potasyum içeriklerinin çoğunlukla yeterli ve çok yüksek düzeylerde olduğu, çok az bir kısımda noksanlıkların gözlemlendiği bildirilmiştir (Katkat ve ark. 1989, Katkat ve ark 1994).

Başar (2000) benzer olarak araştırmasında kullandığı toprakların değişebilir potasyum içeriklerinin çoğunlukla yeterli ve çok yüksek düzeylerde olduğunu bildirmiştir.

Başar (2001), Bursa ilinde değişik ürünlerin yetiştirildiği toprakların kimi verimlilik özelliklerini belirlemek için yaptığı çalışmasında toplam 1018 adet toprak örneğinden % 10.22'sinin çok düşük, % 11.60'ının düşük, %12.67'sinin orta, % 10.12'sinin oldukça iyi, % 13.25'inin yüksek ve % 42.14'ünün çok yüksek düzeyde potasyum içerdiğini bildirmiştir.

Özgüven (2000) doktora çalışmasında araştırma konusu toprakların değişebilir potasyum miktarlarını 0.10 me100 g<sup>-1</sup> ile 2.07 me100 g<sup>-1</sup> arasında belirlerken. Pizer 'e (1967) göre analize alınan toprak örneklerinin % 17.5'inin potasyumca çok düşük, % 5'inin potasyumca düşük, % 2.5'inin potasyumca orta, % 10'unun potasyumca iyi,

% 32.5'inin potasyumca yüksek ve % 32.5'inin ise potasyumca çok yüksek düzeyde olduğunu belirtmiştir. Elde edilen sonuçlar, bulduğumuz sonuçlarla benzer özelliktedir.

#### 4.1.11. Toprakların Değişebilir Kalsiyum İçerikleri

Toprakların değişebilir kalsiyum içeriklerinin 5.46 ile 64.32 me100 g<sup>-1</sup>, arasında değiştiği ve FAO (1990) da belirtilen sınır değerlere göre toprakların % 2.5'inin az, % 27'sinin yeter ve % 70.0'inin fazla düzeyde kalsiyum içerdiği görülmektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Toprak Örneklerinin Değişebilir Kalsiyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

Ca me 100g <sup>-1</sup>	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<1.19	Çok az	-	-
1.19-5.75	Az	1	2.5
5.75-17.5	Yeterli	11	27.5
17.5-50	Fazla	28	70.0
>50	Çok fazla	-	-

Özgüven (2000) Bursa ili tarım toprakları ile yaptığı doktora çalışmasında toprakların değişebilir kalsiyum miktarlarının 8.20 me100 g<sup>-1</sup> ile 59.22 me100 g<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, analize alınan toprak örneklerinin Loue'ya (1968) göre sınıflandırıldığında % 12.5'inin kalsiyumca orta ve % 87.5'inin kalsiyumca iyi düzeyde olduğunu bildirmiştir.

#### 4.1.12. Toprakların Değişebilir Magnezyum İçerikleri

Deneme topraklarının değişebilir magnezyum içerikleri 1.09 ile 19.04 me100 g<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir. Analize alınan toprak örneklerinin % 2.5'inin magnezyumca az, % 40'ının magnezyumca yeterli, % 52.5'inin magnezyumca fazla ve % 12.5'inin magnezyumca çok fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Özgüven (2000) doktora çalışmasında deneme topraklarının değişebilir magnezyum miktarlarını 0.53 me100 g<sup>-1</sup> ile 7.81 me/100 g arasında belirlerken, analize alınan toprak örneklerinin % 2.5'inin magnezyumca çok yoksul, % 7.5'inin magnezyumca yoksul, % 30'unun magnezyumca yeterli, % 15'inin magnezyumca

yüksek ve % 45'inin magnezyumca çok yüksek düzeyde olduğunu Loue'ya (1968) göre belirlemiştir.

Çizelge 4.9. Toprak Örneklerinin Değişebilir Magnezyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

Mg me 100g <sup>-1</sup>	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<0.42	Çok az	-	-
0.42-1.33	Az	1	2.5
1.33-4.0	Yeterli	16	40.0
4.0-12.5	Fazla	21	52.5
>12.5	Çok fazla	2	12.5

#### 4.1.13. Toprakların Yarayırlı Bakır İçerikleri

Toprakların mikro besin elementi içerikleri incelendiğinde toprakların bakır değerlerinin 0.86 mg kg<sup>-1</sup> ile 27.01 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 6.48 mg kg<sup>-1</sup> Cu ile toprakların yeterli düzeyde bakır içerdikleri belirlenmiştir (Follet ve Lindsay 1970).

Eyüpoğlu ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada Bursa ili topraklarının bakır içeriğinin 0.83 ile 23.88 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Başar (2000), Katkat ve ark. (1994)'da yöre toprakları ile yaptıkları çalışmalarında toprakların bakır düzeylerinin yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Katkat ve Özgüven (2001) Bursa ili topraklarının alınabilir bakır miktarlarının 0.61 ile 28.34 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirtirken, Özgüven (2000) Follet ve Lindsay'e (1970) göre analize alınan toprak örneklerinin tümünün bakır içerikleri yönünden yeterli durumda bulunduğunu bildirmiştir. Elde edilen sonuçlar bulduğumuz sonuçlarla uyum içerisindedir.

#### 4.1.14. Toprakların Yarayırlı Mangan İçerikleri

Mangan değerlerinin ise 1.36 mg kg<sup>-1</sup> ile 44.63 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 11.21 mg kg<sup>-1</sup> Mn değerleri ile Follet ve Lindsay (1970) tarafından belirtilen (>1.0 mg kg<sup>-1</sup>) sınır değerine göre toprakların yeter seviyenin üzerinde mangan içerdiği ancak FAO 'ya (1990) göre yapılan değerlendirmede ise toprakların % 30'unun çok az,

% 50'sinin az ve % 20'sinin yeterli seviyede mangan içerdiği görülmektedir (Çizelge 4.10).

Katkat ve Özgüven (2001) Bursa ili tarım topraklarının alınabilir mangan miktarlarının, 3.08 mg kg<sup>-1</sup> ile 81.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik gösterdiğini; Özgüven (2000), Follet ve Lindsay'e (1970) göre yaptığı sınıflandırmada toprakların % 25'inin manganca düşük düzeyde ve % 97.5'inin manganca yeterli düzeyde bulunduğunu belirtmiştir.

Benzer bulgulara, yöredeki şeftali bahçeleri ile yapılmış diğer araştırma topraklarında da rastlanmıştır (Aksoy 1980, Özgümüş 1988, Katkat ve ark. 1994, Başar 2000).

Çizelge 4.10. Toprak Örneklerinin Yarayırlı Mangan İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

Mn mg kg <sup>-1</sup>	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<4	Çok az	12	30
4-14	Az	20	50
14-50	Yeterli	8	20
50-170	Fazla	-	
>170	Çok fazla	-	

Eyüpoğlu ve ark. (1998) yaptıkları çalışmalarında Bursa ili topraklarının mangan içeriğini 4.25 ve 57.50 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemişlerdir. Bu sonuçlar da elde ettiğimiz sonuçlar ile uyum içerisindedir.

#### 4.1.15. Toprakların Yarayırlı Çinko İçerikleri

Toprakların çinko içerikleri ise 0.19 mg kg<sup>-1</sup> ile 5.25 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, FAO 'da (1990) belirtilen sınır değerlerine göre toprakların % 2.5'inde çok az, % 47.5'inde az, % 42.5'inde yeter ve %7.5'inde çok fazla seviyede çinkonun bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.11). Kurulan sera denemesinde bu sonuçlar göz önünde bulundurularak 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 39 ve 40 numaralı topraklara 1 mg Zn kg<sup>-1</sup> sulama suyu ile birlikte ZnEDTA formunda verilmiştir.

Özgüven ve Katkat (2001b) Bursa ili topraklarının alınabilir çinko içeriklerinin 0.23 mg kg<sup>-1</sup> ile 4.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik gösterdiğini belirtirken; Özgüven (2000) Lindsay ve Norvel (1978) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre toprakların

% 37.5'inin çinkoca yoksul ( $< 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$ ), % 32.5'inin orta ( $0.50-1.00 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve % 30'unun çinko yönünden zengin ( $>1.00 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.11. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Çinko İçeriklerine Göre Sınıflandırılması (FAO 1990).

Zn mg kg <sup>-1</sup>	Değerlendirme	Örnek sayısı	%
<0.2	Çok az	1	2.5
0.2-0.7	Az	19	47.5
0.7-2.4	Yeterli	17	42.5
2.4-8	Fazla	3	7.5
>8	Çok fazla	-	-

Başar (2000) yaptığı çalışmada araştırmayı yürüttüğü bahçe topraklarının genellikle çinko içeriklerinin yeterli olduğunu, az sayıda toprağın çinko içeriğinin orta seviyede bulunduğunu bildirmiştir. Benzer olarak Katkat ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada şeftali yetiştirilen toprakların çeşitli derinlikteki alınabilir çinko içeriklerinin  $0.19$  ile  $3.82 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiğini Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen sınır değerleri ile karşılaştırıldığında toprakların yeterlilik düzeyi dolayında alınabilir çinko içerdiklerini ve birkaç toprakta yeterli düzeyin altında çinko bulunduğunu bildirmişlerdir.

#### 4.2. Araştırma Topraklarının Alınabilir Demir Miktarlarını Belirleyebilmek İçin Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri ve Toprakların Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Bursa ili topraklarının alınabilir demir durumunu ve bu topraklarda alınabilir demir miktarlarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun yöntem ya da yöntemleri seçmek amacıyla Bursa ili tarım toprakları ile yürütülen araştırmada 10 farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemi denenmiştir.

Araştırma topraklarının alınabilir demir miktarları uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerine göre farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar çoğunlukla ekstraksiyon çözeltisinin cinsi, konsantrasyonu, pH'sı, toprak:çözelti oranları ve çalkalama sürelerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu farklılıklara diğer bir neden de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirinden farklı olmasıdır.

Bursa ili tarım topraklarına uygulanan çeşitli kimyasal ekstraksiyon çözeltileriyle elde edilen demir miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 4.12’de, ekstraksiyon çözeltileri ile toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları ise Çizelge 4.13’te sunulmuştur. Kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ve bu yöntemlere göre alınan sonuçların tartışılması kısaca aşağıda verilmiştir.

**Y1 (0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA):**

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen demir miktarları 1.59 mg kg<sup>-1</sup> ile 42.78 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 10.17 mg kg<sup>-1</sup> dır. Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen sınır değerine (4.5 mg kg<sup>-1</sup>) göre 2, 3, 7, 8, 10, 13, 15, 28, 29, 30, 31, 32 ve 34 numaralı toprakların alınabilir demir yönünden yetersiz olduğu görülmüştür Çizelge 4.12).

Katkat ve ark.(1994) Bursa yöresindeki şeftali ağaçlarının demir, çinko, bakır ve mangan ile beslenme durumlarını belirlemek için yaptıkları çalışmalarında toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir demir içeriklerini 2.27 ile 43.29 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemişler, toprakların tamamına yakınının yeterlilik seviyesinin üzerinde demir içerdiğini bildirmişlerdir.

Diğer bir çalışmada şeftali bahçesi topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir demir içeriğinin 1.80 ile 24.22 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirtilmiştir (Özgümüş 1988).

Bursa yöresi şeftali bahçeleri ile yürütülen diğer bir çalışmada, toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir demir içeriğinin 4.80 ile 14.80 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir (Aksoy 1980).

Eyüpoğlu ve ark.(1998) yaptığı çalışmasında Bursa ili topraklarının demir içeriğini 1.45 ile 24.63 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlediğini bildirmiştir.

Bu kimyasal ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların pH ve kireç içerikleri arasında sırasıyla ( $r = - 0.861^{**}$ ) ve ( $r = - 0.481^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki, toprakların elektriksel iletkenlik değerleri arasında ise ( $r = - 0.338^{*}$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların değişebilir kalsiyum ( $r = - 0.452^{**}$ ) ve değişebilir potasyum ( $r = - 0.452^{**}$ ) miktarları arasında negatif ve % 1 düzeyinde önemli ilişki

Çizelge 4.12. Araştırma Topraklarının Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Çözeltileri ile Belirlenen Demir İçerikleri.

Toprak No	Toprak Grubu	Toprakta Demir Miktarı, mg kg <sup>-1</sup> *									
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
1	U	19.43	11.45	7.78	0.63	1.74	17.33	723.69	25.31	124.24	350.31
2	R	3.95	4.76	0.73	0.20	1.00	1.58	595.98	31.18	12.84	477.45
3	R	3.04	3.03	0.65	0.29	0.86	1.07	188.73	14.34	7.39	110.39
4	N	12.19	16.35	13.16	1.47	1.10	48.22	849.38	27.08	85.08	761.92
5	E	9.59	11.56	0.33	0.83	9.02	1.31	753.25	77.88	56.20	386.94
6	K	18.81	13.36	8.38	0.40	1.66	45.39	1558.49	45.53	216.00	613.36
7	E	3.99	5.57	0.27	0.51	0.97	0.60	493.71	12.26	6.93	178.91
8	U	3.83	3.54	0.29	0.40	1.00	0.65	360.35	12.96	4.19	176.06
9	V	18.89	18.08	18.90	0.47	2.29	84.84	1540.18	85.70	161.66	1126.73
10	A	3.97	5.11	0.82	0.50	1.45	54.10	675.41	43.78	32.36	801.75
11	A	5.84	7.16	0.43	0.93	1.94	24.67	1228.26	89.93	72.29	933.08
12	V	12.30	4.28	2.08	0.48	1.68	15.88	1156.87	26.09	109.91	390.95
13	V	3.51	4.27	0.16	0.49	1.20	0.43	284.18	7.82	4.63	66.12
14	U	37.40	38.32	28.74	2.60	6.29	63.96	1186.24	51.00	95.11	1100.09
15	R	3.24	3.52	0.25	0.45	0.91	0.89	287.59	10.05	4.60	165.48
16	A	8.89	10.16	20.46	0.47	0.86	47.59	576.69	32.83	55.63	538.65
17	R	5.64	6.63	1.12	0.58	1.23	9.69	675.30	14.75	48.92	223.12
18	A	7.45	14.51	0.13	1.52	8.40	0.59	1022.74	72.98	38.17	1015.56
19	A	12.37	19.15	0.13	1.21	3.00	3.47	1379.21	74.92	70.55	1032.24
20	K	42.78	65.81	40.19	12.93	5.06	76.57	1839.93	72.45	123.09	688.27
21	K	5.63	8.01	2.19	0.97	3.32	27.89	671.98	38.49	94.72	465.83
22	M	9.29	11.97	0.23	5.06	6.82	0.75	525.19	52.73	45.79	141.58
23	A	16.13	17.37	17.43	3.17	1.48	30.17	576.77	22.19	63.01	280.19
24	M	7.67	11.61	0.61	2.17	0.63	1.67	640.60	19.88	49.69	318.70
25	K	4.97	9.83	0.58	0.76	1.31	3.00	598.49	52.29	66.50	479.49
26	A	10.38	13.05	18.12	0.90	0.97	40.48	571.72	34.63	87.59	350.99
27	E	8.05	11.11	2.37	0.57	0.75	13.11	732.18	17.66	112.50	271.29
28	E	3.71	5.49	0.62	0.55	0.75	1.98	289.08	23.01	19.14	127.59
29	M	1.59	2.24	0.36	0.47	4.83	0.75	107.55	24.18	11.61	97.75
30	V	3.00	3.13	0.48	0.39	0.49	0.82	341.07	11.45	5.60	260.90
31	A	4.09	5.54	0.45	0.64	0.89	0.90	395.98	16.85	11.05	236.30
32	K	3.65	5.52	0.24	0.96	1.25	1.49	359.11	31.58	29.70	187.13
33	M	4.56	3.94	0.21	0.28	3.99	0.46	605.00	93.20	22.45	232.28
34	M	4.32	3.62	0.27	0.39	4.15	0.76	568.35	26.83	11.99	4.90
35	A	12.76	12.38	0.37	1.02	9.58	0.98	2080.52	142.61	50.01	1442.33
36	M	16.34	12.03	12.99	0.71	2.75	101.52	1486.98	79.75	125.87	2454.98
37	A	9.81	23.42	2.15	5.34	2.13	39.67	789.25	63.86	167.02	729.21
38	N	19.95	10.32	8.09	0.41	1.26	38.16	1458.65	32.96	132.64	546.93
39	N	10.94	1.49	14.41	0.24	1.43	167.72	1953.97	202.42	131.50	1918.89
40	N	12.96	1.92	50.09	0.26	1.32	157.84	1587.13	192.31	67.42	1299.71
Min.		1.59	1.49	0.13	0.20	0.49	0.43	107.55	7.82	4.19	4.90
Max.		42.78	65.81	50.09	12.93	9.58	101.52	2080.52	202.42	216.00	2454.98
Ortalama		10.17	11.02	6.93	1.32	2.54	28.22	842.90	50.19	65.89	574.61

\* Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.



Çizelge 4.13. Araştırma Topraklarında Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Çözeltileri ile Elde Edilen Demir Miktarları ile Toprakların Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r).

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Ekstraksiyon Çözeltileri	0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl <sub>2</sub> + 0.1 M TEA	1 M NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6)	0.05 N HCl + 0.025 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.01M EDTA + 1N (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (pH 8.6)	1 N NH <sub>4</sub> OAc (pH 4.8)	0.1 N HCl	Aktif Fe (COONH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . H <sub>2</sub> O + (COOH) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.2M CH <sub>3</sub> COOH + 0.25 M NH <sub>4</sub> Cl + 0.005 M C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3)	0.05 M EDTA (pH 7)	0.43 M HNO <sub>3</sub>
Toprak Özellikleri										
Kil, %	öd	-0.425**	öd	-0.391*	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Silt, %	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Kum, %	öd	0.369*	0.316*	0.324*	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Tarla kapasite.,%	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
pH	-0.861**	-0.615**	-0.711**	-0.409**	öd	-0.478**	-0.407**	öd	-0.568**	öd
EC, mS.cm <sup>-1</sup>	-0.338*	-0.464**	-0.378*	-0.339*	öd	öd	öd	öd	öd	öd
CaCO <sub>3</sub> , %	-0.481**	-0.333*	-0.486**	öd	öd	-0.530**	-0.464**	öd	-0.637**	-0.457**
Organik madde, %	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Toplam azot, %	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Yara. fosfor, mgkg <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	0.634**	öd
Değ. Na, me100 g <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Değ. K, me100 g <sup>-1</sup>	-0.452**	-0.380*	-0.382*	öd	öd	-0.343*	öd	öd	-0.360*	-0.344*
Değ. Ca, me100 g <sup>-1</sup>	-0.452**	-0.438**	-0.548**	-0.338*	öd	-0.521**	-0.379**	-0.320**	-0.507**	-0.383*
Değ. Mg, me100 g <sup>-1</sup>	öd	öd	0.309*	-0.347*	öd	0.585**	0.514**	0.644**	öd	0.428**
Alınabilir Zn, mgkg <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	0.371*	öd
Alınabilir Cu, mgkg <sup>-1</sup>	öd	0.307*	öd	0.359*	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Alınabilir Mn, mgkg <sup>-1</sup>	0.708**	0.475**	0.423**	öd	öd	öd	öd	öd	0.515**	öd

öd : önemli değil \* : %5 seviyesinde önemli \*\* : %1 seviyesinde önemli

r 0.05 : 0.304 r 0.01 : 0.393

n 40

n 40

sağlanırken, mangan ile ( $r = 0.708^{**}$ ) pozitif ve istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.13). Y1 ile ekstrakte edilebilen demir miktarları ile toprakların bünye özellikleri, organik madde, azot, fosfor, magnezyum, çinko ve bakır içerikleri arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır.

DTPA yöntemi ile belirlenen yarayıklı demir ile toprakların pH ve kireç içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenirken, organik madde ile ilişki % 5 düzeyinde pozitif bulunmuştur (Başar 2003). Araştırmadan elde edilen bulgular daha önceleri yapılan diğer çalışmalardan elde edilen bulgularla da uyum içindedir (Katkat ve ark.1994, Özgümüş 1988, Aksoy 1980, Başar 2000, Başar 2003).

### **Y2 (1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6)):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 1.49 mg kg<sup>-1</sup> ile 65.81 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 11.02 mg kg<sup>-1</sup> dir (Çizelge 4.12).

Soltanpour ve Schwap (1977) 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) yöntemi için demir noksanlık düzeyini 0-2.0 mg kg<sup>-1</sup>, kritik düzeyi 2.1-4.0 mg kg<sup>-1</sup>, yeterli düzeyi ise 4.0 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazla olarak bildirmiş, Al-Mustafa ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalarında AB-DTPA yöntemi için kritik seviyeyi 3.4 ile 4.8 mg kg<sup>-1</sup> olarak saptamışlardır.

Trakya bölgesi topraklarının yarayıklı demir içeriklerinin belirlenmesi için kullanılacak yöntemin seçilmesi ile ilgili yapılan çalışmada Elinç (1990) toprakların demir içeriklerini 2.51 ile 20.10 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulmuş, bir başka çalışmada bu yöntemle 8.32 ile 20.09 mg kg<sup>-1</sup> arasında demir belirlenmiştir (Antep 1984).

Bu kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların kil içerikleri arasında % 1 düzeyinde negatif ilişki bulunurken ( $r = - 0.425^{**}$ ), toprakların kum içerikleri ile % 5 düzeyinde pozitif ilişki ( $r = 0.369^{*}$ ) saptanmıştır. Toprakların kil yüzdeleri arttıkça ekstrakte edilebilir demir içeriklerinde meydana gelen azalma, demirin koloidal kil yüzeylerinde kuvvetli olarak tutulduğunun bir göstergesidir. Kil ile ilişkinin negatif çıkmasında toprakların yüksek kireç içerikleri ve pH'nın yüksek olması diğer bir neden olarak düşünülmektedir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.13).

Toprakların demir içerikleri ile pH ve toprakların elektriksel iletkenlikleri ile ilişki sırasıyla ( $r = - 0.615^{**}$ ) ve ( $r = - 0.464^{**}$ ) % 1 düzeyinde negatif bulunmuştur. Toprakların Kireç ( $r = - 0.333^*$ ) ve değişebilir potasyum ( $r = - 0.380^*$ ) içerikleri arasındaki ilişki % 5 düzeyinde ve negatif, alınabilir bakır ile ilişki ( $r = 0.307^*$ ) % 5 düzeyinde ve pozitif olarak bulunmuştur. Y2 ile ekstrakte edilebilen demir ile toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri ( $r = - 0.438^{**}$ ) arasında % 1 düzeyinde negatif ilişki sağlanırken, alınabilir mangan ile ( $r = 0.475^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Elinç (1990) Trakya bölgesi topraklarında yaptığı çalışmasında bu yöntemle belirlenen yarayırlı demir miktarı ile 0-20 cm derinlikte toprak reaksiyonu ( $r = -0.797^{***}$ ) ve kil içeriği ( $r = - 0.804^{***}$ ) ile önemli negatif ilişkiler elde ettiğini bildirmiştir.

Bursa yöresi şeftali bahçesi toprakları ile yapılan bir başka yöntem çalışmasında toprakların demir içerikleri 4.46 ile 9.86 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenirken pH ve kireç ile % 1 düzeyinde negatif, organik madde ile ilişki % 5 düzeyinde ve pozitif olarak bulunmuştur (Başar 2003).

Araştırmadan elde edilen bulgular, daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulgularla uyum içindedir (Başar 2003, Elinç 1988, Antep 1984).

### **Y3 (0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 0.13 mg kg<sup>-1</sup> ile 50.09 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 6.93 mg kg<sup>-1</sup> dir (Çizelge 4.12).

Bu kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların kil ve silt içerikleri arasında önemli ilişki bulunmazken, toprakların kum içerikleri ile % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki ( $r = 0.316^{**}$ ) saptanmıştır. Toprakların demir içerikleri ile pH ( $r = - 0.711^{**}$ ), kireç ( $r = - 0.486^{**}$ ) ve değişebilir kalsiyum ( $r = - 0.548^{**}$ ) içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki sağlanırken, elektriksel iletkenlik ( $r = - 0.378^*$ ) ve değişebilir potasyum ( $r = - 0.382^*$ ) ile negatif ilişki % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Y3 ile ekstrakte edilebilen demir ile toprakların alınabilir mangan içerikleri arasındaki ilişki

( $r= 0.423^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ve pozitif bulunurken, değişebilir magnezyum ile ( $r= 0.309^*$ ) % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Bu yöntemle daha önce yapılan araştırmalarda Elinç (1988) deneme topraklarının demir içeriklerini 0.26 ile 14.44 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlerken; Hatipoğlu (1977) 0.40-16.20 mg kg<sup>-1</sup>; Aktaş (1978) 0.16-0.33 mg kg<sup>-1</sup>; Antep (1984) 0.32-0.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemiştir. Elinç (1990) Trakya bölgesi topraklarında yaptığı çalışmada bu yöntemle belirlenen yarayıklı demir miktarı ile 0-20 cm derinlikte toprak reaksiyonu ( $r= -0.900^{***}$ ), kil içeriği ( $r= - 0.894^{***}$ ) ve kireç içeriği ile ( $r= -0.512^*$ ) ile önemli negatif ilişkiler elde ettiğini bildirmiştir.

Başar (2003) bu yöntemle belirlenen demirin 10.02 ile 35.35 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, toprakların demir içerikleri ile pH ve kireç içerikleri arasında önemli ilişki bulunmadığını, ancak organik madde ile % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişkinin belirlendiğini bildirmiştir.

#### **Y4 (0.01M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6)):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 0.20 mg kg<sup>-1</sup> ile 12.93 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 1.32 mg kg<sup>-1</sup> dir (Çizelge 4.12).

Bu kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların kil içerikleri arasında % 5 düzeyinde negatif ilişki bulunurken ( $r= - 0.391^*$ ), toprakların kum içerikleri ile % 5 düzeyinde pozitif ilişki ( $r= 0.324^{**}$ ) saptanmıştır. Toprakların demir içerikleri ile pH arasında ( $r = - 0.409^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenirken, toprakların elektriksel iletkenlik değerleri ( $r= - 0.339^*$ ), değişebilir kalsiyum ( $r = - 0.338^*$ ) ve değişebilir magnezyum ( $r= - 0.347^*$ ) miktarları ile % 5 düzeyinde negatif ilişki bulunmuş, toprakların mangan içerikleri ile ( $r = 0.359^*$ ) istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Elde edilen sonuçlar diğer çalışmalardan elde edilen bulgularla benzerdir. Bursa ovası şeftali yetiştiriciliği yapılan toprakların alınabilir demir içeriklerinin analizinde kullanılacak yöntemlerin belirlenebilmesi çalışmada Başar (2003) bu yöntemle toprakların demir içeriklerini 3.05 ile 5.91 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemiş, yöntemle belirlenen demir ile toprakların pH ve kireç içerikleri arasında % 5 düzeyinde önemli

negatif ilişki, organik madde ile % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunduğunu bildirmiştir.

#### **Y5 (1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8)):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 0.49 mg kg<sup>-1</sup> ile 9.58 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 2.54 mg kg<sup>-1</sup> dır (Çizelge 4.12).

Olson ve Carlson (1950) tarafından değerlendirilen bu yöntemde bitkilerin Fe noksanlığına karşı hassas oldukları kritik konsantrasyon 2.0 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir.

Bu kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki sağlanamamıştır (Çizelge 4.13).

McLean ve ark.'nın (1958) yöntemi ile deneme topraklarında belirlenen demir miktarları 0.79 ile 3.84 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur (Elinç 1988).

Bazı araştırmacılar bu yöntemle topraklarda 4.8-10.3 mg kg<sup>-1</sup> (Misra ve Pande 1974); 3.0-72.0 mg kg<sup>-1</sup> (Singh ve ark.1977), 0.69-8.10 mg kg<sup>-1</sup> (Aktaş 1978), 0.35-4.60 mg kg<sup>-1</sup> (Hatipoğlu 1977); 1.65-81.30 mg kg<sup>-1</sup> (Antep 1984) demir belirlemişlerdir.

Başar (2003) yaptığı çalışmada toprakların bu yöntemle belirlenen demir içeriğini 0.89-1.17 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlerken, toprakların pH, kireç ve organik madde içerikleri ile aralarında önemli ilişki bulamamıştır.

#### **Y6 (0.1N HCl):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 0.43 mg kg<sup>-1</sup> ile 101.52 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 28.22 mg kg<sup>-1</sup> dır (Çizelge 4.12).

Deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların bünye özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki sağlanamazken, pH, kireç ve değişebilir kalsiyum içerikleri arasındaki ilişki sırasıyla ( $r = -0.478^{**}$ ), ( $r = -0.530^{**}$ ) ve ( $r = -0.521^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ve negatif bulunmuştur. Toprakların bu yöntemle elde edilen demir miktarları ile değişebilir potasyum içerikleri arasında ( $r = -0.343^{*}$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki sağlanırken, toprakların değişebilir magnezyum

içerikleri ile arasındaki ilişki ( $r= 0.585^{**}$ ) pozitif ve % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Elinç (1988) bu yöntemle toprakların demir içeriklerini 1.43 ile 87.88 mg kg<sup>-1</sup> arasında, Misra ve Pande (1974) ise 19.9-163.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemişlerdir.

#### **Y7 Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 107.55 mg kg<sup>-1</sup> ile 2080.52 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 842.90 mg kg<sup>-1</sup> dır (Çizelge 4.12).

Deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların bünye özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki sağlanamazken, pH, kireç ve değişebilir kalsiyum ile ilişkisi sırasıyla ( $r = - 0.407^{**}$ ), ( $r= - 0.464^{**}$ ) ve ( $r= - 0.379^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ve negatif bulunmuştur. Toprakların bu yöntemle elde edilen demir içerikleri ile değişebilir magnezyum arasındaki ilişki ise ( $r= 0.514^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ve pozitif bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Başar (2003) şeftali bahçesi topraklarında bu yöntemle 1261.2 ile 1612.2 mg kg<sup>-1</sup> demir belirlemiş, demir ile toprakların pH ve kireç içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunduğunu bildirmiştir.

#### **Y 8 (0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3)):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 7.82 mg kg<sup>-1</sup> ile 202.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 50.19 mg kg<sup>-1</sup> dır (Çizelge 4.12).

Bu kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların bünye özellikleri, pH, kireç ve organik madde arasında istatistiksel olarak önemli ilişki sağlanamazken, toprakların değişebilir magnezyum içerikleri ile ( $r= 0.644^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli pozitif, değişebilir kalsiyum içerikleri ile ( $r= - 0.320^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.13).

### **Y9 (0.05 M EDTA (pH 7)):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 4.19 mg kg<sup>-1</sup> ile 216.00 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 65.89 mg kg<sup>-1</sup> dır (Çizelge 4.12).

Bu kimyasal ekstraksiyon yöntemiyle deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların bünye özellikleri ve organik madde arasında ilişki sağlanamazken, toprakların demir içerikleri ile pH, kireç ve değişebilir kalsiyum içerikleri arasında sırasıyla ( $r = - 0.568^{**}$ ), ( $r = - 0.637^{**}$ ) ve ( $r = - 0.507^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki, değişebilir potasyum ile ( $r = - 0.360^*$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların demir içerikleri ile fosfor ( $r = 0.634^{**}$ ) ve alınabilir mangan içerikleri arasında ( $r = 0.515^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki sağlanırken, alınabilir çinko ile ( $r = 0.371^*$ ) % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Bu yöntemle belirlenen demir miktarlarını Elinç (1988) 13.35-84.15 mg kg<sup>-1</sup>; Ergene ve ark. (1981) ise 0.50-2.90 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir.

Başar (2003) yaptığı çalışmasında şeftali bahçesi topraklarının demir içeriklerini 91.62 ile 147.26 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlerken, pH ve kireç ile arasındaki ilişkinin % 1 düzeyinde ve negatif olduğunu, organik madde ile ise % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkinin bulunduğunu bildirmiştir.

### **Y10 (0.43 M HNO<sub>3</sub>):**

Bu yöntemle deneme topraklarında belirlenen alınabilir demir miktarları 4.90 mg kg<sup>-1</sup> ile 2454.98 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 574.61 mg kg<sup>-1</sup> dır (Çizelge 4.12).

Deneme topraklarından ekstrakte edilen demir miktarları ile toprakların bünye özellikleri, pH ve organik madde arasında istatistiksel olarak önemli ilişki sağlanamazken, toprakların demir içerikleri ile kireç arasında ( $r = - 0.457^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ve negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların bu yöntemle elde edilen demir miktarları ile değişebilir potasyum ( $r = - 0.344^*$ ) ve değişebilir kalsiyum içerikleri ( $r = -0.383^*$ ) ile % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki elde edilirken, değişebilir magnezyum ile ilişki ( $r = 0.428^{**}$ ) pozitif yönde ve % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Bursa ovası şeftali yetiştiriciliği yapılan toprakların alınabilir demir içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilir yöntemlerin araştırıldığı çalışmada Başar (2003), toprakların bu yöntemle belirlenen demir içeriklerini 245.84 ile 252.51 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlemiş, yöntemle belirlenen demir ile toprakların pH dereceleri arasında % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunduğunu ancak kireç içerikleri ve organik madde ile aralarında ilişki bulunmadığını bildirmiştir.

Farklı yöntemlerle araştırma topraklarında belirlenen toprakların demir içerikleri ile toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde; yöntemlerle belirlenen demirin toprakların pH ve kireç içerikleri ile negatif ilişki verdiği, organik madde değerleri ile ilişkilerin ise önemli bulunmadığı gözlenmekle beraber değişebilir katyonlardan potasyum ve kalsiyum ile ilişkilerin negatif yönde önemli olduğu görülmüştür. Topraklara uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinden yöntem bir (Y1) 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA, yöntem iki (Y2) 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6), yöntem üç (Y3) 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, yöntem altı (Y6) 0.1 N HCl, yöntem yedi (Y7) Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, ve yöntem dokuz (Y9) 0.05 M EDTA (pH 7), Çizelge 4.13'te verilen, özellikle pH ve kireç gibi, bitkilerde sarılık oluşumuyla ilişkili bulunan özelliklerle önemli korelasyonlar vermiştir. Yöntem beş (Y5) 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) ve yöntem sekiz'in (Y8) 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M Sitrik asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) + 0.05 M HCl (pH 1.3) pH ve kireç ile ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

0.05 M EDTA (pH 7) yöntemi Başar, (2003) tarafından yürütülen çalışmada pH ve kireç ile yüksek ve en fazla ilişki gösteren yöntem olmuştur.

#### **4.3. Araştırma Topraklarına Uygulanan Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri Arasındaki İlişkiler**

Bursa ili topraklarının alınabilir demir miktarlarını belirlemek için topraklara uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi, 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA (Y1) yöntemi ile diğer yöntemler arasındaki korelasyonlar yöntem beş (Y5) 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) ve yöntem sekiz (Y8) 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M Sitrik asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) + 0.05 M HCl (pH 1.3) haricinde önemli



Çizelge 4.14. Araştırma Topraklarının Fe İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri Arasındaki Korelasyonlar (r).

Ekstraksiyon Yöntemleri		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
		0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl <sub>2</sub> + 0.1 M TEA	1 M NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6)	0.05 N HCl + 0.025 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.01M EDTA + 1N (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (pH 8.6)	1 N NH <sub>4</sub> OAc (pH 4.8)	0.1 N HCl	Aktif Fe (COONH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O + (COOH) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (pH 3.0)	0.2M CH <sub>3</sub> COOH + 0.25 M NH <sub>4</sub> Cl + 0.005 M C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3)	0.05 M EDTA (pH 7)
Y2	1 M NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6)	0.857**								
Y3	0.05 N HCl + 0.025 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.703**	0.531**							
Y4	0.01M EDTA + 1N (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (pH 8.6)	0.622**	0.860**	0.401**						
Y5	1 N NH <sub>4</sub> OAc (pH 4.8)	öd	0.337*	öd	öd					
Y6	0.1 N HCl	0.473**	öd	0.772**	öd	öd				
Y7	Aktif Fe (COONH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O + (COOH) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O (pH 3.0)	0.647**	0.429**	0.503**	öd	0.318*	0.650**			
Y8	0.2M CH <sub>3</sub> COOH + 0.25 M NH <sub>4</sub> Cl + 0.005 M C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3)	öd	öd	0.453**	öd	0.354*	0.697**	0.744**		
Y9	0.05 M EDTA (pH 7)	0.627**	0.441**	0.398**	öd	öd	0.551**	0.668**	0.323*	
Y10	0.43 M HNO <sub>3</sub>	0.399**	öd	0.414**	öd	öd	0.730**	0.789**	0.739**	0.486**

öd : önemli değil \* : %5 seviyesinde önemli \*\* : %1 seviyesinde önemli  
r 0.05 : 0.304 r 0.01 : 0.393  
n 40 n 40

bulunmuştur. 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA yöntemi ile en yüksek korelasyon katsayısı ( $r = 0.857^{**}$ ) 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) (Y2) yönteminden elde edilmiştir. 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA yöntemi ile 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) (Y2); 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Y3); 0.01M EDTA+ 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) (Y4); 0.1 N HCl (Y6); Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (Y7); 0.05 M EDTA (pH 7) (Y9) ve 0.43 M HNO<sub>3</sub> (Y10) yöntemleri arasındaki pozitif ilişkiler % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) (Y2) yöntemi ile 0.1 N HCl (Y6), 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3) (Y8) ve 0.43 M HNO<sub>3</sub> (Y10) arasındaki ilişkiler önemsiz bulunurken, bu yöntemle 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Y3), 0.01M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) (Y4), Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (Y7) ve 0.05 M EDTA (pH 7) (Y9) yöntemleri ile ilişkiler % 1 düzeyinde önemli çıkmıştır. 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) (Y5) ile ilişki ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.14).

0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Y3) ile 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) (Y5) yöntemleri arasındaki ilişki önemsiz bulunurken, 0.01M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) (Y4), 0.1 N HCl (Y6), Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (Y7), 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3) (Y8), 0.05 M EDTA (pH 7) (Y9) ve 0.43 M HNO<sub>3</sub> (Y10) yöntemleri arasındaki ilişkiler % 1 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.14).

0.01M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) (Y4) yöntemi ile diğer kimyasal yöntemler arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) (Y5) yöntemi ile 0.1 N HCl (Y6), 0.05 M EDTA (pH 7) (Y9) ve 0.43 M HNO<sub>3</sub> (Y10) yöntemleri arasındaki ilişkiler önemsiz bulunurken, Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (Y7) ve 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3) (Y8) yöntemleriyle olan ilişkiler ise % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.14).

0.1 N HCl (Y6), “Aktif Fe” Amonyum oksalat(COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O +Oksalik asit (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (pH 3.0) (Y7), 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M Sitrik asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) + 0.05 M HCl (pH 1.3) (Y8), 0.05 M EDTA (pH 7) (Y9) ve 0.43 M HNO<sub>3</sub> (Y10) yöntemleri arasındaki ilişkiler % 1 düzeyinde önemli bulunmuş, 0.2M

CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M Sitrik asit (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) + 0.05 M HCl (pH 1.3) (Y8), ile 0.05 M EDTA (pH 7) (Y9) yöntemi arasındaki ilişki % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Tüm yöntemler arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde benzer kimyasal özelliklere sahip yöntemler arasındaki ilişkilerin daha yüksek bulunduğu, görülmüş, yöntemler arasındaki en yüksek korelasyon 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) (Y2) ve 0.01 M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) (Y4) arasındaki ilişki elde edilmiş (r = 0.860\*\*), bunu 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA yöntemi (Y1) ile 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) (Y2) arasındaki korelasyon (r = 0.857\*\*) izlemiştir.

#### 4.4. Araştırma Toprakları ile Yürütülen Sera Denemesi Sonuçları

##### 4.4.1. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin kuru madde içeriği üzerine olan etkilerine ait varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.15’de sunulmuştur. Çizelge 4.15’in incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme toprakları ve demir dozları ile mısır bitkisinin kuru madde miktarları arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde güvenilir ilişki saptanmıştır. Ayrıca varyans çözümleme sonuçlarına göre topraklar x demir dozları interaksyonunun istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli çıkması, artan düzeylerde uygulanan demirin kuru madde miktarı üzerine olan etkisinin topraktan toprağa farklı olduğunu göstermektedir.

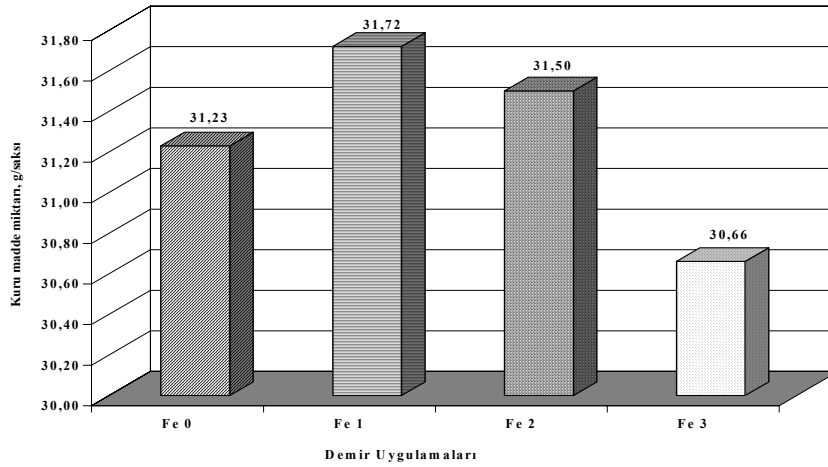
Çizelge 4.15. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Topraklar (T)	39	1200.96 **
Demir Dozları (Fe)	3	25.23 **
T x Fe	117	6.36 **
Hata	320	3.12
Genel	479	101.58

\*\* P < 0.01

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinden elde edilen kuru madde miktarlarına ait ortalamalar Çizelge 4.16'da sunulmuştur. Çizelge 4.16'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi farklı özelliklere sahip deneme topraklarına artan dozlarda uygulanan demirle, kuru madde miktarının değişimi yönünden topraklar arasında önemli farklılıklar oluşmuştur.

Deneme topraklarına artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin kuru madde miktarlarında sağladığı ortalama artışlar Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Şekil 4.1'in incelenmesinden de görülebileceği gibi artan demir uygulamalarına bağlı olarak mısır bitkisinin kuru madde miktarları kontrole oranla birinci ve ikinci dozlarda artmıştır. Fe<sub>0</sub> uygulamasından elde edilen ortalama kuru madde (31.23 g saksı<sup>-1</sup>) miktarına oranla en fazla kuru madde miktarı Fe<sub>1</sub> uygulamasıyla (31.72 g saksı<sup>-1</sup>) elde edilmiş bunu, Fe<sub>2</sub> uygulamasından elde edilen kuru madde miktarı (31.50 g saksı<sup>-1</sup>) ve Fe<sub>3</sub> uygulamasından elde edilen kuru madde miktarı (30.66 g saksı<sup>-1</sup>) izlemiştir.



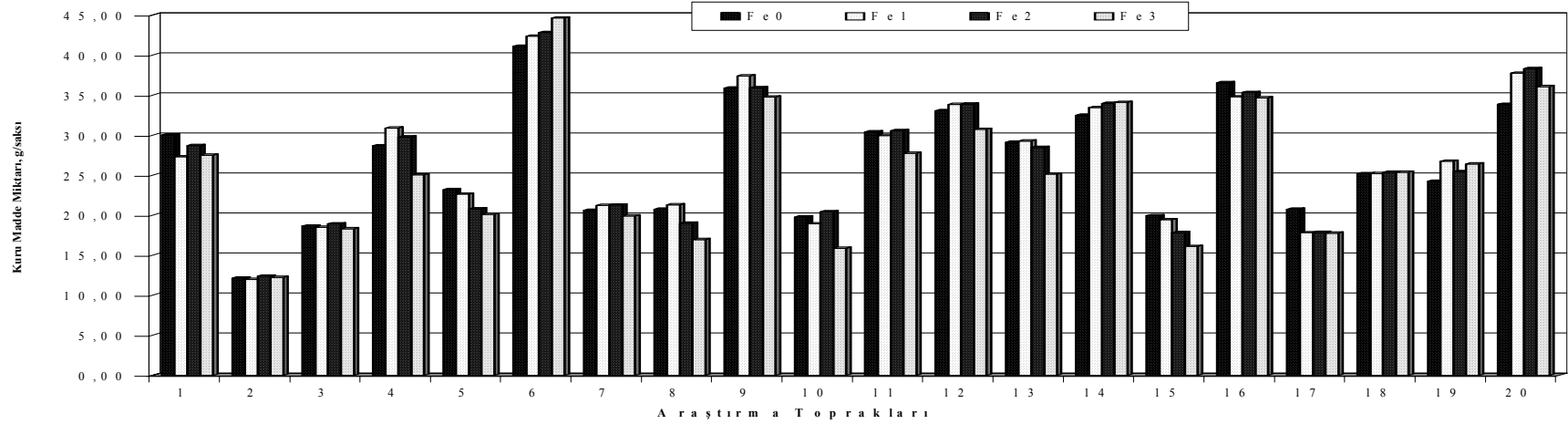
Şekil 4.1. Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Ortalama Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi.

Artan miktarlarda demir uygulanarak yetiştirilen mısır bitkisinden her bir deneme toprağından elde edilen kuru madde miktarlarına ait ortalamalar Şekil 4.2'de verilmiş olup, ortalamalar arasındaki farkların LSD testi ile karşılaştırılarak sunulduğu Çizelge 4.16 ve Şekil 4.2 birlikte incelendiğinde 4, 8, 9, 13, 19, 21, 22, 25, 33 ve 39 numaralı topraklarda Fe<sub>1</sub> uygulamasından; 2, 3, 7, 10, 11, 12, 18, 20, 24, 30, 37 ve 40

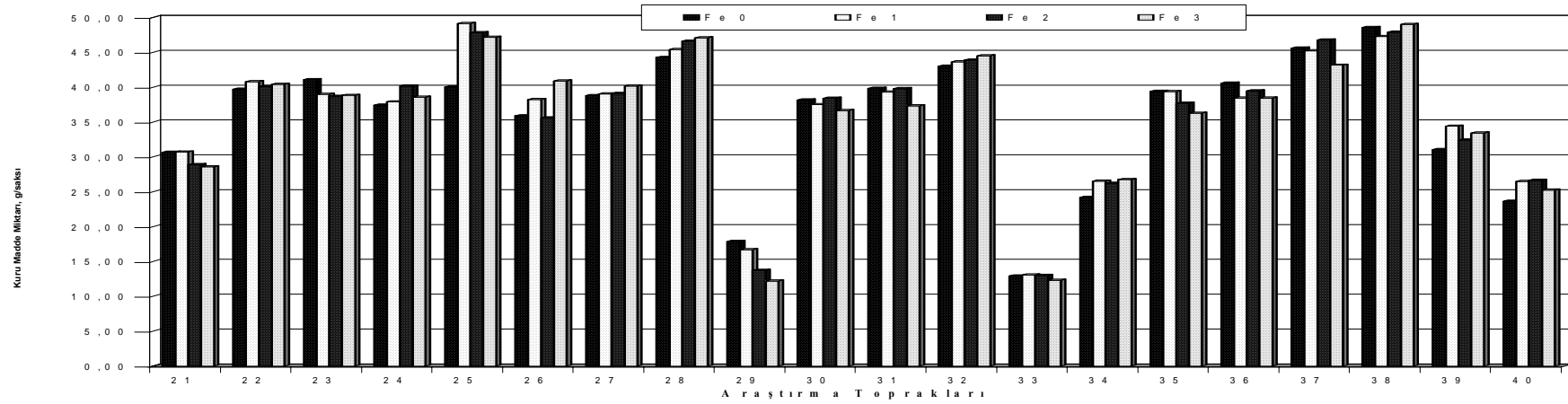
Çizelge 4.16. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi ve Kuru Madde Miktarı Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü.

Toprak No	Toprak Grubu	Kuru Madde Miktarı (g saksı <sup>-1</sup> )*			
		Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>
1	U	30.02	27.30	28.70	27.50
2	R	12.15	12.00	12.40	12.23
3	R	18.66	18.50	18.94	18.31
4	N	28.69 ab	30.90 a	29.78 a	25.04 b
5	E	23.19	22.64	20.78	20.11
6	K	41.12	42.37	42.83	44.63
7	E	20.62	21.23	21.28	19.90
8	U	20.75 ab	21.30 a	19.00 ab	16.97 b
9	V	35.89	37.40	35.92	34.77
10	A	19.79 a	18.94 ab	20.44 a	15.87 b
11	A	30.42	29.97	30.57	27.73
12	V	33.06	33.84	33.87	30.73
13	V	29.12 a	29.27 a	28.48 ab	25.14 b
14	U	32.49	33.45	33.97	34.10
15	R	19.96 a	19.44 ab	17.83 ab	16.11 b
16	A	36.56	34.80	35.34	34.67
17	R	20.76	17.81	17.87	17.77
18	A	25.19	25.20	25.37	25.35
19	A	24.26	26.74	25.45	26.41
20	K	33.86 b	37.74 a	38.30 a	36.08 ab
21	K	30.66	30.71	28.90	28.57
22	M	39.70	40.80	40.10	40.41
23	A	41.09	38.97	38.71	38.84
24	M	37.43	37.90	40.18	38.58
25	K	40.03 b	49.14 a	47.81 a	47.17 a
26	A	35.90 b	38.24 ab	35.60 b	40.90 a
27	E	38.80	39.03	39.10	40.17
28	E	44.27	45.40	46.61	47.07
29	M	17.87 a	16.67 ab	13.73 bc	12.21 c
30	V	38.16	37.50	38.41	36.64
31	A	39.83	39.30	39.81	37.33
32	K	43.02	43.64	43.90	44.51
33	M	12.93	13.08	13.01	12.30
34	M	24.19	26.51	26.20	26.74
35	A	39.42	39.38	37.70	36.27
36	M	40.57	38.44	39.47	38.44
37	A	45.62	45.21	46.78	43.16
38	N	48.57	47.27	47.91	49.00
39	N	31.06	34.41	32.44	33.44
40	N	23.63	26.48	26.63	25.24
Min.		12.15	12.00	12.40	12.21
Max.		48.57	49.14	47.91	49.00
Ortalama		31.23 ab	31.72 a	31.50 a	30.66 b

\*Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.  
 Topraklar X Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=3.786  
 Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=0.599



Şekil 4.2. Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi



Şekil 4.2. (Devam) Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi

numaralı topraklarda Fe<sub>2</sub> uygulamasından, 6, 14, 26, 27, 28, 32, 34 ve 38 numaralı topraklarda Fe<sub>3</sub> uygulamasından ve belirtilen topraklar dışında kalan diğer topraklarda ise Fe<sub>0</sub> uygulamasından en yüksek kuru madde miktarı elde edilmiştir.

Mısır bitkisinin kuru madde miktarı yönünden her bir toprağa ait ortalama değerler arasındaki farkların karşılaştırılması için yapılan LSD testine göre deneme toprakları istatistiki yönden % 1 düzeyinde birbirinden farklı 22 gruba ayrılırken, 38/ 25-28/ 37/ 32/ 6/ 22/ 23-27-36-31-24/ 35/ 30-26/ 20/ 9/ 16/ 14/ 12-39/ 21-11-4-1-16/ 34-19-40-18/ 5/ 7/ 8/ 10-3-17-15/ 29/ 33-2 numaralı topraklar aynı grup içerisinde yer almışlardır.

Topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile bitkilerin kuru madde içeriklerinde topraklara ve uygulanan demir dozlarına bağlı olarak çok farklı değişimlerin meydana gelmesinin, demir ile toprakta bulunan diğer besin elementlerinin özellikle de çinko besin elementinin konsantrasyonundan ve demir ile birbirleri arasındaki antagonistik etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çinkonun bir çok enzim yapısında yer aldığı, karbonhidrat, protein ve oksin metabolizmasında rol oynadığı ve noksanlığı durumunda bitki büyümesinin olumsuz yönde etkilendiği, artan miktarlarda uygulanan çinkonun bitkinin kuru madde içeriğini artırıcı yönde etki yaptığı, çinko ile daha önceleri yapılan araştırma sonuçlarından da bilinmektedir (Aydeniz ve ark. 1981, Aksoy ve Danışman 1986, Taban ve Turan 1987, Urrestarazu ve ark. 1994, Özbek ve Özgümüş 1998, Özgüven 2000, Çelik 2000).

Yalçın ve Usta (1992) artan miktarlardaki Zn uygulamasının mısır bitkisinin kuru madde miktarını ve çinko konsantrasyonunu istatistiki yönden önemli düzeyde artırdığını, artan miktarlarda Zn uygulamasıyla deneme bitkisinin Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında azalma olduğunu bildirmiştir.

Aksoy (1977) toprağa artan miktarlarda uygulanan fosfor ve çinkonun etkisiyle mısır bitkisinin ürün miktarında kontrole oranla artış olduğunu, demir içeriğinin ve demir alımının azaldığını, en fazla azalmanın ise yüksek fosfor ve çinko düzeylerinde olduğunu saptamıştır.

Taban ve Turan (1987) toprağa artan miktarlarda uygulanan demir ve çinkonun mısır bitkisinin kuru madde miktarı ile Fe, Zn, Mn, Cu, N, P ve K içerikleri üzerine etkilerinin istatistiki bakımdan önemli olduğunu, bitkinin kuru madde miktarının 20 mg kg<sup>-1</sup> Fe ve 15 mg kg<sup>-1</sup> Zn uygulamasından sonra azaldığını bulmuşlardır.

Gedikoğlu ve Hatipoğlu (1989) uygulanan azot düzeylerinin artması ile soya bitkisindeki aktif demirin ve kuru maddenin azaldığını, toplam demirin ise arttığını bildirmişlerdir.

Araştırma topraklarının çinko içerikleri az ile fazla arasında değişim göstermekte (Çizelge 4.11) toprakların çinko içeriklerine ve toprak özelliklerine bağlı olarak çinko içeriği düşük olan topraklarda demir dozlarının da artışı ile bitkinin çinko alımındaki sınırlanmanın bitkilerin kuru madde içeriklerinde azalmalara neden olduğu düşünülmektedir. Bu durum Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.16'nın incelenmesinden de anlaşılmaktadır. Araştırma için alınan 40 toprak örneğinden 17, 15, 29, 8, 34, 7, 33, 10, 2 ve 5 numaralı toprak örneklerinin çinko içeriklerinin diğer topraklara oranla daha düşük oldukları belirlenirken, en düşük kuru madde içeriklerinin de bu topraklardan elde edildiği gözlenmiştir. Bu toprak örneklerinden 5, 7, 8, 15, 17 ve 29 nolu topraklarda en yüksek kuru madde demirin düşük dozlarından sağlanırken demir uygulamaları ile kuru madde miktarında azalmalar görülmüştür.

#### 4.4.2. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin aktif demir içerikleri üzerine olan etkilerine ait varyans çözümlene sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Çizelge 4.17'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme toprakları ve demir uygulamaları ile mısır bitkisinin aktif demir içerikleri arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4.17. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümlene Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Topraklar (T)	39	1617.34 **
Demir Dozları (Fe)	3	1779.90 **
T x Fe	117	71.10 **
Hata	320	14.32
Genel	479	170.09

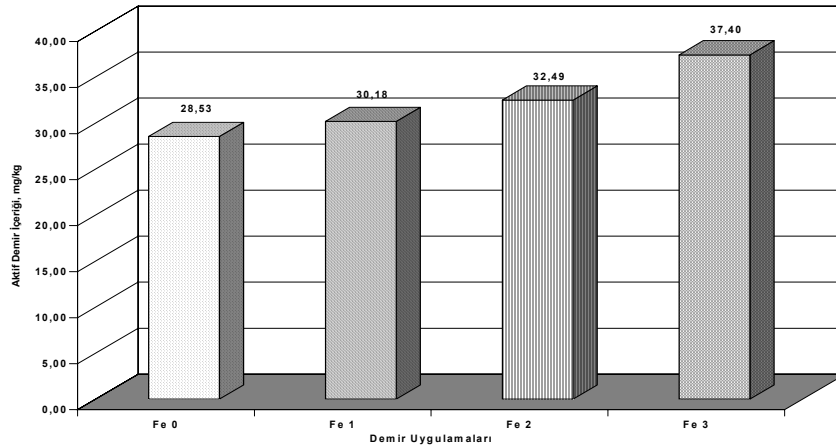
\*\* P < 0.01



Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile mısır bitkisinden elde edilen aktif demir içeriklerine ait ortalama değerler ile aktif demir içeriği ortalamaları arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü Çizelge 4.18’de sunulmuştur.

Çizelge 4.18’in incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme topraklarına artan miktarlarda uygulanan demir, mısır bitkisinin aktif demir içeriğini olumlu yönde etkilemiş ve bitkilerin aktif demir içeriğindeki artış yönünden topraklar arasında önemli farklılıklar oluşmuştur. Artan miktarlarda uygulanan demir dozlarına bağlı olarak mısır bitkisinin aktif demir içerikleri 17.60-95.80 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir.

Araştırma topraklarına artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin aktif demir içeriklerinde sağladığı ortalama artışlar Şekil 4.3.’te sunulmuştur. Şekil 4.3.’ün incelenmesinden de görülebileceği gibi artan demir uygulamalarına bağlı olarak mısır bitkisinin en fazla aktif demir içerikleri, Fe<sub>0</sub> (kontrol) uygulamasından elde edilen ortalama aktif demir (28.53 mg kg<sup>-1</sup>) içeriğine oranla Fe<sub>3</sub> uygulamasıyla (37.40 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiş, bunu Fe<sub>2</sub> uygulamasından elde edilen aktif demir (32.49 mg kg<sup>-1</sup>) ve Fe<sub>1</sub> uygulamasından elde edilen aktif demir (30.18 mg kg<sup>-1</sup>) izlemiştir.



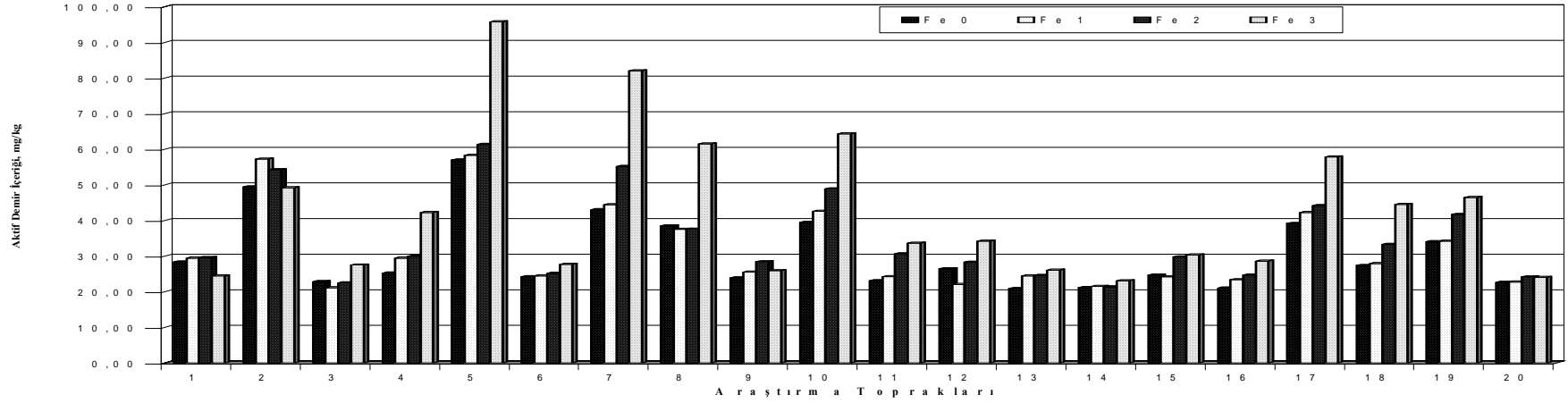
Şekil 4.3. Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Ortalama Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi.

Mısır bitkilerinin her bir deneme toprağından elde edilen aktif demir içeriklerine ait ortalamaları Şekil 4.4’te sunulmuştur. Her bir deneme toprağından elde edilen aktif demir içeriklerine ait ortalamalar arasındaki farkların LSD testi ile karşılaştırılarak sunulduğu Çizelge 4.18 ve Şekil 4.4 birlikte incelendiğinde 2, 28 ve 36 numaralı

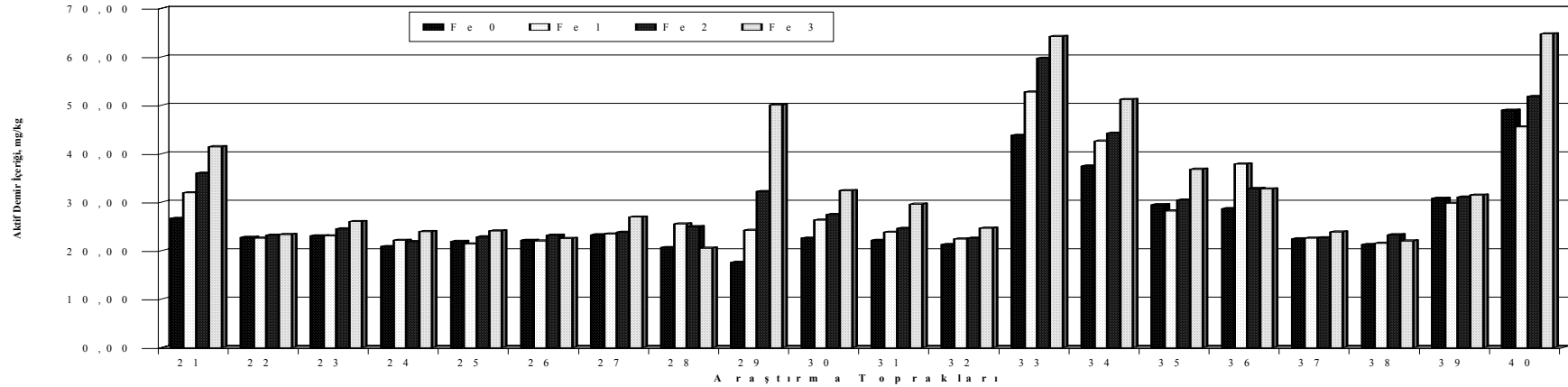
Çizelge 4.18. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi ve Aktif Demir İçeriği Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü.

Toprak No	Toprak Grubu	Aktif Demir İçeriği (mg kg <sup>-1</sup> )*			
		Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>
1	U	28.40	29.47	29.60	24.47
2	R	49.47	57.27	54.27	49.20
3	R	22.87	21.13	22.53	27.53
4	N	25.27 b	29.47 b	30.00 b	42.27 a
5	E	57.00 b	58.33 b	61.40 b	95.80 a
6	K	24.27	24.47	25.20	27.73
7	E	43.07 c	44.47 c	55.20 b	82.07 a
8	U	38.53 b	37.53 b	37.60 b	61.53 a
9	V	23.93	25.53	28.47	25.93
10	A	39.53 c	42.60 bc	48.93 b	64.33 a
11	A	23.13 b	24.27 b	30.67 ab	33.67 a
12	V	26.47 ab	22.07 b	28.33 ab	34.20 a
13	V	20.93	24.47	24.60	26.07
14	U	21.20	21.53	21.40	23.07
15	R	24.67	24.20	29.80	30.33
16	A	21.07	23.40	24.67	28.60
17	R	39.20 b	42.27 b	44.20 b	57.87 a
18	A	27.40 b	27.93 b	33.33 b	44.53 a
19	A	34.07 b	34.20 b	41.73 ab	46.47 a
20	K	22.67	22.73	24.20	24.07
21	K	26.67 c	31.93 bc	36.00 ab	41.47 a
22	M	22.73	22.60	23.20	23.33
23	A	23.07	23.07	24.53	26.00
24	M	20.87	22.13	21.87	23.93
25	K	21.93	21.40	22.87	24.07
26	A	22.13	22.00	23.20	22.53
27	E	23.27	23.47	23.80	26.93
28	E	20.67	25.53	24.93	20.53
29	M	17.60 c	24.20 bc	32.20 b	50.07 a
30	V	22.60 b	26.33 ab	27.47 ab	32.40 a
31	A	22.13	23.80	24.60	29.60
32	K	21.27	22.40	22.60	24.67
33	M	43.80 c	52.73 b	59.73 ab	64.20 a
34	M	37.47 b	42.60 b	44.27 ab	51.20 a
35	A	29.47 ab	28.20 b	30.47 ab	36.80 a
36	M	28.67 b	37.87 a	32.80 ab	32.73 ab
37	A	22.47	22.60	22.67	23.87
38	N	21.27	21.53	23.27	22.00
39	N	30.80	29.80	31.07	31.47
40	N	49.00 b	45.53 b	51.80 b	64.73 a
Min.		17.60	21.13	21.40	20.53
Max.		57.00	58.33	61.40	95.80
Ortalama		28.53 d	30.18 c	32.49 b	37.40 a

\*Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.  
 Topraklar X Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=8.114  
 Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=1.283



Şekil 4.4. Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi



Şekil 4.4. (Devam) Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Aktif Demir İçeriği Üzerine Etkisi

topraklarda Fe<sub>1</sub> uygulamasından; 1, 9, 20, 26 ve 38 numaralı topraklarda Fe<sub>2</sub> uygulamasından ve belirtilen topraklar dışında kalan diğer topraklarda yetiştirilen bitkilerde ise Fe<sub>3</sub> uygulamasından en yüksek aktif demir elde edilmiştir.

Mısır bitkisinin aktif demir içeriği yönünden her bir toprağa ait ortalama değerler arasındaki farkların karşılaştırılması için yapılan LSD testine göre deneme toprakları istatistiki yönden % 1 düzeyinde birbirinden farklı 18 gruba ayrılırken, grupların dağılımı 5 / 33 / 40-2 / 7 / 10 / 17 / 34-8 / 19 / 21-18-36 / 4 / 35-29-39 / 1-11-12 / 15-30 / 9 / 6-31-16-27-23-13 / 3-20 / 22-28-37-32-25-26-24-38 / 14 / şeklinde olmuştur.

#### 4.4.3. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir içerisindeki aktif kısmı üzerine olan etkilerine ait varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelge 4.19’un incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme toprakları ve demir uygulamaları ile mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı aktif demir miktarı arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmış, artan düzeylerde uygulanan demirin mısır bitkisinin topraktan kaldırılan toplam demir içerisindeki aktif kısmı üzerine etkisinin topraktan toprağa farklı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.19. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Topraklar (T)	39	0.57 **
Demir Dozları (Fe)	3	0.89 **
T x Fe	117	0.03 **
Hata	320	0.01
Genel	479	0.07

\*\* P < 0.01

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir içerisindeki aktif kısmına ait ortalama değerler ile ortalamalar arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü Çizelge 4.20’de sunulmuştur. Çizelge 4.20’nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme topraklarına

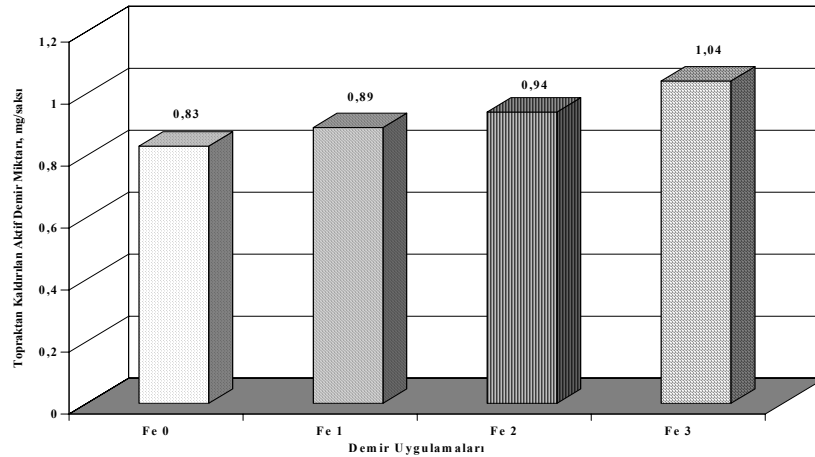
Çizelge 4.20. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toprakta Kaldırıldığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi ve Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü.

Toprak No	Toprak Grubu	Aktif Demir Miktarı (mg saksı <sup>-1</sup> )*			
		Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>
1	U	0.85	0.80	0.85	0.67
2	R	0.60	0.69	0.67	0.60
3	R	0.43	0.39	0.43	0.50
4	N	0.72 b	0.91 ab	0.89 ab	1.06 a
5	E	1.32 b	1.32 b	1.28 b	1.93 a
6	K	1.00 b	1.04 ab	1.08 ab	1.24 a
7	E	0.89 c	0.94 bc	1.17 b	1.63 a
8	U	0.80 b	0.80 b	0.71 b	1.04 a
9	V	0.86	0.96	1.02	0.90
10	A	0.78 b	0.81 ab	1.00 ab	1.02 a
11	A	0.70	0.73	0.94	0.93
12	V	0.87 ab	0.75 b	0.96 ab	1.05 a
13	V	0.61	0.72	0.70	0.66
14	U	0.69	0.72	0.73	0.79
15	R	0.49	0.47	0.53	0.49
16	A	0.77	0.81	0.87	0.99
17	R	0.81 ab	0.75 b	0.79 b	1.03 a
18	A	0.69 b	0.70 b	0.85 b	1.13 a
19	A	0.83 b	0.91 b	1.06 ab	1.23 a
20	K	0.77	0.86	0.93	0.87
21	K	0.82 b	0.98 b	1.04 ab	1.18 a
22	M	0.90	0.92	0.93	0.94
23	A	0.95	0.90	0.95	1.01
24	M	0.78	0.84	0.88	0.92
25	K	0.88 b	1.05 ab	1.09 ab	1.14 a
26	A	0.79	0.84	0.83	0.92
27	E	0.90	0.92	0.93	1.08
28	E	0.91 b	1.16 a	1.16 a	0.97 ab
29	M	0.31 b	0.40 ab	0.44 ab	0.61 a
30	V	0.86 b	0.99 ab	1.05 ab	1.19 a
31	A	0.88	0.94	0.98	1.11
32	K	0.91	0.98	0.99	1.10
33	M	0.57	0.69	0.78	0.79
34	M	0.91 c	1.13 bc	1.16 ab	1.37 a
35	A	1.16	1.11 a	1.15	1.33 a
36	M	1.16 b	1.46 a	1.29 ab	1.26 ab
37	A	1.03	1.02	1.06	1.03
38	N	1.03	1.02	1.11	1.08
39	N	0.96	1.03	1.01	1.05
40	N	1.16 b	1.21 b	1.38 b	1.63 a
Min.		0.31	0.39	0.43	0.49
Max.		1.32	1.45	1.38	1.93
Ortalama		0.83 d	0.89 c	0.94 b	1.04 a

\*Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.  
 Topraklar X Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=0.238  
 Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=0.038

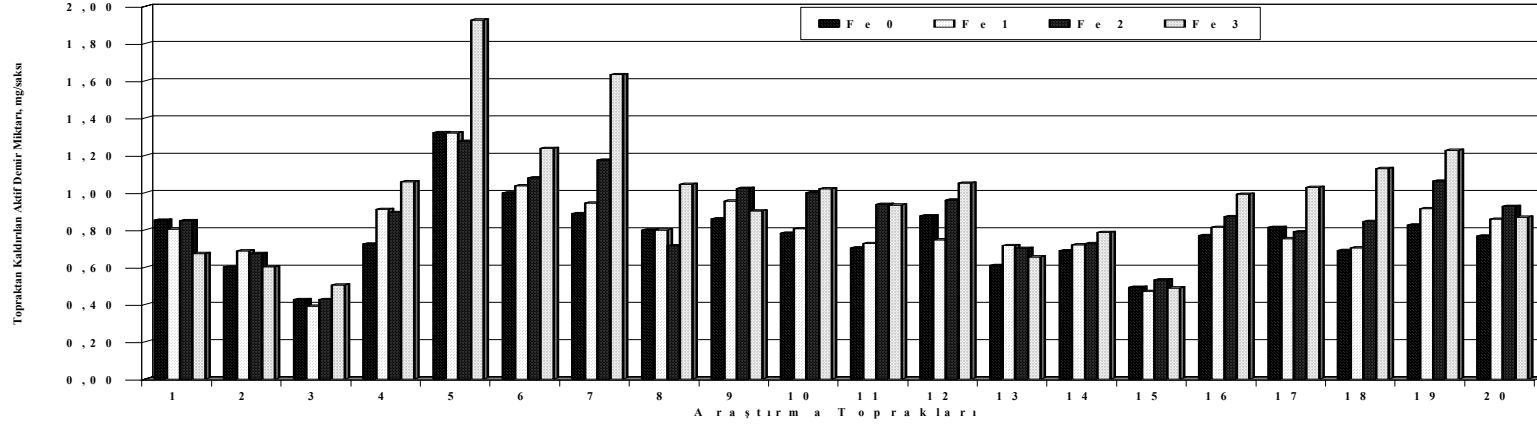
artan miktarlarda uygulanan demir, mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı aktif demir miktarlarını olumlu yönde etkilemiş ve bitkilerin kaldırdığı aktif demir miktarlarındaki artış yönünden topraklar arasında önemli farklılıklar oluşmuştur. Artan miktarlarda uygulanan demir dozlarına bağlı olarak mısır bitkisinin kaldırdığı aktif demir miktarları 0.31-1.93 mg saksı<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir.

Araştırma topraklarına artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir içerisindeki aktif kısmında sağladığı ortalama artışlar Şekil 4.5.'te sunulmuştur. Şekil 4.5.'in incelenmesinden de görülebileceği gibi artan demir uygulamalarına bağlı olarak en fazla aktif demir Fe<sub>3</sub> uygulamasından (1.04 mg saksı<sup>-1</sup>) elde edilmiş, bunu Fe<sub>2</sub> uygulamasından elde edilen aktif demir (0.94 mg saksı<sup>-1</sup>) ve Fe<sub>1</sub> uygulamasından elde edilen aktif demir (0.89 mg saksı<sup>-1</sup>) izlemiştir. En düşük ortalama aktif demir Fe<sub>0</sub> (kontrol) uygulamasından elde edilmiştir (0.83 mg saksı<sup>-1</sup>).

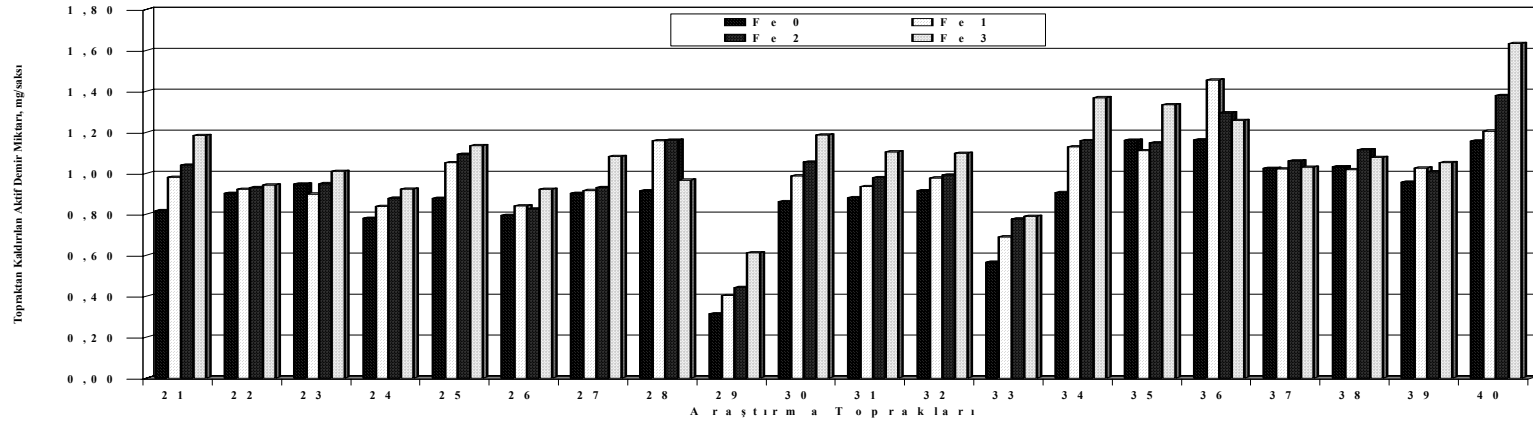


Şekil 4.5. Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toprakten Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Ortalama Aktif Demir Miktarı Üzerine Etkisi.

Artan miktarlarda demir uygulanarak yetiştirilen mısır bitkilerinin her bir deneme toprağından kaldırılan toplam demir içerisindeki aktif kısmına ait ortalamalar Şekil 4.6.'da verilmiş olup, ortalamalar arasındaki farkların LSD testi ile karşılaştırılarak sunulduğu Çizelge 4.20 ve Şekil 4.6 birlikte incelendiğinde 2, 13, 28 ve 36 numaralı topraklarda Fe<sub>1</sub> uygulaması ile; 1, 9, 11, 15, 20, 37 ve 38 numaralı topraklarda Fe<sub>2</sub> uygulaması ile ve belirtilen topraklar dışında kalan diğer topraklarda yetiştirilen bitkilerde ise Fe<sub>3</sub> uygulaması ile en yüksek aktif demir belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi.



Şekil 4.6. (Devam) Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir İçerisindeki Aktif Kısmı Üzerine Etkisi.

Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı aktif demir miktarları yönünden her bir toprağa ait ortalama değerler arasındaki farkların karşılaştırılması için yapılan LSD testine göre, deneme toprakları istatistiki yönden % 1 düzeyinde birbirinden farklı 28 gruba ayrılırken, grupların dağılımı 5 / 40 / 36 / 35 / 7 / 34 / 6 / 38 / 28 / 25 / 37 / 30 / 39-19-21-32 / 31 / 27-23 / 9 / 22 / 12-10 / 4 / 16-24 / 20 / 17-26-18-8 / 11 / 1 / 14 / 33 / 13-2 / 15-29-3 / şeklinde olmuştur.

#### 4.4.4. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin toplam demir içerikleri üzerine olan etkilerine ait varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge 4.21’in incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme toprakları ve demir uygulamaları ile mısır bitkisinin toplam demir içerikleri arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca varyans çözümleme sonuçlarına göre topraklar x demir uygulamaları interaksiyonunun istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli çıkması artan düzeylerde uygulanan demirin mısır bitkisinin toplam demir içeriği üzerine olan etkisinin topraktan toprağa farklı olduğunu göstermektedir (Elinç 1988).

Çizelge 4.21. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Topraklar (T)	39	3563.92 **
Demir Dozları (Fe)	3	2416.60 **
T x Fe	117	329.06 **
Hata	320	127.68
Genel	479	470.98

\*\* P < 0.01

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile mısır bitkisinden elde edilen toplam demir içeriklerine ait ortalama değerler ile toplam demir içeriği ortalamaları arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü Çizelge 4.22’de sunulmuştur. Çizelge 4.22’nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme topraklarına



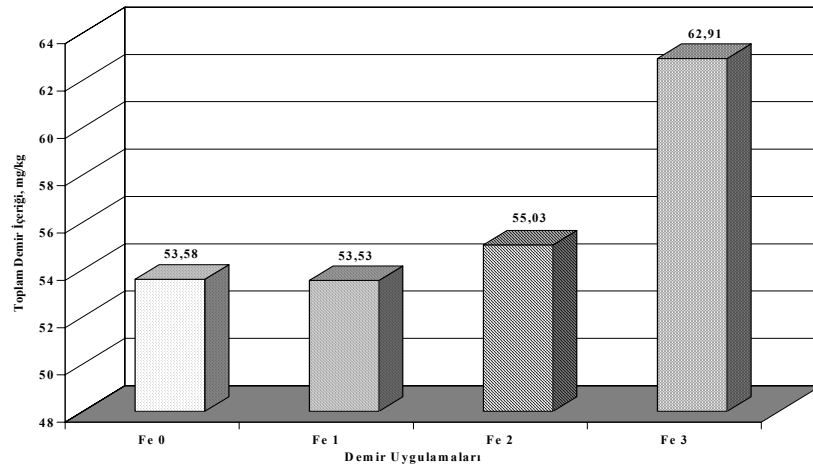
Çizelge 4.22. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi ve Toplam Demir İçeriği Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü.

Toprak No	Toprak Grubu	Toplam Demir İçeriği (mg kg <sup>-1</sup> )*			
		Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>
1	U	31.00	43.67	39.67	33.67
2	R	73.67	94.00	82.00	86.67
3	R	45.00	47.67	44.67	52.33
4	N	42.33	61.00	42.67	49.67
5	E	81.00	75.33	91.33	94.00
6	K	48.33	44.00	47.00	44.00
7	E	63.67 b	61.33 b	78.67 b	105.67 a
8	U	76.67 bc	70.00 c	97.00 b	131.67 a
9	V	57.67	49.67	51.33	48.00
10	A	102.00 b	113.67 ab	107.33 b	133.33 a
11	A	56.67 b	52.33 b	71.67 ab	85.67 a
12	V	63.33	59.00	53.67	59.00
13	V	32.00	40.00	37.67	46.33
14	U	49.67 ab	35.67 b	35.67 b	67.00 a
15	R	52.33 ab	53.67 ab	48.67 b	73.33 a
16	A	34.00	35.33	37.67	44.33
17	R	67.00 ab	55.33 b	57.00 b	89.67 a
18	A	52.33 b	52.00 b	55.00 b	107.00 a
19	A	60.00 ab	53.00 b	75.33 ab	83.67 a
20	K	49.67	39.33	45.00	44.33
21	K	58.67	66.00	81.67	71.67
22	M	57.67	46.67	38.67	44.67
23	A	56.67	46.00	53.00	49.00
24	M	47.67	50.00	57.67	61.33
25	K	49.00	41.67	36.00	48.00
26	A	49.67	39.00	41.00	34.00
27	E	33.33 b	65.67 a	36.67 b	38.67 b
28	E	47.33	40.67	49.67	38.67
29	M	35.00 b	42.67 b	46.33 b	77.33 a
30	V	27.33	40.33	40.67	43.33
31	A	46.67	43.67	35.33	44.33
32	K	36.67	38.33	48.00	37.67
33	M	61.33	75.67	76.00	75.67
34	M	56.33	64.33	59.67	69.33
35	A	75.00 a	42.33 b	44.33 b	46.00 b
36	M	53.33	61.00	43.67	58.33
37	A	51.00	52.33	36.67	40.67
38	N	46.33	49.00	53.33	42.00
39	N	47.33	40.00	42.00	37.67
40	N	68.33	59.67	81.67	78.67
Min.		27.33	35.33	35.33	33.67
Max.		102.00	113.67	107.33	133.33
Ortalama		53.58 b	53.53 b	55.03 b	62.91 a

\*Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.  
 Topraklar X Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=24.229  
 Demir Dozları LSD<sub>0,01</sub>=3.831

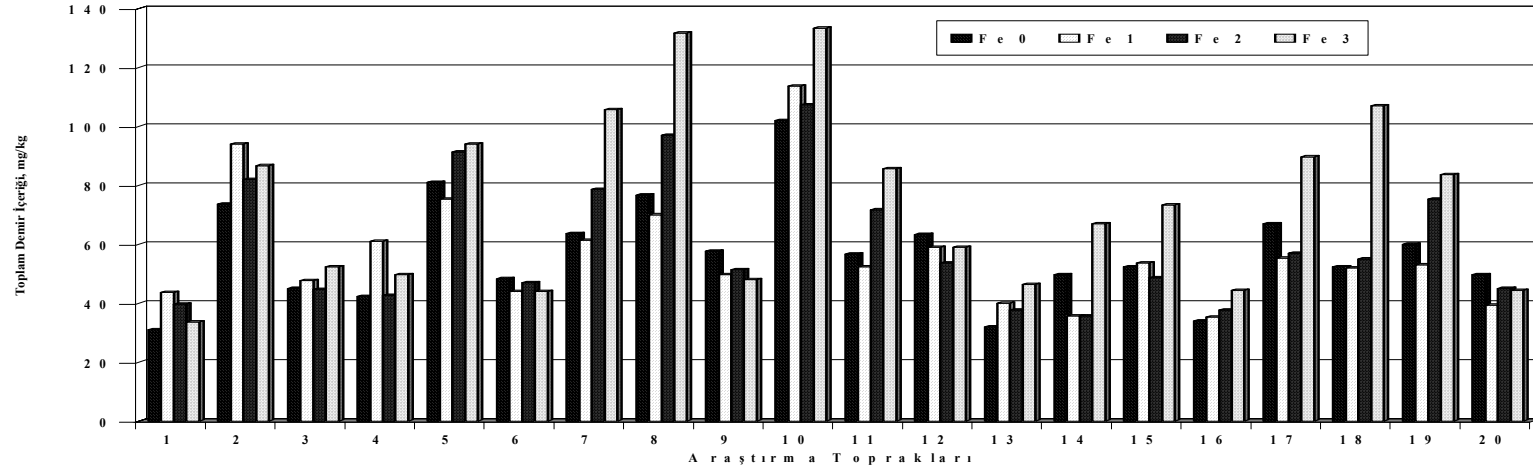
artan miktarlarda uygulanan demir, mısır bitkisinin toplam demir içeriğini olumlu yönde etkilemiştir (Elinç 1988, Ghasemi-Fasai ve ark. 2003, Al-Mustafa ve ark. 2001, Karaman ve ark. 1999, Clemens ve Singer 1992). Artan miktarlarda uygulanan demir dozlarına bağlı olarak mısır bitkisinin toplam demir içerikleri 27.33-133.33 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir

Araştırma topraklarına artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin toplam demir içeriklerinde sağladığı ortalama artışlar Şekil 4.7’de sunulmuştur. Şekil 4.7’nin incelenmesinden de görülebileceği gibi mısır bitkilerinin toplam demir içerikleri genel olarak incelendiğinde, en yüksek değer, demirin üçüncü doz uygulamasından sağlanırken (62.91 mg kg<sup>-1</sup>), bunu ikinci (55.03 mg kg<sup>-1</sup>) ve demir uygulanmayan kontrol parselleri (53.58 mg kg<sup>-1</sup>) izlemiştir. En düşük toplam demir ise birinci demir dozunun uygulandığı parsellerden (53.53 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir.

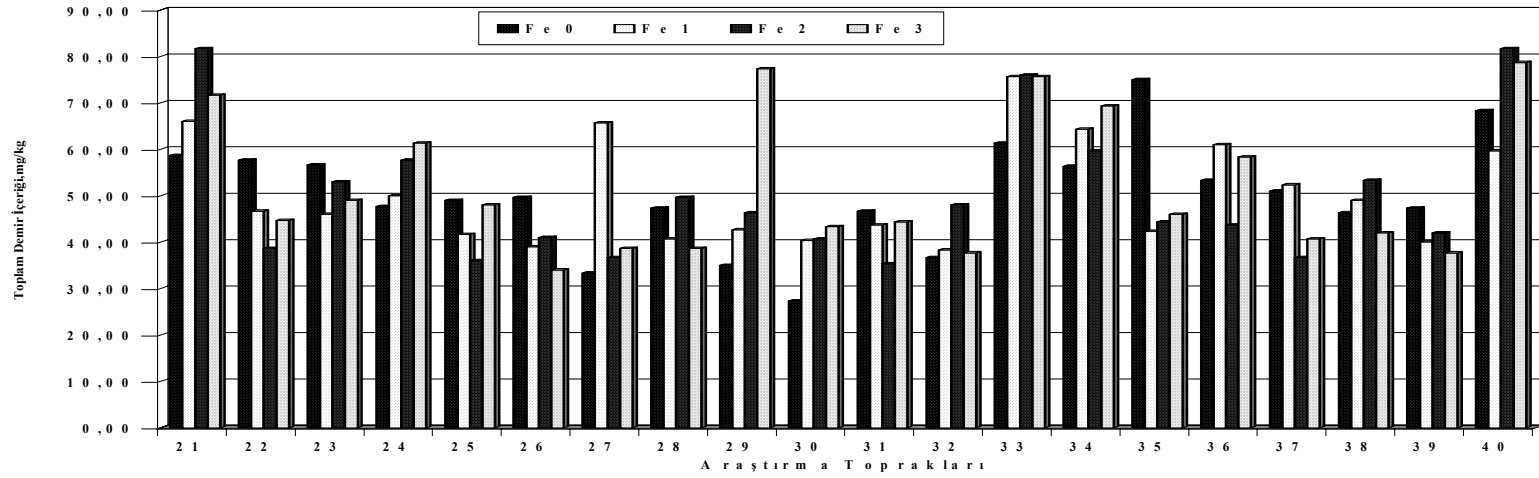


Şekil 4.7. Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Ortalama Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi.

Artan miktarlarda demir uygulanarak yetiştirilen mısır bitkilerinin her bir deneme toprağından elde edilen toplam demir içeriklerine ait ortalamalar Şekil 4.8’de verilmiş olup, ortalamalar arasındaki farkların LSD testi ile karşılaştırılarak sunulduğu Çizelge 4.22 ve Şekil 4.8 birlikte incelendiğinde 6, 9, 12, 20, 22, 23, 25, 26, 31, 35 ve 39 numaralı topraklarda Fe<sub>0</sub> uygulamasından, 1, 2, 4, 27, 36 ve 37 numaralı topraklarda Fe<sub>1</sub> uygulamasından; 21, 28, 32, 33, 38 ve 40 numaralı topraklarda Fe<sub>2</sub> uygulamasından ve belirtilen topraklar dışında kalan diğer topraklarda yetiştirilen bitkilerde ise Fe<sub>3</sub> uygulamasından en yüksek toplam demir elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi



Şekil 4.8. (Devam) Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Toplam Demir İçeriği Üzerine Etkisi

Mısır bitkisinin toplam demir içeriği yönünden her bir toprağa ait ortalama değerler arasındaki farkların karşılaştırılması için yapılan LSD testine göre deneme toprakları istatistiki yönden % 1 düzeyinde birbirinden farklı 21 gruba ayrılırken, grupların dağılımı 10 / 8 / 5 / 2 / 7 / 33 / 40 / 21 / 19-17-11-18 / 34 / 12 / 15 / 24-36 / 35-9-23 / 29 / 4-38-3-14-22 / 6-37 / 20-28-25-27-31 / 39-26-32 / 13 / 30-16-1 / şeklinde olmuştur.

#### 4.4.5. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarı üzerine olan etkilerine ait varyans çözümleme sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Çizelge 4.23'ün incelenmesinden anlaşılacağı gibi deneme toprakları ve demir uygulamaları ile mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarı arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde güvenilir bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca varyans çözümleme sonuçlarına göre topraklar x demir uygulamaları interaksiyonunun istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli çıkması artan düzeylerde uygulanan demirin mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarı üzerine olan etkisinin topraktan toprağa farklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.23. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Topraktan Kaldırdığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Olan Etkilerine Ait Varyans Çözümleme Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması
Topraklar (T)	39	1.92 **
Demir Dozları (Fe)	3	0.43 *
T x Fe	117	0.25 **
Hata	320	0.12
Genel	479	0.30

\*\* P < 0.01      \* P < 0.05

Araştırma konusu topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarlarına ait ortalama değerler ile topraktan kaldırılan toplam demir miktarlarına ait ortalamalar arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü Çizelge 4.24'te sunulmuştur. Çizelge 4.24'ün incelenmesinden

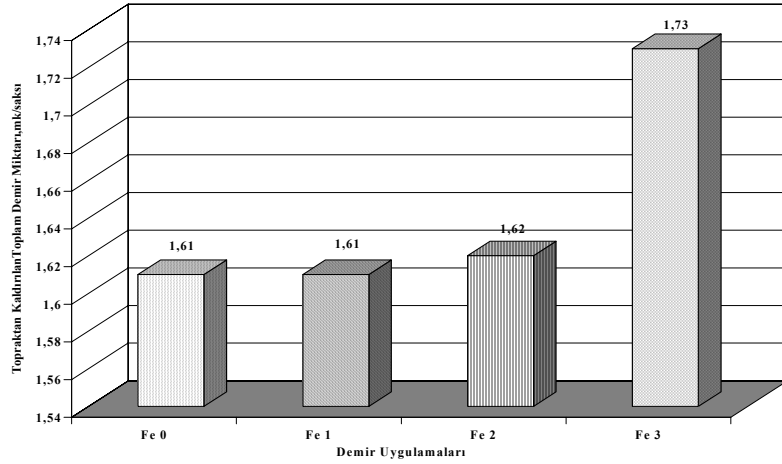
Çizelge 4.24. Toprağa Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toprakta Kaldırıldığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi ve Toprakta Kaldırılan Toplam Demir Miktarı Ortalamaları Arasındaki Farkın LSD Testine Göre Kontrolü.

Toprak No	Toprak Grubu	Toprakta Kaldırılan Toplam Demir Miktarı (mg saksı <sup>-1</sup> )*			
		Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub>
1	U	0.93	1.19	1.14	0.93
2	R	0.90	1.13	1.02	1.06
3	R	0.84	0.88	0.85	0.96
4	N	1.21	1.89	1.27	1.24
5	E	1.88	1.71	1.90	1.89
6	K	1.99	1.86	2.01	1.96
7	E	1.31 b	1.30 b	1.67 ab	2.10 a
8	U	1.59 ab	1.49 b	1.84 ab	2.23 a
9	V	2.07	1.86	1.84	1.67
10	A	2.02	2.15	2.19	2.12
11	A	1.72 ab	1.57 b	2.19 ab	2.38 a
12	V	2.09	2.00	1.82	1.81
13	V	0.93	1.17	1.07	1.16
14	U	1.61 ab	1.19 b	1.21 b	2.28 a
15	R	1.04	1.04	0.87	1.18
16	A	1.24	1.23	1.33	1.54
17	R	1.39	0.99	1.02	1.59
18	A	1.32 b	1.31 b	1.40 b	2.71 a
19	A	1.46 b	1.42 b	1.92 ab	2.21 a
20	K	1.68	1.48	1.72	1.60
21	K	1.80	2.03	2.36	2.05
22	M	2.29	1.90	1.55	1.80
23	A	2.33	1.79	2.05	1.90
24	M	1.78	1.90	2.32	2.37
25	K	1.96	2.05	1.72	2.26
26	A	1.78	1.49	1.46	1.39
27	E	1.29 b	2.56 a	1.43 b	1.55 b
28	E	2.10	1.85	2.31	1.82
29	M	0.63	0.71	0.64	0.94
30	V	1.04	1.51	1.56	1.59
31	A	1.86	1.72	1.41	1.66
32	K	1.58	1.67	2.11	1.68
33	M	0.79	0.99	0.99	0.93
34	M	1.36	1.71	1.56	1.85
35	A	2.96 a	1.67 b	1.67 b	1.67 b
36	M	2.16	2.34	1.72	2.24
37	A	2.33	2.37	1.72	1.76
38	N	2.25	2.32	2.56	2.06
39	N	1.47	1.38	1.36	1.26
40	N	1.61	1.58	2.18	1.99
Min.		0.63	0.71	0.63	0.92
Max.		2.95	2.54	2.54	2.70
Ortalama		1.61 b	1.61 b	1.62 b	1.73 a

\*Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.  
 Topraklar X Demir Dozları LSD<sub>0.01</sub>=0.737  
 Demir Dozları LSD<sub>0.05</sub>=0.088

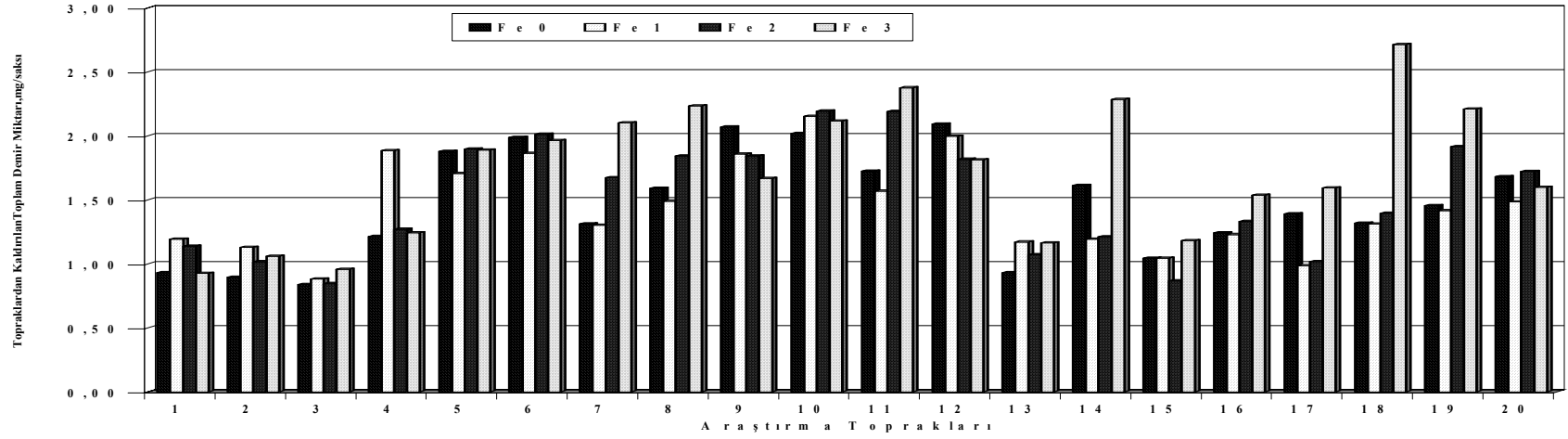
anlaşılacağı gibi deneme topraklarına artan miktarlarda uygulanan demir, mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarlarını olumlu yönde etkilemiş ve bitkilerin kaldırdığı toplam demir miktarlarındaki artış yönünden topraklar arasında farklılıklar oluşmuştur. Artan miktarlarda uygulanan demir dozlarına bağlı olarak mısır bitkisinin kaldırdığı toplam demir miktarları 0.63-2.70 mg saksı<sup>-1</sup> arasında değişiklik göstermektedir.

Araştırma topraklarına artan miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarlarında sağladığı ortalama artışlar Şekil 4.9'da sunulmuştur. Şekil 4.9'un incelenmesinden de görülebileceği gibi mısır bitkilerinin kaldırdığı toplam demir miktarları genel olarak incelendiğinde, en yüksek değer, demirin üçüncü doz uygulamasından sağlanırken (1.73 mg saksı<sup>-1</sup>), bunu ikinci demir dozu (1.62 mg saksı<sup>-1</sup>) izlemiştir. Toprakten kaldırılan en düşük toplam demir ise ilk demir dozu ve demir uygulanmayan kontrol parsellerinden (1.61 mg saksı<sup>-1</sup>) elde edilmiştir.

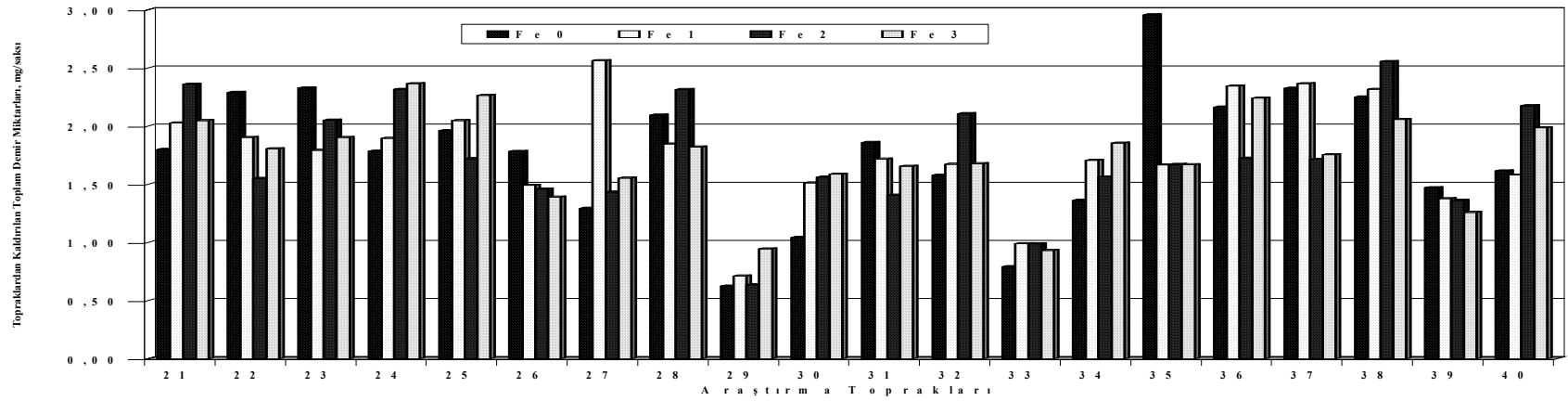


Şekil 4.9. Araştırma Topraklarına Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Mısır Bitkisinin Toprakten Kaldırdığı Ortalama Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi

Artan miktarlarda demir uygulanarak yetiştirilen mısır bitkilerinin her bir deneme toprağından kaldırılan toplam demir içeriklerine ait ortalamalar Şekil 4.10'da verilmiş olup, ortalamalar arasındaki farkların LSD testi ile karşılaştırılarak sunulduğu Çizelge 4.24 ve Şekil 4.10 birlikte incelendiğinde 9, 12, 22, 23, 26, 31, 35 ve 39 numaralı topraklarda Fe<sub>0</sub> uygulaması ile; 1, 2, 4, 13, 27, 33, 36 ve 37 numaralı



Şekil 4.10. Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Toprakta Kaldırıldığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi.



Şekil 4.10. (Devam) Artan Miktarlarda Uygulanan Demirin Farklı Araştırma Topraklarında Mısır Bitkisinin Toprakta Kaldırıldığı Toplam Demir Miktarı Üzerine Etkisi

topraklarda Fe<sub>1</sub> uygulaması ile 6, 10, 20, 21, 28,32, 38 ve 40 numaralı topraklarda Fe<sub>2</sub> uygulaması ile ve belirtilen topraklar dışında kalan diğer topraklarda yetiştirilen bitkilerde ise Fe<sub>3</sub> uygulaması ile topraktan en yüksek toplam demir kaldırılmıştır.

Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarları yönünden her bir toprağa ait ortalama değerler arasındaki farkların karşılaştırılması için yapılan LSD testine göre, deneme toprakları istatistiki yönden % 1 düzeyinde birbirinden farklı 27 gruba ayrılırken, grupların dağılımı 38 / 36-10-24 / 21 / 37 / 28-23-25 / 35 / 6-11 / 12 22-9-40-5-8 / 32-19 / 27 / 18 / 31 / 20 / 34 / 7-14 / 26 / 30 / 4 / 39 / 16 / 17 / 13 / 1 / 15-2 / 33-3 / 29 / şeklinde olmuştur.

#### **4.5. Araştırma Topraklarına Uygulanabilecek En Uygun Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemlerinin Seçilmesi**

##### **4.5.1. Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemlerinin Seçilmesinde Kullanılabilecek Biyolojik İndeksler ve Aralarındaki İlişkiler**

Bursa ili topraklarının demir durumlarını ve bu toprakların alınabilir demir miktarlarının belirlenmesinde uygulanacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntem ya da yöntemlerini belirleyebilmek amacıyla biyolojik indeks değerleri olarak; demir uygulanmayan topraklardan elde edilen kuru madde miktarı (g saksı<sup>-1</sup>), bitkinin toplam ve aktif demir içeriği (Fe, mg kg<sup>-1</sup>), bitkinin topraktan kaldırdığı toplam ve aktif demir miktarı (mg saksı<sup>-1</sup>) ve bu değerlerin yüzde nispi miktarları kullanılmıştır (Elinç 1988, Özgüven 2000, Adiloğlu 2002).

Biyolojik indeks değeri olarak kullanılan bitkinin yüzde nispi kuru madde miktarları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Çizelge 4.25'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi bitkinin nispi kuru madde yüzdesi ortalama % 104.31 olup, bu değerler % 84.86 (25 numaralı, İznik-Çamdibi köyü, kolüviyal toprak) ile % 146.32 (29 numaralı, Gemlik Kurtul köyü, Kahverengi Orman toprağı) arasında değişmektedir.

Biyolojik indeks değeri olarak kullanılan mısır bitkisinin nispi toplam demir yüzdesi Çizelge 4.25'te sunulmuştur. Çizelge 4.25'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi bitkinin nispi toplam demir yüzdesi ortalama % 91.72 olup, bu değerler % 45.26 (29 numaralı, Gemlik Kurtul köyü, Kahverengi Orman toprağı) ile % 163.04 (35 numaralı, İnegöl Akhisarköyü, Alüviyal toprağı) arasında değişmektedir.



Çizelge 4.25. Biyolojik İndeks Değeri Olarak Kullanılan Yüzde Nispi Kuru Madde, Yüzde Nispi Demir İçeriği ve Toprakтан Kaldırılan Yüzde Nispi Demir Miktarları.

Toprak No	Toprak Grubu	Ortalama Nispi Kuru Madde	Nispi Değerler (%), $Fe_0/Fe_3 \times 100$		Nispi Değerler (%), $Fe_0/Fe_3 \times 100$	
			Toplam Demir İçeriği	Toprakтан Kaldırılan Toplam Demir Miktarı	Aktif Demir İçeriği	Toprakтан Kaldırılan Aktif Demir Miktarı
1	U	109.16	92.08	100.52	116.08	126.71
2	R	99.35	85.00	84.44	100.54	99.88
3	R	101.91	85.99	87.63	83.05	84.64
4	N	114.55	85.23	97.63	59.78	68.48
5	E	115.35	86.17	99.40	59.50	68.63
6	K	92.12	109.85	101.19	87.50	80.61
7	E	103.60	60.25	62.42	52.48	54.37
8	U	122.27	58.23	71.20	62.62	76.57
9	V	103.22	120.14	124.01	92.29	95.26
10	A	124.72	76.50	95.41	61.45	76.64
11	A	109.70	66.15	72.56	68.71	75.38
12	V	107.58	107.34	115.48	77.39	83.26
13	V	115.85	69.06	80.01	80.31	93.03
14	U	95.28	74.13	70.63	91.91	87.57
15	R	123.94	71.36	88.45	81.32	100.79
16	A	105.47	76.69	80.89	73.66	77.69
17	R	116.82	74.72	87.29	67.74	79.14
18	A	99.37	48.91	48.60	61.53	61.14
19	A	91.88	71.71	65.89	73.31	67.36
20	K	93.86	112.03	105.16	94.18	88.40
21	K	107.31	81.86	87.85	64.31	69.01
22	M	98.25	129.10	126.85	97.43	95.72
23	A	105.79	115.65	122.35	88.72	93.86
24	M	97.02	77.72	75.40	87.19	84.59
25	K	84.86	102.08	86.63	91.14	77.34
26	A	87.77	146.08	128.21	98.22	86.21
27	E	96.58	86.21	83.26	86.39	83.43
28	E	94.06	122.41	115.14	100.65	94.67
29	M	146.32	45.26	66.22	35.15	51.43
30	V	104.15	63.08	65.69	69.75	72.65
31	A	106.70	105.26	112.31	74.77	79.78
32	K	96.65	97.35	94.09	86.22	83.33
33	M	105.07	81.06	85.16	68.22	71.68
34	M	90.46	81.25	73.50	73.18	66.20
35	A	108.69	163.04	177.22	80.07	87.03
36	M	105.54	91.43	96.49	87.58	92.43
37	A	105.70	125.41	132.56	94.13	99.50
38	N	99.12	110.32	109.35	96.67	95.82
39	N	92.88	125.66	116.72	97.88	90.91
40	N	93.62	86.86	81.32	75.70	70.87
Min.		84.86	45.26	48.60	35.15	51.43
Max.		146.32	163.04	177.22	116.08	126.71
Ortalama		104.31	91.72	94.38	79.97	82.30

\*Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı nispi toplam demir miktarı ortalama % 94.38 olup, bu değerler % 48.60 (18 numaralı Mustafa Kemalpaşa-Tepecik köyü, Alüviyal toprak) ile % 177.22 (35 numaralı, İnegöl Akhisarköyü, Alüviyal toprağı) arasında değişmektedir.

Biyolojik indeks değeri olarak kullanılan mısır bitkisinin nispi aktif demir yüzdesi ortalama % 79.97 olup, bu değerler % 35.15 (29 numaralı, Gemlik Kurtul köyü, Kahverengi Orman toprağı) ile % 116.08 (1 numaralı, Nilüfer Çatalağılköyü, Kireçsiz Kahverengi toprak) arasında değişmektedir.

Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı nispi aktif demir miktarı ortalama % 82.30 olup, bu değerler % 51.43 (29 numaralı, Gemlik Kurtul köyü, Kahverengi Orman toprağı) ile % 126.71 (1 numaralı, Nilüfer Çatalağılköyü, Kireçsiz Kahverengi toprak) arasında değişmektedir.

Deneme topraklarının bitkiler tarafından alınabilir demir durumlarının belirlenmesinde uygulanacak kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin seçilmesinde kullanılan biyolojik indekslerin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Çizelge 4.26'nın incelenmesinden anlaşılacağı gibi, demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkinin kuru madde miktarı ile toplam ( $r = - 0.415^{**}$ ), ve aktif ( $r = - 0.642^{**}$ ) demir içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunurken, topraktan kaldırılan toplam ( $r = 0.661^{**}$ ), ve aktif ( $r = 0.520^{**}$ ) demir miktarları arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki sağlanmıştır. Bitkinin kuru madde miktarı ile yüzde nispi kuru madde miktarı arasında ( $r = - 0.419^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunurken, nispi toplam demir ( $r = 0.598^{**}$ ), nispi aktif demir ( $r = 0.514^{**}$ ) ve topraktan kaldırılan yüzde nispi toplam demir miktarı ( $r = 0.506^{**}$ ) arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Toprakten kaldırılan yüzde nispi aktif demir miktarı ile ( $r = 0.374^*$ ) % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiştir.

Bitkinin toplam demir içeriği ile aktif demir ( $r = 0.708^{**}$ ) içeriği arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki sağlanırken, topraktan kaldırılan toplam demir miktarı ile ilişki ( $r = 0.374^*$ ) % 5 düzeyinde önemli bulunurken, diğer indeks değerleri ile arasında önemli ilişki elde edilememiştir.

Bitkinin aktif demir içeriği ile diğer biyolojik indeks değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki elde edilememiştir.

Çizelge 4.26. Biyolojik İndeks Değerlerinin Kendi Aralarındaki Korelasyon Katsayıları (r).

Biyolojik İndeks Değerleri			Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkiler				Fe <sub>0</sub> /Fe <sub>3</sub> x100	Toplam Fe <sub>0</sub> /Toplam Fe <sub>3</sub> x 100		Aktif Fe <sub>0</sub> /Aktif Fe <sub>3</sub> x 100		
			Kuru madde miktarı (g saksı <sup>-1</sup> )	Demir içeriği (mg kg <sup>-1</sup> )		Topraktan kaldırılan demir miktarı (g saksı <sup>-1</sup> )		Nispi kuru madde miktarı	Nispi toplam demir miktarı	Topraktan kaldırılan nispi toplam demir miktarı	Nispi aktif demir miktarı	Topraktan kaldırılan nispi aktif demir miktarı
				Toplam Fe	Aktif Fe	Toplam Fe	Aktif Fe					
Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkiler	Demir içeriği	Toplam Fe	-0.415**									
		Aktif Fe	-0.642**	0.708**								
	Topraktan kaldırılan demir miktarı	Toplam Fe	0.661**	0.374*	öd							
		Aktif Fe	0.520**	öd	öd	0.700**						
Fe <sub>0</sub> / Fe <sub>3</sub> x100	Nispi kuru madde miktarı	-0.419**	öd	öd	öd	-0.368*						
Toplam Fe <sub>0</sub> /Toplam Fe <sub>3</sub> x 100	Nispi toplam demir miktarı	0.598**	öd	öd	0.693**	0.494**	-0.430**					
	Topraktan kaldırılan nispi toplam demir miktarı	0.506**	öd	öd	0.695**	0.449**	öd	0.937**				
Aktif Fe <sub>0</sub> /Aktif Fe <sub>3</sub> x 100	Nispi aktif demir miktarı	0.514**	öd	öd	öd	öd	-0.601**	0.639**	0.483**			
	Topraktan kaldırılan nispi aktif demir miktarı	0.374*	öd	öd	öd	öd	öd	0.511**	0.520**	0.874**		

öd : önemli değil \* : %5 seviyesinde önemli \*\* : %1 seviyesinde önemli  
r 0.05 : 0.304 r 0.01 : 0.393  
n 40 n 40

Bitkinin topraktan kaldırılan toplam demir miktarları ile topraktan kaldırılan toplam demirin aktif kısmı arasında ( $r= 0.700^{**}$ ), nispi toplam demir miktarı arasında ( $r= 0.693^{**}$ ) ve topraktan kaldırılan nispi toplam demir miktarı arasında ( $r= 0.695^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ilişki sağlanırken, diğer indeks değerleri ile arasında önemli ilişki elde edilememiştir.

Bitkinin topraktan kaldırılan toplam demir içerisindeki aktif kısmı ile nispi kuru madde miktarları arasında ( $r= - 0.368^*$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunurken, nispi toplam demir ( $r= 0.494^{**}$ ), topraktan kaldırılan nispi toplam demir ( $r= 0.449^{**}$ ) arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler elde edilmiştir.

Nispi kuru madde miktarları ile nispi toplam demir ( $r= - 0.430^{**}$ ) ve nispi aktif demir ( $r= - 0.601^{**}$ ) miktarları arasındaki ilişkiler % 1 düzeyinde önemli ve negatif bulunmuştur.

Bitkilerin nispi toplam demir içerikleri ile topraktan kaldırılan nispi toplam demir miktarları arasındaki korelasyon katsayısı ( $r= 0.937^{**}$ ), nispi aktif demir içeriği ile ( $r= 0.639^{**}$ ) ve topraktan kaldırılan nispi aktif kısmı arasındaki korelasyon ise ( $r= 0.511^{**}$ ) olarak belirlenirken ilişkiler % 1 düzeyinde önemli ve pozitif bulunmuştur.

Topraktan kaldırılan nispi toplam demir miktarı ile bitkilerin nispi aktif demir içerikleri ( $r= 0.483^{**}$ ) ve topraktan kaldırılan nispi aktif demir miktarları arasındaki ilişki ( $r= 0.520^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bitkilerin nispi aktif demir içerikleri ile topraktan kaldırılan nispi aktif demir miktarları arasındaki ilişki de ( $r= 0.874^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

#### **4.5.2. Biyolojik İndeksler ile Toprakların Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler**

Biyolojik indeks değerleri ile araştırma topraklarının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki çoklu korelasyon katsayıları Çizelge 4.27'de sunulmuştur. Çizelge 4.27'nin incelenmesinden de görüleceği gibi demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin kuru madde içerikleri ile toprakların bünye özellikleri, organik madde, değişebilir sodyum, potasyum ve magnezyum içerikleri arasında önemli ilişki belirlenememiştir. Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinden elde edilen kuru madde miktarları ile toprakların pH değerleri ( $r= - 0.337^*$ ) ve %  $\text{CaCO}_3$  içerikleri ( $r= - 0.344^*$ ) arasında % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki saptanırken,

Çizelge 4.27. Biyolojik İndeks Değerleri İle Deneme Topraklarının Kimi Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki Çoklu Korelasyon Katsayıları (r).

Toprak Özellikleri	Demir Uygulanmayan Topraklarda Yetiştirilen Bitkiler					Fe <sub>0</sub> /Fe <sub>3</sub> x 100	Toplam Fe <sub>0</sub> /Toplam Fe <sub>3</sub> x100		Aktif Fe <sub>0</sub> /Aktif Fe <sub>3</sub> x100	
	Kuru Madde Miktarı (g saksı <sup>-1</sup> )	Demir İçeriği (mg kg <sup>-1</sup> )		Topraktan Kaldırılan Demir Miktarı (mg kg <sup>-1</sup> )		Nispi Kuru Madde Miktarı	Nispi Toplam Demir Yüzdesi	Topraktan Kal. Nispi Toplam Demir Miktarı	Nispi Aktif Demir Yüzdesi	Topraktan Kal. Nispi Aktif Demir Miktarı
		Toplam Fe	Aktif Fe	Toplam Fe	Aktif Fe					
Kil, %	öd	öd	0.451**	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Silt, %	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Kum, %	öd	öd	-0.334*	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Tarla kapası., %	öd	öd	0.456**	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
pH	-0.337*	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	-0.462**	-0.409**
EC, µS.cm <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
CaCO <sub>3</sub> , %	-0.344*	öd	öd	-0.317*	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Organik madde, %	öd	öd	öd	öd	0.358*	öd	öd	öd	öd	öd
Toplam azot, %	0.359*	öd	öd	öd	0.392*	öd	öd	öd	öd	öd
Yarayışlı fosfor, %	0.493**	öd	öd	öd	öd	-0.360*	0.355*	öd	0.330*	öd
Değ. Na, me100g <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Değ. K, me100g <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	-0.328*	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Değ. Ca, me100g <sup>-1</sup>	-0.486**	öd	0.400**	öd	öd	0.580**	-0.387*	öd	-0.443**	öd
Değ. Mg, me100g <sup>-1</sup>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Alınabilir Zn, mgkg <sup>-1</sup>	0.613**	-0.332*	-0.408**	öd	öd	-0.455**	0.371*	öd	0.424**	öd
Alınabilir Cu, mgkg <sup>-1</sup>	0.333*	öd	öd	öd	öd	-0.405**	0.369*	öd	öd	öd
Alınabilir Mn, mgkg <sup>-1</sup>	0.373*	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	0.522**	0.506**

öd : önemli değil \* : %5 seviyesinde önemli \*\* : %1 seviyesinde önemli  
r 0.05 : 0.304 r 0.01 : 0.393  
n 40 n 40

toprakların toplam azot içerikleri ( $r= 0.359^*$ ) ile bitkilerin kuru madde miktarları arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Değişebilir kalsiyum içerikleri ile ( $r= - 0.486^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenirken, Toprakların yarayışlı fosfor ( $r= 0.493^{**}$ ) ve alınabilir çinko ( $r= 0.613^{**}$ ) ile,aralarındaki ilişki % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprakların alınabilir bakır ( $r= 0.333^*$ ) ve alınabilir mangan ile ( $r= 0.373^*$ ) arasındaki ilişki ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin toplam demir içerikleri ile toprakların alınabilir çinko içerikleri arasında ( $r= - 0.332^*$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunurken, diğer indeks değerleri ile ilişkiler önemsiz çıkmıştır.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin aktif demir içerikleri ile toprakların kil ( $r= 0.451^{**}$ ) ve tarla kapasitesi ( $r= 0.456^{**}$ ) değerleri ile aralarında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki sağlanırken, kum içerikleri ( $r= - 0.334^*$ ) ile % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenmiştir. Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin aktif demir içerikleri ile toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri arasındaki ilişki ( $r= 0.400^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli ve pozitif bulunurken alınabilir çinko ile ( $r= - 0.408^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki sağlanmıştır.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin topraktan kaldırdığı toplam demir miktarları ile toprakların kireç ( $r= - 0.317^*$ ) ve değişebilir potasyum ( $r= - 0.328^*$ ) içerikleri arasında % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunmuştur.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin topraktan kaldırdıkları toplam demir içerisindeki aktif kısmı ile organik madde ( $r= 0.358^*$ ) ve toplam azot içerikleri ile arasında ( $r= 0.392^*$ ) % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki elde edilmiştir.

Bitkilerin nispi kuru madde miktarları ile toprakların yarayışlı fosfor içerikleri arasında ( $r= - 0.360^*$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenirken, alınabilir çinko ( $r= - 0.455^{**}$ ) ve alınabilir bakır ( $r= - 0.405^{**}$ ) içerikleri ile arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki sağlanmıştır. Bitkilerin nispi kuru madde miktarları ile toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri arasında ( $r= 0.580^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Mısır bitkilerinin nispi toplam demir yüzdesi ile toprakların değişebilir kalsiyum içerikleri arasında ( $r= - 0.387^*$ ) % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenirken,

toprakların yarayışlı fosfor ( $r=0.355^*$ ), alınabilir çinko ( $r=0.371^*$ ) ve bakır ( $r=0.369^*$ ) içerikleri arasında % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki elde edilmiştir.

Mısır bitkilerinin topraktan kaldırdıkları nispi toplam demir yüzdesi ile toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki belirlenememiştir.

Mısır bitkilerinin nispi aktif demir yüzdeleri ile toprakların pH değerleri ( $r= - 0.462^{**}$ ) ve değişebilir kalsiyum ( $r= - 0.443^{**}$ ) içerikleri arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki belirlenirken, yarayışlı fosfor ( $r=0.330^*$ ) ile % 5, alınabilir çinko ( $r=0.424^{**}$ ) ve mangan ( $r=0.522^{**}$ ) ile % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki elde edilmiştir.

Bitkilerin topraktan kaldırılan nispi aktif demir içerikleri ile toprakların alınabilir mangan içerikleri arasında ( $r=0.506^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenirken, toprakların pH değerleri ile ( $r= - 0.409^{**}$ ) % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunmuştur.

#### **4.5.3. Biyolojik İndeksler ile Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri Arasındaki İlişkiler**

Araştırma topraklarına uygulanan çeşitli kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ile biyolojik indeks değerleri arasındaki korelasyon katsayılarına ait veriler izelge 4.28'de sunulmuştur. Çizelge 4.28'in incelenmesinden de görüleceği gibi demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin kuru madde içerikleri ile yöntem bir (Y1) 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA ( $r=0.305^*$ ) ile belirlenen demir arasında % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki bulunurken, yöntem dokuz (Y9) 0.05 M EDTA (pH 7) ( $r=0.497^{**}$ ) ile arasında % 1 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenmiş, diğer yöntemler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Elinç (1988) Trakya bölgesi topraklarında yaptığı çalışmasında 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6), 0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 N NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) ile kuru madde içerikleri arasında önemli negatif ilişkiler belirlemiş, uyguladığı diğer yöntemlerle ilişkilerin önemli olmadığını bildirmiştir.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin toplam demir içerikleri ile yöntemlerle belirlenen toprakların demir içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki belirlenememiştir. Elinç, (1988) bitkinin demir içerikleri ile 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6), 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA ve

Çizelge 4.28. Araştırma Topraklarına Uygulanan Çeşitli Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri İle Biyolojik İndeks Değerleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları (r).

Biyolojik İndeks		Demir Uygulanmayan Topraklarda Yetiştirilen Bitkiler					Fe <sub>0</sub> / Fe <sub>3</sub> x100	Toplam Fe <sub>0</sub> /Toplam Fe <sub>3</sub> x100		Aktif Fe <sub>0</sub> /Aktif Fe <sub>3</sub> x100		
		Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri	Kuru Madde Miktarı	Demir İçeriği		Topraktan Kaldırılan Demir Miktarı		Nispi Kuru Madde Miktarı	Nispi Toplam Demir Yüzdesi	Topraktan Kal. Nispi Toplam Demir Miktarı	Nispi Aktif Demir Yüzdesi	Topraktan Kal. Nispi Aktif Demir Miktarı
				Toplam Fe	Aktif Fe	Toplam Fe	Aktif Fe					
Y1	0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl <sub>2</sub> + 0.1 M TEA	0.305*	öd	öd	öd	öd	-0.310*	0.306*	öd	0.420**	0.322*	
Y2	1 M NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	
Y3	0.05 N HCl + 0.025 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	
Y4	0.01M EDTA + 1N (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (pH 8.6)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	
Y5	1 N NH <sub>4</sub> OAc (pH 4.8)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	
Y6	0.1 N HCl	öd	öd	öd	öd	0.327*	öd	öd	öd	öd	öd	
Y7	Aktif Fe (COONH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O +	öd	öd	öd	0.468**	0.485**	-0.341*	0.418**	0.360*	öd	öd	
Y8	0.2M CH <sub>3</sub> COOH + 0.25 M NH <sub>4</sub> Cl + 0.005 M	öd	öd	0.306*	öd	0.413**	öd	0.332*	öd	öd	öd	
Y9	0.05 M EDTA (pH 7)	0.497**	öd	öd	0.422**	0.420**	-0.324*	0.455**	0.382*	0.446**	0.345*	
Y10	0.43 M HNO <sub>3</sub>	öd	öd	öd	0.350*	0.399**	öd	öd	öd	öd	öd	

öd : önemli değil \* : %5 seviyesinde önemli \*\* : %1 seviyesinde önemli  
r 0.05 : 0.304 r 0.01 : 0.393  
n 40 n 40



0.05 N HCl + 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yöntemleri arasında önemli düzeyde pozitif ilişki belirlemiştir.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin aktif demir içerikleri ile yöntem sekiz (Y8) 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3) ile belirlenen demir içerikleri arasında (r= 0.306\*) % 5 düzeyinde önemli pozitif ilişki belirlenirken, diğer yöntemlerle belirlenen demir ile ilişki sağlanamamıştır.

Bitkilerin topraktan kaldırılan toplam demir miktarları ile en yüksek korelasyon yöntem yedi'den (Y7) Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (r=0.468\*\*) elde edilirken, bunu yöntem dokuz (Y9) 0.05 M EDTA (pH 7) (r=0.422\*\*) ve yöntem on (Y10) 0.43 M HNO<sub>3</sub> (r=0.350\*) izlemiştir. Yöntem yedi (Y7) ve yöntem dokuz (Y9) ile korelasyonlarda % 1 düzeyinde önemli bulunurken, yöntem on (Y10) ile ilişki % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen mısır bitkilerinin topraktan kaldırılan toplam demir içerisindeki aktif kısmı ile toprakların farklı yöntemlerle elde edilen alınabilir demir içerikleri arasındaki en yüksek ilişki yöntem yedi'den (Y7) (r=0.485\*\*) elde edilirken bunu yöntem dokuz (Y9) (r=0.420\*\*), yöntem sekiz (Y8) (r=0.413\*\*) ve yöntem on (10) (r=0.399\*\*) ve yöntem altı (Y6) (r=0.327\*) izlemiştir. Yöntem yedi (Y7), yöntem dokuz (Y9) ve yöntem sekiz (Y8) ile ilişkiler % 1 düzeyinde önemli bulunurken, yöntem altı (Y6) ile ilişki % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Bitkilerin nispi kuru madde miktarları ile toprakların yöntem bir (Y1) (r= - 0.310\*), yöntem yedi (Y7) (r= - 0.341\*) ve yöntem dokuz (Y9) (r= - 0.324\*) ile aralarında % 5 düzeyinde önemli negatif ilişki bulunurken diğer yöntemlerle belirlenen demir içerikleri arasında ilişkiler önemsiz çıkmıştır.

Bitkilerin nispi toplam demir yüzdesi ile yöntemlerle elde edilen alınabilir demir içerikleri arasında en yüksek korelasyonu yöntem dokuz (Y9) (r=0.455\*\*) vermiş, bunu yöntem yedi (Y7) (r=0.418\*\*), yöntem bir (Y1) (r=0.306\*) ve yöntem sekiz (Y8) (r=0.332\*) izlemiştir. Yöntem dokuz (Y9) ve yöntem yedi (Y7) ile ilişkiler % 1 düzeyinde, yöntem bir (Y1) ve yöntem sekiz ile ilişkiler % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Mısır bitkilerinin topraktan kaldırdığı nispi toplam demir miktarı ile topraklara uygulanan yöntemlerden yöntem dokuz (Y9) ( $r=0.382^*$ ) ve yöntem yedi (Y7) ( $r=0.360^*$ ) ile ilişkiler % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Bitkilerin nispi aktif demir yüzdesi ile topraklara uygulanan yöntemlerden yöntem dokuz (Y9) ( $r=0.446^{**}$ ) ve yöntem bir (Y1) ( $r= 0.420^{**}$ ) ile elde edilen demir arasındaki ilişkiler % 1 düzeyinde önemli bulunurken, diğer yöntemlerle ilişkiler önemsiz çıkmıştır.

Mısır bitkilerinin topraktan kaldırdığı toplam demir içerisindeki nispi aktif kısmı ile topraklara uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinden yöntem dokuz (Y9) ( $r= 0.345^*$ ) ve yöntem bir (Y1) ( $r= 0.322^*$ ) ile belirlenen demir arasında istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli ilişki bulunmuştur.

Araştırma topraklarına uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ile biyolojik indeks değerlerinin genel olarak değerlendirmesi yapılacak olursa yöntemler içerisinde yöntem dokuz'un (Y9) 0.05 M EDTA (pH 7) biyolojik indeks değerleri ile yüksek korelasyonlar verdiği bunu şu an mikro elementlerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem bir (Y1) 0.005 M DTPA + 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  + 0.1 M TEA ve yöntem yedi'nin (Y7) Aktif Fe  $(\text{COONH}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + (\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  izlediği görülmektedir. Yöntem sekiz (Y8) 0.2M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  + 0.25 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + 0.005 M  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  + 0.05 M HCl (pH 1.3), yöntem on (Y10) 0.43 M  $\text{HNO}_3$  ve yöntem altı (Y6) 0.1 N HCl biyolojik indeks değerleri ile ilişki gösteren diğer yöntemler olmuştur. Bu yöntemlerin dışındaki yöntemlerden elde edilen demir ile biyolojik indeks değerleri arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur.

Araştırmamız sonuçları ile uyumlu olmak üzere yurt içinde ve yurt dışında yürütülen benzer amaçlı çalışmaların sonuçlarında; Danışman (1981)'in Akdeniz bölgesinde turuncgillerin yoğun olarak yetiştirildiği toprakların alınabilir demir içeriklerini belirlemek için kullandığı 10 yöntem arasında, 0.05 M EDTA yönteminin kullanılmasının uygun olacağı; Turan ve ark. (1989)'nın Antalya kıyı bölgesi topraklarının mikro element durumunun belirlenmesinde kullandıkları 5 farklı ekstraksiyon yöntemi içerisinde, 0.05 M EDTA yöntemiyle en fazla Fe, Mn, Zn ve Cu belirlendiği; Hakerlerler ve ark. (1989)'nın Dixired çeşidi şeftali ağaçlarından kurulu bahçe topraklarının ekstrakte edilebilir demir içeriklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmalarında, yaprakların aktif demir içerikleri ile istatistiksel olarak en yüksek

korelasyonları EDTA ve EDTA+ NH<sub>4</sub>OAc yöntemlerinin verdiği; Misra ve Pande (1974)'nin Hindistan'da pH'ları 7.1-9.1, kireç içerikleri % 1.05-9.20 arasında değişen topraklarda yaptıkları çalışma sonunda, ekstrakte edilebilir demir içeriğinin belirlenmesinde 0.02 N EDTA yönteminin uygun yöntem olduğu; Al-Mustafa ve ark. (2001)'nin kireçli topraklarda yetişen sorgumun demir içeriğinin değerlendirilmesi amacıyla kullandıkları 5 ekstraksiyon çözeltisi içerisinde, sorgumun topraktan kaldırdığı demir miktarı ile en iyi ilişkiyi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>-DTPA, DTPA ve EDTA çözeltilerinin verdiği ve elli yılı aşan bir süredir ekstraksiyon çözeltisi olarak EDTA'nın toprakların iz element içeriğinin belirlenmesinde kullanıldığı Viro (1955)'ya adfen bildirilmiştir (Mclaughlin ve ark. 2000).

## 5. SONUÇ

Bursa ili topraklarının alınabilir demir durumunu ve bu topraklarda alınabilir demir miktarlarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun yöntem ya da yöntemleri seçmek amacıyla Bursa ili tarım toprakları ile yürütülen araştırmada 10 farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemi denenmiştir.

Araştırma topraklarının alınabilir demir içerikleri, uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerine göre farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıkların oluşmasında ekstraksiyon çözeltisinde kullanılan kimyasalların çeşidi, konsantrasyonu, pH'sı, toprak:çözelti oranları ve çalkalama sürelerinin birbirinden farklı olması etkili olmuştur. Ayrıca bu farklılıklara diğer bir neden de toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirinden farklı olmasıdır.

Farklı yöntemlerle araştırma topraklarında belirlenen toprakların demir içerikleri ile toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri genel olarak değerlendirildiğinde; yöntemlerle belirlenen demirin toprakların pH ve kireç içerikleri ile negatif ilişki, sergiledikleri gözlenmekle beraber yöntem bir (Y1) 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA, yöntem dokuz (Y9) 0.05 M EDTA (pH 7), ve yöntem yedi (Y7) Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, özellikle pH, kireç gibi bitkilerde sarılık oluşumuyla ilişkili bulunan özelliklerle önemli korelasyonlar vermiştir.

Tüm yöntemlerin kendi aralarındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde en yüksek korelasyon 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) (Y2) ve 0.01 M EDTA + 1N (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 8.6) (Y4) arasındaki ilişkiden elde edilmiş (r = 0.860\*\*), bunu 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA yöntemi (Y1) ile 1 M NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> + 0.005M DTPA (pH 7.6) yöntemi (Y2) arasındaki korelasyon (r = 0.857\*\*) izlemiştir.

Bursa ili topraklarının demir durumlarını ve bu toprakların alınabilir demir miktarlarının belirlenmesinde uygulanacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntem ya da yöntemlerini belirleyebilmek amacıyla araştırma konusu topraklara 2.5, 5 ve 10 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında demir FeEDDHA formunda uygulanmış ve topraklara artan miktarlarda uygulanan demir ile sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinden elde edilen kuru madde miktarı, bitkilerin toplam ve aktif demir içerikleri topraktan kaldırılan toplam demir ve aktif kısmı yönünden topraklar arasında önemli farklılıklar oluşmuştur. Deneme topraklarında artan demir uygulamalarına bağlı olarak mısır bitkisinin kuru

madde miktarları kontrole oranla birinci ve ikinci dozlarda artmıştır. Topraklara artan miktarlarda uygulanan demir dozlarına bağı olarak mısır bitkisinin toplam ve aktif demir içeriğinde, topraktan kaldırdığı toplam demir ve toplam demir içerisindeki aktif kısmında artışlar gözlenmiştir.

Araştırma topraklarına uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ile biyolojik indeks değerlerinin genel olarak değerlendirilmesi yapılacak olursa yöntemler içerisinde yöntem dokuz'un (Y9) 0.05 M EDTA (pH 7) biyolojik indeks değerleri ile yüksek korelasyonlar verdiği bunu şu an mikro elementlerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem bir (Y1) 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA ve yöntem yedi'nin (Y7) Aktif Fe (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + (COOH)<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O izlediği görülmektedir. Yöntem sekiz (Y8) 0.2M CH<sub>3</sub>COOH + 0.25 M NH<sub>4</sub>Cl + 0.005 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> + 0.05 M HCl (pH 1.3), yöntem on (Y10) ve yöntem altı (Y6) biyolojik indeks değerleri ile ilişki gösteren diğer yöntemler olmuştur. Bu yöntemlerin dışındaki yöntemlerden elde edilen demir ile biyolojik indeks değerleri arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur.

Yöntem sekiz (Y8)'in, demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin aktif demir içerikleri ile önemli ilişki veren tek yöntem olması yanında yöntem on (Y10)'un, demir uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkilerin topraktan kaldırdığı toplam ve aktif demir içerikleri ile ilişkili bulunduğu, yöntem altı (Y6)'nın ise sadece topraktan kaldırılan aktif demir ile önemli ilişki verdiği görülmüştür.

Elde edilen bu sonuçlar çerçevesinde yöntem dokuz (Y9)'un 0.05 M EDTA (pH 7), biyolojik indeks değerleri ile en fazla ilişki veren yöntem olması dolayısıyla Bursa ili topraklarının alınabilir demir içeriklerinin belirlenmesinde başarı ile kullanılabileceği bunun yanı sıra yöntem bir (Y1)'in 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.1 M TEA biyolojik indeks değerleri ile en fazla ilişki veren ikinci yöntem olduğu görülmüş, ancak bu yöntemle belirlenen alınabilir demir yeterlilik sınırlarının tekrar gözden geçirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- ABADIA, A.; M.SANZ; J. de las RIVAS; J. ABADIA. 1989. Photosynthetic Pigments and Mineral Composition of Iron Deficient Pear Leaves. *J.Plant Nutr.*, 12, 827-838.
- ABADIA, J. 1992. Leaf Responses to Fe Deficiency: A Review. *J.Plant Nutr.*, 15, 1699-1713.
- ADILÖĞLU A. 2002. Determination of Suitable Chemical extraction Methods For Available Iron Content of The Soils From Edirne Province in Turkey. *Journal of Central European Agriculture*. Vol 3. No:3 255-262.
- AKSOY, T. 1977. Artan Miktarlarda Verilen Fosfor ve Çinkonun Mısır Bitkisinin Demir ve Bakır Alımı Üzerine Etkisi. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt:27, Fasikül No:1, 145-154.*
- AKSOY, T. 1980. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Şeftalilerin Beslenme Sorunları. *Tübitak VII. Bilim Kongresi. (6-10 Ekim 1980). Adana. Toprak-Bitki Besleme Sektöryonu Tebliğleri. 497-512.*
- AKSOY, T. and S. DANIŞMAN. 1986. Effect of Zinc Fertilization on the Yield and Zinc Uptake of Corn Plant. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı, 113-119.*
- AKTAŞ, M. 1978. Tokat ve Amasya İllerinde Elma yetiştirilen Toprakların Demir Durumu ve Bu Topraklarda Elverişli Demir Miktarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma. (Doçentlik Tezi).
- ALCANTARA, E., F.J. ROMERA, M. CANETE and M.D. DE LA GUARDIA. 2000. Effects of bicarbonate and iron supply on Fe (III) reducing capacity of roots and leaf chlorosis of the susceptible peach rootstock nemaguard. *J. Plant Nutrition. 23(11&12):1607-1617.*
- AL- MUSTAFA WA., A.E. ABDALLAH and A.M. FALATAH. 2001. Assesment of Five Extractants For Their Ability to Predict Iron Uptake and Response of Sorghum Grown in Calcareous Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis. 32 (5-6): 907-919.*
- ANONİM, 1983. Bursa İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. *Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları. TOVEP Yayın No: 06. Genel Yayın No:734, Ankara. S.55.*
- ANONİM, 1995. Bursa İli Arazi Varlığı. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. İl Rapor No: 16, Ankara.*

- ANONİM 1999 T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bursa İl Müdürlüğü Brifing Raporu.
- ANTEP, S. 1984. Antalya Turunçgil Bölgesi Topraklarının Demir Durumu ve Bu Topraklarda Alınabilir Demir Miktarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. T.A.E.K. A.N.A.E.M. Nükleer Tarım Bölümü. 5.
- AYDENİZ, A., S. DANIŞMAN and A.R. BROHI. 1981. Response of Rice to the Application of Zinc Fertilization. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı Cilt:31.
- BAŞAR, H. 1995. Şeftali Ağaçlarında Görülen Demir Klorozunun Değerlendirilmesinde Çeşitli Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması Doktora Tezi. U.Ü.Z.F. s.150
- BAŞAR, H., A. ÖZGÜMÜŞ VE V. KATKAT. 1997. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Şeftali Ağaçlarının Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum Ve Magnezyum İle Beslenme Durumlarının Yaprak Analizleri İle İncelenmesi. Türk Tarım Ve Ormancılık Dergis. 21:257-266.
- BAŞAR, H., ÖZGÜMÜŞ A. 1999. Değişik Demirli Gübre Ve Dozlarının Şeftali Ağaçlarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkisi. Tr. J Of Agriculture And Forestry 23 273-281.
- BAŞAR, H. 2000. Bursa Yöresi Şeftali Ağaçlarında Görülen Sarılığa Etkili Etmenler Üzerine Bir Araştırma. Turk J. Of Agriculture Forestry. 24 237-245.
- BAŞAR, H. 2001. Bursa İli Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri ile İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 15, Sayı 2, Sayfa 69-84.
- BAŞAR, H. 2003. Bursa ovasında şeftali yetiştiriciliği yapılan toprakların alınabilir demir içeriklerinin belirlenmesinde kullanılabilecek yöntemler. A.Ü.Tarım Bilimleri Dergisi. 9(1) 103-110.
- BORGES, M. de MELLOJWV, WAP. ABRAHAO, CP. JORDAO, FNB SIMAS. 2001. Methods for Evaluation of easily-Reducable Iron and Manganese in Paddy Soils. Com.in Soil Sci.and Plant Analysis. 32(19-20):3009-3022.
- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. Agronomy Journal, 43:434-437.
- BRADLEY, G.A., and D. SMITTLE. 1965. Media pH and Extractable Fe, Al, and Mn in Relation to Growth of Ericaceous Plants. in: J.J. MORTVEDT, P.M. GIORDANO, W.L.LINDSAY.(ed.com.). Micronutrients in Agriculture. S.S.S.of Amer.Inc. Madison, Wisconsin. USA. p 666. part 13 289-317.
- CHANEY, R.L., M.H.HAMZE, ve P.F. BELL. 1992. Screening chickpea for iron chlorosis resistance using bicarbonate in nutrient solution to simulate calcareous soils. J. Plant Nutrition. 15:2045-2062.

- CINELLI, F. 1995. Physiological responses of clonal quince rootstocks to iron-deficiency induced by addition of bicarbonate to nutrient solution. *J. Plant Nutrition*. 18(1), 77-89.
- CLEMENS, G., A.SINGER. 1992. Ameliorating Chlorosis-Inducing Soils With Rock Materials of Varying Porosity and Iron Content. *Soil Sci.Soc.Am J.* 56, 807-813.
- COULOMBE, B.A., R.L. CHANEY, and W.J. WIEBOLD. 1984. Use of bicarbonate in screening soybeans for resistance to iron chlorosis. *J. Plant Nutrition*. 7:411-425.
- COX. F.R., VE E.J. KAMPRATH., 1972. Micronutrient Soil Test. in: J.J. MORTVEDT, P.M. GIORDANO, W.L.LINDSAY.(ed.com.). *Micronutrients in Agriculture*. S.S.S.of Amer.Inc. Madison, Wisconsin. USA. p 666. part 13 289-317.
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü. Yayınları No:10, Ankara. pp.213-234.
- ÇELİK, H. 2000. Değişik Çinkolu Gübrelerin Mısır Bitkisinin Kuru Madde verimi ve Kimi Besin Element İçerikleri Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yüksek lisans Tezi. 67.s.
- DANIŞMAN, S. 1981. Akdeniz Bölgesinde Turunçgillerin Yoğun Olarak Yetiştirildiği Toprakların Demir Durumu ve Bu Toprakların Alınabilir Demir Miktarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. *Bahçe*. 10(1):25-36.
- DONAHUE, R.L., 1965. *Soil an Introduction to Soils and Plant growth*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- DUDAL, R. 1977. Inventory of the Major Soils of the World with Special Reference to Mineral Stress Hazards. in M.J. Wright *Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils*. p 3-13.
- ELGALA, A.M., and R.H.MAIER. 1964. Chemical Forms of Plant and Soil Iron as Influenced by Soil Moisture. in: J.J. MORTVEDT, P.M. GIORDANO, W.L.LINDSAY.(ed.com.). *Micronutrients in Agriculture*. S.S.S.of Amer.Inc. Madison, Wisconsin. USA. p 666. part 13 289-317.
- ELİNÇ, F. 1988. Trakya Bölgesi Topraklarının Demir Durumu ve Bu Toprakların Yarayışlı Demir Kapsamlarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. *T.A.E.K. Bilimsel Araştırma ve İnceleme No:16* 40s.
- ELİNÇ, F. 1990. Trakya Bölgesi Topraklarında Farklı Derinlikte Yarayışlı Demir, Mangan, Çinko, Bakır Dağılımı ve Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. *T.A.E.K. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No:25* 33s.
- ERGENE, A. M.T.TOPBAŞ, O.AYDEMİR, ve S. KARAKAPLAN. 1981. Malatya ve Yöresi Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementleri Durumları ile Bölgede



Yetiştirilen Önemli Meyve Çeşitleri Arasındaki ilişkilerin araştırılması. Doğa Bilim Dergisi Seri-D Cilt:5, sayı13, 359-365.

EYÜPOĞLU, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araş. Enst. Yay. Genel Yayın No:220, Teknik yayın No:T-67, Ankara. P 121.

EYÜPOĞLU, F., KURUCU, N. ve TALAZ, S., 1998. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararışlı Bazı Mikroelementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araş. Enst. Müd., Ankara. s.72

FAO. 1990. Micronutrient, Assesment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Silanpaa.Rome p 1-208.

FOLLET, R.F. and LINDSAY, W.L., 1970. Profilo Distribution of Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils:10. pp.79.

GEDİKOĞLU, İ., HATİPOĞLU, F., 1989. Soyada Ortaya Çıkan Demir Klorozu ile Toplam ve Aktif Demir Kapsamları Arasındaki İlişkiler. Toprak İlmi Derneği, 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri. Yayın No:5.

GEZGİN S. VE F.ER. 2001. Relationship Between Total and Active Iron Contents of Leaves and Observed Chlorosis in Vineyards in Konya-Hadm-Alada Region of Turkey. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 32(9&10), 1513-1521.

GHASEMI –FASAEI R., A ROAGHI, M. MAFTAUN, N KARIMAN, AND P.N. SOLTANPOUR. 2003. Influence of Feeddha on Iron- Manganese Interaction in Soybean Genotypes in A Calcareous Soil. Journal of Plant Nutrition. Vol.26, No. 9, 1815-1823.

GREWELLING, T. and PEECH, M., 1960. Chemical Soil Tests. Cornell. Univ. Agr. Expt. Sta. Bull. p.960.

HAKERLERLER, H., E.REXROTH ve W. HÖFNER. 1989. Evaluierung Verschiedener Extraktionsmethoden für Pflanzenverfügbares Eisen zur Ermittlung Fe Versorgungsgrades von Pfirsich (Prunus Persica L.) in Verschiedenen Entwicklungss. Deutsch-Türkische Universitatspartnerschaft im Agrarbereich, 26-30 September 1989 in İzmir.

HATİPOĞLU, F. 1977. Orta Güney Anadolu Bölgesinde Elma Yetiştirilen Yöre Topraklarının Demir Durumu ve Bu Topraklarda Elverişli demir Miktarının belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma (Doçentlik Tezi).

HATİPOĞLU, F. 1981. Orta Güney Anadolu Bölgesinde Elma Yetiştirilen Yöre Topraklarının Demir Durumu ve Bu Topraklarda Elverişli demir Miktarının belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma. Ankara

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 787. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 467.

HEITHOLT, J.J., J.J. SLOAN, C.T. MACKOWN, AND R.I.CABRERA. 2003. Soybean Growth on Calcareous Soil as Affected by Three Iron Sources. Journal of Plant Nutrition 935-948.

HOUBA V.J.G., J.J.VAN DER LEE, I.NOWOZAMSKY and I.WALINGA. 1989. Soil and Plant Analysis A Series of Syllabi. Dept. of Soil Sci.and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural Univ. The Netherlands.

JACKSON, M.L., 1962.Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. Inc. 183 Newyork. 498p.

JOHNSON and YOUNG 1968 Evaluation of EDDHA as an extraction and analytical reagent for assessing available iron in soils, Agronomy Abstracts, p.83

KACAR, B. , 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri:II. Bitki Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:453. Uygulama Kılavuzu 155. A.Ü. Basımevi, Ankara.

KACAR B. 1994. Toprak Analizleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı yayınları no:3. 705p.

KACAR, B. ve A.V.KATKAT. 1998. Bitki Besleme. U.Ü.Güçlendirme Vakfı Yayın No:127. 595 p.

KARAMAN. M.R. 1999. Tokat Yöresinde Şeftali Ağaçlarında Ortaya Çıkan Klorozun Toprak Ve Bitki Analizleri İle İncelenmesi Ve Bu Topraklarda DTPA'da Çözünür Fe. Cu. Zn. Mn Tayinine Toprak neminin etkisi. Tr. J. of Agriculture and Forestry. 23: Ek sayı 3. 707-719

KARAMAN. M.R.. A.R.BROHI. A. İNAL. S. TABAN. 1999. Kelkit Çayından Siltasyon İle Tarıma Kazandırılan Topraklarda Demir- Çinko Gübrelemesinin Fasulye Bitkisinin Büyüme Ve Mineral Besin Elementi Konsantrasyonuna Etkisi. Tr. J. Of Agriculture And Forestry. 23: Ek Sayı 2. 341-348.

KARAMAN. M.R. 2002. Efficiency of Iron and Humate on The Decreasing of Iron Chlorosis in Peach Trees in Tokat Region. 17th WCSS. 14-21 August. Thailand.

KATKAT, A.V., ÖZGÜMÜŞ, A. ve M. KAPLAN, 1989. Buğday Bitkisinde yaprak gübrelemesinin Ürün Miktarı ve Azot Kapsamı üzerine Etkileri. U.Ü. Zir.Fak.Derg. 6:21-27.

KATKAT, A.V., ÖZGÜMÜŞ, A.; BAŞAR, H.; ALTINEL, B. 1994 Bursa Yöresindeki Şeftali Ağaçlarının Demir, Çinko, Bakır ve Manganele Beslenme Durumları. Tübitak Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 18, S. 447-456.

- KATKAT, A.V., ve N., ÖZGÜVEN, 2001. Mısır Bitkisinin Çinko, Demir, Mangan ve Bakır İçerikleri Üzerine Toprağa Artan Miktarlarda Verilen Çinkonun Etkisi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 15.S. 191-206.
- KATYAL, J.C.; B.D. SHARMA. 1980. A New Technique of Plant Analysis to Resolve Iron Chlorosis. *Plant Soil*. 55, 105-119.
- KELLOG, C.E., 1952. *Our Garden Soils*, The Macmillan Company, Newyork, 92 p.
- KÖSEOĞLU A.T. ve V. AÇIKGÖZ. 1995. Determination Of Iron Chlorosis With Extractable Iron Analysis in Peach Leaves. *Journal Of Plant Nutrition*. 18(1):153-161.
- KPARMWANG, T., V.O. CHUDE, and I.E ESU. 1995. Hydrochloric Acid and DTPA Extractable and Total Iron and Manganese in Basaltic Soil Profiles of the Nigerian Savana. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*. 26 (17&18), 2783-2796.
- LANG, J.H.; D.WM.R.REED. 1987. Comparison of HCl Extraction Versus Total Iron Analysis for Iron Tissue Analysis. *J.of Plant Nutr*. 10(7)795-804.
- LINDSAY, W.L. and NORVELL, W.A. 1969 Development of a DTPA Micro Nutrient Soil Test, *Agronomy Abstracts*, s.84
- LINDSAY, W.L. and NORVELL, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cd. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc*. 42:421-428.
- LLORENTE, S., A.LEON, A. TORRECILLAS, and C. ALCARAZ., 1976. Leaf Iron Fractions and Their relation with Iron Chlorosis in Citrus. In: Köseoğlu, A.T. 1995. Effect of Iron Chlorosis on Mineral Composition of Peach Leaves. *J. Plant Nutrition*. 18(4):765-776.
- LOOP, E. A. FINCK. 1984. Total Iron as a Ueful Index of the Fe Status of Crops. *J.of Plant Nutr*. 7 (1):69-79.
- LOUE, A., 1968. Diagnostic Petolarie de Prospection. Etudes sur la Nutrition et la Fertilasition Potasiques de la Vigne. *Socie'te commerciale des Potasses d'Alsaee Services Agronomiques* , 31-41.
- McLaughlin, M.J., B.A.Zarcinas, D.P.Stevens ve N.Cook. 2000. Soil Testing for heavy Metals. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, 31(11-14):1661-1700.
- McLEAN E.O., M.R.HEDDLESON and R.L.HALLOWAYCHUK. 1958. Aluminium in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc*. 22:382-387.
- McLEAN, K.S. and LANGILLE, W.M., 1976. The Extractable Trace Element Content of Acid Soil and the Influence of pH, Organic Matter and Clay Content. *Commun. In Soil Sci. and Plant Anal*. 7, 777-784.

- MENGEL, K ve G. GEURTZEN. 1986. Iron Chlorosis on Calcareous Soils: Alkaline Soil Conditions as the Cause of for the Chlorosis. *J.Plant Nutr.* 9:161-173.
- MENGEL K., R. PLANKER, and B. HOFFMANN.1994. Relationship Between Leaf Apoplast pH and Iron Chlorosis of Sunflower. *Journal of Plant Nutrition.* 17(6),1053-1065.
- MIILER, G.W., J.C.PUSHNIK, and G.W.WELKIE. 1984. Iron Chlorosis, a World Wide Problem, the Relation of Chlorophyll Biosynthesis to Iron. *J.Plant Nutr.* 7(1-5):1-22.
- MISRA, S.G.ve P. PANDE, 1974. Evaluation of a Suitable Extractant for Available Iron in Soils. *Indian J.Agric.Sci.* 44(12) 865-870.
- MOHAMMAD, MJ.; H. NAJIM.; S. KHRESAT. 1998. Nitric Acid and O-Phenanthaoline Extractable Iron for Diagnosis of Iron Chlorosis in Citrus Lemon trees. *Commun. in Soil.Sci.and Plant Anal.* 29(7-8) 1035-1043.
- MOLTAY, İ., 1979. Bursa Bölgesinde Yetiştirilen J.H. Hale Çeşidi Şeftalilerin Besin Elementleri İçeriği, Bu Elementlerin Mevsime ve Konum Yerlerine Göre Değişimi Üzerinde Araştırmalar (Uzmanlık Tezi). Yalova Bahçe Kültürleri Araş. Ens.
- NIKOLIC, M., and R. KASTORI. 2000. Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine. *23(11&12):1619-1627.*
- OLSEN, S.R., COLE, C.V., WATANABE, F.S. and DEAN, H.C., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Cir. 939, Washington D.C.
- OLSEN, S.R. and L.A.DEAN. 1965. Phosphorus. Ed. C.A. Black. *Methods of Soil Analysis Part 2.* Amer.Soc. of Agr. Inc. Pub. Madison Wisconsin. USA. 1035-1049.
- OLSON, R.V. 1965. Iron. In: J.J. MORTVEDT, P.M. GIORDANO, W.L.LINDSAY.(ed.com.). *Micronutrients in Agriculture.* S.S.S.of Amer.Inc. Madison, Wisconsin. USA. p 666. part 13 289-317.
- OLSON, R.V., AND C.W. CARLSON. 1950. Iron Chlorosis of Sorghums and Trees As Related to Extractable Soil Iron and Manganese. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 14:109-112.
- OSERKOWSKY, J. 1933. Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic leaves. *Plant Physiol.* 8:449-468.
- ÖZBEK, N.1969. Akdeniz Turuncgiller Bölgesinde Portakal Bahçelerinde Ortaya Çıkan Mikro Besin Maddeleri Noksanlıklarının Teşhisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 19:851-879.

- ÖZBEK, V. ve ÖZGÜMÜŞ, A. 1998. Farklı Çinko Uygulamalarının Değişik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Bazı Verim Kriterleri Üzerine Etkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, Eskişehir. p 183-190.
- ÖZGÜMÜŞ, A. 1988 Bursa Yöresindeki Şeftali Ağaçlarında Görülen Klorozun Bitki ve Toprak Analizleri ile İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Yayınları No: 7-016-0176 Bursa. S.21.
- ÖZGÜVEN, N. 2000. Bursa İli Topraklarının Yarayışlı Çinko Durumu ve Bu Topraklarda Çinko Miktarlarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. S.100 .
- ÖZGÜVEN, N., ve A.V. KATKAT, 2001a. Bursa İli Topraklarının Yarayışlı Çinko Durumu ve Bu Topraklarda Çinko Miktarlarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 15.S. 177-190.
- ÖZGÜVEN, N., ve A.V. KATKAT, 2001b. Artan Miktarlarda Uygulanan Çinkonun Mısır Bitkisinin Verim ve Çinko Alımı Üzerine Etkisi. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 15. S. 85-97.
- ÖZTÜRK, O.; H. BAŞAR; A. ÖZGÜMÜŞ.; A.V.KATKAT.; B. ALTINEL. 1996. Bursa Yöresinde Şeftali Ağaçlarında Görülen Mikrobesein Maddeleri Noksanlıklarının Teşhisi ve Tedavisi. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müd.Eskişehir Araştırma Ens. Müd. Yayınları Genel Yayın No :239, Rapor Seri No:187.59 s.
- PIZER, N.H., 1967. Some Advisory Aspect. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No:14:184.
- PRATT, P.F., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agronomy Series, No:9, Madison, Wisconsin, USA.
- RASHID, A. ve J. DIN. 1992. Differential Susceptibility of Chickpea Cultivars to Iron Chlorosis Grown on Calcareous Soils of Pakistan. J. Indian Soc. Soil Sci. 40:488-492.
- ROMERA F.J., E.ALCANTARA and M.D. LA GUARDIA. 1991. Characterization of the Tolerance to Iron Chlorosis in Different Peach Rootstocks Grown in Nutrient Solution. Plant and Soil. Kluwer Acad. Pub. 130: 115-119.
- SAATÇI, F. 1984. Toprak İlmi Ege Üniv. Ziraat Fak. Teksir No:1-II. Bornova İzmir. 346s.
- SAATÇI, N. ve B. YAĞMUR. 2000. Relationships Between the Concentrations of Iron, Macro and Micro Nutrients in Satsuma Mandarine Leaves. J.Plant Nutr. 23(11&12)1745-1750.

- SAHU, M.P. ve H.G. SINGH. 1987. Effect of Sulphur on Prevention of Iron Chlorosis and Plant Composition of Groundnut on Alkaline Calcareous Soils. J.Agric. Sci. (UK) 109:73-77.
- SHAHANDEH, H. HOSSNER LR.,AND TURNER FT. 1994. A Comparison of Extraction Methods for Evaluating Fe and P in Flooded Rice Soils. Plant and Soil. 165(2):219-225.
- SHI Y., D.H.BYRNE and D.W.REED. 1993. Influence of Bicarbonate Level on Iron Chlorosis Development and Nutrient Uptake of the Peach Rootstock Montclar. Journal of Plant Nutrition. 16(9), 1675-1689.
- SHIBLI, R.A., M. J. MOHAMMAD, AND Z.I. AJLOUNI. 2002. Growth and Micronutrient Acquisition of in Vitro Grown Bitter Almond and Sour Orange in Responce to Iron Concentration From Different Iron Chelates. Journal of Plant Nutrition, 25(7), 1599-1606.
- SINGH, C.P., R.N. PRASAD, H.SİNHA, and B. PRASAD. 1977. Evaluation of Different Extractants for the Determination of Available Cu, Mn, and Fe in Calcareous Soils. in: ELİNÇ, F. 1988. Trakya Bölgesi Topraklarının Demir Durumu ve Bu Toprakların Yarayışlı Demir Kapsamlarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. TAEK Bilimsel Araştırma ve İnceleme No:16 40s.
- SOIL SURVEY MANUAL, 1951. U.S. Department of Agriculture Hand Book. 18:235p.
- SOLTANPOUR P.N. and A.P.SCHWAB. 1977. A New Soil Test for Simultaneous Extraction of Macro and Micronutrients in Alkaline Soils. Commun. in Soil Sci.and Plant Anal. 8(3):195-207.
- SÖNMEZ, S., ve M. KAPLAN. 2004. Comparison of various analysis methods for determination of iron chlorosis in apple trees. J. Plant Nutrition. 27(11):2007-2018.
- TABAN, S. ve C. TURAN. 1987. Değişik Miktarlardaki Demir ve Çinkonun Mısır Bitkisinin Gelişmesi ve Mineral Madde Kapsamı Üzerine Etkileri. Doğa Tu. Tar. ve Orm. Der. 11, 2, 448-456.
- TARIST 1994. Deneme Değerlendirme Paketi (sürüm 4.0). Seri No: A1001. Ege Or. Arş. Ens. Karşıyaka/İzmir- E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Bornova.
- TIWARI R.C. and B.M. KUMAR. 1982. A Suitable Extractant for Assessing Plant Available Copper in Different Soils. Plant And Soil. 68:131-134.
- TRIERWEILLER J.F. and W.L. LINDSAY. 1969. EDTA-Ammonium Carbonate Soil Test for Zinc. Soil Sci. Soc. Am. J. 33:49-54.

- TURAN C., G. ÇELEBİ, R. YALÇIN, B.KACAR S. TABAN. 1989. Antalya Kıyı Bölgesi Topraklarının Mikro Element Durumu Ve Bu Topraklarda Fe, Mn, Zn Ve Cu Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemlerin Karşılaştırılması. Türk Tarım ve Ormancılık dergisi Cilt 13, Sayı 3b Sayfa 1294-1306.
- URRESTARAZU, M. SANCHEZ, A., ALVARADO, J., 1994. Iron indices and micronutrients in deciduous fruit trees. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25(9-10), 1685-1701.
- ÜNAL, H. ve BAŞKAYA, H.S., 1981. Toprak Kimyası. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:759. Ders Kitabı:218.
- YALÇIN, S.R. ve S. USTA. 1992. Çinko Uygulamasının Mısır Bitkisinin Gelişmesi İle Çinko, Demir, Mangan ve Bakır Kapsamları Üzerine Etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt:41:1-2, 195-204.
- YANAI M., M. UWASAWA AND Y. SHIMIZU. 2000. Development of a new multinutrient extraction method for macro and micro nutrients in arable land soil. Soil Science and Plant Nutrition. 46(2) 299-313.
- YOKAŞ İ., R. KILINÇ ve İ.KOVANCI. 1989. Toprağa uygulanan P, Fe, Zn ve Organik maddenin bitkideki toplam demir kapsamına etkileri. Toprak İlimi Derneği 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri. Yayın No: 5. Ankara.
- WALLACE, A., and O.A. LUNT. 1960. Iron Chlorosis in horticultural Plants. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 75:819-841.
- ZOHLLEN, A. 2002. Chlorosis in Wild Plants: Is It a Sign of Iron Chlorosis. J.Plant Nutr. 25(10): 2205-2228.

## TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan ve çalıŐmalarımın her aŐamasında yardımını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam sayın Prof. Dr. Vahap KATKAT'a, araştırma sũresi boyunca ilgi ve yardımlarını gœrdũđũm sayın Prof. Dr. Haluk BAŞAR ve Sayın Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY'a, toprak œrneklelerinin alınma ve taŐınma aŐamasında ara desteği sağlayan Bursa İl Tarım Mũdũrlũđũ, İznik, Orhangazi, M.Kemalpaşa, Karacabey İlçe Tarım Mũdũrlũđũ personellerine, toprak œrneklelerinin alınma aŐamasında œnek noktalarının bulunmasında ve ulaŐımın sağlanmasında yardımlarını gœrdũđũm İl Tarım Mũdũrlũđũ personellerinden Hulusi KURGUN ve Tamer ATA'a, toprak ve yaprak œrneklelerinin alınmasında, denemenin hasadında yardımlarını gœrdũđũm Araş. Gœr. M. Ali TURAN'a, denemenin kurulumunda, laboratuvar çalışmalarında ve hasadında destek olan BarıŐ Bũlent AÇIK'a, laboratuvar çalışmalarında, denemenin kurulum ve yũrũtũlme aŐamalarında yardımlarını gœrdũđũm Araş.Gœr Serhat GũREL'e, ve Hilal DEVECİLER'e, denemenin hasadında yardımlarını gœrdũđũm Araş. Gœr. Yasemin ARSLAN'a tez çalıŐmam boyunca beni sabırla destekleyen ve yardımlarını gœrdũđũm eŐim Ziraat Yũksek Mũhendisi Refia ÇELİK'e ve tũm bœlũm personeline, teŐekkũr ederim.



## ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk öğrenimini Eskişehir ve Diyarbakır’daki ilkokullarda tamamladıktan sonra 1991 yılında Ankara Atatürk Anadolu Lisesinden mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü kazandı. 1995 yılında mezun olduktan sonra Yüksek Lisans eğitime başladı. Aynı zamanda 17 ay süre ile özel bir tarım firmasında Ziraat Mühendisi olarak çalıştı. Tez aşamasındayken Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde açılan Araştırma Görevliliği sınavını kazandı. 2000 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamlayarak Doktora’ya başladı. Halen aynı Üniversitede Araştırma Görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.