

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



**BALIKESİR İLİ MERKEZ İLÇELERİNİN FARKLI
MAHALLELERİNDEKİ CEVİZ BAHÇELERİ TOPRAKLARININ BAZI
BESİN ELEMENTLERİNİN BİRLİKTE EKSTRAKSİYONUNDA
KULLANILABİLECEK EN UYGUN YÖNTEMLERİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EBRU ULUTAŞ

BALIKESİR, KASIM - 2015

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



BALIKESİR İLİ MERKEZ İLÇELERİNİN FARKLI
MAHALLELERİNDEKİ CEVİZ BAHÇELERİ TOPRAKLARININ BAZI
BESİN ELEMENTLERİNİN BİRLİKTE EKSTRAKSİYONUNDA
KULLANILABİLECEK EN UYGUN YÖNTEMLERİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EBRU ULUTAŞ

BALIKESİR, KASIM - 2015

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ebru ULUTAŞ tarafından hazırlanan “BALIKESİR İLİ MERKEZ İLÇELERİNİN FARKLI MAHALLELERİNDEKİ CEVİZ BAHÇELERİ TOPRAKLARININ BAZI BESİN ELEMENTLERİNİN BİRLİKTE EKSTRAKSİYONUNDA KULLANILABİLECEK EN UYGUN YÖNTEMLERİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 12.11.2015 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

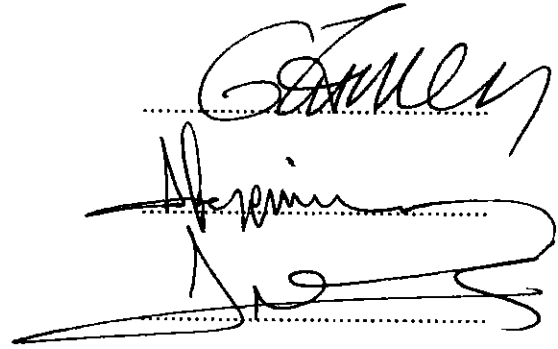
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Gülendım TÜMEN

Üye
Prof. Dr. Sait GEZGİN

Üye
Prof. Dr. Fatih SATIL



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

**BALIKESİR İLİ MERKEZ İLÇELERİNİN FARKLI
MAHALLELERİNDEKİ CEVİZ BAHÇELERİ TOPRAKLARININ BAZI
BESİN ELEMENTLERİNİN BİRLİKTE EKSTRAKSİYONUNDA
KULLANILABİLECEK EN UYGUN YÖNTEMLERİN BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
EBRU ULUTAŞ
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLENDAM TÜMEN)**

BALIKESİR, KASIM - 2015

Bu araştırma, toprakta bitkilere elverişli formda bulunan, makro (K, P, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Cu, Zn, Mn) besin elementlerinin tek bir ekstraksiyon çözeltisi ile alınması ve ICP-OES cihazı ile bir defada analiz edilmesi ve bu metotlardan, toprak analiz laboratuvarlarında kullanılan rutin (klasik) metotlarla yüksek korelasyon verenlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, Balıkesir ili merkez ilçelerinin farklı mahallerindeki ceviz bahçelerinden 20 adet toprak örneği toplanmıştır. Bu örneklerde elverişli makro ve mikro besin elementleri, standart analiz metotları ve çok sayıda elementi ekstrakte edebilen, Mehlich III, amonyum bikarbonat -DTPA (AB-DTPA), modifiye edilmiş Morgan, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Japon Yanai metodu ile ekstrakte edilerek ICP-OES cihazında belirlenmiştir. Toprak örneklerinde fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn)'nun standart metotlarla belirlenen miktarları ile Mehlich-III, modifiye edilmiş morgan, Amonyum bikarbonat-DTPA (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Japon Yanai ekstraksiyon metotlarıyla belirlenen miktarları arasında istatistiki olarak önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu önemli pozitif ilişki, söz konusu elementlerin topraklarda ayrı ayrı standart metotlarla belirlenmesi yerine hepsinin bir defada söz konusu çoklu ekstraksiyon metotlarından birisiyle belirlenebileceğinin göstergesi olabilir.

ANAHTAR KELİMELEER: Toprak analizi, Çoklu ekstraksiyon metodu, Mehlich-III, AB-DTPA, AAAc-EDTA, Modifiye Edilmiş Morgan ve Japon Yanai

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE MOST SUITABLE METHODS FOR THE EXTRACTION OF SOME NUTRIENTS OF THE SOILS AT WALNUT ORCHARDS IN DIFFERENT VILLAGES OF THE CENTRAL DISTRICTS OF BALIKESİR PROVINCE

MSC THESIS

EBRU ULUTAŞ

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

BIOLOGY

(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLENDAM TÜMEN)

BALIKESİR, NOVEMBER 2015

This research was conducted to extract available soil macro (K, P, Ca, Mg) and micro (Fe, Cu, Zn, Mn, B) nutrients using single extraction solution (multinutrient extract solution) and to analyse by ICP –OES equipment while determining correlation coefficients between this method and classical other laboratory analysis methods in routine. In total 20 soil samples were collated from walnut orchards in different villages of the central districts of Balıkesir province. Soil available macro and micro nutrients were determined by ICP-OES after extraction of the samples by Mehlich-III, ammonium bicarbonate -DTPA (AB-DTPA), and modified Morgan methods, acid ammonium acetate-EDTA (AAAc-EDTA) and Japanese Yanai extraction methods. Statistically significantly positive correlation coefficients were found between the classical standard methods and this method, in terms of the amount of macro (K, P, Ca, Mg) and micro (Cu, Zn, Mn) nutrients. This is a significant positive relationship, an indication for safely using one of the multiple extraction methods rather than the standard method for the determination of these elements in the soil.

KEYWORDS: Soil analysis, multiple extraction method, Mehlich III, AB-DTPA, AAAC-EDTA, modified Morgan and Japanese Yanai.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1 Materyal.....	12
3.1.1 Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	12
3.2 Yöntem.....	13
3.2.1 Standart (Rutin) Analiz Yöntemleri.....	13
3.2.2 Çoklu Ekstraksiyon Yöntemleri.....	14
3.2.2.1 Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu.....	14
3.2.2.2 Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu.....	15
3.2.2.3 Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi(AB-DTPA).....	16
3.2.2.4 Asit Amonyum Asetat –EDTA (AAac-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi.....	17
3.2.2.5 Japon Yanai Ekstraksiyon Yöntemi (Japon Yanai).....	17
3.2.3 İstatistik Analiz.....	17
4. BULGULAR.....	18
4.1 Araştırma Topraklarının Bazı Genel Özellikleri.....	18
4.2 Araştırma Topraklarının Elverişli Fosfor Miktarları.....	20
4.3 Araştırma Toprakların Elverişli Potasyum Miktarları.....	24
4.4 Araştırma Toprakların Elverişli Magnezyum Miktarları.....	29
4.5 Araştırma Toprakların Elverişli Kalsiyum Miktarları.....	34
4.6 Araştırma Topraklarının Sodyum Miktarları.....	38
4.7 Araştırma Toprakların Elverişli Demir Miktarları.....	39
4.8 Araştırma Toprakların Elverişli Bakır Miktarları.....	43
4.9 Araştırma Toprakların Elverişli Mangan Miktarları.....	47
4.10 Araştırma Toprakların Elverişli Çinko Miktarları.....	51
4.11 Araştırma Toprakların Elverişli Bor Miktarları.....	55
4.12 Araştırma Toprakların Elverişli Kükürt Miktarları.....	57
5. TARTIŞMA.....	60
6. SONUÇ.....	63
7. KAYNAKLAR.....	64

ŒEKİL LİSTESİ

Sayfa

Œekil 3.1 Toprak 3rneęi alınan ceviz bahçelerinin yerlerini gösterir harita..... 13

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: ABD'nin Kuzeydoğu Bölgesindeki eyaletlerde toprak analizlerinde yaygın olarak kullanılan ekstrakt çözeltileri.....	9
Tablo 4.1: Toprakların Standart (Rutin) Toprak Analiz Yöntemleri ile belirlenen bazı özellikleri	19
Tablo 4.2: Toprakların Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu ile belirlenen bazı özellikleri.....	21
Tablo 4.3: Toprakların elverişli fosfor miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).....	22
Tablo 4.4: Toprakların Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu ile belirlenen bazı özellikleri	25
Tablo 4.5: Toprakların elverişli potasyum miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r)	27
Tablo 4.6: Toprakların Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi(AB-DTPA) ile belirlenen bazı özellikleri.....	30
Tablo 4.7: Toprakların elverişli magnezyum miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r)	32
Tablo 4.8: Toprakların elverişli kalsiyum miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r)	35
Tablo 4.9: Toprakların Asit Amonyum Asetat- EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bazı özellikleri.....	39
Tablo 4.10: Toprakların Japon Yanai Yöntemi ile belirlenen bazı özellikleri.	40
Tablo 4.11: Toprakların elverişli demir miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).....	41
Tablo 4.12: Toprakların elverişli bakır miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).....	45
Tablo 4.13: Toprakların elverişli manganez miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r)	49
Tablo 4.14: Toprakların elverişli çinko miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).....	52
Tablo 4.15: Toprakların elverişli bor miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).....	56
Tablo 4.16: Toprakların elverişli kükürt miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).....	58

SEMBOL LİSTESİ

AAAc-EDTA	:	Asit amonyum asetat -EDTA ekstraksiyon yöntemi
AB-DTPA	:	Amonyum bikarbonat -DTPA ekstraksiyon yöntemi
B	:	Bor elementi
Ca	:	Kalsiyum elementi
CHCOOH	:	Asetik asit
Cu	:	Bakır elementi
EDTA-aa	:	EDTA-asit amonyum asetat yöntemi 4
Fe	:	Demir elementi
HCl	:	Hidroklorik asit
ICP-OES	:	İndükleyici çift plazma optik emisyon spektrometre cihazı
K	:	Potasyum elementi
KCl	:	Potasyum klorür
Mehlich III	:	Mehlich III ekstraksiyon yöntemi
Mg	:	Magnezyum elementi
Mn	:	Mangan elementi
P	:	Fosfor elementi
S	:	Kükürt elementi
Zn	:	Çinko elementi

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinde fikir ve önerilerini aldığım çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Gülendem TÜMEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam aşamasında katkı ve yorumlarını engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen sayın Prof. Dr. Sait GEZGİN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmamın analiz aşamasında Balıkesir Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezine, Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma İstasyonu Müdürlüğüne ve Dr. Mehmet Ali GÜRBÜZ'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Dr. Feyzullah Tokay'a ve Ferit KARANFİL'e teşekkür ederim.

Beni her konuda destekleyen ve her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürler.

Tez dönemim boyunca gösterdiği sabır ve hoşgörüyü için değerli hayat arkadaşım sevgili eşim Ozan ULUTAŞ'a desteğinden dolayı şükranlarımı sunarım.

Son olarak bu çalışmayı biricik kızım Azra ULUTAŞ'a ithaf ediyorum.

1. GİRİŞ

Tarımda bitkisel üretim bütün insanlık ve ülkemiz için çok büyük bir öneme sahiptir. Bitkisel üretim bütün insanların beslenmesi açısından çok önemli olması yanında üretim ile iştigal eden çiftçilerimiz için de ekonomik gelir sağlama yönüyle çok önemlidir. Bu nedenle bitkisel üretimde amaç birim alandan kaliteli en yüksek verimi almaktır. Bitkisel üretimde kaliteli en yüksek verimin elde edilmesi sertifikalı tohum kullanımı, bitki hastalık ve zararlıları ile mücadele, sulama, uygun mekanizasyon kullanımı, dengeli beslenmesi ve gübrelenmesi gibi kültürel işlemler, iklim faktörleri ve toprak özelliklerine bağlıdır. Dengeli beslenme ve gübreleme bu faktörler içinde çok önemli bir yere sahiptir. Çünkü bitkiler yetişebilmesi için topraktan azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, çinko, mangan, bakır, bor, molibden ve klor olmak üzere 13 adet besin elementini yeterli miktarlarda almak zorundadırlar. Bu nedenle bitkilerin dengeli beslenebilmesi ve gübrelenebilmesi için öncelikle toplardaki söz konusu elementleri uygun metot veya metotlar kullanarak belirlenmesi gerekir.

Geçen yüzyılın ortalarında topraklardaki yaygın besin elementleri belirlenirken, kimyasal analiz yöntemleri sınırlı olduğu için her bir besin elementine uygun ekstraksiyon ve analiz yöntemleri kullanılıyordu. Analiz tekniklerindeki gelişmeler ile, çok sayıda besin elementinin aynı çözeltide belirlenmesi mümkün olmuştur. Bu durumda, makro ve mikro besin elementlerinden azot dışındakiler, universal veya çok besinli ekstrakte ediciler kullanılarak ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optic Emission Spectrometer) cihazlarında analiz işlemleri yapılabilmektedir

Çoklu element ekstraksiyonu ile toprak analizi yapmanın temel iki faydası vardır. Birincisi, bir defa ekstraksiyon yaparak çok sayıda bitki besin elementini aynı çözeltide belirleme imkânı sağladığından işgücü ve zaman bakımından çok pratiktir. İkincisi ise, rutin analizlerde birkaç besin elementi tayin edilirken, bu tür ekstraksiyonda makro ve mikro besin elementlerinin topraktan alınanlarının bir ikisi dışında tamamını belirleme imkânı sunmasıdır.

Çoklu ekstraksiyondan beklenen pratik sonuçların alınabilmesi için, laboratuvarında, çözeltiliye alınan besin elementlerini hassas bir şekilde ve geniş bir aralıkta belirlemeye imkân veren bir ICP-OES cihazının bulunması gerekmektedir.

Toprakta bulunan yarayırlı besin elementlerinin ekstraksiyonu ve analizi için çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Bu araştırmaların bir disiplin içinde yürütülmesi ve başarılı sonuç alınabilmesi için aşağıdaki sorulara cevap vermesi gerektiğı Bray (1949) tarafından ifade edilmiştir.

- a. Kullanılan ekstraksiyon yöntemi ile, bitkiye yarayırlı besin maddesinin tamamı ya da büyük bir bölümü belirlenebilmelidir.
- b. Çözeltiliye geçen bitki besin maddeleri kuşkuyla yer bırakılmayacak şekilde doğru olarak belirlenmelidir. Ekstraksiyon yöntemi birinci maddede belirtilen hususu yerine getiremiyorsa, bu maddenin yerine getirilmesinin bir yararı olmaz.
- c. Yöntemin maliyeti ucuz, uygulanması kolay ve hızlı olmalıdır. Ancak hızlı ve kolay bir metot uygulayacağız diye, sonuçların doğru bir şekilde alınması feda edilmemelidir.

Toprak analiz metotlarının ve toprak ekstraktlarının dünü, bugünü ve geleceğini konu alan makalesinde Jones ve Benton (1998) Amerika Birleşik Devletlerinde 1940'larda başlayan ve günümüze kadar kullanılan toprak ekstrakt metotlarını değerlendirmiştir. Özellikle çok sayıda elementin analizlerinin aynı anda yapılabilmesi ve bunlardan birincisi olan ICP-OES cihazlarının kullanılmasıyla, Mehlich-III ve Amonyum Bikarbonat-DTPA gibi çok sayıda elementin ekstraksiyonunun yapılabildiğı ekstrakt metotlarının benimsenmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Bu çalışma, Balıkesir ili merkez ilçelerinin farklı mahallelerinde bulunan ceviz bahçelerinin topraklarının makro (K, P, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Cu, Zn, Mn) besin elementlerinin analizleri için standart klasik metotlar yerine çoklu ekstraksiyon metotlarından Mehlich-III, modifiye edilmiş morgan, amonyum bikarbonat-DTPA (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Japon Yanai metotlarının kullanılıp kullanılmayacağını belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Balıkesir ilinin toprak yapısı göz önüne alındığı zaman sekiz farklı sınıf ile karşılaşılmaktadır. Balıkesir'de I-IV. sınıf araziler toplamı 333.973 ha olup, bunun 281.439 ha.ı ekilebilir arazidir ve genelde tarım bu araziler üzerinde yapılmaktadır.

V-VIII. sınıf araziler toplamı 1.087.831 ha olup bu araziler işlemeli tarıma uygun olmadığı halde yer yer işlemeli tarım yapılsa da genellikle zeytinlikler ve orman hakimdir. Tarım alanlarından sonra gelen orman ve mer'a alanları VI. ve VII.sınıf araziler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Kullanma kabiliyet sınıfları sekiz adet olup, arazi zarar ve sınırlandırmaları I.sınıftan VIII.sınıfa doğru giderek artmaktadır.

SINIF - I:

Topografya düz veya düze yakın (%0-2)'dir. I. Sınıf arazilerin kapladığı alan 46.146 ha olup il yüzölçümünün %3'ünü teşkil etmektedir. I. Sınıf arazilerin 33.590 ha.1 alüvyal topraklar, 10.744 ha.1 kolüvyal topraklar, 1.679 ha.1 kireçsiz kahverengi topraklar, 128 ha.1 kireçsiz kahverengi orman topraklar, 5 ha.ını da diğer toprak çeşitleri oluşturmaktadır.

SINIF- II:

II. sınıf toprakların toplam miktarı 124.953 ha'dır. Bu arazilerin 39.035 ha.1 vertisoller, 29.905 ha.1 alüvyal topraklar, 15.896 ha.1 kireçsiz kahverengi topraklar, 14.410 ha.1 ha.1 kolüvyal topraklar, 12.599 ha.1 rendzinalar, 8.499 ha.1 kahverengi orman toprakları, 4.121 ha.1 kireçsiz kahverengi orman toprakları, 448 ha.1 kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, 40 ha.ını da diğer toprak çeşitleri oluşturmaktadır.

SINIF- III:

III. sınıf araziler 80.595 ha alanı kaplar. Bu arazilerin toprak gruplarına göre dağılımı ise 15.906 ha.1 vertisoller, 14.513 ha.1 kahverengi orman toprakları, 12.825 ha.1 redzinalar, 10.827 ha.1 alüviyal topraklar, 10.454 ha.1 kireçsiz kahverengi orman toprakları, 9.562 ha.1 kireçsiz kahverengi topraklar, 3.590 ha.1 kırmızı kireçsiz akdeniz toprakları, 2.918 ha.1 kolüvyal topraklardır.

SINIF- IV:

IV sınıf araziler ilin 82.279 ha ını kaplamaktadır. IV'üncü sınıf arazilerin toprak gruplarına göre dağılımı ise şöyledir; 20.813 ha kireçsiz kahverengi orman toprakları, 15.663 ha rendzinalar, 15.494 ha kireçsiz kahverengi topraklar, 15.476 ha kahverengi orman toprakları, 9.629 ha vertisoller, 2.514 ha kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, 2.017 ha alüvyal topraklar, 673 ha kolüviyal topraklardır.

SINIF- V:

Hidromorfik alüvyal topraklardan oluşan 672 ha alanı kaplamaktadır.

SINIF- VI:

222.384 ha alanı kaplar ve toprak gruplarına göre dağılımı ise 85.799 ha'ı kireçsiz kahverengi orman toprakları, 48.778 ha'ı kireçsiz kahverengi topraklar, 43.727 ha'ı kahverengi orman toprakları, 32.777 ha'ı rendzinalar, 8.417 ha'ı kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, 1.769 ha'ı alüvyal topraklar, 576 ha'ı yüksek dağ çayır toprakları, 346 ha'ı kolüvyal topraklar, 195 ha'ı kahverengi topraklar şeklindedir.

SINIF- VII:

865.552 ha alanı kaplar. Bu alanların toprak gruplarına göre dağılımı ise 547.917 ha kireçsiz kahverengi orman toprakları, 147.282 ha kireçsiz kahverengi topraklar, 121.551 ha kahverengi orman toprakları, 38.303 ha kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, 7.473 ha rendzinalar, 2.029 ha hidromorfik alüvyal topraklar, 663 ha alüvyal sahil bataklıkları, 219 ha kırmızı kahverengi topraklar, 115 ha yüksek dağ çayır toprakları şeklindedir.

2. KAYNAK ÖZETİ

Toprak bilimciler universal toprak ekstrakte edicileri, “değişik topraklardaki hem makro ve hem de mikro besin elementlerini belirlemek için kullanılan bir tek ekstrakte edici çözelti” olarak tanımlamaktadır (Jones ve Benton, 1990). İlk universal ekstrakte edici, 1941 yılında, onu geliştirenin isminden dolayı Morgan Ekstraksiyon Çözeltisi olarak adlandırılmış hem mineral hem de organik topraklarda kullanım için geliştirilmiştir. 1954 yılında Mehlich, kumlu tekstüre sahip asit topraklarda kullanılması için Çift Asit Çözeltisi olarak da referans gösterilen universal ekstrakte edici çözeltiyi geliştirmiştir. Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon çözeltisi, alkalın topraklarda kullanılması için Sultanpour tarafından 1977 yılında geliştirilmiştir. Wolf (1982) Morgan ekstraksiyon çözeltisine DTPA eklemiş ve bu metodu modifiye etmiştir. 1984’de Mehlich, Mehlich No.3 ekstraksiyon çözeltisi olarak bilinen ve asit topraklarda yaygın olarak kullanılan ekstraksiyon metodunu açıklamıştır. Bütün bu ekstraksiyon çözeltileri ile elde edilen toprak ekstraktlarında, makro ve mikro besin elementleri, ICP-OES cihazları gibi çoklu elementel analiz yapılabilen cihazlar kullanılarak belirlenebilmektedir.

Japonya’da tarım arazilerinde makro ve mikro besin elementlerinin aynı anda ekstraksiyonu için yeni çoklu element ekstraksiyon metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen bu metodda, 0,2 mol L⁻¹ CH₃COOH, 0,25 mol L⁻¹ NH₄Cl, 0,005 mol L⁻¹ CSHS07 (citric acid) ve 0,05 mol L⁻¹ HCl (pH 1,3) ’dan oluşan ekstrakt çözeltisi kullanılmıştır. Bu metod, 30 dk çalkalama ve 1/10 Toprak(g)/ Çözelti(v) oranı ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bor tayini için ise 1/2 toprak/çözelti oranı kullanılmıştır. Konvansiyonel metotlarla bu yeni metod arasında korelasyon katsayıları değerlendirilirken, KCl ile ekstrakte edilebilen NO₃-N, Troug metodu ile Alınabilir P, Semimicro Schollenberger metodu ile değişebilir Ca, Mg ve K, hidrokinon-amonyum asetat ile kolay indirgenen Mn, HCl ile çözülebilir Cu, Zn ve sıcak su ile alınabilir B ekstraksiyon metodları kullanılmıştır. Alınabilir fosfor miktarı 400 mg P₂O₅ kg⁻¹ (Troug metodu)’a kadar olan yerlerde korelasyon katsayısı 0,783***’e kadar düşmüşken, çeltik alanlarından alınan toprak örneklerinde 0,836***’ya ve taban arazilerde 0,878***’e kadar yükselmiştir. Bakır (Cu) volkanik

kül topraklarda 0,983*** ve volkanik olmayan kül topraklarda 0,990***, bor (B) 0,925'den 0,962'ye kadar çıkmıştır (Yanai ve ark., 2000).

Elrashidi ve ark., (2003) topraklardaki on beş elementin aynı anda belirlenmesi için Mehlich-III ve amonyum bikarbonat(AB)-DTPA çoklu elementel ekstraksiyon metotlarını kullanmışlardır. Araştırmacı, "ICP cihazını kullanarak, çok sayıda elementi aynı anda belirlemenin, toprak bilimci ve toprak analiz laboratuvarlarına çekici gelen bir durum" olduğunu ifade etmektedir. Çalışmalarının amacının, Amerika Birleşik Devletlerinin 21 eyaletinden, 30 asidik ve 21 alkalın topraktaki 15 elementin Mehlich-III ve amonyum bikarbonat-DTPA çoklu elementel ekstraksiyon metotlarını kullanarak aynı anda belirlenmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi olduğunu belirtmektedir. Değerlendirme yapılırken, fosfor(P) için, Bray-1 ve Olsen, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K) ve sodyum (Na) için amonyum asetat (NH₄OAc), alüminyum (Al), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), nikel (Ni), kurşun (Pb) ve çinko için sulandırılmış hidroklorik asit (HCl) ve DTPA yöntemleri kullanılmıştır. Mehlich-III veya AB-DTPA yöntemi ile diğer analiz sonuçları arasındaki ilişkilerin araştırılması için tekli ve çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre;

1. Mehlich-III ekstraksiyon metodu, yarayışlı (labil) fosfor için bütün topraklarda iyi sonuç verirken, AB-DTPA ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen fosfor sonuçları alkalın topraklar için güvenilir olmuştur.
2. Mehlich-III ekstraksiyon metodu, bütün topraklarda Ca, Mg, K ve Na için uygun sonuçlar verirken AB-DTPA ekstraksiyon yönteminden, Ca için uygun sonuçlar alınamamıştır.
3. Bütün topraklarda bu iki ekstrakt yöntemi, Al, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn elementleri için uygun ekstraksiyon yöntemi olarak uygun bulunmuştur. Toprakların çoğunda Co ve Cr eser miktarda olduğu bilindiğine göre, en az 13 elementin aynı anda belirlenmesi için Mehlich-III ekstraksiyon metodunun önerilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Rodriquez-Suarez ve ark., (2008) İspanyanın Galiçya Bölgesinde 80 adet asit reaksiyonlu toprak örneğinde, makro ve mikro besinlerini, tekli ve çok sayıda elementi ekstrakte eden çözeltilerle analiz etmiş ve bunları karşılaştırmışlardır. Asit

topraklarda, geleneksel ekstraksiyon çözeltileri olarak; Bray 2 ve amonyum asetat (AAc) yöntemleri, çok sayıda elementi ekstrakte eden çözeltiler olarak ise; etilendiamin tetra asetik asit- amonyum asetat (AAAc-EDTA), amonyum bikarbonat-dietilentriaminpentaasetik asit (AB-DTPA) ve Mehlich-III kullanılmıştır. Her bir besin elementinin geleneksel ekstraksiyon çözeltileri ve çoklu element ekstraksiyon çözeltileri arasındaki ilişkiler linear regresyon analizleri ile değerlendirilmiştir. Bray-2 ve Mehlich-III yöntemi ile belirlenen fosfor (P) arasında kuvvetli korelasyon ($r^2=0,97$, slope=0,87 ve intercept= -0,48) bulunmuştur. EDTA-AAc ve AAc'la belirlenen Ca arasında ($r^2=0,86$) ve benzer sonuç Mg'da ($r^2=0,99$) tespit edilmiştir. Topraktaki Mehlich-III ve EDTA-AAc ekstraksiyonu ile belirlenen Zn konsantrasyonu arasında benzer bir sonuç alınmış, regresyon eğrisinin eğimi 0,95 ($r^2=0,88$) belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, Mehlich-III ve EDTA-AAc çoklu ekstrakte edici çözeltilerin asit topraklarda, yarıyıllık bitki besin elementlerinden P, K, Ca, Mg, Cu, Zn ve Fe miktarının belirlenmesi için uygun çözeltiler olduğunu göstermiştir.

Schroder ve ark., (2009) bitki besin elementlerinin ekstraksiyonu için evrensel bir metot olarak Mehlich-III metodunun laboratuvarlar arasında elde edilen sonuçlara göre geçerliliğini inceledikleri çalışmalarında, Mehlich-III metodunun geniş bir pH aralığında, bitkiye yarıyıllık fosforun ekstraksiyonunda yaygın bir şekilde kullanıldığını belirtmektedirler. Bu metodun, pek çok laboratuvarla, bitkiye yarıyıllık çok sayıda elementin aynı anda belirlenmesi için kullanıldığını ifade etmektedirler. Bununla birlikte fosfor dışında, laboratuvarlar arasında ve içinde istatistiksel olarak yeterince geçerli sonuçlar alınamadığı görüşündedirler. Bu çalışmanın amacının, farklı özelliklerdeki topraklarda, farklı besin elementi analizlerinin tekrarlanabilirliğini (laboratuvar içindeki performans) ve yenilenebilirliğini (laboratuvarlar arasındaki performans) belirlemek olduğunu ifade etmektedirler. 23 yerli ve uluslararası laboratuvarla, 11 toprak örneğinde, öncelikle K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe ve Cu analizleri, üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Örnekler, kaşıkla hacimsel olarak, ağırlık olarak ve hem hacim ve hem de ağırlık olarak alınarak ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraktlardaki değişik besin elementleri, katılımcı laboratuvarlar da ICP-OES cihazlarında belirlenmiştir. Laboratuvar içindeki tekrarlanabilirlik ve laboratuvarlar arasındaki yenilenebilirlik değerlendirmesi için, nisbi standart sapma değerleri hesaplanmış ve Horwitz Oranı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Mehlich-III metodu Ca ve Fe dışındaki P, K, Mg, Zn, Mn ve

Cu elementleri yönünden hacim ve ağırlık ölçülerinin her ikisi ile de uyumlu sonuçlar vermiş ve standart metot olarak kullanılabilceği kanaatine varılmıştır. Ca ve Fe bakımından ise sorunun asıl nedeninin bu iki elementi bazı toprakların fazla miktarda içermesinin olduğunu ve bu tür topraklarda ayrıca çalışılması gerektiğini ifade etmektedirler.

Xiao (2009) toprak laboratuvarlarında yapılan testlerle ilgili bir çalışmasında, Amerika Birleşik Devletleri'nin Kuzeydoğu Bölgesinde toprak analizlerinde kullanılan ekstraksiyon metotlarını vermiştir. Bu metotlara ait bilgiler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: ABD'nin Kuzeydoğu Bölgesindeki eyaletlerde toprak analizlerinde yaygın olarak kullanılan ekstrakt çözeltileri.

Eyalet	Makro Besin		Mikro Besin		NO ₃ -N
	Elementleri (P, K, Ca, Mg)	Elementleri (Mn, Cu, Zn)	Bor	SO ₄ -S	
Connecticut	Modified Morgan	DTPA	N/A	N/A	0.01 M CaSO ₄
Delaware	Mehlich-I	Mehlich-I	Mehlich-III	Mehlich-III	0.04M (NH ₄) ₂ SO ₄
Maine	Modified Morgan	Modified Morgan	Sıcak su	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Su
Maryland	Mehlich-I	Mehlich-I	Sıcak su	KH ₂ PO ₄	NaOAc
Massachusetts	Morgan	Morgan	N/A	N/A	Morgan
New Hampshire	Mehlich-III	Mehlich-III	Sıcak su	N/A	0.01M CaCl ₂
New Jersey	Mehlich-III	Mehlich-III	Mehlich-III	N/A	0.5M NaCl
New York	Morgan	Morgan	Sıcak 0.125% BaCl ₂	N/A	Morgan
Pennsylvania	Mehlich-III	Mehlich-III	N/A	N/A	0.04M (NH ₄) ₂ SO ₄
Rhode Island	Mehlich-I	Mehlich-I	N/A	N/A	Su
Vermont	Modified Morgan	Modified Morgan	Modified Morgan	N/A	0.01M CaSO ₄
West Virginia	Mehlich-I	0.1 M HCl	N/A	N/A	N/A

N/A = Mevcut değil

Tablo 2.1'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, makro ve mikro besin elementlerinin ekstraksiyonunda, bizim şu anda kullandığımız ekstraksiyon yöntemlerinden çok azı (DTPA ile Cu, Mn, Zn ve sıcak su ile Bor) kullanılmakta, çoğu analiz Modifiye Morgan, Morgan, Mehlich-III gibi çoklu besin elementi ekstrakte ediciler kullanılmaktadır.

Matula (2009) arpa bitkisi için besinlerin yarayırlılığı ve çok besin elementi analizi yapılabilen toprak testleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmacı saksı ortamında yürüttüğü bu çalışmasında, 36 toprak örneğine jips uygulaması yapmıştır. K, Mg, P, Mn ve B'un yarayırlılığı, Mehlich-III, amonyum asetat ve su ekstraksiyonu ve ICP cihazında belirlenmiştir. Bütün metotlarda, bitkideki K, Mg ve fosfor ile topraktaki miktarları arasındaki korelasyonlar bakımından belirgin bir fark olmamasına rağmen, Mehlich-III metoduna göre belirlenen Mn ve B miktarlarında bitkideki miktarlar ile topraktaki miktarlar arasında kabul edilebilir bir uyum bulunmamaktadır. Su ile ekstraksiyonun önemli bir kusurunu ise, heterojen topraklardaki gübre önerilerinin yapılmasında bilgi kaybı olmasına bağlamaktadır. Dünyada en çok yaygın olan ve uygulanan amonyum asetat ile toprak testi bütün çalışılan elementlerde (K, Mg, P, Mn, B) bitkideki miktar ile de ilişki bulunmuştur. Araştırmacı, kation değişim kapasitesinin tayininde kullanılan bu ekstraksiyon metodunun, yeni yaklaşımlarla yorumlanarak gübreleme önerilerinde de kullanılabilceğini savunmaktadır.

Ülkemizde toprak analizlerinde çok besinli ekstraksiyon metotları ile ilgili ilk araştırma Yıldız ve ark.(1999) tarafından yapılmıştır. "Erzurum Ovası ve asit topraklarda bitki besin elementlerinin Mehlich-III yöntemine göre belirlenmesinin uygunluğu" isimli çalışmalarında, Erzurum ovasını temsilen 20 yüzey toprağı 0-20cm ve 14 asit toprak örneğı ile serada saksıda mısır bitkisi ile deneme kurulmuştur. Hasat edilen bitki örneklerinde, toplam Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn ve P toprak örneklerinde de aynı besin elementlerinin yarayırlı miktarları belirlenmiştir. Mehlich-III yöntemi ile Erzurum Ovası ve asit topraklarda belirlenen yarayırlı besin elementi miktarları ile mısır bitkisinde belirlenen miktarlar arasında mısır bitkisine ilişkin biyolojik indeksler arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir. Bu çalışmada, Mehlich-III yöntemi ile bitkiye yarayırlı besin elementlerinin ekstraksiyonu arasında ilişki bulunamamasının farklı iklim ve toprak koşullarından kaynaklanabileceğı belirtilmektedir.

Gürbüz ve Günay (2014), Bu araştırma, toprakta yarayışlı formda bulunan, makro (K, P, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, B) bitki besin elementlerinin tek bir ekstraksiyon çözeltisi ile alınması ve ICP-OES cihazı ile bir defada analiz edilmesi ve bu metotlardan, toprak analiz laboratuvarlarında kullanılan rutin (klasik) metotlarla yüksek korelasyon verenlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Bu amaçla, Trakya Bölgesinden alınan, 107 adet asit ve 123 adet nötr ve alkali toprak örneklerinde, yarayışlı makro ve mikro besin elementleri, çok sayıda elementi ekstrakte edebilen, Mehlich III, amonyum bikarbonat -DTPA (AB-DTPA), modifiye edilmiş Morgan, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve su ile ekstrakte edilerek ICP-OES cihazında belirlenmiştir.

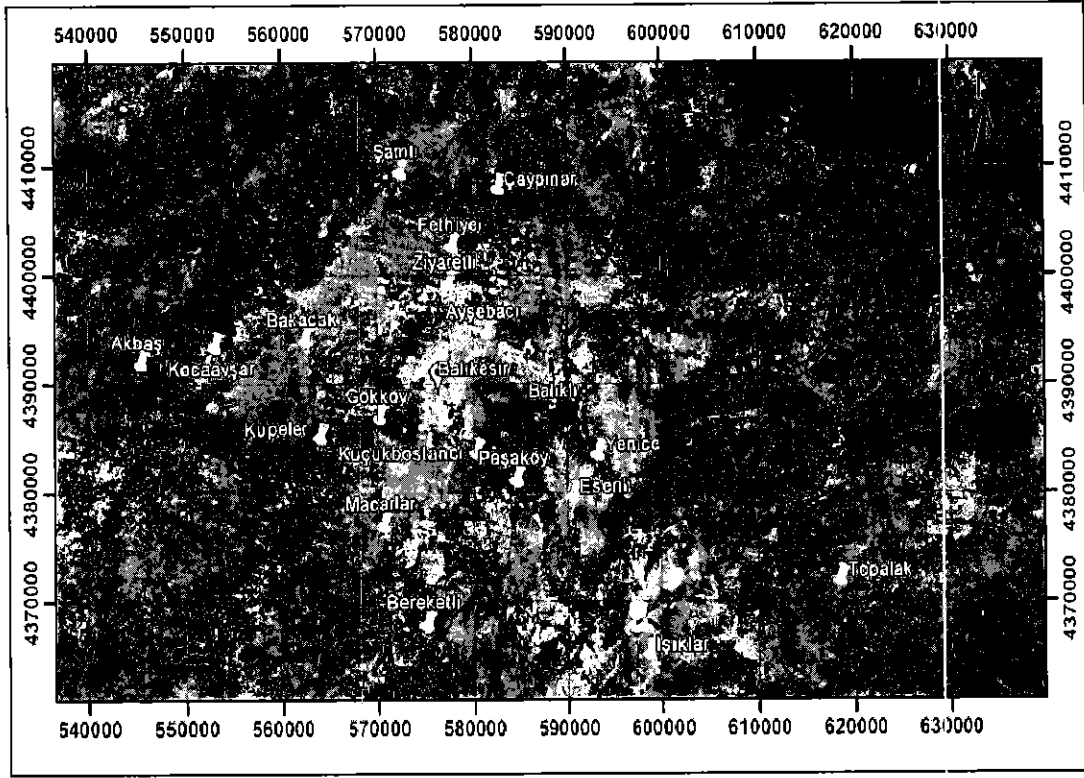
Standart olarak kullanılan metotlarla yapılan korelasyon testi sonuçlarına göre, asit topraklarda, Mehlich III ve AAAc-EDTA metotlarının, nötr ve alkalın reaksiyonlu topraklarda Mehlich-III ve AB-DTPA ve bütün topraklarda (asit, nötr ve alkali) ise Mehlich-III ve AAAc-EDTA yöntemlerinin klasik yöntemlerle yüksek korelasyon ilişkisi verdikleri belirlenmiştir. Ülkemizdeki tarım arazilerini oluşturan toprakların ekseriyeti (% 90'dan fazla) nötr ve alkali reaksiyonlu olduğu için, çok sayıda besin elementinin birlikte ekstraksiyonunda, kalibrasyon çalışmalarında bu yöntemler üzerinde çalışılmasında yarar görülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Çalışmada kullanılan toprak örneklerinin Balıkesir ili Merkez köylerindeki ceviz bahçelerinden alınmıştır (Şekil 1). Örnekleme yapılmak üzere seçilen bahçelerden Ekim-Kasım aylarında bir defaya mahsus toprak örneği toplanmıştır. Bahçe içerisinde Z veya X şeklinde yürüyerek seçilen ağaçların taç iz düşümlerinden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri toplanmış ve daha sonra karışık örneklerden plastik torbalara 1-2 kg konularak laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvarlara getirilen toprak örnekleri gölgede kurutulup içindeki kaba taş, çakıl ve bitki artıkları temizlenerek ağaç tokmakla dövüldükten sonra 2 mm'lik paslanmaz çelik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.1: Toprak örneği alınan ceviz bahçelerinin yerlerini gösterir harita

3.2 Yöntem

3.2.1 Standart (Rutin) Analiz Yöntemleri

Toprak reaksiyonu (pH): Suyla doymun toprakta pH metre ile ölçülmüştür (Tüzüner'in (1990), Richards (1954)'dan bildirdiğine göre).

Saturasyon yüzdesi: Toprak örneğini su ile doymun hale gelinceye kadar çamur yapılarak ve harcanan su miktarının ölçülmesi ile (Tüzüner'in (1990), Richards (1954)'dan bildirdiğine göre belirlenmiştir.

Organik madde: Oksidasyon esasına dayanan Smith-Weldon metoduna göre belirlenmiştir (Kacar, 2009)

Kireç: Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir (Kacar, 2009),

Alınabilir fosfor: pH'sı 8.5 olan 0.5 M NaHCO₃ çözeltisinde ekstrakte edilebilen fosfor, vanado-molibdo fosforik mavi renk ile renklendirerek

spektrofotometresinde okunması esasına dayanan Olsen metodu ile belirlenmiştir (Olsen ve ark. 1954).

Alnabilir K, Ca, Mg: Bütün topraklarda amonyum asetatla ekstrakte edilebilir miktarları belirlenmiştir (Kacar, 2009).

Alnabilir Fe, Zn, Mn ve Cu: Lindsay ve Norvel (1978)'e göre 0,005 M DTPA + 0,01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA (pH=7,3) ile ekstraksiyondan sonra ICP-OES ile belirlenmiştir.

3.2.2 Çoklu Ekstraksiyon Yöntemleri

3.2.2.1 Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu

Mehlich-III ekstraksiyon metodu, 1984 yılında Mehlich tarafından geliştirilmiş, özellikle fosfor ekstraksiyonu ve kalibrasyonu konusunda çok sayıda araştırma yapılmış ve çok sayıda makro ve mikro elementin ekstraksiyonunda gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir ekstraksiyon metodudur (Mehlich, 1984). Bu metodun orijinalinde, sulandırma oranı 1:10 (örnek miktarı, 2,5 ml toprak hacmi olarak alınmakta ve 25 ml çözelti eklenmektedir). Metodun bu kısmı, Baker ve ark., (2002) tarafından 1:7 sulandırma oranı (2 g toprak ve 14 ml ekstrakt çözeltisi şeklinde) kalibrasyonu yapılarak kullanımının özellikle bor analizleri bakımından daha uygun sonuçlar verdiği belirtilmiş ve kullanımı benimsenmiştir.

a. Çözeltilerin Hazırlanması:

1. Mehlich-III Stok Çözeltisi (3,75 M NH₄F + 0,25 M EDTA): 277,8 g amonyum florür, içerisinde yaklaşık 1200 ml saf su (revers osmos=RO) bulunan 2 litrelik bir balona koyulur. Üzerine 146,1 g EDTA (etilen diamin tetra asetik asit) ilave edilir. İyice çalkalanır ve kalan kısım saf su ile 2 litreye tamamlanır. Bu stok çözelti yaklaşık 10 örnek için yeterlidir.

2. Mehlich-III Ekstraksiyon Çözeltisi: 0,2N CH₃COOH + 0,25 N NH₄NO₃ + 0,015 N NH₄F + 0,013N HNO₃ + 0,001 M EDTA 1000 g amonyum nitrat, içerisinde 40 litre saf su bulunan 50litrelik plastik bir bidonda çözülür. Üzerine 200 ml Mehlich-III stok çözeltisinden eklenerek iyice karıştırılır. Bu karışıma 575 ml

glasiyal asetik asit (CH_3COOH) ve 41 ml konsantre nitrik asit (% 70'lik, HNO_3) eklenir. İyice karıştırılarak 50 litrelik hacme saf su ile tamamlanır. Bu çözeltinin pH'sı 2,5 +/-0,1 olmalıdır.

3. Standart Kalibrasyon Çözeltileri: Topraktaki ölçülecek her bir elementin ICP'de linear aralıkta ölçümü yapabilmek için, gerekli konsantrasyonlarda ve Mehlich-III ekstrakt çözeltisinin matriks olarak kullanıldığı karışık kalibrasyon standartları hazırlanır.

b. Analiz İşlemleri: Hava kurusu ve 2 mm'den elenmiş 2,0 g toprak örneği 70 ml'lik plastik ekstraksiyon şişesine konur. Üzerine 14 ml Mehlich-III ekstrakt çözeltisi konur. Dakikada 200 salınım yapan doğrusal hareketli bir çalkalayıcıda 5 dk çalkalanır. Orta poroziteli (Whatman No 2 veya eşdeğeri) bir filtre kağıdı ile filtre edilir. Elde edilen süzükteki P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Zn, Fe, Mn ve B elementlerinin konsantrasyonları bu elementlerin karışık standardı ile kalibrasyonu yapılmış bir ICP cihazında belirlenir.

3.2.2.2 Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu

Wolf ve Beegle'in (2009) bildirdiğine göre, modifiye edilmiş Morgan ekstraksiyon metodunun, (Morgan, 1941) McIntosh (1969) tarafından modifiye edilmiş halidir.

a. Çözeltilerin Hazırlanması:

1. Modifiye Morgan Ekstrakt Çözeltisi (0,62 N NH_4OH + 1,25 N CH_3COOH): 2874 ml glasiyal asetik asit, içerisinde 20 litre saf su bulunan 40 litrelik bir bidona koyulur. Üzerine 1825 ml konsantre NH_4OH eklenir. İyice karıştırılarak saf su ile 40 litreye tamamlanır. pH 4,8 +/- 0,05 olmalıdır. Gerekirse 4,8'e konsantre NH_4OH veya asetik asit ile ayarlanmalıdır.

2. Standart Kalibrasyon çözeltileri: Topraktaki ölçülecek her bir elementin ICP'de linear aralıkta ölçümü yapabilmek için, gerekli konsantrasyonlarda ve Modifiye Morgan ekstrakt çözeltisinin matriks olarak kullanıldığı karışık kalibrasyon standartları hazırlanır.

b. Analiz İşlemleri: Hava kurusu ve 2 mm'den elenmiş topraktan, kaşıkla 4 cm³ hacminde alınan toprağın ağırlığı tartılır, 50 ml'lik erlenmayere koyulur. Üzerine 20 ml Modifiye Morgan Ekstrakt çözeltisi eklenir. Dakikada 180 salınım yapan doğrusal hareketli bir çalkalayıcıda 15 dk çalkalanır. Orta poroziteli (Whatman No 2 veya eşdeğeri) bir filtre kağıdı ile filtre edilir. Elde edilen süzükteki P, K, Ca, Mg, Cu, Mn ve Zn elementlerinin konsantrasyonları bu elementlerin karışık standardı ile kalibrasyonu yapılmış bir ICP cihazında belirlenir.

3.2.2.3 Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi(AB-DTPA)

Bu yöntem Soltanpour ve Schwab (1977) tarafından geliştirilmiştir. Nötr ve kireçli topraklardaki NO₃-N, P, K, Zn, Fe, Mn ve Cu'ın aynı anda belirlenmesinin yanı sıra atık çamur uygulanmış alanlardaki potansiyel toksik elementlerin (Pb, Cd, Ni, Se, As, B, Mo ve S) analizinde de kullanılabilir.

a. Çözeltilerin Hazırlanması:

1. Ekstraksiyon çözeltisi (AB-DTPA): 1,97 g DTPA 800 ml saf su içerisinde çözülür. Bunun üzerine 1:1'lik NH₄OH'dan 2 ml ilave edilir. DTPA çözündükten sonra, üzerine 79,06 g NH₄HCO₃ eklenir ve çözününceye kadar karıştırılır. Bu çözeltinin pH'sı NH₄OH veya HCl ile 7,6'ya ayarlanır. Son hacim, 1 litreye tamamlanır. Çözeltinin pH'ı stabil değildir, kullanılmadan önce ayarlanmalı veya mineral yağla kaplanmalıdır.

b. Analiz İşlemleri: 10 g hava kurusu ve 2 mm'den elenmiş toprak örneği 250 ml'lik erlenmayere konur. Üzerine 20 ml ekstraksiyon çözeltisinden eklenir. Dakikada 180 salınım yapan doğrusal hareketli bir çalkalayıcıda 15 dk çalkalanır. Orta poroziteli (Whatman No 2 veya eşdeğeri) bir filtre kağıdı ile filtre edilir. 10 ml'lik bir süzüğe 0,25 ml HNO₃ eklenir. Standart çözeltilere de 2,5 ml AB-DTPA ekstrakt çözeltisinden eklenir ve karbonatların ortamdaki uzaklaştırılması için çalkalayıcı da 15 dk çalkalanır. Elde edilen çözeltide P, K, Fe, Mn, Cu, Mo, B, Mg, Na elementlerinin konsantrasyonları ICP cihazında belirlenir.

3.2.2.4 Asit Amonyum Asetat –EDTA (AAAC-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi

Bu metot özellikle topraklardaki ağır metallerin ve kirlilik unsuru elementlerin ekstraksiyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. FAO'nun bazı kaynaklarında bu metoda göre yapılan analiz sonuçları verilmekte ve ülkelerin toprakları hakkında bilgilere rastlanmaktadır (Lakanen ve Ervio, 1971).

a. Çözeltilerin Hazırlanması: Amonyum asetat–EDTA çözeltisi 570 ml %100'lük CH_3COOH + 373 ml %25'lik NH_4OH +74.4 g Na_2EDTA 10 litreye ultra saf su ile tamamlanarak hazırlanır. Çözeltinin pH'ı asetik asit veya amonyum hidroksit ile 4,65'e ayarlanır.

b. Analiz İşlemleri: 20 g toprak örneği 40 ml ekstraksiyon çözeltisi ile 1 saat çalkalanır. Mavi bant filtre kağıdı ile süzülür.

Elde edilen ekstraktın besin elementi içerikleri, ICP-OES de belirlenir.

3.2.2.5 Japon Yanai Ekstraksiyon Yöntemi (Japon Yanai)

a. Ekstraksiyon Çözeltisi: Bu metodda, 0,2 mol/L CH_3COOH , 0,25mol/L NH_4Cl , 0,005 mol/L $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ (citric acid) ve 0,05 mol/L HCl (pH 1,3)' dan oluşan ekstrakt çözeltisi kullanılmıştır.

b. Analiz İşlemleri: 1/10 Toprak(g)/ Çözelti(v) oranı ve 30 dk çalkalama ile ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bor tayini için ise 1/2 toprak/çözelti oranı kullanılmıştır (Yanai ve ark., 2000).

3.2.3 İstatistik Analiz

Araştırma çalışması ile elde edilen farklı metotlara ilişkin analiz sonuçları değerlendirilirken, her besin elementi için standart metodlar ve denemede kullanılan farklı ekstraksiyon metodları ile elde edilen değerler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları SPSS programı ile hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Araştırma Topraklarının Bazı Genel Özellikleri

Araştırma konusu toprakların standart (rutin) analiz yöntemlere göre yapılan bazı genel özellikleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi Richards (1954)'ın belirttiği standart metoda göre saturasyon çamuru hazırlanırken harcanan saf su miktarı 52.8 ml ile 101 ml arasında değişmekle birlikte ortalama 71.7 ml'dir. Ülgen ve Yurtsever (1974)'ün toprakların saturasyon çamuru hazırlanırken harcanan su miktarını dikkate alarak bildirdiği değerlerine göre araştırma konusu toprakların %60'ı killi tın ve %40'ı ağır kil tekstür sınıfına girmektedir. Topraklarının elektriksel iletkenliği ($EC \times 10^6$) 66 μ mhos/cm ile 394 μ mhos/cm arasında olup, ortalama 213 μ mhos/cm'dir. Ergene (1982)'nin bildirdiği değerlerine göre toprakların %50'si hafif tuzlu (200-400 μ mhos/cm) iken diğer %50'lik kısım tuzsuz (0-200 μ mhos/cm) sınıfına girmekte olup bitkilerin büyümesini ve gelişimini olumsuz şekilde etkileyecek düzeyde tuzluluk içermemektedirler. Toprakların 1:2.5 oranındaki toprak:su karışımında belirlenen pH değerleri 6.67 ile 7.37 arasında değişmektedir. Topraklarının ortalama pH değeri 7.10'dur. Soil Survey Manual (1951)'a göre reaksiyonları (pH) bakımından toprakların pH değeri 6.5-7.5 arasında olup nötr reaksiyona sahiptirler. Topraklarının standart (rutin) analiz yöntemlere göre Smith-Weldon metoduna göre belirlenen organik madde içerikleri %0.18 ile %7.78 arasında değişmekte olup, Ünal ve Başkaya (1981)'ya göre toprakların %25'i organik madde yönünden fakir, %10'u orta düzeyde organik madde içeriğine sahipken diğer %65'lik kısmı oluşturan topraklar organik madde bakımından iyi düzeydedir. Toprakların standart (rutin) analiz yöntemlere göre Scheibler kalsimetresi ile belirlenen $CaCO_3$ miktarları %0.32 ile %17.9 arasında değişmekte olup, ortalama %5.51'dir. Schroo (1963)'ya göre, toprakların %10'u az kireçli (%0-1) , %45'i kireçli (%1-5), %35'i orta düzeyde kireç (%5-15) içerikli iken % 10'luk kısmı yüksek düzeyde (%15-25) kireç ($CaCO_3$) içermektedir.

Tablo 4.1: Toprakların Standart (Rutin) Toprak Analiz Yöntemleri ile belirlenen bazı özellikleri.

Örnek No	pH	EC µS/cm	Doygunluk %	Kireç %	O.M. %	Mn	Fe	DTPA,			P	K	Mg	Na	Ca
								Cu	Zn	Olsen mg/kg					
1	7.27	137	63.8	5.69	5.19	5.6	11	2.0	7.6	91.7	3865	350	118	22802	
2	7.33	66	52.8	2.35	1.99	4.2	4.5	0.8	0.9	6.2	425	547	105	20538	
3	7.19	173	88.0	9.94	7.78	1.3	1.3	0.5	3.2	25.2	1200	756	71	22413	
4	7.32	94	55.0	3.64	3.78	4.7	5.6	3.3	5.3	20.3	537	455	81	16738	
5	6.67	92	59.4	0.32	3.22	8.1	2.6	2.6	10.2	154.1	617	167	83	2583	
6	6.90	179	68.2	0.47	5.63	13.4	11.1	1.7	1.9	10.7	588	434	109	8119	
7	7.17	153	78.1	3.29	2.24	11.9	6.1	3.6	4.9	54.3	1383	427	71	12389	
8	7.18	226	77.0	17.9	4.95	3.8	15.8	24.8	14.4	97.5	727	720	82	3982	
9	7.15	331	95.7	6.81	3.84	3.7	3.0	0.8	1.6	34.5	604	1711	206	14132	
10	6.91	231	101	7.62	5.99	2.0	3.8	1.8	2	76.7	261	772	123	17276	
11	7.36	157	66	7.14	1.17	10.7	3.2	1.7	1.6	1.6	406	535	198	14142	
12	6.99	320	64	2.06	0.92	8.4	2.8	0.6	3	8.9	444	398	70	6972	
13	7.15	247	63	1.42	2.24	14.3	9.4	1.4	2.5	27.1	552	513	130	6233	
14	6.89	187	68	1.59	7.12	49.8	16.5	1.6	11.4	170.4	722	491	66	10627	
15	7.10	214	99	6.78	0.18	17.3	1.8	1.8	0.8	12.3	707	656	72	19042	
16	7.23	291	72	9.17	3.93	16	2.6	2.6	5.1	66.7	991	436	86	14953	
17	7.37	103	74	16.76	1.78	5.0	1.6	0.4	0.3	1.0	192	955	68	17899	
18	6.83	321	68	2.51	5.4	13.1	9.6	90.3	3.6	155.1	613	121	86	7683	
19	7.00	394	63	3.65	5.77	16.5	5.5	2.6	2.6	153.9	753	920	188	9138	
20	7.08	341	58	1.11	3.19	24.5	9.0	1.8	4.1	156.1	675	595	179	4118	
Min	6.67	66	52.8	0.32	0.18	1.3	1.3	0.4	0.3	1	192	121	66	2583	
Mak	7.37	394	101	17.9	7.78	49.8	16.5	90.3	14.4	170.4	3865	1711	206	22802	
Ort	7.10	213	71.7	5.51	3.82	11.7	6.3	7.3	4.4	66.2	813	598	110	12589	

4.2 Araştırma Topraklarının Elverişli Fosfor Miktarları

Araştırma konusu toprakların ülkemizde yaygın olarak kullanılan, standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen Olsen ve ark. (1954) göre yapılan ve Olsen metodu olarak adlandırılan metoda göre toprakların elverişli fosfor miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi standart Olsen metoduna göre toprakların fosfor kapsamaları 1 mg/kg ile 170.4 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 66.2 mg/kg'dır. FAO (1990)'ya göre toprakların %10'nu çok az (<2.5 mg/kg), %5'i az yeterli (2.5-8 mg/kg), %15'i orta (8-15 mg/kg), %20'si yeterli (18-40 mg/kg), %20'si fazla (40-80 mg/kg) ve %35'i (>80 mg/kg) çok fazla düzeyde fosfor ihtiva etmektedir (Tablo 4.1.).

Çoklu ekstraksiyon metotları ile toprakların elverişli fosfor miktarları belirlenmiştir. Toprakların elverişli fosfor miktarları çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 31 - 1699 mg/kg arasında değişmekte ve ortalama 511 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 1.9 - 1075 mg/kg arasında değişmekte ve ortalama 239.5 mg/kg (Tablo 4.3), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi 0 - 139.5 mg/kg arasında değişmekte ve ortalama 26.9 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi 2 - 1132 mg/kg arasında değişmekte ve ortalama 237 mg/kg (Tablo 4.5), Japon Yanai yöntemine ile 0 - 1740 mg/kg arasında değişmekte ve ortalama 480 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Tablo 4.2: Toprakların Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu ile belirlenen bazı özellikleri.

Örnek No	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Cu	B	S	Fe
1	372	3267	381	15727	697	175	31.2	7.4	14.6	230	185
2	342	466	706	14787	167	301	4	3.2	8.7	153	187
3	330	1439	1316	18831	202	142	11.6	3.5	11.6	390	93
4	338	596	564	16992	178	127	18.8	9.6	8.9	199	222
5	345	699	251	3508	614	91	24.9	2.4	8.1	39	512
6	346	642	670	7074	222	252	6.2	6.5	14.6	78	338
7	327	1620	579	11313	741	219	14.1	10.5	10.9	130	107
8	340	858	304	18037	511	128	51.5	21.2	9.3	366	201
9	476	651	2293	17852	407	110	6.2	2.6	8.6	308	89
10	383	2468	1290	17850	598	173	44.7	7.7	15.5	373	194
11	495	567	776	17186	97	92	8.7	4.9	20.8	294	223
12	337	487	712	11484	136	201	21.1	3.6	39.6	228	220
13	377	684	779	7321	371	215	12.6	4.3	12	98	12
14	327	1060	473	8812	1013	317	47.5	4.3	10.8	100	426
15	325	1035	821	18290	87	184	1.8	6.6	8.3	372	69
16	346	1480	786	18874	409	133	24	9.6	11.7	428	138
17	328	237	1430	18506	31	129	0.6	2	4.8	479	56
18	335	862	973	8197	963	139	17.7	226.9	10	167	218
19	403	972	1231	14291	1699	225	35.1	10.6	13.8	220	204
20	462	881	1055	11237	1083	195	24	6.4	15.4	188	283
Min	325	237	251	3508	31	91	0.6	2.0	4.8	39	12
Mak	495	3267	2293	18874	1699	317	51.5	226.9	39.6	479	512
Ort.	367	1049	870	13808	511	177	20.3	17.7	12.9	242	199

Topraklarda elverişli fosfor miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan olsen metodu kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve Japon yöntemi ile elde edilen fosfor miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3: Toprakların elverişli fosfor miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std P	1 P	2 P	3 P	4 P
1 ^a P	0.873**				
2 P	0.742**	0.959**			
3 P	0.479*	0.324	0.228		
4 P	0.633**	0.868**	0.883**	0.277	
5 P	0.591**	0.858**	0.853**	0.307	0.838**

** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

^a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Tablo 4.3'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi olsen metodu kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.873^{**}$), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.742^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.633^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.591^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Olsen metodu kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.479^{*}$) arasında %5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, topraklarda elverişli fosfor miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan olsen metodu kullanılarak belirlenen fosfor miktarı ile çoklu ekstraksiyon metotlarından Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.873^{**}$) diğer çoklu ekstraksiyon metotlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin olması nedeniyle, topraklarda fosfor miktarının belirlenmesinde standart fosfor belirleme metodu olan olsen metodunun yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli fosfor miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılacak metot olarak birinci sırayı Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi almaktadır. Bunu sırasıyla modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA

(AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi, Japon yöntemi ve son sırayı ise Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) almaktadır (Tablo 4.3).

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen fosfor miktarı ($r=0.959^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.868^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.858^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.324$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Yukarıdaki açıklamalar ışığında, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.959^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda fosfor miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli fosfor miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilecek metot olarak sırasıyla modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve Japon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.3).

Ele alınan topraklarda modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.883^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.853^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.228$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Yukarıdaki açıklamalar ışığında, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ile amonyum bikarbonat-

DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen fosfor miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.883^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda fosfor miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir kanıtıdır. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli fosfor miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metod olarak sırasıyla asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve Japon yöntemi gelmektedir (Tablo 4.3).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.277$) ve japon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.307$) arasında önemli olmamakla birlikte pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen fosfor kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen fosfor miktarı ($r=0.838^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli fosfor miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.3).

4.3 Araştırma Toprakların Elverişli Potasyum Miktarları

Araştırma konusu toprakların standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir potasyum miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi toprakların potasyum kapsamı 192 mg/kg ile 3865 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 813 mg/kg'dır. FAO (1990)'ya göre toprakların %10'unu yeterli (109-289 mg/kg), %75'i fazla (289-998 mg/kg) ve %15'i (> 998 mg/kg) çok fazla düzeyde potasyum içermektedir.

Tablo 4.4: Toprakların Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu ile belirlenen bazı özellikleri (mg/kg).

Örnek No	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Cu	B	S	Fe
1	50.6	3075	299	16828	387	39.3	7.6	0.3	4.9	218	1.1
2	33.1	400	527	13304	72	36.4	0.7	0.2	1.8	126	1.0
3	27.0	1242	885	20090	53	18.7	0.8	0.2	3.1	338	0.5
4	30.2	524	433	17866	90	29.0	4.5	0.6	1.8	192	1.1
5	34.7	598	200	2424	118	28.5	7.6	0.3	0.6	31	5.1
6	35.0	527	403	5320	115	41.1	0.9	0.3	4.5	63	1.1
7	22.9	1422	416	9884	333	38.2	1.7	0.3	2.8	104	1.1
8	32.2	758	277	20428	126	17.5	10.7	1.7	2.2	358	0.9
9	93.4	603	1741	20048	170	16.7	1.9	0.3	1.7	286	0.5
10	60.6	2132	842	19002	266	27.6	4	0.3	4.7	285	0.5
11	143.3	485	564	17853	12	11.6	1.6	0.6	5.8	234	1.9
12	23.0	391	456	9198	32	22.6	4.7	0.2	18.3	193	2.0
13	64.4	587	619	6246	177	32.6	2.6	0.2	3.3	68	0
14	15.8	858	364	7097	410	58.7	13.6	0.3	2.7	63	0
15	24.1	928	656	19191	17	10.5	0	0.2	1.9	259	0
16	38.2	1273	633	18951	150	21.6	3.5	0.4	3.3	328	0
17	26.9	205	1223	19256	2	3.9	0	0.1	0.4	319	0
18	24.9	753	764	7356	487	38.4	7.4	45.7	2.2	134	0
19	82.1	844	797	12778	1075	58.4	7.6	0.6	4.1	159	0
20	133.9	711	707	9251	698	51.4	5.1	0.3	5.1	142	0
Min	15.8	205	200	2424	1.9	3.9	0	0.1	0.4	31	0
Mak	143.3	3075	1741	20428	1075	58.7	13.6	45.7	18.3	358	5.1
Ort.	49.8	916	640	13618	239	30.1	4.4	2.7	3.8	195	0.8

Çoklu ekstraksiyon metodları ile toprakların elverişli potasyum miktarları belirlenmiştir. Toprakların elverişli potasyum miktarları çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 237 - 3267 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 1049 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 205 - 3075 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 916 mg/kg (Tablo 4.4), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile 152 - 2286 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 643 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile 134 - 2222 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 723 mg/kg (Tablo 4.5) ve japon yanai yöntemi ile 183 - 3442 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 931 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Topraklarda elverişli potasyum miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir potasyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen potasyum miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5’in incelenmesiyle de görülebileceği gibi toprakların 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir potasyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.771^{**}$), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.801^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.904^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.776^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.814^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, topraklarda elverişli potasyum miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir potasyum kapsamı ile çoklu ekstraksiyon metotlarından amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen potasyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.904^{**}$) diğer çoklu ekstraksiyon metotlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin belirlenmesi, topraklarda potasyum miktarının belirlenmesinde standart potasyum belirleme metodu olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir potasyum miktarının belirlenmesi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli potasyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılacak metot olarak birinci sırayı amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), ikinci sırayı japon yöntemi, üçüncü sırayı modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, dördüncü sırayı asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve son sırayı ise Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi almaktadır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Toprakların elverişli potasyum miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std K	1 K	2 K	3 K	4 K
1 ^a K	0.771**				
2 K	0.801**	0.998**			
3 K	0.904**	0.959**	0.969**		
4 K	0.776**	0.964**	0.961**	0.929**	
5 K	0.814**	0.991**	0.996**	0.973**	0.958**

** ,p<0.01

,1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen potasyum kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen potasyum miktarı ($r=0.998^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.959^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.964^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.991^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar nezdinde, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.998^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda potasyum miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli potasyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, japon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yer almaktadır (Tablo 4.5).

Modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen potasyum kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.969^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.961^{**}$) ve japon yöntemi işle belirlenen potasyum miktarı ($r=0.996^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir Yukarıdaki açıklamalar ışığında, modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.996^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda potasyum miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli potasyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metot olarak sırasıyla japon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ekstraksiyon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.5).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen potasyum kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.929^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.973^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir Bu bağlamda, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen potasyum miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.973^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda potasyum miktarının belirlenmesinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli potasyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine kullanılabilir metot olarak ilk sırada japon yöntemi

ve ikinci sırada asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.5).

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen potasyum kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen potasyum miktarı ($r=0.958^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli potasyum miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.5).

4.4 Araştırma Toprakların Elverişli Magnezyum Miktarları

Araştırma konusu toprakların standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir magnezyum miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi toprakların magnezyum kapsamı 121 mg/kg ile 1711 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 598 mg/kg'dır. FAO (1990)'ya göre toprakların %5'i az (50.4- 109 mg/kg), %35'i yeterli (160-480 mg/kg), %55'i fazla (480-1500 mg/kg) ve %5'i (>1500 mg/kg) çok fazla düzeyde magnezyum içermektedir.

Çoklu ekstraksiyon metodları ile toprakların elverişli magnezyum miktarları belirlenmiştir. Çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemine göre toprakların belirlenen magnezyum kapsamı ve ortalamaları sırasıyla 251 mg/kg ile 2293 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 870 mg/kg (Tablo 4.2), 200 mg/kg ile 1741 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 640 mg/kg (Tablo 4.3), 123 mg/kg ile 1004 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 358 mg/kg (Tablo 4.6), 133 mg/kg ile 986 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 522 mg/kg (Tablo 4.5) ve 222 mg/kg ile 2294 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 794 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Toprakların Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi(AB-DTPA) ile belirlenen bazı özellikleri.

Örnek No	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Cu	B	S	Fe
	mg/kg										
1	55	2286	136	523	139.3	37.3	13.7	4.6	1	13.2	41.5
2	38	365	362	545	16.4	19.8	1.6	1.8	0.3	9.7	18.4
3	17	943	350	651	10.6	24.6	6.1	1.4	0.6	13.7	7
4	25	414	267	367	10.9	16.3	6.8	5.8	0.3	8.9	18.2
5	36	491	132	301	84.6	32.6	14.7	4.1	0.1	16.6	248.8
6	33	452	226	556	16.5	40.2	2.5	3.2	0.8	16.6	32
7	16	898	215	542	14.7	31.6	5.9	4.3	0.1	15.3	9.4
8	18	443	123	519	17.4	22.7	9.1	8.7	0.2	15.3	16.5
9	112	449	1004	373	5.7	12.3	3.1	1.3	0.2	30.3	14.6
10	28	1105	301	645	23.9	7.7	11.6	1.9	0.5	19.9	5.1
11	114	349	357	414	0.6	6.4	2.6	3.8	0.3	14.3	12.9
12	18	335	324	548	2.9	13.7	7.6	1.3	7.8	96.3	13.5
13	51	467	395	616	44.7	29.4	5.7	2.9	0.7	25.5	82.3
14	10	628	166	784	51	30	13.9	1.9	0.2	13.1	27.5
15	11	487	284	442	0	10.9	0.6	2	0.1	8.3	5.4
16	16	864	247	530	22.6	18.7	10.2	4.7	0.3	47.5	16.3
17	17	152	852	428	0	6.9	0.3	1.1	0	5.6	9.6
18	19	597	450	617	32.6	35.3	8.5	178.8	0.2	70	79
19	50	575	384	474	17.3	28.3	10.3	4.8	0.6	33	18.1
20	99	563	580	435	25.7	29.2	9.9	4.2	0.5	31.1	60.9
Min	10	152	123	301	0.0	6.4	0.3	1.1	0.0	5.6	5.1
Mak	114	2286	1004	784	139.3	40.2	14.7	178.8	7.8	96.3	248.8
Ort	39	643	358	515	26.9	22.7	7.2	12.1	0.7	25.2	36.9

Topraklarda elverişli magnezyum miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir magnezyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen magnezyum miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.7’da verilmiştir.

Tablo 4.7’un incelenmesiyle de görülebileceği gibi toprakların 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir magnezyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.832^{**}$), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.833^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.728^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.699^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.825^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, topraklarda elverişli magnezyum miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir magnezyum kapsamı ile çoklu ekstraksiyon metodlarından japon yanai yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.825^{**}$) diğer çoklu ekstraksiyon metodlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin belirlenmesi, topraklarda magnezyum miktarının belirlenmesinde standart magnezyum belirleme metodu olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir magnezyum miktarının belirlenmesi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli magnezyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılacak metot olarak birinci sırayı japon yöntemi, ikinci sırayı modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, üçüncü sırayı Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, dördüncü sırayı amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ve son sırayı asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi almaktadır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Toprakların elverişli magnezyum miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std Mg	1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 ^a Mg	0.832**				
2 Mg	0.833**	0.980**			
3 Mg	0.729**	0.876**	0.919**		
4 Mg	0.699**	0.944**	0.909**	0.831**	
5 Mg	0.825**	0.935**	0.914**	0.848**	0.890**

** , p<0.01

^a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen magnezyum kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.980^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.874^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.944^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.935^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar nezdinde, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.998^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda magnezyum miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli magnezyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilecek metot olarak sırasıyla modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA), japon yöntemi ve amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yer almaktadır (Tablo 4.7).

Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen magnezyum kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-

DTPA) ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.919^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.909^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.914^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bu açıklamalar ışığında, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen magnezyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.919^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda magnezyum miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli magnezyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), japon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.7).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen magnezyum kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.831^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.848^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bu bağlamda, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen magnezyum miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.848^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda magnezyum miktarının belirlenmesinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli magnezyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla japon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.7).

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen magnezyum kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen magnezyum miktarı ($r=0.890^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli magnezyum miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.7).

4.5 Araştırma Toprakların Elverişli Kalsiyum Miktarları

Araştırma konusu toprakların standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir. Bu Tablonun incelenmesi ile de görüleceği gibi toprakların kalsiyum kapsamı 2583 mg/kg ile 22802 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 12589 mg/kg'dır. FAO (1990)'ya göre toprakların %5'i yeterli (1150-3500 mg/kg), %35'i fazla (3500-10000 mg/kg), %60'ı fazla (>10000 mg/kg) çok fazla düzeyde kalsiyum içermektedir.

Çoklu ekstraksiyon metodları ile toprakların elverişli kalsiyum miktarları belirlenmiştir. Çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemine göre toprakların belirlenen kalsiyum kapsamı ve ortalamaları sırasıyla 3508 mg/kg ile 18874 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 13809 mg/kg (Tablo 4.2), 2424 mg/kg ile 20428 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 13619 mg/kg (Tablo 4.3), 301 mg/kg ile 784 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 516 mg/kg (Tablo 4.4), 1440 mg/kg ile 6062 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 5305 mg/kg (Tablo 4.5) ve 2988 mg/kg ile 41984 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 21545 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Topraklarda elverişli kalsiyum miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), Asit

amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen kalsiyum miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8: Toprakların elverişli kalsiyum miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std Ca	1 Ca	2 Ca	3 Ca	4 Ca
1 ^a Ca	0.684**				
2 Ca	0.665**	0.986**			
3 Ca	0.091	-0.132	-0.161		
4 Ca	0.489*	0.763**	0.705**	0.126	
5 Ca	0.578**	0.925**	0.947**	-0.116	0.590**

**, $p<0.01$; *, $p<0.05$

a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Tablo 4.8’nun incelenmesiyle de görülebileceği gibi toprakların 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.684^{**}$), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.665^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.578^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların standart olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.489^{*}$) arasında %5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki tespit edilirken standart olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.091$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişkiler doğrultusunda, topraklarda elverişli kalsiyum miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile çoklu ekstraksiyon metotlarından Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.684^{**}$) diğer çoklu ekstraksiyon metodlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin belirlenmesi, topraklarda kalsiyum miktarının

belirlenmesinde standart kalsiyum belirleme metodu olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum miktarının belirlenmesi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metod olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli kalsiyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılabilir metot olarak birinci sırayı Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, ikinci sırayı modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, üçüncü sırayı japon yöntemi, dördüncü sırayı asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi almaktadır (Tablo 4.8). Buna ilaveten istatistiki bakımdan önemli olmaması nedeniyle toprakların kalsiyum miktarlarının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan ve standart metot olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum miktarının belirlenmesi yerine toprakların kalsiyum içeriklerinin amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi kullanılarak belirlenmesi tavsiye edilemez.

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kalsiyum kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.986^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile japon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.763^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların standart olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=-0.132$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki bulunmuştur. Yukarıdaki açıklamalar nezdinde, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.986^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda kalsiyum miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metod olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli kalsiyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde

Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, japon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.8).

Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kalsiyum kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.705^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.947^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca toprakların standart olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir kalsiyum kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=-0.161$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki bulunmuştur. Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.947^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda kalsiyum miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli kalsiyum miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla japon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.8).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen kalsiyum miktarı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.126$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki belirlenirken japon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=-0.116$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki belirlenmiştir.

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kalsiyum kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen kalsiyum miktarı ($r=0.590^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli kalsiyum

miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.8).

4.6 Araştırma Topraklarının Sodyum Miktarları

Araştırma konusu toprakların standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir sodyum miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1’in incelenmesi ile de görüleceği gibi toprakların sodyum kapsamları 66 mg/kg ile 206 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 110 mg/kg’dır.

Çoklu ekstraksiyon metodları ile toprakların elverişli sodyum miktarları belirlenmiştir. Çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemine göre toprakların belirlenen sodyum kapsamları ve ortalamaları sırasıyla 325 mg/kg ile 495 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 367 mg/kg (Tablo 4.2), 15.8 mg/kg ile 143.3 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 49.8 mg/kg (Tablo 4.3), 10 mg/kg ile 114 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 39 mg/kg, (Tablo 4.4) 1448 mg/kg ile 1908 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 1715 mg/kg (Tablo 4.9) ve 22.8 mg/kg ile 136.4 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 56.4 mg/kg’dır (Tablo 4.6).

Topraklarda sodyum miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 1 N amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir sodyum kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), Asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve Japon yöntemi ile elde edilen sodyum kapsamları belirlenmesine rağmen mutlak gerekli besin elementi olmaması nedeniyle metodlar arasında korelasyona tabii tutulmamıştır.

Tablo 4.9: Toprakların Asit Amonyum Asetat- EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bazı özellikleri.

Örnek No	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Cu	B	S	Fe
	-----mg/kg-----										
1	1708	2222	297	5240	376	178	23.2	6.1	4.3	170	107
2	1809	341	478	5687	93	255	2.5	2.3	1.5	101	62
3	1548	920	640	5640	53	93	6.5	2	2.1	243	16
4	1765	511	408	5959	94	120	13.9	8.1	1.7	155	75
5	1877	431	133	1440	311	197	18.1	5	0.7	25	636
6	1880	560	496	4386	162	300	4.8	6.5	5	61	172
7	1778	1161	412	5030	412	354	12.3	9.9	2.4	97	79
8	1589	581	238	5665	116	87	26.7	28	1.5	229	66
9	1700	448	986	5980	160	73	3.6	1.7	1.3	201	34
10	1667	1573	659	5799	226	160	29.2	5.3	3.9	214	61
11	1842	428	508	5777	32	162	7.3	5.9	5.4	190	75
12	1755	408	508	5654	70	248	16	2.9	21.8	192	109
13	1905	608	518	4186	268	194	6.7	3.7	2.2	119	216
14	1770	834	358	4501	530	369	39.8	6.1	2.3	62	506
15	1482	650	495	5957	13	187	1.3	4.9	1.1	200	20
16	1535	969	486	5917	103	120	15.4	6.9	2.2	268	41
17	1448	141	726	6062	2	47	0.3	1	0.2	219	10
18	1478	134	697	6053	2	50	0.3	0.9	0.2	216	10
19	1852	827	785	5916	1132	268	30.9	11.6	4.3	165	197
20	1908	710	617	5257	578	227	18.7	6.6	4.6	132	271
Min	1448	134	133	1440	2	47	0.3	0.9	0.2	25	10
Mak	1908	2222	986	6062	1132	369	39.8	28.0	21.8	268	636
Ort	1715	723	522	5305	237	184	13.9	6.3	3.4	163	138

4.7 Araştırma Toprakların Elverişli Demir Miktarları

Araştırma konusu toprakların standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen demir miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1’in incelenmesi ile de görüleceği gibi toprakların demir kapsamaları 1.3 mg/kg ile 16.5 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 6.3 mg/kg’dır. Lindsay ve Norvell (1978)’e göre toprakların %15’i yetersiz (<2.5 mg/kg), %35’i orta (2.5-4.5mg/kg) ve %50’si (>4.5 mg/kg) fazla düzeyde demir içermektedir.

Tablo 4.10: Toprakların Japon Yanai Yöntemi ile belirlenen bazı özellikleri.

Örnek No	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Cu	B	S	Fe
1	62	3442	407	27283	915	158	13.5	0.6	7.1	254	54
2	41.9	403	925	16425	193	240	2.1	0.5	2.8	143	64
3	28.3	1120	977	38157	73	34	0.6	0.3	3.7	331	5
4	32.2	492	523	22360	200	103	7.3	1.2	2.7	183	68
5	40.1	597	222	2988	418	110	25.3	2.8	1.7	43	203
6	46.1	550	1103	7897	336	185	4.4	1.1	6.7	86	33
7	38.3	1432	501	14021	1540	156	5.8	0.5	3.7	143	28
8	36	703	312	41984	209	38	7.1	1.8	2.7	404	17
9	131.9	535	2294	28619	250	48	0.7	0.4	2.4	267	21
10	67.4	2255	1041	32218	541	94	4.9	0.5	6.4	325	14
11	136.4	427	591	24297	53	78	2.4	1.4	8.6	246	58
12	32.9	422	588	10641	159	110	16.9	0.7	25.6	234	67
13	65.6	619	724	6479	437	158	10.5	1	5	90	62
14	22.8	874	381	7319	683	214	38.5	0.9	4.3	85	69
15	25.7	906	628	35026	53	46	0.1	0.6	2.6	296	11
16	37.8	1219	608	35946	312	50	2.9	0.7	4.1	365	20
17	27.4	183	1238	40762	0	9	0	0.3	0.4	353	8
18	32.5	801	829	7856	712	141	17.6	135.5	3.8	163	52
19	93.5	920	1116	19014	1740	224	16	1.1	6.7	228	68
20	129.6	717	867	11607	775	163	13.2	0.7	7.2	180	76
Min	22.8	183	222	2988	0	9	0	0.3	0.4	43	5.1
Mak	136.4	3442	2294	41984	1740	240	38.5	135.5	25.6	404	203
Ort	56.4	931	794	21545	480	118	9.5	7.6	5.4	221	50

Çoklu ekstraksiyon metodları ile toprakların elverişli demir miktarları belirlenmiştir. Çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemine göre toprakların belirlenen demir kapsamları ve ortalamaları sırasıyla 12 mg/kg ile 512 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 199 mg/kg (Tablo 4.2), 0 mg/kg ile 5.1 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 0.84 mg/kg (Tablo 4.3), 5.1 mg/kg ile 248.8 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 36.9 mg/kg (Tablo 4.4), 10 mg/kg ile 636 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 138 mg/kg (Tablo 4.5) ve 5.1 mg/kg ile 203 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 49.9 mg/kg'dır (Tablo 4.10).

Topraklarda elverişli demir miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir demir kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), Asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen demir miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11: Toprakların elverişli demir miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std Fe	1 Fe	2 Fe	3 Fe	4 Fe
1 ^a Fe	0.349				
2 Fe	-0.207	0.587**			
3 Fe	0.029	0.577**	0.692**		
4 Fe	0.308	0.790**	0.516*	0.736**	
5 Fe	0.034	0.724**	0.752**	0.869**	0.818**

** , p<0.01; *,p<0.05

a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Tablo 4.11’in incelenmesiyle de görülebileceği gibi toprakların 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir demir kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı (r=0.349), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı (r=0.308), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen demir miktarı (r=0.029) ve japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı (r=0.034) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca toprakların 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir demir kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı (r=-0.207) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Toprakların elverişli demir miktarlarının belirlenmesinde kullanılan metotlar arasında belirlenen korelasyon katsayılarının istatistiki olarak önemli olmaması, bu topraklarda elverişli demir miktarının belirlenmesinde standart metodun yerine çoklu ekstraksiyon metotlarının kullanılmayacağına bir kanıttır.

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen demir kapsamı ile modifiye edilmiş morgana ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen demir miktarı ($r=0.587^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.577^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.790^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.724^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar nezdinde, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.790^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda demir miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metodu olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli demir miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgana ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ve japon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.11).

Modifiye edilmiş morgana ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen demir kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen demir miktarı ($r=0.692^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.752^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.516^{*}$) arasında istatistiki bakımdan %5 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar ışığında, modifiye edilmiş morgana ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.752^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda demir miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgana ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metodu olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli demir miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde

modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metot olarak sırasıyla japon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ekstraksiyon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.11).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen demir kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.736^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.869^{**}$) arasında istatistiki bakımdan %1 seviyesinde önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bu bağlamda, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen demir miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.869^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda demir miktarının belirlenmesinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli demir miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine kullanılabilir metot olarak ilk sırada japon yöntemi ve ikinci sırada asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.11).

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen demir kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen demir miktarı ($r=0.818^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli demir miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.11).

4.8 Araştırma Toprakların Elverişli Bakır Miktarları

Araştırma konusu toprakların ülkemizde yaygın olarak kullanılan, standart (rutin) analiz yöntemi olarak kabul edilen 0.005 M DTPA+0.01 M $CaCl_2$ +0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir bakır miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de

verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi standart 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir bakır kapsamları 0.4 mg/kg ile 90.3 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 7.3 mg/kg'dır. Follet (1969)'e göre toprakların %25'i yeterli (0.25-1 mg/kg) ve %75'i (>1 mg/kg) fazla düzeyde bakır içermektedir.

Çoklu ekstraksiyon metotları ile toprakların elverişli bakır miktarları belirlenmiştir. Toprakların elverişli bakır miktarları çoklu ekstraksiyon metotlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 2-226.9 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 17.7 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 0.1 – 45.7 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 2.7 mg/kg (Tablo 4.3), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile 1.1-178.8 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 12.1 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile 0.9-28 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 6.3 mg/kg (Tablo 4.5) ve japon yanai yöntemi ile 0.3-135.5 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 7.6 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Topraklarda elverişli bakır miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir bakır bakır kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen bakır miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir bakır kapsamı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=0.982^{**}$), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=0.974^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen bakır miktarı ($r=0.975^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=0.968^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Standart metod kullanılarak belirlenen toprakların bakır kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=0.029$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, topraklarda elverişli

bakır miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir bakır miktarı ile çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı arasındaki korelasyon katsayısının (r=0.982**) diğer çoklu ekstraksiyon metodlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin olması nedeniyle, topraklarda bakır miktarının belirlenmesinde standart bakır belirleme metodu olan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile ekstrakte edilebilir bakır miktarı yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli bakır miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılacak metot olarak birinci sırayı Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi almaktadır. Bunu sırasıyla amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi almaktadır (Tablo 12).

Tablo 4.12: Toprakların elverişli bakır miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std Cu	1 Cu	2 Cu	3 Cu	4 Cu
1 ^a Cu	0.982**				
2 Cu	0.974**	0.998**			
3 Cu	0.975**	0.999**	0.999**		
4 Cu	0.029	-0.132	-0.184	-0.173	
5 Cu	0.968**	0.996**	0.999**	0.999**	-0.206

** , p<0.01

^a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bakır kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bakır miktarı (r=0.998**), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen bakır miktarı (r=0.999**) ve japon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı (r=0.996**) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca Mehlich-III ekstraksiyon

yöntemi kullanılarak belirlenen bakır kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=-0.132$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Yukarıdaki açıklamalar ışığında, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen bakır miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.999^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda bakır miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli bakır miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.12).

Ele alınan topraklarda modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bakır kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ve japon yöntemi ile belirlenen bakır miktarları ($r=0.999^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bakır kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=-0.184$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.12). Yukarıdaki açıklamalar ışığında, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ve japon yöntemi ile belirlenen bakır miktarları arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.999^{**}$) oldukça yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda bakır miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metotlar olarak kabul edilebileceğinin bir kanıtıdır.

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen bakır kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=0.999^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenirken asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA)

ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=-0.173$) arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli bakır miktarlarının belirlenmesi için kullanılan amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen toprakların bakır kapsamları arasındaki yüksek ve önemli korelasyon nedeniyle bu metot yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.12).

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bakır kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen bakır miktarı ($r=-0.206$) negatif bir ilişki belirlenmiştir.

4.9 Araştırma Toprakların Elverişli Mangan Miktarları

Araştırma konusu toprakların ülkemizde yaygın olarak kullanılan, standart (rutin) analiz yöntemi olarak kullanılan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl_2 +0.1 M TEA ($\text{pH}=7.3$) ile elde edilen toprakların elverişli mangan miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi standart 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl_2 +0.1 M TEA ($\text{pH}=7.3$) ile elde edilen toprakların mangan kapsamları 1.3 mg/kg ile 49.8 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 11.7 mg/kg'dır. Sillanpaa (1982)'nin bildirdiği değerlere göre (kritik seviye 3-5 ppm) toprakların %10'u kritik seviyenin altında iken, %25'i kritik seviyede, %65'i ise yüksek miktarda alınabilir mangan içermektedir.

Toprakların elverişli mangan miktarları çoklu ekstraksiyon metotlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 91 - 317 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 177 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 3.9 - 58.7 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 30.1 mg/kg (Tablo 4.3), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile 6.4 - 40.2 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 22.7 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile 47 - 369 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 185 mg/kg (Tablo 4.5) ve japon yanai yöntemi ile 9 - 240 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 118 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Topraklarda elverişli mangan miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl_2 +0.1 M TEA ($\text{pH}=7.3$) ile elde edilen toprakların elverişli mangan miktarları ile Mehlich-III ekstraksiyon

yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), Asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve Japon yöntemi ile elde edilen mangan miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.13’de verilmiştir. Tablo 4.13’ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli mangan miktarı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.589^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.577^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenirken Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ($r=0.544^{*}$) ve japon yöntemi ile belirlenen mangan miktarları ($r=0.451^{*}$) arasında %5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli mangan miktarı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.306$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.13). Bu ilişkiler doğrultusunda, topraklarda elverişli mangan miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli mangan miktarı ile çoklu ekstraksiyon metotlarından modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.589^{**}$) diğer çoklu ekstraksiyon metotlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin olması nedeniyle, topraklarda mangan miktarının belirlenmesinde standart mangan belirleme metodu olan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli mangan miktarının belirlenmesi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli mangan miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılacak metot olarak birinci sırayı modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi almaktadır. Bunu sırasıyla asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi almaktadır (Tablo 4.13).

Tablo 4.13: Toprakların elverişli mangan miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std Mn	1 Mn	2 Mn	3 Mn	4 Mn
1 ^a Mn	0.544				
2 Mn	0.589**	0.666**			
3 Mn	0.306	0.358	0.707**		
4 Mn	0.577**	0.789**	0.665**	0.405	
5 Mn	0.451*	0.786**	0.889**	0.603**	0.749**

** , p<0.01; * ,p<0.05

^a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen mangan kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen mangan miktarı ($r=0.666^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.789^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.786^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen mangan kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.358$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.13). Yukarıdaki açıklamalar ışığında, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.789^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda mangan miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli mangan miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi, japon yöntemi ve modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.13).

Ele alınan topraklarda modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen mangan kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA

ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.707^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.665^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.889^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalar ışığında, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.889^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda mangan miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir kanıtıdır. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli mangan miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla japon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi gelmektedir (Tablo 4.13).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen mangan kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.405$) istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Ele alınan toprakların amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen mangan kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.603^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli mangan miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine japon yöntemi kullanılabilir.

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen mangan kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen mangan miktarı ($r=0.749^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli mangan miktarlarının

belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.13).

4.10 Araştırma Toprakların Elverişli Çinko Miktarları

Araştırma konusu toprakların ülkemizde yaygın olarak kullanılan, standart (rutin) analiz yöntemi olarak kullanılan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli çinko miktarları belirlenmiş ve Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.1'in incelenmesi ile de görüleceği gibi standart 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların çinko kapsamı 0.3 mg/kg ile 14.4 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 4.4 mg/kg'dır. Lindsay ve Norvell (1978)'in belirttiği değerlere göre (0-0.5 ppm noksan, 0.5-1.0 ppm orta, >1 ppm yeterli) toprakların %5'inde çinko az, %10'unda orta ve %85'inde ise yeterli miktarda alınabilir çinko içermektedir.

Toprakların elverişli çinko miktarları çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 0.6 - 51.5 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 20.3 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 0 - 13.6 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 4.3 mg/kg (Tablo 4.3), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile 0.3 - 14.7 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 7.2 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile 0.3 - 39.8 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 13.9 mg/kg (Tablo 4.5) ve japon yanai yöntemi ile 0 - 38.5 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 9.5 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Tablo 4.14: Toprakların elverişli çinko miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	std Zn	1 Zn	2 Zn	3 Zn	4 Zn
1 ^a Zn	0.739**				
2 Zn	0.828**	0.858**			
3 Zn	0.437	0.421	0.582**		
4 Zn	0.648**	0.929**	0.795**	0.534*	
5 Zn	0.592**	0.577**	0.829**	0.695**	0.634**

** $p < 0.01$; * $p < 0.05$ a,

1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi, std: Klasik Standart Metot

Topraklarda elverişli çinko miktarının belirlenmesinde kullanılan standart (rutin) analiz yöntemi olan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli çinko miktarları ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), Asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen çinko miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 14'de verilmiştir. Tablo 4.14'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli çinko miktarı ile Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.739^{**}$), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.828^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.648^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.592^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenirken amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.437$) arasında istatistiki bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 4.14). Bu açıklamalar doğrultusunda, topraklarda elverişli çinko miktarının belirlenmesinde standart (rutin) olarak kullanılan 0.005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli çinko miktarı ile çoklu ekstraksiyon metotlarından modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.828^{**}$) diğer çoklu ekstraksiyon metotlarında belirlenen korelasyon katsayılarından yüksek, önemli ve pozitif bir ilişkinin olması nedeniyle, topraklarda çinko miktarının belirlenmesinde standart çinko belirleme metodu olan 0.005 M

DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA (pH=7.3) ile elde edilen toprakların elverişli çinko miktarının belirlenmesi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılan standart metot ile çoklu ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde standart metodun yerine kullanılabilir metot olarak birinci sırayı modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi almaktadır. Bunu sırasıyla Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi almaktadır (Tablo 4.14).

Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen çinko kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen çinko miktarı ($r=0.858^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.929^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.577^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistikî bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen çinko kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.437$) arasında istatistikî bakımdan önemli olmamakla birlikte pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4.14). Yukarıdaki açıklamalar ışığında, Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.929^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda çinko miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metot olarak sırasıyla, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon ve japon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.14).

Ele alınan topraklarda modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen çinko kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.582^{**}$), asit amonyum asetat-

EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.795^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.829^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkiler ışığında, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.829^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda çinko miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir kanıtıdır. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metod olarak sırasıyla japon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) gelmektedir (Tablo 4.14).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen çinko kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.534^{*}$) arasında %5 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenirken toprakların amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen çinko kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.695^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine japon yöntemi kullanılabilir.

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen çinko kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen çinko miktarı ($r=0.634^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli çinko miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.14).

4.11 Araştırma Toprakların Elverişli Bor Miktarları

Araştırma konusu topraklarında çoklu ekstraksiyon metotları ile toprakların elverişli bor miktarları belirlenmiştir. Toprakların elverişli bor miktarları çoklu ekstraksiyon metotlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 4.8 - 39.6 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 12.9 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 0.4 - 18.3 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 3.8 mg/kg (Tablo 4.3), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile 0 - 7.8 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 0.7 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile 0.2 - 21.8 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 3.4 mg/kg (Tablo 4.5) ve japon yanai yöntemi ile 0.4 - 25.6 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 5.4 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Topraklarda elverişli bor miktarının belirlenmesinde kullanılan çoklu ekstraksiyon metotları olarak ele aldığımız Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), Asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen bor miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.15'de verilmiştir. Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bor kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bor miktarı ($r=0.988^{**}$), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen bor miktarı ($r=0.905^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.973^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.989^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 4.15). Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen bor miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.989^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda bor miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli bor miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde

Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metot olarak sırasıyla, japon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yer almaktadır (Tablo 4.15).

Ele alınan topraklarda modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bor kapsamı ile amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen bor miktarı ($r=0.949^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.989^{**}$), japon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.996^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen bor miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.996^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda bor miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir kanıtıdır. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli bor miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metot olarak sırasıyla japon yöntemi, asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) gelmektedir (Tablo 4.15).

Tablo 4.15: Toprakların elverişli bor miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	1 B	2 B	3 B	4 B
2 ^a B	0.988**			
3 B	0.905**	0.949**		
4 B	0.973**	0.989**	0.964**	
5 B	0.989**	0.996**	0.945**	0.988**

** , $p < 0.01$

^a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen bor kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.964^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.945^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli bor miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine ilk sırada asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ikinci sırada japon yöntemi kullanılabilir.

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen bor kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen bor miktarı ($r=0.988^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli bor miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.15).

4.12 Araştırma Toprakların Elverişli Kükürt Miktarları

Çoklu ekstraksiyon metodları ile toprakların elverişli kükürt miktarları belirlenmiştir. Toprakların elverişli kükürt miktarları çoklu ekstraksiyon metodlarından Mehlich-III ekstraksiyon metodu ile 39 - 479 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 242 mg/kg (Tablo 4.2), modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ile 31 - 358 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 195 mg/kg (Tablo 4.3), amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon (AB-DTPA) yöntemi ile 5.6 - 96.3 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 25.2 mg/kg (Tablo 4.4), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile 25 - 268 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 163 mg/kg (Tablo 4.5) ve japon yanai yöntemi ile 43 - 404 mg/kg arasında değişmekle birlikte ortalama 221 mg/kg'dır (Tablo 4.6).

Topraklarda elverişli kükürt miktarının belirlenmesinde kullanılan çoklu ekstraksiyon metodları olarak ele aldığımız Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi, amonyum bikarbonat-DTPA

ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ve japon yöntemi ile elde edilen kükürt miktarı arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Tablo 4.16'da verilmiştir. Araştırma topraklarının Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kükürt kapsamı ile modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kükürt miktarı ($r=0.961^{**}$), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.885^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.962^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenirken amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen kükürt miktarı ($r=-0.059$) arasında önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4.16). Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.962^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda kükürt miktarının belirlenmesinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir göstergesidir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde Mehlich-III ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılabilir metot olarak sırasıyla, japon yöntemi, modifiye edilmiş morgan ekstraksiyon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yer almaktadır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Toprakların elverişli kükürt miktarları bakımından farklı analiz metotları arasındaki korelasyon katsayıları (r).

	1 S	2 S	3 S	4 S
2 ^a S	0.961**			
3 S	-0.059	-0.042		
4 S	0.885**	0.901**	0.272	
5 S	0.962**	0.980**	0.008	0.905**

** , $p<0.01$

^a, 1. Mehlich-III Ekstraksiyon Metodu, 2. Modifiye Edilmiş Morgan Ekstraksiyon Metodu, 3. Amonyum Bikarbonat-DTPA Ekstraksiyon Yöntemi (AB-DTPA), 4. Asit Amonyum Asetat-EDTA (AAAc-EDTA) Ekstraksiyon Yöntemi, 5. Japon Yanai Yöntemi

Ele alınan topraklarda modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kükürt kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.901^{**}$) ve japon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.980^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif ilişkiler belirlenirken amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) ile belirlenen kükürt miktarı ($r=-0.042$) arasında önemli olmamakla birlikte negatif bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4.16). Modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ile japon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı arasındaki korelasyon katsayısının ($r=0.980^{**}$) yüksek, önemli ve pozitif olması, topraklarda kükürt miktarının belirlenmesinde modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi yerine uygulanabilecek en uygun ekstraksiyon metot olarak kabul edilebileceğinin bir kanıtıdır. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metotları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde modifiye edilmiş morgon ekstraksiyon yöntemi yerine kullanılacak metot olarak sırasıyla japon yöntemi ve asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi gelmektedir (Tablo 4.16).

Araştırma topraklarında amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) kullanılarak belirlenen kükürt kapsamı ile asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.272$) ve japon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.008$) arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada toprakların elverişli kükürt miktarlarının belirlenmesinde kullanılan ekstraksiyon metodları arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre sıralama yapılması halinde amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon yöntemi (AB-DTPA) yerine asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılabilir.

Ele alınan topraklarda asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenen kükürt kapsamı ile japon yöntemi ile belirlenen kükürt miktarı ($r=0.905^{**}$) arasında %1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların elverişli kükürt miktarlarının belirlenmesi için kullanılan asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ekstraksiyon yöntemi yerine japon yöntemi kullanılabilir (Tablo 4.16).

5. TARTIŞMA

Bitkisel üretimde birim alandan kaliteli en yüksek verimi alabilmek, sertifikalı tohum kullanmak, uygun toprak işleme, zirai mücadele, sulama gibi tedbirlerin yanında bitkilerin dengeli beslenmesi ve gübrelenmesi ile mümkündür. Bunun içinde öncelikle bitkilerin yetiştirildiği toprağın özelliklerini ve besin elementi içeriğini doğru bir şekilde belirlemek gerekir. Buda toprak analizleri ve bu analizlerde uygun ve doğru analiz metotları kullanmakla olabileceği için araştırmacılar devamlı bir şekilde toprakların besin elementi içeriğini doğru, ucuz, kolay ve hızlı bir şekilde belirleyebilecek analiz metotları geliştirmeye çalışmaktadırlar.

Nitekim bugünde hala kullanılmakta olan, topraktaki bitkilere elverişli besin elementlerini genellikle tek tek belirlemeye yarayan ekstraksiyon çözeltilerini içeren analiz metotları varken, ilk defa Morgan 1941 yılında hem mineral hem de organik topraklarda makro (P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B) besin elementlerini ekstrakte edip belirlenmesini sağlayan ve daha sonra kendi ismi ile anılan Morgan Ekstraksiyon Çözeltisini geliştirilmiştir. Daha sonra 1954 yılında Mehlich, kumlu tekstüre sahip asit topraklarda kullanılması için Çift Asit Çözeltisi olarak da referans gösterilen üniversal ekstrakte edici çözeltiyi geliştirmiştir. Amonyum bikarbonat-DTPA ekstraksiyon çözeltisi, alkalın topraklarda kullanılması için Sultanpour tarafından 1977 yılında geliştirilmiştir. Wolf (1982) Morgan ekstraksiyon çözeltisine DTPA eklemiş ve bu metodu modifiye etmiştir. 1984'de Mehlich, Mehlich No.3 ekstraksiyon çözeltisi olarak bilinen ve asit topraklarda yaygın olarak kullanılan ekstraksiyon metodunu açıklamıştır. Bugün ülkemizde makro (P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B) besin elementlerini birlikte ekstrakte edebilen ekstraksiyon çözeltileri toprak analizlerinde hiç kullanılmamasına rağmen gelişmiş ülkelerde bu ekstraksiyon çözeltilerini içeren analiz metotları yaygın olarak kullanılmaktadır. Nitekim Xiao (2009) Amerika Birleşik Devletleri'nin Kuzeydoğu Bölgesindeki farklı eyaletlerin toprak laboratuvarlarında genellikle bizim ülkemizde kullanılan standart analiz metotlarının aksine Modifiye Morgan, Morgan, Mehlich-III gibi çoklu besin elementi ekstrakte edici çözeltileri içeren analiz metotlarının kullanıldığını belirtmektedir. Bu durum bizim ülkemizde de şuan

kullandığımız metotlara göre daha kolay, hızlı ve ucuz olan bu çalışmanın konusu çoklu besin elementi ekstrakte edici çözeltileri içeren analiz metotlarının kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılması gerekir.

Nitekim az sayıda toprak örneği ile yapılan bu çalışmada bile toprak örneklerindeki fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn)'nun standart metotlarla belirlenen miktarları ile Mehlich-III, modifiye edilmiş morgan, Amonyum bikarbonat-DTPA (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Japon Yanai ekstraksiyon metotlarıyla belirlenen miktarları arasında istatistiki olarak önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu önemli pozitif ilişki, söz konusu elementlerin topraklarda ayrı ayrı standart metotlarla belirlenmesi yerine hepsinin bir defada söz konusu çoklu ekstraksiyon metotlarından birisiyle belirlenebileceğini göstermektedir. Sonuçlarımızı benzer bir şekilde Yanai ve ark (2000) kendi geliştirdikleri japon Yanai metodunun toprakların P, Ca, Mg ve K içeriklerinin belirlenmesinde standart metotlar yerine kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde Elrashidi ve ark.(2003)'da standart metotlar yerine alkalin topraklarda fosfor için AB-DTPA, bütün topraklarda Ca, Mg, K ve Na için Mehlich III, Cu, Fe, Mn ve Zn için ise Mehlich III ve AB-DTPA metotlarının kullanılabileceğini ama bizim bulgularımızdan farklı bir şekilde Ca için AB-DTPA metodunun kullanılamayacağını bildirmişlerdir. İspanyada asit reaksiyonlu topraklarda P, K, Ca, Mg, Cu, Zn ve Fe miktarlarının belirlenmesinde standart metotlar yerine Mehlich III ve AAAc-EDTA metotlarının kullanılabileceğini, AB-DTPA metodunun kullanılamayacağı bulunmuştur (Rodriquez-Suarez ve ark.,2008). Schroder ve ark.(2009) Mehlich III metodunun farklı reaksiyonlu topraklarda Ca ve Fe hariç P, K, Mg, Zn, Mn ve Cu miktarlarının belirlenmesinde standart metotlar yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Schroder ve ark.(2009)'nın sonuçlarından tek fark Ca'un belirlenmesinde Mehlich III metodunun kullanılabileceğinin belirlenmiş olmasıdır. Gürbüz ve Günay (2014) Trakya bölgesinde yaptıkları çalışmada bizim araştırmada kullandığımız toprakları reaksiyonlarına benzer bir şekilde nötr ve alkalin reaksiyonlu topraklarda makro (P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B) besin elementlerinin belirlenmesinde Mehlich III ve AB-DTPA metotlarının standart metotlar yerine kullanılabileceğini belirleyerek sonuçlarımızı teyit etmektedirler. Bu önceki çalışmalarda topraklarda makro (P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B) besin elementlerinin

belirlenmesinde standart metotlar yerine kullanılması için geliştirilen çoklu ekstraksiyon metotlarının toprakların başta reaksiyonuna (pH), kireç içeriğine bağlı olarak farklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Bu nedenle bu metotlar herhangi bir bölgede standart metotlar yerine kullanılmadan önce kullanılması için en uygun metot veya metotlar belirlenmelidir.

6. SONUÇ

Balıkesir ili merkez ilçelerine bağlı farklı mahallelerdeki 20 adet ceviz bahçesinden alınan toprak örneklerinde fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn)'nun standart metotlarla belirlenen miktarları ile Mehlich-III, modifiye edilmiş morgan, Amonyum bikarbonat-DTPA (AB-DTPA), asit amonyum asetat-EDTA (AAAc-EDTA) ve Japon Yanai ekstraksiyon metotlarıyla belirlenen miktarları arasında istatistiki olarak önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu önemli pozitif ilişki, söz konusu elementlerin topraklarda ayrı ayrı standart metotlarla belirlenmesi yerine hepsinin bir defada söz konusu çoklu ekstraksiyon metotlarından birisiyle belirlenebileceğinin göstergesi olabilir.

Bu yörede topraklarda söz konusu elementlerin belirlenmesinde araştırmamızda kullanılan çoklu ekstraksiyon metotlarından birisinin kesin olarak kullanılıp kullanılmayacağıının belirlenmesi için yaptığımız çalışmanın bölgeyi tam olarak temsil edebilecek şekilde çok daha fazla toprak örneği toplanarak yapılması gerekir. Bu durumda da sonuçlarımıza benzer sonuçların bulunması durumunda aynı topraklarda sera ve seçilen bazı yörelerde tarla şartlarında bitki yetiştirerek test çalışmaları yapılmalı ve bu çalışmalarda da olumlu sonuç veren çoklu ekstraksiyon metot veya metotlarının kullanılmasına karar verilmelidir.

7. KAYNAKLAR

Baker, W. H. Herron, C.G., Carroll, S.D., Henslee, M.A. Lafex, D.C. and Evans, E. E. (2002). A Comparative Summary of the Standard Mehlich-III Soil Test with a Modified Mehlich 3 Dilution Ratio Procedure.

Bray, R.H. (1949). Correlation of Soil Tests with Crop Response to Added Fertilizers and with Fertilizer Requirement. Diagnostic Techniques for Soil and Crops. The American Potash Institute, pp. 53-56.

Elrashıdı, M. A. Mays, M. D. And Lee, C. W. (2003). Assessment of Mehlich-III and Ammonium Bicarbonate-DTPA Extraction for Simultaneous Measurement of Fifteen Elements in Soil. Communication in Soil Science and Plant Analysis, Vol:34 Issue:19-20, pp: 2817-2838. Georgia.

Ergene, A. (1982). Toprak Bilimin Esasları, A.Ü. Yayınları, Erzurum.

FAO, (1990). Micronutrient at the country level. p:1-208. An International study. (ed. M. Sillanpa). FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Rome, Italy.

Follett, B. K. (1969). Diurnal rhythms of monoamine oxidase activity in the quail hypothalamus during photoperiodic stimulation. Comp. Biochem. Physiol, 29, pp. 591-600.

Gürbüz, M. A. ve Günay, E. (2014). Makro ve mikro besin elementlerinin birlikte ekstraksiyonunda Kullanılabilecek Metodların Araştırılması. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, syf: 69.

Jones, Jr. and Benton, J. (1990). Universal Soil Ekstractants: Their Composition and Use. Communication in Soil Science and Plant Analysis, Vol:21 Issue:13-16,pp:1091-1101.Department of Horticulture, University of Georgia, Athens, Georgia. 29.

Jones Jr., and Benton, J. (1998). Soil Test Methods: Past, Present and Future of Soil Extractants, *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, Vol:29 Issue:11-14, pp. 1543-1552. Department of Horticulture, University of Georgia, Athens, Georgia.

Kacar, B., 2009 *Toprak Analizleri*, Nobel Yayın Dağıtım, No: 1387. Ankara.

Lakanen, E., Ervio, R. (1971). A Comparison of Eight Extractants for The Determination of Plant Available Micronutrients in Soils. *Acta Agralica. Fenn.* 123, pp. 223-232.

Lindsay, W. L. ve Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn ve Cu. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 42: 421-428.

Matula J. (2009). A Relationship Between Multi-Nutrient Soil Tests (Mehlich-III, Ammonium Acetate, and Water Extraction) and Bioavailability of Nutrients from Soils for Barley. *Plant Soil Environ*, 55, pp.173-180.

Mehlich, A. (1984). Mehlich-3 Soil Test Extractant: A Modification Mehlich-2 Extractant. *Communication Soil Science Plant Analysis*. 15(12):1409-1416.

Mcintosh, J. L. (1969). Bray and Morgan Soil Test Extractants Modified for Testing Acid Soils from Different Parent Materials. *Agron. J.* 61:259-265.

Morgan, M. F. (1941). *Chemical Soil Diagnosis by The Universal Soil Testing System*. Conn. Agric. Exp. Stn. Bull. No. 450.

Olsen, S.R, Cole, C.V, Watanabe, W.S, Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular No. 939, p. 19.

Rodriquez-Suarez, J.A., Arias, E., Lopez, E. and Soto, B. (2008). Comparison of Multi-Element to Single-Element Extractants for Macro-and Micronutrients in Acid Soils from Spain. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, Vol:39 Issue:1-2, pp. 231-240.

Schroder, J.L., Zhang, H., Richards, Jr. and Payton, M.E. (2009). Interlaboratory Validation of the Mehlich-3 Method and as A Universal Extractant for Plant Nutrients. *JAOAC Int.* Jul-Aug:92 (4): 995-1008.

Schroo, H. (1963). An inventory of Soil and Suitabilities in Westrian, I. Netherlands Journal of Agricultural Science, Vol: 11, 308-333.

Sillanpaa, M. (1982). Micronutrients and the Nutrient Status of Soils: A Global Study. Fao Soils Bull. 48, Rome.

Soil Survey Manual. (1951). U.S. Department of Agriculture Handbook 18: 235.

Tüzüner, A. (1990). Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müd. Ankara.

Ülgen, N. ve N. Yurtsever, (1974). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayın No. 28.

Ünal, H. ve Başkaya, H.S. (1981). Toprak Kimyası. A.Ü. Zir. Fak. Yay. 759, Ders Kitabı: 218. A.Ü. Basımevi, Ankara.

Xiao, M. (2009). Soil Testing Laboratory Manual. Bent Tree Pres. 59 Damonte Ranch Parkway, Suite B284 Reno, NV 89521 (800)970-1883. Fresno California. www.benttreepress.com.

Wolf, B. (1982). An improved universal extracting solution and its use for diagnosing soil fertility. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 13, 1005-1033.

Wolf, A. and Beegle, D. (2009). Recommended Soil Testing Procedures for the Northeastern United States. 3rd Edition Northeastern Regional Publication No. 493.

Yanai, M., Uwaswa, M. and Shimizu, Y. (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.