

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI

**VAN GÖLÜ SUYUNUN TOPRAKTA YARAYIŞLI FOSFOR
ANALİZİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Emrah KÜSE
DANIŞMAN: Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT

VAN 2016

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI

**VAN GÖLÜ SUYUNUN TOPRAKTA YARAYIŞLI FOSFOR
ANALİZİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Emrah KÜSE

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **FBYL – 2016-5361** nolu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT danışmanlığında, Emrah KÜSE tarafından sunulan “Van Gölü Suyunun Yararışlı Fosfor Analizinde Kullanılabilirliği” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun..... tarih
ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Emrah KÜSE

ÖZET

VAN GÖLÜ SUYUNUN TOPRAKTA YARAYIŞLI FOSFOR ANALİZİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

KÜSE, Emrah

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT

Aralık 2016, 40 sayfa

Farklı ekstraksiyon yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu araştırmanın amacı, toprakta yarayışlı fosfor analizinde sodyum bikarbonat çözeltisi (Olsen yöntemi) yerine Van Gölü suyunun kullanılabilirliğini belirlemektir. Yürütülen çalışmada Kampüs, Edremit ve Gevaş'tan alınan toplam 30 toprak örneğinde ekstraksiyon çözeltisi olarak Van Gölü suyunun etkinliği 5 farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı (1:10, 1:15, 1:20, 1:25 ve 1:30) ve 3 farklı çalkalama süresi (30, 45 ve 60 dakika) kullanılarak denenmiştir. Denemede kullanılan 30 toprak örneğinde Neubauer yöntemine göre çavdar (Aslım 95) bitkisi yetiştirilmiş ve çeşitli biyolojik parametreler (bitki ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu ve bitki fosfor alımı) belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizleriyle çeşitli biyolojik parametreler ve Olsen yöntemiyle belirlenen fosfor miktarı kullanılarak en uygun toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı ve çalkalama süresi belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Van Gölü suyu kullanılarak denenilen farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları ve farklı çalkalama süreleri ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen yöntemine göre belirlenen fosfor miktarı arasında çok önemli ($p < 0.001$) korelasyonlar belirlenmiştir. Biyolojik parametrelerden bitki fosfor alımı dikkate alındığında en yüksek korelasyonu veren toprak: çözelti oranı 1:30 ($r = 0.916$) ve en uygun çalkalama süresinin 60 dakika ($r = 0.875$) olduğu, Olsen yöntemi dikkate alındığında ise 1:15 oranı ($r = 0.973$) ve 45 dakika çalkalama süresinin ($r = 0.977$) en yüksek korelasyonu verdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar Van Gölü suyunun toprakta yarayışlı fosfor analizinde sodyum bikarbonat çözeltisi yerine kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Çalkalama süresi, Ekstraksiyon oranı, Sodyum bikarbonat, Toprakta yarayışlı fosfor, Van Gölü suyu



ABSTRACT

POTENTIAL USE OF VAN LAKE WATER IN THE ANALYSIS OF AVAILABLE PHOSPHORUS IN SOIL

KÜSE, Emrah

M.Sc. Thesis, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT

December 2016, 40 pages

Many studies have been done on determining the effectiveness of different extraction methods. The purpose of this study is to determine the usability of Van Lake water instead of the sodium bicarbonate solution (Olsen method) in the analysis of available phosphorus in the soil. In the current investigation, effectiveness of Van Lake water as an extraction solution in 30 soil samples collected from Campus, Edremit and Gevaş was examined at five rates of soil extraction (1:10, 1:15, 1:20, 1:25 and 1:30) and three shaking time (30, 45 and 60 minutes). Rye plant (Aslım 95) was cultivated based on Neubauer method and various biological parameters (plant weight, plant phosphorus concentration, and plant phosphorus uptake) were determined. Using correlation analysis with various biological parameters and the amount of phosphorus extract based on Olsen method, the optimum soil extraction rate and time duration of agitation were determined. Results showed that various extraction solution rates and shaking time as measured by using Van Lake water were significantly correlated ($p < 0.001$) with plant weight, plant phosphorus concentration, plant phosphorus uptake and phosphorus amount obtained according to Olsen method. Of biological parameters when the plant phosphorus uptake was considered, the greatest correlation coefficient was obtained for the soil extraction rate of 1:30 ($r = 0.916$) and shaking time was 60 minutes ($r = 0.875$). Given the Olsen method, 1:15 rate ($r = 0.973$) and 45 minutes as the shaking time ($r = 0.977$) revealed the highest correlation coefficients. The results pointed out that Van Lake water has suffice utility in analyzing available phosphorus in soil instead of sodium bicarbonate solution.

Keywords: Available phosphorus in soil, Extraction rates, Shaking time, Sodium bicarbonate, Van Lake water



ÖN SÖZ

Toprak analizleri, bitkilerin beslenme durumlarının ve besin maddesi gereksinimlerinin belirlenmesinde sıklıkla başvurulmuş yöntemlerden birisidir. Ancak, her türlü toprakta tüm mineral besin elementlerinin bitkilere yararlılığını belirleyebilecek basit toprak analiz yöntemleri geliştirilebilmiş değildir. Bu sebeple farklı iklim ve toprak koşulları altında her türlü bitki besin elementinin yararlılığını belirlemek amacıyla geliştirilen çok sayıda kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin denemeler yoluyla karşılaştırılması ve en uygun olanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bugün topraklarda bitkiye yararlı fosforun belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmakta ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi için de uğraşlar sürmektedir. Bu çalışmada toprakta yararlı fosfor analizinde ekstraksiyon çözeltisi olarak Van Gölü suyu kullanılmıştır. Tez konusunun belirlenmesinde ve çalışmalarım esnasında her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT'a teşekkür ederim. Ayrıca analizler boyunca yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Sibel BOYSAN, Yrd. Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ ve üzerimde emekleri olan bölüm hocalarıma, istatistiksel analizlerin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Abdullah YEŞİLOVA hocama ve tüm yaşamım boyunca yardımlarını esirgemeyen aileme ve abim Habib KÜSE'ye teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisans tezime maddi destekte bulunan Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

2016

Emrah KÜSE



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Van Gölü Suyunun Özellikleri	14
3.1.2. Toprak Örnekleri ve Alındığı Yerler	15
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Denemede Kullanılan Farklı Ekstraksiyon Çözelti Oranları ve Farklı Çalkalama Süreleri	16
3.2.2. Saksı Denemesinin Yürütülmesi	17
3.2.3. Deneme Topraklarında Yapılan Rutin Analizler	17
3.2.3.1. Toprakta Tekstür	17
3.2.3.2. Toprak Reaksiyonu	17
3.2.3.3. Kireç	17
3.2.3.4. Tuz İçeriği	18

3.2.3.5. Organik Madde	18
3.2.3.6. Yarayışlı fosfor	18
	Sayfa
3.2.3.7. Değişebilir Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum	18
3.2.3.8. Toprakta Yarayışlı Mikro Elementler (Fe, Mn, Zn ve Cu) ...	18
3.2.4. Bitkide Fosfor Analizi	18
3.2.5. Bitki Fosfor Alımı	18
3.2.6. İstatistiksel Analizler	18
4. BULGULAR VE TARTIşMA	19
4.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler	19
4.2. Van Gölü Suyu Kullanılarak Farklı Toprak: Ekstraksiyon Çözeltisi Oranlarının Ekstrakte Edilen Fosfor Miktarına Etkisi	23
4.3. Van Gölü Suyu Kullanılarak Farklı Çalkalama Sürelerinin Ekstrakte Edilen Fosfor Miktarına Etkisi	25
4.4. Saksı Denemesi	27
4.5. Farklı Toprak Ekstraksiyon Çözeltisi Oranları ve Çalkalama Süreleri ile Bitki Yaş Ağırlığı, Bitki Kuru Ağırlığı, Bitki Fosfor Konsantrasyonu, Bitki Fosfor Alımı Ve Olsen Fosforu Arasındaki İlişkiler.....	29
5. SONUÇ.....	32
KAYNAKLAR	35
ÖZ GEÇMİş	40

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Van Gölü suyunda bulunan anyon ve katyonlar	15
Çizelge 3.2. Deneme topraklarının alındığı yer	15
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan farklı toprak ekstraksiyon çözeltisi oranları ve farklı çalkalama süreleri	16
Çizelge 4.1. Kampüs, Edremit ve Gevaş'tan alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	19
Çizelge 4.2. Toprak örneklerinde değişebilir K, Ca, Mg, ve DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Zn, Mn ve Cu miktarları	21
Çizelge 4.3. Van Gölü suyu kullanılarak farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranlarının ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisi	23
Çizelge 4.4. Van Gölü suyu kullanılarak farklı çalkalama sürelerinin ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisi.....	25
Çizelge 4.5. Saksı denemesinin yürütülmesi sonucu bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu ve bitki fosfor alım değerleri...	27
Çizelge 4.6. Farklı toprak ekstraksiyon çözeltisi oranları ve çalkalama süreleri ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen fosforu arasındaki korelasyon analizi sonuçlar	30



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Van Gölü’nden Genel Bir Görüntü.....	14





SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu tez çalışmasında kullanılan simgeler ve açıklamaları aşağıda belirtilmiştir.

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
M	Molar
N	Normal
mM	Milimolar
mg	Miligram
kg	Kilogram
g	Gram
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
S	Kükürt
Al	Alüminyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Zn	Çinko
Fe	Demir
Cu	Bakır
Mn	Mangan

Kısaltmalar	Açıklama
NaHCO ₃	Sodyum Bikarbonat
DTPA	Dietilen Triamin Penta Asetikasit
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
HCl	Hidroklorik Asit
V.G.S.	Van Gölü Suyu

Kons.

Konsantrasyon



1.GİRİŞ

Tarımsal üretimde amaç, sayısı günden güne artan nüfusu dengeli ve sürekli olarak beslemektir. Günümüzde gelişen kentleşme ve sanayileşme tarım alanlarını tehdit etmektedir (Koca ve ark., 2010). Bu nedenle tarım alanlarının genişlemeyeceği göz önüne alındığında, birim tarım alanından en az girdiyle en fazla ve kaliteli ürün alma yollarını arama zorunluluğu doğmuştur. Bunların başında da bilinçli gübre kullanımı gelmektedir. Dengeli ve zamanında gübreleme yapmanın en doğru ve bilinçli yolu toprak ve bitki analizleridir(Eyüpoğlu, 2002). Toprak analizleri değişik amaçlar için yapılır. Başta tarım olmak üzere, yol, bina ve diğer yapılanmalara (baraj, tünel vb) uygunluk durumlarının saptanması, madencilik, petrol arama çalışmalarında ve drenaj, arazi ıslahı gibi konular ile çevre kirliliği çalışmalarında toprak analizlerinin yapılması önerilmektedir. Tarımsal açıdan bakıldığında yani bitki yetiştiriciliğinde, toprakta bulunan bitki besin elementlerinin, topraktan uygun şekilde ekstrakte edilmesi ve bunların daha sonra uygun kimyasal yöntemlerle doğru olarak analiz edilmesi gereklidir. Topraktan ekstrakte edilebilen elementler için seçilen ekstraksiyon yöntemi bazı şartları sağlamak zorundadır. Bunlar; ekstraksiyon işlemi toprakta bulunan besin maddeleri havuzundan bitkilerin alabildikleri elementleri ekstrakte edebilmeli ve iyi bir toprak testi ucuz, farklı laboratuarlarda uygulanabilir ve rutin laboratuvar çalışmalarına kolaylıkla adapte edilebilir olmalıdır.

Toprakların bitki tarafından yararlanılabilir fosfor kapsamının ve bitkiye fosfor sağlama güçlerinin doğru olarak saptanması pratikte tarım açısından büyük önem taşır. Çünkü rasyonel bir fosfor gübrelemesi yapabilmek ve buna bağlı olarak verim ve kalitenin arttırılması bu kriterlere dayanmaktadır. Toprakların bitki tarafından alınabilir fosfor kapsamının belirlenmesinde biyolojik ve kimyasal yöntemler kullanılır. Biyolojik yöntemler bitki yetiştirildiği için daha doğru sonuçlar verirler. Ancak uzun zaman almaları, daha çok işgücü ve masraf gerektirmeleri gibi nedenlerden dolayı günlük (rutin) analizlerde kullanıma olanakları yoktur. Kimyasal yöntemler ise kısa

sürede ve kolay sonuç verirler. Fazla işgücü ve masraf gerektirmezler. Bu nedenle, günlük analizlerde kimyasal yöntemlerin kullanılması daha pratiktir.

Yarayışlı fosfortayini için Dünya laboratuvarlarında çalkalama süreleri ve kimyasal çözücüleri farklı pek çok analiz yöntemi kullanılmaktadır. Kimyasal yolla belirlenen fosfor miktarları, kuşkusuz, çözücünün topraktan P çözme gücüne ve çalkalama süresine bağlıdır. Bu nedenle ölçülen P miktarları arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Tarımsal açıdan yani bitki yetiştiriciliğinde, toprakta bulunan bitki besin elementleri miktarlarının, topraktan uygun şekilde ekstrakte edilmesi ve bunların daha sonra uygun kimyasal yöntemlerle doğru olarak analiz edilmesi gereklidir. Bitkisel üretimde ürünün miktar ve kalitesi toprakta bulunan besin maddelerinin konsantrasyonuna bağlıdır. Bu besin maddelerinin toplam konsantrasyonundan daha çok, bitkiye yarayışlı miktarı önem kazanmaktadır. Toprakta besin maddesi analizleri denildiğinde uygun ekstraksiyon yöntemleriyle ekstrakte edilen ve bitkiye yarayışlı olan kısım anlaşılmaktadır.

Günümüzde, toprak ekstraksiyon yöntemlerinin seçiminde, bitkinin gelişimi, verimi, herhangi bir aksamındaki (yaprak, gövde, kök) konsantrasyonu, kök uzunluğu ve gelişimi gibi çeşitli bitki indeks değerleriyle birlikte, topraktan herhangi bir yöntemle ekstrakte edilen metal değerleri arasındaki ilişkiye (korelasyona) bakılarak karar verilmektedir (Wallace, 1989). Bitki indeksleri kullanılarak, sera çalışmalarıyla yöntem seçiminin iyi bir yol olduğu bildirilmektedir. Ayrıca kimyasal yöntemlerin uygulanmaları sırasında yapılan işlemlerin uzunluğuna bağlı olarak ekstraksiyon kayıpları olabilmekte, süzme aktarma işlemleri ve alet kalibrasyonundan kaynaklanan sistematik hatalar yapılabilmektedir. Bu hataların gübre önerisine yansması sonucunda fazla veya eksik gübre kullanımı, verim ve kalitede önemli kayıplara yol açabilir. Dünyada, yılda milyonlarca ton fosforlu gübre kullanıldığı düşünülünce, olayın ekonomik boyutları daha iyi anlaşılmaktadır.

Toprak analizlerindeki esas amaç; analiz sonucu toprakta bulunan miktarların söz konusu bitki için yeterlilik derecesini saptamak ve bundan da o bitkinin verimini belli bir seviyeye yükseltecek gübre miktarını hesaplamak olduğundan, kimyasal yolla bulunan analiz değerlerini ürün miktarı ile ilişkilendirmek gerekir. İncelenen besin

maddesi ile ürün miktarı arasındaki korelasyon bulunduğundan sonra, bu tür çalışmaların ikinci kademesi olarak analiz sonuçları ile gübreleme sonucu elde edilen verim artışları arasındaki ilişkiler ortaya konulmakta ve belli analiz değerleri için verimi, istenilen seviyeye yükseltecek gübre miktarları hesaplanmaktadır.

Toprak çeşitleri arttıkça, kimyasal yöntemler arasında önemli farklılıklar kendini gösterdiğinden, güvenilir ilişkilerin elde edilebilmesi için değişik analiz yöntemlerinin uygulanması gerekebilmektedir. Her türlü toprakta tüm mineral besin elementlerinin bitkilere yararlılığını belirleyebilecek basit toprak analiz yöntemleri geliştirilebilmiş değildir. Bu sebeple farklı iklim ve toprak koşulları altında her türlü bitki besin elementinin yararlılığını belirlemek amacıyla geliştirilen çok sayıda kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin denemeler yoluyla karşılaştırılması ve en uygun olanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bugün topraklarda bitkiye yararlı fosforun belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmakta ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi için de uğraşlar sürmektedir. Bu nedenle kimyasal analiz yapan kişiler her zaman daha pratik ve basit yöntem arayışı içindedirler. Bu yöntem basit ve istenilen bilgiyi vermeli, aynı zamanda insanlara ve çevreye dost olmalıdır. Toprakta yararlı fosfor analizinde olsen (mavi) yönteminde sodyum bikarbonat ekstraksiyonu kullanılır. Toprakta potasyum analizinde amonyum asetat ekstraksiyonu kullanılır. Toprakta mikro element analizinde DTPA ekstraksiyon yöntemi kullanılır. Ancak bu yöntemler için, laboratuvar şartlarında çeşitli kimyasallar, belirli bir zaman ve para harcanmaktadır. Toprak ve bitki analizlerinin hızlı, ucuz ve pratik olması istenir. Bu nedenle toprak ve bitki analiz laboratuvarlarında bir analiz yapılırken zaman, emek ve para gibi faktörleri minimize etmek için çeşitli kimyasalların kullanılması yerine doğal materyallerin (Van Gölü suyu ekstraksiyonu) kullanılması tercih sebebidir.

Van Gölü suları tuzlu ve sodalı olan göl suyunda tuzluluk oranı %19, pH'sı ise 9.8' dir. Dünya'nın en büyük sodalı gölü olan Van Gölü çeşitli anyon ve katyonlarca zengindir. Bu anyon ve katyonlar arasında klorür, karbonat, bikarbonat ve sodyum iyonları başta gelmektedir (Degens ve ark., 1978).

Bu çalışmada yararlı fosfor analizi için Van Gölü suyu gibi doğal bir materyalin kullanılması ucuz, hızlı ve pratik bir şekilde ekstraksiyon işleminin yapılmasına yardımcı olabilir. Bu çalışmanın amacı, toprakta yararlı fosfor analizinde

sodyum bikarbonat çözeltisi yerine Van Gölü suyunun kullanılabilirliğinin belirlenmesidir.



2.LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Toprak analizlerinde ucuz, hızlı, basit ve uygun yöntem arayışı konusunda ülkemizde ve dünyada pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmaların bir kısmının özeti aşağıda verilmiştir.

Yılmaz(2006)'ın bildirdiğine göre, Mac Lean (1964) toprakların potansiyel azot sağlama güçlerinin belirlenmesinde, NaHCO_3 'ın kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu amaçla 24 adet toprak örneği kullanarak sera koşullarında yulaf (*Avena sativa*) bitkisi yetiştirilmiştir. Bitkinin azot alımını standart yöntem ile belirlemiştir. Araştırmacı, toprakları 4 farklı konsantrasyonda (0.5; 0.1; 0.01 ve 0.001 M) NaHCO_3 ile farklı sürelerle (15, 30, 60 ve 120 dakika) çalkalamıştır. Sonuçta toprakların 0.01 M NaHCO_3 ile 15 dakika süre ile muamelesiyle belirlenen azot miktarının (ppm), yulaf bitkisinin azot alımı ile en yüksek ilişkiyi verdiği saptanmıştır.

Ryan ve ark. (1971), organik madde içerikleri farklı 15 Kentucky toprağında yarıyışlı azot miktarını belirlemek için farklı biyolojik ve kimyasal metodlar üzerinde çalışmışlardır. Dane sorghum bitkisi ile yürütülen araştırmada (30°C ve 40 °C)'de ve (7-14) gün süreyle aerobik inkübasyona tabi tutulmuştur. Araştırmacılar farklı sıcaklıklarda(30°C ve 40 °C) ve farklı inkübasyon sürelerinde(7-14 gün) yetiştirilen sorgum bitkisinin azot alımı ve azot alımındaki oransal artış arasında çok önemli ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir.

Soltanpour ve ark. (1976),tarafından yürütülen çalışmada, DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn, Fe, Mn ve Cu miktarlarının belirlenmesinde toprak öğütme inceliği, ekstraksiyon kabının tipi, çalkalayıcının tipi, çalkalama hızı, çalkalama süresi, filtreleme süresi ve toprak çözelti oranının etkisi araştırılmıştır. Toprak öğütme süresinin artması ekstrakte edilebilir Fe, Mn ve Zn miktarlarının artmasına neden olmuştur. Toprak ekstraksiyon çözeltisi oranının artması ekstrakte edilebilen Fe, Cu, Zn ve Mn miktarlarını artırmıştır. Çalkalama hızı ve ekstraksiyon kabının tipi Cu hariç diğer besin elementlerinin ekstraksiyonunu etkilemiştir. Araştırmacılar DTPA ile ekstrakte edilen Fe, Cu, Zn ve Mn miktarının, ekstraksiyonun ilk 5 dakikasında en fazla olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak, DTPA mikro element analizinde standart olarak kullanılan toprak öğütme ve ekstraksiyon işlemlerinin uygun olduğu ifade edilmiştir.

Soltanpour ve Schwab (1977), tarafından yürütülen araştırmada, alkali topraklardan NO_3 , P, K, Zn, Fe ve Mn miktarlarının eş zamanlı olarak belirlenebilmesi için yeni bir yöntem üzerinde çalışılmıştır. Yeni yöntemde ekstraksiyon çözeltisi olarak 1 M amonyum bikarbonat ve 0.005 M DTPA kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi dakikada 180 devir ve 15 dakika süreyle yapılmıştır. Bu yöntemle yapılan ekstraksiyonun fosfor için Olsen yöntemi, potasyum için amonyum asetat yöntemi ve Zn, Fe, Cu, Mn için Lindsay ve Norvell yöntemi ile elde edilen sonuçlar arasında çok önemli ilişkiler verdiği belirlenmiştir.

Mehlich (1978), yürüttüğü araştırmada, fosfor ve bazı diğer bitki besin elementlerinin yarayışlılığını belirlemek için yeni bir ekstraksiyon çözeltisi kullanmıştır. Yeni ekstraksiyon çözeltisinin kompozisyonu: 0.2 N NH_4Cl -0.2 N HOAc - 0.015 N NH_4F -0.012 N HCl 'dir. Araştırmacı bu yeni çözeltinin etkinliğini ekstrakte edilebilir fosfor miktarını kullanarak, Bray 1 (0.025 N HCl -0.03 N NH_4F), Olsen (0.5 M NaHCO_3), DA(0.05 N HCl -0.025 N H_2SO_4), 0.075 N HCl ve DAP (DA+0.008 N NH_4F) ekstraksiyon çözeltileri ile karşılaştırmıştır. İlaveten sera şartlarında darı bitkisi yetiştirilerek, bitki fosfor alımını belirlenmiş ve bu sonuçların kimyasal olarak ekstrakte edilebilir fosfor miktarı ile olan ilişkisi incelenmiştir. Sonuç olarak darı bitkisinin fosfor alımı ile yeni ekstraksiyon çözeltisi, Bray 1, DA ve Olsen yöntemleri ile ekstrakte edilen fosfor miktarları arasında oldukça yüksek korelasyonlar belirlenmiştir.

Fox ve Piekielek (1978), Pensilvanya'da mısır yetiştirilen sekiz farklı toprakta 0.01 M NaHCO_3 ve kaynayan 0.01 M CaCl_2 ile ekstrakte edilen azot miktarı ve toprağın azot sağlama kapasitesi arasında oldukça yüksek korelasyonlar belirlemişlerdir. Buna karşılık araştırmacılar yapılan toprak analizlerinde zaman ve maliyet azaltmak ve analizi basitleştirmek için ultraviyole (UV) absorpsiyon yöntemini denemişlerdir. Sonuç olarak 260 nm dalga boyunda 0.01 M NaHCO_3 toprak ekstraktında elde edilen ultraviyole absorpsiyonu ile toprağın azot sağlama kapasitesi arasında önemli bir korelasyon belirlenmiştir. Araştırmacılar bu yeni metodun hızlı, basit ve ucuz olduğunu ve toprakta diğer besin elementlerinin yarayışlılığının belirlenmesinde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Aydemir (1980) tarafından yürütülen çalışmada, beş farklı yapay kileyt yapıcı

ekstraksiyon çözeltisinin,(0.001 M Na₂-EDDHA; 0.001 M EDDHA; 0.005 M DTPA+0.1 M TEA+0.01 M CaCl₂; 0.01 M EDTA+ 1 (NH₄)₂CO₃ ve0.05 M Na₂-EDTA+ 0.05M TEA)toprakta yarayışlı çinko miktarının belirlenmesindeki uygunlukları karşılaştırılmıştır. Kireç bakımından zengin ve alkalın pH'ya sahip 23 toptakta yürütölen denemede sera şartlarında mısır bitkisi yetiştirilerek ekstrakte edilen Zn konsantrasyonları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarını belirlemede birbirleriyle çok yakın ilişkiler verdiğini ve tümünde güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

Aydemir (1981), tarafından çalışmada bitkiye yarayışlı toprak demirinin belirlenmesinde, toplam toprak demiri dahil 6 kimyasal ekstraksiyon yönteminin (Jonhson ve Young, JY; Lindsay ve Norvell, LN; Navrot ve Ravikovitch, RN; Etilen diamin Tetra asetik asit, ET; ve Tetra Sodyum Pyrofosfat, PY) karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaçla kireç yönünden zengin 23 toprak örneğinden ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları ile aynı toprak örneklerinde serada yetiştirilen soya fasulyesi (Glycine max.T-203) bitkisinin kuru madde üretimi ve Fe konsantrasyonu arasında ilişkiler araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, araştırma konusu topraklarda bitkiye yarayışlı toprak demirini belirlemede, kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinden JY, LN ve RN'nin birbirlerine yakın ve pozitif sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Cartwright ve ark. (1983),buğday bitkisi ile yürüttükleri saksı denemesinde, bor içerikleri farklı 18 toprakta değişik analiz yöntemlerinin etkinliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak bitkiye yarayışlı bor miktarının belirlenmesinde toprağın 20 °C'de 0.01 M CaCl₂+Mannitol ile bir saat süreyle çalkalanması sonucu yapılan ekstraksiyonun standart sıcak su yöntemine göre daha uygun olduğunu belirlemiştir.

Öcal ve ark. (1990), Bursa Ovası topraklarının potasyum durumunu belirlemek ve yarayışlı potasyumun topraktan ekstraksiyonunda kullanılan çeşitli kimyasal yöntemler ile standart biyolojik yöntem arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Araştırma alanını oluşturan Bursa Ovasının 18 ayrı yerinden 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmış ve topraktan alınabilir potasyumun ekstraksiyonu için dokuz kimyasal yöntem kullanılmıştır. Kimyasal yöntemlerle belirlenen alınabilir potasyum miktarları standart biyolojik yöntem olarak seçilen Neubauer yöntemi ile ilişkilendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre kullanılan kimyasal yöntemler

içerisinde standart biyolojik yöntem ile en yüksek korelasyonu 0,3 N HCl yöntemi vermiştir.

Qian ve ark.(1992), bitkiye yarayırlı N,P,K ve S miktarlarının ekstraksiyonunda anyon ve katyon değişim membranları kullanarak yeni bir metod üzerinde çalışmışlardır. Kullanılan yeni metodun basit, hızlı olduğu ve doğru sonuç vermesi bakımından rutin toprak testleriyle son derece uyumlu olduğu belirlenmiştir. Batı Kanada'dan alınan 135 toprak örneğinde yapılan çalışmada iyon değişim membranları ile 0.5 M NaHCO₃ ve 0.001 M CaCl₂ ile ekstrakte edilen besin elementi miktarları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, iyon değişim membranları kullanılarak ekstrakte edilen besin miktarları ile geleneksel yöntemlerle belirlenen besin elementi miktarları arasında oldukça önemli korelasyonlar belirlenmiştir. Yöntemin doğruluğunu belirlemek için iklim odası şartlarında kanola bitkisi yetiştirilmiştir. Kanola bitkilerinin P,K,N ve S alımıyla anyon ve katyon değişim membranlarıyla ekstrakte edilen besin elementi miktarı arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur.

Yıldız (1994),Pasinler ovası topraklarında bitkiye elverişli azotun belirlenmesinde kullanılabilecek kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin seçimi için sera koşullarında mısır bitkisi yetiştirilerek yapılan saksı denemesinde 13 farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemi denenmiştir. Bitkinin kuru madde miktarı, azot kapsamı ve bitkinin topraktan azot alımını biyolojik ölçüt olarak kullanmıştır. Denemeye alınan toprak örnekleri için biyolojik ölçütler arasında yüksek ilişkiler elde edilememiş olmasına rağmen, Mba-Chiboğlu yöntemi I ve alkali permanganat yöntemlerinin söz konusu yöre topraklarının yarayırlı azot kapsamlarının belirlenmesinde kullanılabileği tavsiye edilmiştir.

Antep ve ark. (1996), Nevşehir ilinde 17 toprak örneği ile çalışmışlardır. İlim odasında tesadüf parselleri denemesine göre 3 tekerrürlü kurulan denemede test bitkisi olarak Kunduru-1149 makarnalık buğday kullanılmış ve topraklara 0 ve 20 ppm kükürt uygulanmıştır. Deneme topraklarının yarayırlı kükürt kapsamlarını belirlemek amacıyla 6 farklı kimyasal yöntem uygulanmış olup bunlar sırasıyla 1-500 ppm P, Ca(H₂PO₄)₂ 2-500 ppm P, KH₂PO₄ 3-% 0.15 CaCl₂ 4-CH₃COOH + CH₃COONa 5- 0.5 M NaHCO₃ (pH: 8.5) 6- Saf su yöntemleridir. Uygulanan tüm kimyasal yöntemler ile ele alınan biyolojik indeksler (kuru madde hariç) arasında önemli düzeyde ilişkiler bulunmuştur.

Sonuçların genel değerlendirilmesi, ekstraksiyon çözeltisi $\text{CH}_3\text{COOH}+\text{CH}_3\text{COONa}$ olan Morgan yönteminin Nevşehir ili topraklarında bitkiye yarayışlı kükürt kapsamalarını belirlemek amacıyla başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Drechsel ve ark. (1996), Ruanda'dan alınan toprak örneklerinde yarayışlı fosfor miktarını belirlemek için Bray no. 1 yönteminde bazı modifikasyonlar üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar çalkalama süresi (1 ya da 5 dak.), toprak ekstraksiyon çözeltisi oranı (1:7 ya da 1:10) ve toprakların tanecik çapındaki (0,5 mm ya da 2 mm) değişikliklerin yarayışlı fosfor miktarını önemli düzeyde etkilediğini belirlemişlerdir. Yapılan değişiklikler sonucunda Bray no 1 yöntemine oranla % 75 daha yüksek değerler bulunmuştur.

Abreu ve ark.(1997), Brezilya'nın Sao Paulo bölgesinden aldıkları toprak örneklerinde DTPA yöntemiyle Cu, Fe, Mn ve Zn analizi için ekstraksiyon basamaklarını test etmişlerdir. Farklı pH aralıklarının denendiği araştırmada en uygun pH aralığının 7.3 olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar çalkalamadan sonra toprak süspansiyonunun 120 dakikaya kadar filtre edilmesinin besin elementi konsantrasyonunda önemli bir değişiklik oluşturmadığını buna karşılık süzüğün 7 günden fazla depolanmasının bazı değişiklikler oluşturabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Hanks ve ark. (1997), Amerika Birleşik Devletlerinin kurak bölgelerinden topladıkları 38 toprak örneğinde nitrat, potasyum, fosfor ve sülfat miktarlarının belirlenmesinde sıcak su ekstraksiyon yöntemini kullanmışlardır. Araştırmacılar standart toprak analiz ekstraksiyon metodu ile sıcak su ekstraksiyon metodu arasında yüksek ve önemli korelasyonlar bulmuşlardır. Uygun ekstraksiyon zamanının toprak tekstürüne göre değişmekle beraber ortalama 1.4 dakika olduğu belirlenmiştir.

Akman ve Yıldız(1999),Erzurum-Daphan Ovası topraklarının potasyum durumunu Neubauer fide yöntemine göre saptamak ve bu topraklarda bitkiye yarayışlı potasyumun belirlenmesinde 11 farklı kimyasal ekstraksiyon yönteminin (0.5 N Amonyum asetat, Morgan, 1 N Amonyum asetat, 1 M Amonyum karbonat, Amonyum bikarbonat+0.005 M DTPA, 0.5 N Magnezyum asetat, 0.01 M Kalsiyum klorür, 0.3 N Hidroklorik asit, 0.5 N Hidroklorik asit, 1 N Nitrik asit ve Saf su yöntemi) kullanılabilir olup olmadığını araştırmışlardır. Sera denemesi, Neubauer fide yöntemine göre şans blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı yürütülmüştür. Denemede, test bitkisi olarak arpa (*hordeum vulgare*) kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler

sonucunda, denemeye alınan toprakların tümü için, kullanılan kimyasal yöntemlerin biyolojik ölçütlerle ilişki vermediği belirlenmiştir. Neubauer fide yöntemine göre, söz konusu topraklarda potasyum noksanlığı olmadığı, yeterli düzeyde olduğu anlaşılmıştır.

Elkarim ve Usta (2001), Polatlı Tarım İşletmesi topraklarının yarayışlı azot kapsamalarının belirlenmesinde kullanılabilecek yöntemlerin seçimi için bir araştırma yapmışlardır. Bu amaçla 31 adet toprak örneğinde ile iki inkübasyon işlemi ve 6 kimyasal ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak yöre toprakları için fosfat-borat tampon yöntemi ile asit permanganat yönteminin uygun olduğu belirlenmiştir.

Boparai ve Sharma (2003), tarafından yürütülen çalışma Hindistan'ın Punjab bölgesinde patates tarlalarından alınan 25 toprak örneğinde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan ekstraksiyon yöntemleri 0.5 M NaHCO₃, Bray I ve saf sudur. Suda çözünabilir fosfor miktarı 1:0.8 toprak/su oranı ile 24 saat boyunca çalkalanarak belirlenmiştir. Toprakta fosforu belirlemek için suda çözünabilir fosfor ve standart fosfor ekstraksiyonları karşılaştırılmıştır. Genel olarak, farklı ekstraksiyonlar tarafından elde edilen fosfor miktarı sırasıyla Bray P > Olsen P > Suda çözünabilir P olmuştur. Bu çalışmada kullanılan fosfor yarayışlılık indekslerinin her biri ile suda çözünabilir fosfor miktarı arasında son derece yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. Araştırmacılar, yüksek oranda fosforlu gübre uygulaması yapılan topraklarda suda çözünabilir fosfor miktarı belirlemesinin faydalı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Turner ve ark. (2004), Amerika Birleşik Devletlerinde yarı kurak şartlarda yağmurlama sulama sonucu yüzey akışla taşınarak uzaklaşan fosfor miktarını incelemişlerdir. Farklı toprak tiplerinin kullanıldığı çalışmada çözünabilir fosfor miktarının denenen toprak fosfor analiz testi ve toprak: ekstraksiyon çözelti oranı (1:10 ve 1:200) ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca pH, kireç ve ekstrakte edilebilir demir miktarı gibi kimyasal toprak özelliklerinin yüzey akışla uzaklaşan fosfor miktarını önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Fuhrman ve ark.(2005), 10 yüzey toprağı örneği ile yaptıkları çalışmada dört farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı (1:2, 1:5, 1:10 ve 1:50) ve ekstraksiyon süresinin (10, 30, 60 ve 900 dakika) ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisini araştırmışlardır. Ayrıca ekstraksiyon çözeltisi olarak farklı kalsiyum klorür çözeltileri (0.005 M , 0.01 M , 0.02 M) ile saf su mukayese edilmiştir. Sonuç olarak toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı genişledikçe ekstrakte edilen fosfor miktarının arttığı buna

karşılık ekstrakte edilen fosfor miktarına ekstraksiyon süresinin herhangi bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Çeşitli toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları ve ekstraksiyon süreleri kullanılarak elde edilen fosfor miktarı ve Mehlich 3 yöntemine göre belirlenen fosfor miktarları arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Yılmaz (2006), tarafından yürütülen çalışmada, Tekirdağ yöresi topraklarının yarıyışlı azot kapsamalarını belirlemek amacıyla, 12 farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla: Mba-Chiboğlu yöntemi I ve II, Prasad yöntemi I ve II, Sahrawad ve Burford yöntemi I ve II, Synghal yöntemi, Stanford ve Smith yöntemi, Bremner yöntemi, Keeney ve Bremner yöntemi, Jackson yöntemi ve Smith Weldon yöntemleridir. Biyolojik ölçüt olarak ise mısır bitkisinin kuru madde miktarı (gr/saksı), % N içeriği, azot alımı (mg N/ saksı), oransal kuru madde miktarı (gr/saksı), oransal % N içeriği ve oransal azot alımı (mg N/saksı) kullanılmıştır. Korelasyon analizi sonuçlarına göre kullanılan ekstraksiyon yöntemleri arasında mısır bitkisinin biyolojik ölçütleri arasında en yüksek korelasyonlar Mba-Chiboğlu Yöntemi I ile Sahrawat ve Burford yöntemi I için belirlenmiş olup bu yöntemlerin öncelikli olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Sousa ve Coutinho (2009), 150 toprak örneğinde katyon anyon değişim membranı ve 7 farklı ekstraksiyon zamanı kullanarak toprak fosforunun yarıyışlılığını incelemişlerdir. Araştırmacılar çayır otunun nispi verimi, fosfor içeriği ve fosfor alımı ile ekstrakte edilebilir fosfor miktarı arasında son derece önemli korelasyonlar belirlenmişlerdir. En iyi sonuçlar sırasıyla 8 saat, 2 saat ve 4 saat ekstraksiyon zamanları için elde edilmiştir.

Kahveci ve Atalay (2010), tarafından yürütülen araştırmada, Alaşehir ve Salihli bağ topraklarının alınabilir potasyum miktarlarının tayininde 1N NH_4OAc yöntemine alternatif olarak kullanılacak en uygun yöntemler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 1N NH_4OAc yöntemi ile 10 ayrı kimyasal potasyum analiz yöntemi arasındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır. Alaşehir ve Salihli bağ topraklarından toplam 40 ayrı yerden, 0-25 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de belirlenmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre, kullanılan kimyasal yöntemler içerisinde 1N NH_4OAc yöntemi ile en yüksek korelasyonu, Salihli bağ topraklarında 0.3 M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yöntemi, Alaşehir bağ topraklarında ise 0.5 M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yöntemi vermiştir.

Hue ve Fox (2010), Hawai'den aldıkları 12 toprak örneğinde topraktaki fosfor konsantrasyonu ile farklı ekstraksiyon yöntemleri (Mehlich 3, Olsen ve Truog çözeltileri) ile belirlenen fosfor sorpsiyon izotermi arasındaki korelasyonları incelemişlerdir. Araştırmacılar ekstrakte edilebilir fosfor miktarı ile manyok, marul ve soğan bitkilerinin fosforlu gübre ihtiyaçları arasında önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Her bir toprak örneği için bu bitkilerin fosforlu gübre ihtiyaçları fosfor sorpsiyon izotermi ve toprak fosfor konsantrasyonu belirlenerek tahmin edilmiştir.

Yıldız ve Güler (2010), Erzurum Ovası tarım topraklarının bitkiye yarayışlı bor (B) durumunu kimyasal ekstraksiyon yöntemleri kullanarak belirlemişlerdir. Bu amaçla, Erzurum Ovasına bağlı altı köyden alınan 22 farklı yüzey toprak örneği kullanılmıştır. Kimyasal ekstraksiyon yöntemleri olarak; 1 M NH_4 -Asetat, 0.01 M CaCl_2 (Azometin-H), Sıcak destile su ve 0.1 M KCl olmak üzere 4 farklı ekstraksiyon çözeltisi tercih edilmiş, bu çözücülerle ekstraksiyon sonucu elde edilen verilerden yüksek korelasyon verenler uygun yöntemler olarak seçilmişlerdir. Sonuç olarak, Erzurum Ovasını temsilen seçilen 22 adet toprak örneğinden; 17 toprak örneğinde NH_4 - Asetat yöntemi, 14 toprak örneğinde CaCl_2 (Azometin-H) yöntemi, 14 toprak örneğinde Sıcak destile su yöntemi (Karmin) ve 11 toprak örneğinde KCl yöntemi, biyolojik yöntemlerle yüksek ilişki vermiştir. Erzurum Ovası tarım toprakları için bitki bor içeriği dikkate alınınca, 22 toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin 9'unda bor içeriği yeterlidir. Neubauer fide tekniğine göre, 22 topraktan 6 tanesinde bor yeterli bulunmuştur. Azometin-H yöntemine göre 22 topraktan sadece 3'ünde bitkiye yarayışlı bor miktarının yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Gökmen ve Gezgin (2010), Konya Ovası topraklarının elverişli bor miktarını ve bu topraklarda bitkiye elverişli bor miktarının belirlenmesinde kullanılabilecek en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntemini belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla kontrollü sera şartlarında yetiştirilmek üzere indikatör bitki olarak ayçiçeği kullanılmıştır. Ayrıca 6 farklı biyolojik indeks değeri ile korelasyon analizleri yapılmıştır. Diğer taraftan, farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak 20 adet toprak örneğinin bor içerikleri belirlenmiş ve elde edilen veriler ile biyolojik indeks değerleri arasında istatistiksel kıyaslama yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde, topraklarda yarayışlı borun belirlenmesinde 16 farklı bor ekstraksiyon çözeltisinin etkisi, biyolojik indeks değerleri ve yöntemleri arasındaki korelasyonun önemine göre sıralaması; sıcak 0.01 M

CaCl_2 (1:2 oranı ve 1 Saat) >0.01 M tartarik asit (1:2 oranı ve 1 Saat) >0.05 M mannitol $\text{pH}=7.5$ (1:2 oranı ve 1 Saat) >0.05 M mannitol+ 0.01 M CaCl_2 (1:2 oranı ve 1 Saat) >2 mM DTPA (1:1.5 oranı ve 24 Saat) şeklinde bulunmuştur. Bu 16 ekstraksiyon yöntem ile yukarıdaki 5 yöntem arasında önemli korelasyonlar belirlenmiştir. Araştırmacılar, bu beş kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinden birisinin topraklarda bitkiye elverişli bor miktarının belirlenmesinde en uygun yöntem olarak tavsiye edilebileceğini bildirmişlerdir.

Lottermoser ve ark. (2011), Avustralya’da uranyum maden ocağı tarafından kirlenmiş topraklarda uranyum ve diğer iz elementlerin (As, Ce, Cu, La, Mn, Ni, Pb, Th, Y, Zn) yayılsılığının belirlenmesinde Coca-Cola’nın kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla toprakta uranyum ve diğer ağır metallerin yayılsılığının belirlenmesinde ekstraksiyon çözeltisi olarak üç çeşit cola (Coca-Cola classic , Diet Cola , Cola-Zero) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, toprakta arsenik, bakır, lantan, mangan, nikel, ytriyum ve çinko konsantrasyonu ile DTPA yöntemiyle elde edilen bulgular arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Üstelik, DTPA yöntemiyle ekstrakte edilen uranyum konsantrasyonu ile Coca-Cola-Classic ile ekstrakte edilen uranyum arasında yakın bir korelasyon ($r=0.98$) bulunmuştur. Bu korelasyon diğer Cola çeşitleri kullanıldığında azalmıştır. Ayrıca, toprakta Coca-Cola Classic kullanılarak belirlenen yayılsılı uranyum konsantrasyonu ile yetiştirilen elma bitkisinin yaprak ve sapında uranyum miktarı arasında çok yakın ilişkiler bulunmuştur. Buna göre araştırmacılar, toprakta yayılsılı uranyum konsantrasyonunun belirlenmesinde DTPA yerine Coca-Cola Classic’in kullanılabilirliğini ileri sürmüşlerdir.

Rathore ve Tarafdar (2012), kurak bölge topraklarında fosforun yayılsılığını belirlemek amacıyla farklı konsantrasyonlarda 4 ekstraksiyon çözeltisi (hidroklorik asit, sülfirik asit, nitrik asit ve sodyum bikarbonat) denemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre yayılsılı fosforun tahmininde en iyi ekstraksiyon çözeltisinin 1 N HCl olduğu belirlenmiştir. Ekstrakte edilen fosfor miktarı ile farklı kurak yöre bitkilerinin (darı ve fasulye) fosfor alımı arasında kuvvetli bir korelasyon belirlenmiştir.

DeLuca ve ark. (2015), İngiltere’de 10 yıl süreyle 204 toprak örneği kullanılarak yürüttükleri denemede farkı fosfor fraksiyonlarını belirlemek için basit ve ucuz olabilecek yeni bir metod araştırmışlardır. Bu amaçla 4 farklı ekstraksiyon çözeltisi kullanmışlardır. Bu çözeltiler; 1. 10mM CaCl_2 (çözünebilir fosfor), 2. 10 mM sitrik asit

(şelatla ekstrakte edilebilir fosfor), 3. Fitaz ve fosfataz çözeltisi (enzim ile ekstrakte edilebilir fosfor), 4. 1 M HCl (minerale tutulmuş fosfor). 10 yıllık dönem Olsen yöntemine göre belirlenen yarıyışlı fosfor miktarında bir azalma olduğu belirlenmiştir. Benzer olarak çözünebilir fosfor, sitratla ekstrakte edilebilir fosfor ve minerale tutulmuş fosfor miktarlarının 10 yıllık dönem boyunca azaldığı ve buna karşılık enzimle ekstrakte edilebilir organik fosfor miktarında bir artış olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, bu yeni metodun kolay ve ucuz olduğunu ve bu nedenle toprakta fosfor durumunun belirlenmesinde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Van Gölü Suyunun Özellikleri

Van Gölü, Bitlis İli sınırları içerisinde bulunan Nemrut volkanik dağının patlaması sonucu, bölgedeki tektonik çöküntü alanının önünün kapanmasıyla oluşmuş bir volkanik set gölüdür. Çok sayıda koyu bulunan Van Gölü'nün yüzölçümü 3.713 km²'dir. Van Gölü hem tatlı su hem de deniz ekosistemlerinden farklı bir sucul ekosistemidir. Suları tuzlu ve sodalıdır. Göl suyu tuzluluk oranı ‰19, pH'sı ise 9.8 dir. Bu yüzden Van Gölü yüksek rakıma ve sert kışlara rağmen, donmaz. Göl su seviyesi iklime bağılı olarak yükselip, düşmektedir. Ancak ortalama olarak denizden yüksekliği 1646 metredir. Gölün ortalama derinliği 171 m, en derin yeri ise, 451 metredir. Van Gölü dünyanın en büyük sodalı gölüdür ve göl çevresi karadan 430 km'dir. Türkiye'deki en büyük göl olan Van Gölünün suları tuzlu-sodalıdır. Çeşitli anyon ve katyonlar bakımından zengin olan göl suyunda yüksek miktarda sodyum ve bikarbonat iyonları bulunmaktadır. (Degens ve ark. 1978; Çizelge 3.1)



Şekil3.1. Van Göl'ünden genel bir görüntü.

Çizelge 3.1. Van Gölü suyunda çözülmüş halde bulunan anyon ve katyonlar (Degens ve ark.,1978)

Anyonlar	mg /lt	Katyonlar	mg/lt
Klorür	5450	Sodyum	7747
Karbonat	3331	Potasyum	508
Sülfat	2344	Magnezyum	94.8
Bikarbonat	2194	Kalsiyum	5-10
Fosfat	0.52	Lityum	1.5
Toplam	13319	Toplam	8359

3.1.2. Toprak Örnekleri ve Alındığı Yerler

Toprak örnekleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs çevresi, Edremit ve Gevaş İlçelerinin her birinden 10 adet olmak üzere toplam 30 noktadan alınmıştır. Toprak örnekleri Kampüs ve çevresinde kimyasal gübreleme yapılmamış doğal alanlardan, Edremit ve Gevaş'ta ise çoğunlukla elma yetiştirilen bahçelerden alınmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Deneme topraklarının alındığı yerler

Kampüs ve Çevresi	Edremit	Gevaş
1. Teknokent Yanı	11. Elmalı Mahallesi	21. Bahçeli Evler Mahallesi
2. Kedi Evi Yanı	12. Emin Paşa Mahallesi (26. Sokak)	22. Karşıyaka Mahallesi (İlçe Orman Müd. Yanı)
3. Bardakçı Toki	13. Altıntepe Mahallesi	23. Elmalı Mahallesi
4. Sosyal Tesisler Yanı	14. Yeni Mahalesi (Eski Yüksek İhtisas Has.Yanı)	24. Pınarbaşı Mahallesi
5. Yüzüncü Yıl Üniverisitesi Cami Yanı	15. Emin Paşa Mahallesi (Merit Sokağı)	25. Orta Mahalle (Kahraman Sokak)
6. Ziraat Fakültesi Seraları Yanı	16. Kadembas Mahallesi	26. KarşıyakaMahallesi (İzzeddin Şir Cami Yanı)
7. Tıp Fakültesi Dekanlığı Yanı	17. Selimbey Mahallesi	27. Orta Mahalle (Ahmet Can Sokak)
8. KYK Öğrenci Yurdu Yanı	18. Yeni Mahalle	28. Orta Mahallesi
9. Bardakçı Mahallesi	19. Yeni Mahalle (34.Sokak)	29.Karşıyaka Mahallesi (İlçe Tarım Müd. Yanı)
10.Ziraat Fakültesi Seraları Girişi	20. Eski Cami Mahallesi	30. Selimbey Mahallesi

Toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten Jackson (1962) tarafından belirtilen şekilde

alınmıştır. Gölgede kurutulduktan sonra, iri taş ve çakıllar ayıklanarak tahta tokmakla dövülmüştür. Kurutulan toprak örnekleri 2 mm'lik eleklerle eilenmiştir.

3.2.Yöntem

3.2.1.Denemede Kullanılan Farklı Ekstraksiyon Çözelti Oranları ve Farklı Çalkalama Süreleri

Toprakta yayımlı fosfor analizinde sodyum bikarbonat (0.5 M NaHCO₃, pH 8.5) yerine ekstraksiyon çözeltisi olarak Van Gölü Suyu kullanılarak yapılan analizlerde farklı ekstraksiyon oranları ve farklı çalkalama süreleri kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan yatay çalkayıcı dakikada 180 devir yapmıştır.

Çizelge 3.3.Denemede kullanılan Farklı toprak ekstraksiyon çözeltisi oranları ve farklı çalkalama süreleri

Toprak: Ekstraksiyon Çözeltisi Oranları	Çalkalama Süreleri
1. (1:10)	1. (30 Dakika)
2. (1:15)	2. (45 Dakika)
3. (1:20)	3. (60 Dakika)
4. (1:25)	
5. (1:30)	

Yukarıda Çizelge 3.3.'te kullanılan farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranlarına (1:10, 1:15, 1:20, 1:25 ve 1:30 oranları) ait çalkalama süreleri sabit olup her biri için 30 dakikadır. Farklı çalkalama süreleriyle yapılan toprak analizlerinde (30, 45 ve 60 dakika) kullanılan toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı 1:20'dir.

3.2.2. Saksı Denemesinin Yürütülmesi

Deneme Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait iklim odası koşullarında saksılarda yürütülmüştür. Deneme Neubauer yöntemine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada test bitkisi olarak Aslım 95 çavdar çeşidi kullanılmıştır. Bitkiler 400 gr alabilen saksılarda yetiştirilmiştir. Denemede kullanılan harcı hazırlamak için 100 gr toprak ile 50 gr kum karıştırılmış ve üzerine 250 gr kum eklenerek toprak-kum karışımı elde edilmiştir. Saksı çalışmasında her tekerrür toplam üç saksıdan oluşmuş, denemede toplam 93 saksı kullanılmıştır. Saksı denemesi iklim odası koşullarında yürütülmüştür. İklim odası 14 saat gündüz, 10 saat gece, sıcaklık 25 ± 2 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme süresi boyunca bitkiler günlük olarak saf su ile sulanmıştır. Her bir 400 gramlık plastik saksıya 100 adet çavdar tohumu ekilmiştir. Çimlenen tohumların çıkışı tamamlandıktan sonra her saksı için çimlenen tohumlar sayılmıştır. 17 günlük gelişimden sonra bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiştir. Hasattan sonra her tekerrürün bitki yaş ağırlığı ölçülmüştür. Hasat edilen bitkiler saf suyla yıkanarak kurutulmaya bırakılmıştır. Kuru ağırlıkları 70 °C derecedeki etüvde tam kurutulduktan sonra ölçülmüştür.

3.2.3. Deneme Topraklarında Yapılan Rutin Analizler

3.2.3.1. Toprakta Tekstür

Toprakların kum, kil ve silt fraksiyonları Bouyoucos hidrometre yöntemine göre belirlenerek tekstür sınıfları saptanmıştır (Bouyocus, 1951).

3.2.3.2. Toprak Reaksiyonu

Jakson (1958)'in belirttiği gibi pH değerleri saf su ile 1:2.5 oranında sulandırılarak belirlenmiştir.

3.2.3.3. Kireç

Hızalan ve Ünal (1966) tarafından belirtildiği gibi, Scheiblerkalsimetresi kullanılarak saptanmıştır.

3.2.3.4. Tuz İçeriği

Kacar (1994)'ın bildirdiği şekilde 1:2.5 yöntemi kullanılarak elektriksel iletkenlik, el tipi elektriki kondaktivimetre aleti ile belirlenmiştir.

3.2.3.5. Organik Madde

Modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Walkey, 1947).

3.2.3.6. Yarayışlı fosfor

Sodyum bikarbonat yöntemine göre belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1954).

3.2.3.7. Değişebilir Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum

Thomas (1982)'e göre 1 N Amonyum asetat ile çalkalanarak elde edilen süzüklerde Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okunarak belirlenmiştir.

3.2.3.8. Toprakta Yarayışlı Mikro Elementler (Fe, Mn, Zn ve Cu)

Alınan toprak örnekleri pH'sı 7.3'e ayarlanmış 0.05M DTPA ile ekstrakte edildikten sonra elde edilen süzükler Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okutularak belirlenmiştir (Kacar, 1994).

3.2.4. Bitkide Fosfor Analizi

Bitkide fosfor analizi barton çözeltisi hazırlanarak spektrofotometreyle belirlenmiştir (Müftüoğlu ve ark. 2012).

3.2.5. Bitki Fosfor Alımı

Her toprak örneği için belirlenen bitki kuru ağırlığı (g/saksı) ve bitki fosfor konsantrasyonu (mg/kg) değerleri kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Denemede kullanılan her bir toprak örneği için Olsen yöntemiyle belirlenen yarayışlı fosfor miktarı, saksı denemesinde elde edilen bitki ağırlığı, bitki fosfor

konsantrasyonu ve bitki fosfor alımı ile farklı ekstraksiyon oranları ve çalkalama süreleri arasında korelasyon analizleri yapılmıştır. (SAS, 2015).



4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Kampüs, Edremit ve Gevaş'tan alınan 30 adet toprak örneğinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1 'de ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kampüs, Edremit ve Gevaş'tan alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Örnek No	Tekstür Sınıfı	pH	Kireç %	Tuz dS/m	Organik Madde %	Olsen P mg/kg
1.	Kumlu-Killi	8.32	32.78	0.21	1,56	7.21
2.	Kumlu-Killi	8.49	11.49	0.27	1.36	4.93
3.	Kumlu-Killi-Tın	8.99	17.86	0.81	0.87	6.83
4.	Kumlu-Killi-Tın	8.32	25.78	0.20	1.58	7.21
5.	Kumlu-Killi	8.40	19.20	0.22	0.99	6.83
6.	Kumlu-Killi	8.25	14.17	0.07	0.28	6.83
7.	Kumlu-Killi	9.33	28.57	0.11	0.60	5.69
8.	Kumlu-Killi-Tın	8.97	19.53	0.20	1.36	6.45
9.	Kumlu-Killi-Tın	8.41	22.88	0.38	1.04	6.07
10.	Kumlu-Killi-Tın	8.35	25.89	0.36	1.04	4.93
11.	Kumlu-Killi-Tın	8.20	27.12	0.29	1.84	8.56
12.	Kumlu-Killi-Tın	8.11	20.31	0.15	1.66	9.01
13.	Kumlu-Killi-Tın	8.14	14.28	0.19	1.52	8.55
14.	Kumlu-Killi-Tın	8.04	5.58	0.21	1.37	9.47
15.	Kumlu-Killi-Tın	8.14	24.78	0.16	1.52	9.93
16.	Kumlu-Killi	8.17	14.62	0.15	1.88	8.55
17.	Kumlu-Killi-Tın	7.98	14.28	0.11	1.76	9.01
18.	Kumlu-Killi-Tın	8.10	23.99	0.18	1.84	9.01
19.	Kumlu-Killi-Tın	8.44	18.08	0.21	1.68	9.01
20.	Kumlu-Killi-Tın	8.40	22.32	0.14	1.60	8.55
21.	Kumlu-Killi	8.23	11.49	0.22	2.24	34.12
22.	Kumlu-Tın	8.30	12.16	0.18	2.16	26.66
23.	Kumlu-Killi	8.32	13.06	0.14	2.08	50.82
24.	Kumlu-Killi	7.90	5.91	0.20	2.02	26.66
25.	Kumlu-Killi	7.80	19.75	0.15	1.80	53.97
26.	Kumlu-Killi	7.92	7.70	0.21	1.94	16.85
27.	Kumlu-Killi	7.81	5.47	0.20	1.90	19.12
28.	Kumlu-Killi	7.69	10.04	0.14	1.99	47.44
29.	Kumlu-Killi	7.96	24.55	0.17	2.40	16.22
30.	Kumlu-Killi	7.82	12.16	0.13	2.28	53.49

Yapılan tekstür analizi sonucunda deneme toprağı örneklerinin büyük ölçüde kumlu-killi ve kumlu-killi-tınlı bünyeye sahip oldukları belirlenmiştir. Kampüs'ten alınan toprak örneklerinin kumlu-killi ve kumlu-killi-tınlı, Edremit'ten alınan toprak örneklerinin kumlu-killi-tınlı ve Gevaş'tan alınan toprak örneklerinin büyük çoğunluğunun kumlu-killi olduğu görülmektedir.

Alınan toprak örneklerinde en düşük pH değeri 7.69 ile Gevaş'ta en yüksek pH değeri 9.33 ile Kampüs alanında belirlenmiştir. Tüm toprak örneklerinde pH'nın hafif alkali-kuvvetli alkali arasında olduğu belirlenmiştir. Kampüs'ten alınan toprak örneklerinde pH alkali-kuvvetli alkali olarak ölçülürken, Edremit ve Gevaş'tan alınan örneklerde toprak pH'sının hafif alkali reaksiyonda olduğu belirlenmiştir (Alpaslan ve ark., 1998)

Toprak örneklerinin kireç miktarının %5.47 ile %32.78 arasında değiştiğı belirlenmiştir. Kampüs toprakları genel olarak fazla-çok fazla kireçli bulunurken, Edremit'ten alınan toprak örnekleri çoğunlukla fazla kireçli, Gevaş toprakları ise orta-fazla kireçli olarak değerlendirilmiştir (Alpaslan ve ark., 1998).

Yapılan toprak analizlerinde en düşük tuz miktarı, Kampüs alanından alınan 6 nolu toprak örneğinde 0.07 dS/m olarak, en yüksek ise 3 nolu Kampüs toprağında 0.81 dS/m belirlenmiştir. Kampüs toprakları tuzsuz-orta derece tuzlu, Edremit ve Gevaş toprakları tuzsuz olarak değerlendirilmiştir. Kampüs'ün 3 nolu örneğı orta derecede tuzlu bulunmuştur. (Müftüoğlu ve ark., 2012).

Toprak örneklerinde yapılan analizlerde organik madde miktarı %0.28-2.40 arasında değiştiğı belirlenmiştir. Kampüs toprakları genel olarak organik madde içerikleri çok az-az olarak bulunurken, Edremit'ten alınan toprak örnekleri çoğunlukla organik maddesi az, Gevaş toprakları ise az-orta olarak değerlendirilmiştir (Alpaslan ve ark., 1998).

Alınan toprak örneklerinde Olsen yöntemine göre yarıyıslı fosfor miktarı en düşük 10 nolu Kampüs toprağında 4.93 mg/kg, en yüksek yarıyıslı fosfor miktarı Gevaş'ın 25 nolu toprak örneğinde 53.97 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kampüs topraklarının yarıyıslı fosfor miktarı az, Edremit'ten alınan toprak örneklerinin yarıyıslı fosfor miktarı orta ve Gevaş'ın ise yeterli ve fazladır (Alpaslan ve ark., 1998).

Çizelge 4.2. Toprak örneklerinde değişebilir K, Ca, Mg ve DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Zn, Mn ve Cu miktarları (mg/kg)

Örnek No	Değişebilir Katyonlar			Yarayışlı Mikro Elementler			
	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
1.	416	7910	756	2.26	0.50	9.60	0.92
2.	296	5691	158	1.60	0.20	16.60	0.90
3.	657	6853	1050	1.92	0.32	18.70	1.56
4.	369	7192	455	3.32	0.24	16.92	1.64
5.	265	7964	514	1.98	0.16	11.88	0.84
6.	392	8401	317	1.34	0.28	20.10	1.36
7.	504	5884	1019	0.84	0.08	4.98	0.58
8.	353	6029	1193	1.64	0.14	5.50	0.46
9.	244	9686	629	1.78	0.26	12.06	1.32
10.	657	8070	473	2.40	0.34	22.80	1.48
11.	530	1043	397	2.78	0.60	17.18	2.08
12.	400	7757	704	4.20	1.70	22.80	2.04
13.	278	6227	982	3.46	0.36	16.40	2.22
14.	247	6706	738	2.80	0.68	12.20	1.40
15.	403	7822	683	3.22	0.52	14.98	2.54
16.	478	6817	850	5.12	0.54	16.74	3.04
17.	1047	7878	813	5.80	2.79	25.40	1.06
18.	548	7424	891	4.06	1.36	13.76	1.50
19.	473	7716	642	4.82	0.28	18.82	2.70
20.	969	8176	868	3.60	1.66	13.02	2.34
21.	210	6262	6262	6.84	1.78	1.78	13.32
22.	465	8019	8019	7.90	0.76	0.76	10.32
23.	1313	6711	6711	4.12	4.36	4.36	30.00
24.	325	6681	6681	10.56	1.58	1.58	26.30
25.	777	6010	6010	13.26	4.18	4.18	34.60
26.	673	6873	6873	8.88	1.64	1.64	37.70
27.	616	7211	7211	6.32	5.32	5.32	33.50
28.	361	6959	6959	8.76	3.12	3.12	43.70
29.	421	7444	7444	7.50	3.06	3.06	26.90
30.	556	6868	6868	4.24	3.01	3.01	36.80

En düşük potasyum içeriği 21 nolu toprakta 210 mg/kg ile Gevaş'ta belirlenmiştir. En yüksek potasyum miktarı ise 23 nolu toprakta 1313 mg/kg olarak bulunmuştur.

Yapılan toprak analizlerinde tüm toprak örnekleri potasyum içerikleri bakımından yeterli-fazla veya çok fazla olarak değerlendirilmiştir (Alpaslan ve ark.,1998).Alınan toprak örneklerinde değişebilir kalsiyum miktarı en düşük 2 nolu Kampüs toprağında 5691 mg/kg olarak belirlenmiştir. En yüksek kalsiyum içeriği 11

2 nolu Edremit toprağında 10043 mg/kg olarak bulunmuştur. Kampüs toprakları kalsiyum bakımından yeterli grubuna dahildir. Edremit'ten alınan toprak örnekleri kalsiyum miktarları fazla olarak belirlenmiştir. Gevaş toprakları ise içerikleri bakımından fazla olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark., 1998).

Yapılan toprak analizlerinde en düşük Mg içeriğien düşük 158 mg/kg 2 nolu toprak örneği için Kampüs'te belirlenmiştir. En yüksek Mg içeriği 22 nolu örnekte 8019 mg/kg olarak Gevaş'ta belirlenmiştir. Kampüs topraklarından sadece bir örnekte Mg miktarı az diğer toprak örneklerinde fazla bulunmuştur. Edremit'ten alınan toprak örnekleri ise yeterli ve fazla grubuna dahildirler. Gevaş toprakları Mg açısından çok fazla olarak belirlenmiştir. (Alpaslan ve ark., 1998).

Demir içeriği en düşük olan 7 nolu toprak 0.84 mg/kg olarak Kampüs'te bulunmuştur. En yüksek demir miktarı ise 13.26 mg/kg olarak Gevaş toprağında bulunmuştur. Kampüs toprakları demir içeriği bakımından orta grubuna dahildir. Edremit ve Gevaş toprakları orta ve fazla olarak bulunmuştur (Alpaslan ve ark., 1998).Kampüs, Edremit ve Gevaş'tan alınan toprak örneklerinde en düşük çinko miktarı 8 nolu toprakta 0.14 mg/kg olarak Kampüs'te, en yüksek 5.32 mg/kg olarak Gevaş'ın 27 nolu toprağında bulunmuştur. Kampüs topraklarında çinko miktarı çok az ve az olarak bulunmuştur. Edremit toprakları ise az-yeterli ve fazla gruplarına dahildirler. Gevaş topraklarına bakıldıklarından çinko içerikleri yeterli ve fazladır (Alpaslan ve ark., 1998).Mangan miktarı en düşük olan toprak 0.76 mg/kg olarak Gevaş'ta belirlenmiştir. En yüksek mangan miktarı Edremit'in 17 nolu toprağında 25.40 mg/kg olarak bulunmuştur. Kampüs ve Edremit topraklarının mangan içerikleri az ve yeterli grubundadır. Gevaş toprakları çok az ve az olarak belirlenmiştir (Alpaslan ve ark., 1998).Alınan toprak örneklerinde en düşük bakır miktarı 8 nolu toprakta 0.46 mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek olarak 43.70 mg/kg olarak 28 nolu topraktabelirlenmiştir. Kampüs, Edremit ve Gevaş toprakları bakır içerikleri bakımından yeterli bulunmuştur (Alpaslan ve ark., 1998).

4.2. Van Gölü Suyu Kullanılarak Farklı Toprak: Ekstraksiyon Çözeltilisi Oranlarının Ekstrakte Edilen Fosfor Miktarına Etkisi

Van Gölü suyu kullanılarak farklı toprak: ekstraksiyon çözeltilisi oranlarının ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Van Gölü suyu kullanılarak farklı toprak: ekstraksiyon çözeltilisi oranlarının ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisi (mg/kg)

Örnek No	Farklı Ekstraksiyon Oranları				
	1:10	1:15	1:20	1:25	1:30
1.	4.34	4.85	1.98	5.14	4.14
2.	4.79	4.22	1.10	4.67	3.48
3.	4.49	4.43	3.41	3.90	3.05
4.	4.26	4.85	1.87	3.43	2.40
5.	4.56	5.27	1.98	4.83	1.53
6.	4.49	5.07	1.65	3.43	1.53
7.	4.41	4.43	3.41	4.21	1.11
8.	4.41	5.32	2.42	3.11	5.01
9.	4.26	4.64	3.30	4.21	1.96
10.	4.86	4.22	1.54	3.58	1.96
11.	5.55	6.74	3.13	5.60	3.92
12.	6.01	7.49	3.52	6.54	3.92
13.	6.31	7.80	2.47	4.36	5.44
14.	6.16	7.59	2.86	4.36	4.14
15.	6.46	7.91	2.96	3.43	5.86
16.	5.86	7.06	3.52	4.21	5.66
17.	6.16	7.70	5.06	4.52	7.83
18.	5.86	7.17	3.52	4.05	4.79
19.	6.01	7.38	2.80	4.98	5.44
20.	6.92	8.75	2.90	5.60	3.92
21.	12.01	15.39	12.17	12.45	13.05
22.	10.95	13.91	11.35	12.14	11.31
23.	18.55	24.66	26.32	17.59	20.01
24.	11.48	14.44	13.16	10.90	16.32
25.	20.14	25.17	30.11	27.39	28.06
26.	10.26	12.65	5.26	8.72	7.39
27.	11.71	14.65	7.57	10.27	11.97
28.	21.21	26.55	16.29	23.35	31.98
29.	13.30	14.96	5.59	8.04	10.66
30.	20.90	25.93	33.23	43.27	37.42
Ortalama	8.56	10.37	7.22	8.74	8.84

Bu amaçla 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 ve 1:30 oranlarında deneme toprağı örnekleri Van Gölü suyu ile ekstrakte edilerek çözeltiye alınan fosfor miktarları belirlenmiştir.

1:10 ekstraksiyon oranında en düşük fosfor miktarı 9 nolu toprak örneğinde Kampüs'te 4.26 mg/kg, en yüksek fosfor konsantrasyonu Gevaş'ta 28 nolu toprak örneğinde 21.11 mg/kg olarak belirlenmiştir. 1:10 oranında çözeltiye alınan ortalama fosfor miktarı 8.56 mg/kg olmuştur.

1:15 ekstraksiyon oranında ekstrakte edilen fosfor miktarı 4.22-25.93 mg/kg arasında, 1:20 ekstraksiyon oranında 1.10-33.23 mg/kg arasında, 1:30 oranında 1.11-37.42 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan 30 toprak örneğinin 20'sinde en yüksek ekstraksiyon değerleri 1:15 ekstraksiyon oranında belirlenmiştir. Hem Kampüs, hem Edremit hem de Gevaş'tan alınan toprak örneklerinde en yüksek ekstraksiyon 1:15 ekstraksiyon oranında elde edilmiştir. Bu oran için elde edilen ortalama fosfor konsantrasyonu 10.37 mg/kg'dır (Çizelge 4.3).

Turner ve ark. (2004) tarafından çeşitli toprak tiplerinde yapılan çalışmada, ekstrakte edilen fosfor miktarının toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranlarıyla (1:10 ve 1:200) yakın bir şekilde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bray no 1 yöntemini modifiye etmek için Ruanda topraklarında yapılan araştırmada farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranlarının (1:7 ve 1:10) ekstrakte edilen yarıyırlı fosfor miktarını önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir (Drechsel ve ark., 1996). Fuhrman ve ark.,(2005). On farklı toprakta yaptıkları çalışmada farklı ekstraksiyon oranlarının (1:2, 1:5, 1:10 ve 1:50) yarıyırlı fosfor miktarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar ekstraksiyon oranı genişledikçe ekstrakte edilen fosfor miktarının arttığını ileri sürmüşlerdir.

4.3. Van Gölü Suyu Kullanılarak Farklı Çalkalama Sürelerinin Ekstrakte Edilen Yararışlı Fosfor Miktarına Etkisi

Toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranının sabit tutulup (1:20) değişen çalkalama sürelerinin ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisi Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Van Gölü suyu kullanılarak farklı çalkalama sürelerinin ekstrakte edilen fosfor miktarına etkisi (mg/kg)

Örnek No	Farklı Çalkalama Süreleri		
	30 Dakika	45 Dakika	60 Dakika
1.	1.98	3.37	3.55
2.	3.41	5.28	5.13
3.	1.87	2.93	3.03
4.	1.98	3.52	3.82
5.	1.65	3.23	3.42
6.	3.41	4.98	5.00
7.	2.42	3.52	3.69
8.	3.30	5.13	5.26
9.	1.54	2.79	3.29
10.	1.10	3.67	3.82
11.	3.13	3.67	3.82
12.	3.52	5.27	5.13
13.	2.47	3.08	3.03
14.	2.86	4.25	4.34
15.	2.96	3.81	4.21
16.	3.52	5.13	4.87
17.	5.06	7.18	6.97
18.	3.52	4.98	5.26
19.	2.80	2.93	3.29
20.	4.83	7.33	11.44
21.	12.17	19.20	18.02
22.	11.35	11.72	12.76
23.	26.32	26.37	25.78
24.	13.16	17.14	17.36
25.	30.11	32.97	31.30
26.	5.26	6.74	7.24
27.	7.57	11.72	11.71
28.	16.29	22.12	20.78
29.	5.59	8.94	9.60
30.	33.23	33.99	36.95
Ortalama	7.28	9.23	9.46

30 dakika çalkalama süresinde ekstrakte edilen fosfor miktarı 1.10-33.23 mg/kg, 45 dakika çalkalamada 2.79-33.99 mg/kg arasında ve 60 dakika çalkalamada 3.03-36.95 mg/kg arasında belirlenmiştir. Denemede kullanılan 30 toprak örneğinin 20'sinde en fazla ekstrakte edilen fosfor miktarı 60 dakika çalkalama sonucu elde edilmiştir (Çizelge 4.4.). En düşük ekstraksiyon değerleri ise 30 dakika çalkalama sonucu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre çalkalama süresi artıkça ekstrakte edilen fosfor miktarı da artmaktadır. Yapılan ön denemelerde 15 dakika çalkalama süresinde denenmiş ancak ekstrakte edilen fosfor miktarı çok düşük olduğu için denemeye dahil edilmemiştir.

Yapılan çeşitli çalışmalarda ekstrakte edilen fosfor miktarı üzerine farklı çalkalama sürelerinin etkisi incelenmiştir (Qian ve ark., 1992; Drechsel ve ark., 1996; Abreu ve ark., 1997). Fuhrman ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada çalkalama süresinin ekstrakte edilen fosfor miktarı üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığını bildirirlerken, Sousa ve Coutinho (2009) tarafından yürütülen çalışmada çalkalama süresinin ekstrakte edilen fosfor miktarını artırdığı belirlenmiştir. Soltanpour ve ark. (1976) ekstrakte edilen besin elementi miktarına toprağın öğütülme inceliği, ekstraksiyon kabının tipi, çalkalayıcının tipi, çalkalama hızı, çalkalama süresi, filtreleme süresi ve toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranının etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, besin elementlerinin çözeltiye alınmasının çalkalamanın ilk 5 dakikasında en fazla olduğunu, toprak örneklerinin öğütülme inceliğinin ve ekstraksiyon çözeltisi oranının artmasının ekstrakte edilen besin elementi miktarının artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.4. Saksı Denemesi

Yürütülen saksı denemesinde elde edilen bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, fosfor konsantrasyonu ve bitki fosfor alımı değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Saksı denemesinden elde edilen bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu ve bitki fosfor alım değerleri

Örnek No	Bitki Yaş Ağırlığı g/saksı	Bitki Kuru Ağırlığı g/saksı	Bitki fosfor kons. mg P /kg	Bitki fosfor alımı mg P /saksı
1.	6.61	1.18	3600	4.25
2.	5.81	1.11	3107	3.45
3.	6.90	1.14	3329	3.80
4.	5.95	1.16	3280	3.81
5.	6.71	1.33	3218	4.28
6.	7.55	1.24	3391	4.20
7.	4.13	1.22	3144	3.84
8.	7.13	1.14	3218	3.67
9.	6.21	1.12	2996	3.36
10.	7.56	1.20	3156	3.79
11.	6.60	1.17	3440	4.02
12.	4.21	1.22	3132	3.82
13.	6.94	1.20	3255	3.91
14.	6.59	1.20	3243	3.89
15.	7.13	1.20	3255	3.91
16.	7.05	1.25	3687	4.61
17.	7.85	1.26	3810	4.80
18.	7.56	1.22	3650	4.45
19.	6.89	1.27	3847	4.89
20.	8.43	1.35	4044	5.46
21.	8.01	1.36	3551	4.83
22.	7.90	1.36	3489	4.75
23.	8.45	1.28	4772	6.11
24.	8.09	1.28	4895	6.27
25.	8.53	1.30	6954	9.04
26.	8.40	1.27	3403	4.32
27.	8.42	1.28	3884	4.97
28.	8.78	1.33	6436	8.50
29.	7.51	1.32	5733	7.62
30.	7.94	1.51	6251	9.44

Genel olarak en düşük bitki yaş ve kuru ağırlıkları Kampüs' e ait toprak örneklerinde, ölçülürken en yüksek bitki ağırlıkları Gevaş'tan alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir. Edremit toprakları ise bu iki grup arasında yer almıştır.

Benzer şekilde en yüksek bitki fosfor konsantrasyonu ve bitki fosfor alımının Gevaş topraklarında olduğu bunu sırasıyla Edremit ve Kampüs alanından alınan toprak örneklerinin izlediği belirlenmiştir.

En düşük bitki yaş ağırlığı 7 nolu Kampüs toprağında 4.13 g/saksı iken en yüksek bitki yaş ağırlığı Gevaş'ın 28 nolu toprağında 8.78 g/saksı olarak belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlığı 1.11-1.51 g/saksı arasında bulunmuştur. En düşük bitki kuru ağırlığı 2 nolu Kampüs toprağında, en yüksek bitki kuru ağırlığı 30 nolu Gevaş toprağında belirlenmiştir. Bitki fosfor konsantrasyonuna bakıldığında en düşük bitki fosfor konsantrasyonu 9 nolu Kampüs toprağında 2996 mg/kg olarak ve en yüksek bitki fosfor konsantrasyonu 25 nolu Gevaş toprağında 6954 mg/kg olarak bulunmuştur. En düşük bitki fosfor alımı 9 nolu Kampüs toprağında 3.36 mg P/saksı iken en yüksek fosfor alımı Gevaş'ın 30 nolu toprağında 9.44 mg P/saksı olarak bulunmuştur. Genel olarak bitki ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu ve fosfor alımı Gevaş'tan alınan topraklarda en yüksek ve Kampüs topraklarında en düşük olarak belirlenmiştir.

4.5. Farklı Toprak Ekstraksiyon Çözeltisi Oranları ve Çalkalama Süreleri ile Bitki Yaş Ağırlığı, Bitki Kuru Ağırlığı, Bitki Fosfor Konsantrasyonu, Bitki Fosfor Alımı ve Olsen Fosforu Arasındaki İlişkiler

Van Gölü suyu kullanılarak yapılan farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen yöntemine göre belirlenen fosfor miktarı arasında çok önemli korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Bu sonuçlar toprakta yayayışlı fosfor miktarının belirlenmesinde sodyum bikarbonat ekstraksiyon çözeltisi (Olsen yöntemi) yerine Van Gölü suyunun bu amaçla kullanılabileceğini göstermektedir. Farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları ile bitki yaş ağırlığı arasında en yüksek korelasyonlar 1:15 ($r = 0.631^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.620^{**}$) oranlarında, bitki kuru ağırlığında 1:25 ($r = 0.718^{**}$) ve 1:15 ($r = 0.702^{**}$) oranlarında; bitki fosfor konsantrasyonu için 1:30 ($r = 0.894^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.891^{**}$) oranlarında; bitki fosfor alımı için 1:30 ($r = 0.916^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.908^{**}$) oranlarında ve Olsen yöntemi için en yüksek korelasyonlar 1:15 ($r = 0.973^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.967^{**}$) oranlarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Van Gölü suyu kullanılarak farklı çalkalama sürelerinde (30, 45 ve 60 dakika) elde edilen fosfor miktarı ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen yöntemine göre fosfor miktarları arasında çok önemli korelasyonlar bulunmuştur. Olsen yöntemiyle ekstrakte edilen fosfor miktarı hariç diğer parametreler için çalkalama süresinin artmasına bağlı olarak korelasyon katsayıları artmıştır. En yüksek korelasyon katsayıları bitki yaş ağırlığı ($r = 0.570^{**}$), bitki kuru ağırlığı ($r = 0.720^{**}$), bitki fosfor alımı ($r = 0.875^{**}$) için 60 dakika çalkalama sonunda elde edilmiştir. Bitki fosfor konsantrasyonu ($r = 0.842^{**}$) ve Olsen yöntemine göre fosfor analizi ($r = 0.977^{**}$) ile 45 dakika sonucu elde edilen fosfor miktarı arasında çok önemli korelasyonlar belirlenmiştir. Van Gölü suyu kullanılarak yapılan ekstraksiyonda korelasyon katsayıları dikkate alındığında en uygun toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranının 1:15 ve en uygun çalkalama süresinin 45 veya 60 dakika olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.6. Farklı toprak ekstraksiyon çözeltisi oranları ve çalkalama süreleri ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen fosforu arasındaki korelasyon analizi sonuçları

Korelasyonlar	Bitki Yaş Ağırlığı	Bitki Kuru Ağırlığı	Bitki P Kons.	Bitki P Alımı	Olsen P	1:10	1:15	1:20	1:25	1:30	30 dk	45 dk	60 dk
Bitki Yaş Ağ.													
Bitki Kuru Ağ.	0.531 *												
Bitki P Kons.	0.553 *	0.620 **											
Bitki P Alımı	0.567**	0.737 **	0.985 **										
Olsen P	0.580 **	0.665 **	0.828 **	0.848 **									
1:10	0.620 **	0.697 **	0.891 **	0.908 **	0.967 **								
1:15	0.631 **	0.702 **	0.872 **	0.890 **	0.973 **	0.996 **							
1:20	0.501 *	0.647 **	0.812 **	0.838 **	0.965 **	0.914 **	0.918 **						
1:25	0.452	0.718 **	0.822 **	0.872 **	0.912 **	0.898 **	0.889 **	0.938 **					
1:30	0.571 **	0.678 **	0.984 **	0.916 **	0.948 **	0.958 **	0.953 **	0.926 **	0.953 **				
30 dk	0.519 *	0.657 **	0.817 **	0.844 **	0.963 **	0.915 **	0.920 **	0.995 **	0.938 **	0.927 **			
45 dk	0.562 **	0.677 **	0.842 **	0.866 **	0.977 **	0.939 **	0.941 **	0.979 **	0.931 **	0.945 **	0.985 **		
60 dk	0.570 **	0.720 **	0.839 **	0.875 **	0.961 **	0.915 **	0.931 **	0.975 **	0.943 **	0.940 **	0.984 **	0.993 **	

** : % 1 düzeyinde çok önemli ($p < 0.001$)

* : % 1 düzeyinde önemli ($p < 0.01$)

n:30

Farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak belirlenen besin elementi miktarı ile çeşitli biyolojik parametreler veya bilinen ekstraksiyon yöntemleri arasındaki korelasyonlar pek çok araştırmada incelenmiştir (Soltanpour ve Schwab, 1977; Mehlich, 1978; Drechsel ve ark. 1996). 10 yüzey toprağı ile yapılan araştırmada Fuhrman ve ark. (2005) farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranı ve ekstraksiyon süresi kullanarak elde edilen fosfor miktarı ile Mehlich 3 yöntemine göre belirlenen fosfor miktarı arasında önemli korelasyonların olduğunu belirlemişlerdir.

Lottermoser ve ark. (2011), Avustralya’da ağır metaller tarafından kirletilmiş maden ocağı toprağında iz elementlerin belirlenmesi için DTPA yöntemi yerine ekstraksiyon çözeltisi olarak Coca-Cola çeşitlerinin (Classic, Diet, Zero) kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Coca-Cola Classic ile ekstrakte edilen ağır metal miktarlarıyla DTPA yöntemiyle belirlenen ağır metal miktarları arasında önemli ve pozitif korelasyonların olduğu belirlenmiştir. Hanks ve ark. (1997) Amerika Birleşik Devletlerinde 38 toprak örneğıyle yaptıkları çalışmada, azot, fosfor, potasyum ve kükürt miktarlarının belirlenmesinde ekstraksiyon çözeltisi olarak sıcak su kullanmışlardır. Araştırmacılar standart toprak analiz yöntemiyle sıcak su ile ekstrakte edilen besin elementi miktarları arasında önemli korelasyonlar olduğunu belirlemişlerdir. Sousa ve Coutinho (2009) tarafından 150 toprak örneğıyle yürütülen çalışmada iyon değişim membranları ve farklı ekstraksiyon sürelerinin çözeltiye alınan fosfor miktarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonunda yarıyıslı fosfor miktarı ile çeşitli biyolojik parametreler (bitki ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu ve fosfor alımı) arasında son derece önemli korelasyonlar belirlenmiştir.

5. SONUÇ

1950 yılından bu yana topraktaki metallerin biyokimyasını belirlemek için çok sayıda toprak analiz testi kullanılmıştır. Ancak, bu testler yüksek kaliteli kimyasal girdiler, arıtılmış su, titiz deneysel çalışmalar, gelişmiş altyapı tesisleri ve eğitimli teknik personele olan ihtiyacı artırmıştır.

Her türlü toprakta tüm mineral besin elementlerinin bitkilere yarayışlılığını belirleyebilecek basit toprak analiz yöntemleri geliştirilebilmiş değildir. Bu sebeple farklı iklim ve toprak koşulları altında her türlü bitki besin elementinin yarayışlılığını belirlemek amacıyla geliştirilen çok sayıda kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin denemeler yoluyla karşılaştırılması ve en uygun olanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Toprak çeşitleri arttıkça, kimyasal yöntemler arasında önemli farklılıklar kendini gösterdiğinden, güvenilir ilişkilerin elde edilebilmesi için değişik analiz yöntemlerinin uygulanması gerekebilmektedir. Toprak analizlerinde kullanılan ekstraksiyon çözeltilerine bakıldığında, bitki besin elementlerinin çözünürlüğünü artırmak, topraktaki bitki besin elementlerini ortaya çıkarmak ve toprakların besin eksikliğini değerlendirmek için geliştirilmiştir. Toprak analizlerinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri, bilimsel, basit, hızlı, ucuz ve kolayca uygulanabilir olmalıdır.

Yapılan bu çalışmada Kampüs, Edremit ve Gevaş'tan alınan toprak örnekleriyle yapılan yarayışlı fosfor analizinde, Van Gölü suyu standart yöntem olan Olsen yöntemindeki sodyum bikarbonat kimyasalı yerine kullanılmıştır. Yapılan çalışmada Van Gölü suyu ekstraksiyon çözeltisi olarak 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 ve 1:30 oranlarında ve 30, 45 ve 60 dakika çalkalama süreleri ile denenmiştir. 1:10 ekstraksiyon oranında en düşük fosfor miktarı 9 nolu toprak örneğinde Kampüs'te 4.26 mg/kg, en yüksek fosfor konsantrasyonu Gevaş'ta 28 nolu toprak örneğinde 21.11 mg/kg olarak belirlenmiştir. 1:10 oranında çözeltiye alınan ortalama fosfor miktarı 8.56 mg/kg olmuştur.

1:15 ekstraksiyon oranında ekstrakte edilen fosfor miktarı 4.22-25.93 mg/kg arasında ve ortalama fosfor miktarı 10.37 mg/kg olarak bulunmuştur. 1:20 ekstraksiyon oranında çözeltiye alınan fosfor miktarı 1.10-33.23 mg/kg arasında ve ortalama 7.22'dir. 1:25 ekstraksiyon oranında ekstrakte edilen fosfor miktarı 3.11-43.27 mg/kg arasında ve ortalama ekstrakte edilen fosfor miktarı 8.74 mg/kg'dır.

1:30 oranında 1.11-37.42 mg/kg arasında ve ortalama 8.84 mg/kg olarak bulunmuştur. Denemede kullanılan 30 toprak örneğinin 20'sinde en yüksek ekstraksiyon değerleri 1:15 ekstraksiyon oranında belirlenmiştir.

30 dakika çalkalama sonunda ekstrakte edilen fosfor miktarı 1.10-33.23 mg/kg arasında ve ortalama 7.28 mg/kg'dır. 45 dakika çalkalama ile çözeltiye alınan fosfor miktarı 2.79-33.99 mg/kg arasında ve ortalama 9.23 mg/kg olarak bulunmuştur. 60 dakika çalkalamada ekstrakte edilen fosfor miktarı 3.03-36.95 mg/kg arasında ve ortalama 9.46 mg/kg olarak belirlenmiştir. Denemede kullanılan 30 toprak örneğinin 20'sinde en fazla ekstrakte edilen fosfor miktarı 60 dakika çalkalama sonucu belirlenmiştir. En düşük ekstraksiyon değerleri ise 30 dakika çalkalama sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre çalkalama süresi artıkça ekstrakte edilen fosfor miktarı da artmaktadır.

Denemede kullanılan 30 toprak örneğinde Neubauer yöntemine göre çavdar bitkisi yetiştirilmiş ve çeşitli biyolojik parametreler belirlenmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı 7 nolu toprakta 4.13 g/saksı iken en yüksek bitki yaş ağırlığı 28 nolu toprakta 8.78 g/saksı olarak belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlığı 1.11-1.51 g/saksı arasında bulunmuştur. En düşük bitki ağırlığı 2 nolu Kampüs toprağında, en yüksek bitki ağırlığı 30 nolu Gevaş toprağında belirlenmiştir. Bitki fosfor konsantrasyonuna bakıldığında en düşük bitki fosfor konsantrasyonu 9 nolu Kampüs toprağında 2996 mg/kg olarak ve en yüksek bitki fosfor konsantrasyonu 25 nolu Gevaş toprağında 6954 mg/kg olarak bulunmuştur. En düşük bitki fosfor alımı 9 nolu Kampüs toprağında 3.36 mg P/saksı iken en yüksek fosfor alımı Gevaş'ın 30 nolu toprağında 9.44 mg P/saksı olarak bulunmuştur. Genel olarak bitki ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu ve fosfor alımı Gevaş'tan alınan toprak örneklerinde en yüksek ve Kampüs toprağında ise en düşük olarak belirlenmiştir.

Van Gölü suyu kullanılarak yapılan farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları (1:10, 1:15, 1:20, 1:25 ve 1:30) ve farklı çalkalama süreleri (30, 45 ve 60 dakika) ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen yöntemine göre belirlenen fosfor miktarları arasında yapılan korelasyon analizlerinde önemli ilişkiler belirlenmiştir. Farklı toprak: ekstraksiyon çözeltisi oranları ile bitki yaş ağırlığı arasında en yüksek korelasyonlar 1:15 ($r=0.631^{**}$) ve 1:10 ($r=0.620^{**}$) oranlarında bulunmuştur. Bitki kuru ağırlığında ise 1:25 ($r=0.718^{**}$) ve 1:15 ($r=0.702^{**}$) oranlarında belirlenmiştir. Bitki

fosfor konsantrasyonu için en yüksek korelasyonlar 1:30 ($r = 0.894^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.891^{**}$) oranlarında elde edilmiştir. Bitki fosfor alımı için en yüksek korelasyonlar 1:30 ($r = 0.916^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.908^{**}$) oranlarında bulunmuştur. Olsen yöntemi için en yüksek korelasyonlar 1:15 ($r = 0.973^{**}$) ve 1:10 ($r = 0.967^{**}$) oranlarında belirlenmiştir.

Van Gölü suyu kullanılarak denenen farklı çalkalama sürelerinde (30, 45 ve 60 dakika) ekstrakte edilen fosfor miktarı ile bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, bitki fosfor konsantrasyonu, bitki fosfor alımı ve Olsen yöntemine göre belirlenen fosfor miktarları arasında çok önemli korelasyonlar bulunmuştur. Olsen yöntemiyle ekstrakte edilen fosfor miktarı hariç diğer parametreler için çalkalama süresinin artmasına bağlı olarak korelasyon katsayıları artmıştır. En yüksek korelasyon katsayıları bitki yaş ağırlığı ($r = 0.570^{**}$), bitki kuru ağırlığı ($r = 0.720^{**}$), bitki fosfor alımı ($r = 0.875^{**}$) için 60 dakika çalkalama sonunda elde edilmiştir. Bitki fosfor konsantrasyonu ($r = 0.842^{**}$) ve Olsen yöntemine göre belirlenen fosfor miktarı ($r = 0.977^{**}$) ile 45 dakika çalkalama sonucu elde edilen fosfor miktarları arasında çok önemli korelasyonlar belirlenmiştir.

Sonuç olarak, ekstraksiyon çözeltisi olarak Van Gölü suyu kullanılarak yapılan ekstraksiyonda, denenen tüm toprak çözelti oranları ve çalkalama süreleri ile biyolojik parametreler ve Olsen yöntemine göre belirlenen fosfor miktarı arasında önemli ($p < 0.01$)-çok önemli ($p < 0.001$) korelasyonlar belirlenmiştir. Bu sonuçlar toprakta yayılsız fosfor analizinde sodyum bikarbonat çözeltisi yerine Van Gölü suyunun kullanılabileceğini göstermektedir. Biyolojik parametrelerden bitki fosfor alımı dikkate alındığında en yüksek korelasyonu veren toprak çözelti oranı 1:30 ve en uygun çalkalama süresinin 45 dakika olduğu, Olsen yöntemi dikkate alındığında ise 1:15 oranı ve 45 dakika çalkalama süresinin en yüksek korelasyonu verdiği belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların bu konuda yapılacak ileri araştırmalar için kaynak oluşturacağı ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A., 1998.**Deneme Tekniği**. Ankara Üniversitesi.Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1501 Ders Kitabı: 455, Ankara. 425.
- Abreu de, C.A., Abreu de M.F., Soares L.H., Andrade de J.C. 1997. The effects of the DTPA extraction conditions on the determination of micronutrients in Brazilian soils.**Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis**,28(1-2):1-11.
- Akman, I.,ve Yıldız, N., 1999.Daphan Ovası topraklarının bitkiye yarayışlı potasyumdurumunun belirlenmesinde değişik kimyasal ekstraksiyon yöntemlerininkullanılabilirliğinin araştırılması.**Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.** 30(1):15-24.
- Antep, S., Kurucu, N., Kılıç, Z., 1996. Nevşehir İli Topraklarının Yarayışlı KükürtMiktarlarının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler.**IV. Ulusal Nükleer Tarım veHayvancılık Kongresi**. 25-27 Eylül 1996, Bursa, 77-84.
- Aydemir, O., 1980. Bitkiye yarayışlı toprak demirinin belirlenmesinde değişikkimyasalsömürme yöntemlerinin karşılaştırılması.**Atatürk Üni. Zir. Fak. Ziraat Dergisi**11(3-4):1-13.
- Aydemir, O.,1981. Bitkiye yarayışlı toprak çinko durumunun belirlenmesinde değişik kimyasal köntemlerin karşılaştırılması.**Doğa Bilim Dergisi Vet. Hay. Tar. Orm.**,6:103-111.
- Bouyocuos, G.J., 1951. A.Recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. **Agronomy Journal**, 43:434-438.
- Boparai, H.K.,Sharma, K.N. 2003. An effective water extraction procedure for the determination of available phosphorus. **Agrochimica**.47(1-2):61-68.
- Cartwright, B.,Tiller, K.G., Zarcinas, B.A., Spouncer, L.R., 1983. The chemical assesmentof the boron status of soils.**Australian Journal of Soil Research**. 21(3): 321-332.
- Degens, E.T., Wong, H. K., Kurtman, F. ve Finckh P., 1978. **Van Gölünün Jeolojik Gelişimi: Bir Özet**. The Geology of Lake Van (Degens and Kurtman, Eds.). MTA Yayınları No:169. Ankara.
- Drechsel, P., Mutwewingabo, B., Hagedorn, F., 1996. Effectof modifications of the P-Brayno. 1 method on soil. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**,159(4): 409-410.
- DeLuca, T., Glanville, H.C., Harris, M., Emmett, B.A., Pingree, M. R. A., De Sosa, L.L,Morena,C., Jones D.L., 2015. A novel biologically-based aproach to

- evaluating soil phosphorus availability across complex landscapes. *Soil Biology and Biochemistry*, **88**:110-119.
- Elkarim, A.K.H.A., Usta, S., 2001. Evaluation of some chemical extraction methods used as indices of soil nitrogen availability in Polatlı State Farm Soils in Ankara Province. *Turkish J. Of Agriculture and Forestry*, **25** (5): 337- 345.
- Eyüpoğlu, F., 2002. *Türkiye Gübre Gereksinimi, Tüketimi ve Geleceği, Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Araştırma Enst.* Tek. Yay. No :T-2, Ankara. 189.
- Fox, R.H., Piekielek W. P., 1978. A rapid method for estimating the nitrogen-supplying capability of a soil. *Soil Sci. Am. J.* **42**(1-2): 751-753.
- Fuhrman, J. K., Zhang, H., Schroder, J. L., Davis, R. L., Payton, M. E., 2005. Water-soluble phosphorus as affected by soil to extractant ratios, extraction times, and electrolyte, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **36**(7-8): 925-935.
- Gökmen F., Gezgin S. 2010. Konya Ovası topraklarında bitkiye elverişli bordurumunun belirlenmesinde kullanılacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntem ve yöntemlerin seçimi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **24**(3):79-86
- Hanks, D.A., Webb, B.L., Jolley, V.D., 1997. A comparison of hot water extraction to standard extraction methods for nitrate, potassium, phosphorus and sulfate in arid-zone soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **28**(15-16):1393-1402.
- Hue N. V., Fox R. L. 2010. Predicting plant phosphorus requirements for Hawaii soil using a combination of phosphorus sorption isotherms and chemical extraction methods. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **41** (1-2):133-143.
- Hızalan, E., Ünal, E., 1966. *Topraklarda Önemli Analizler*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:273, Ankara. 466.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis Prentice Hall, Inc.* New Jersey, USA. 498.
- Kacar, B., 1994. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Toprak Analizleri*. A.Ü.Z. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3. Ankara. 705.
- Kahveci, Ö., Atalay, İ.Z., 2010. Alaşehir ve Salihli bağ topraklarının alınabilir potasyum analizlerinde değiştirilmiş 1N NH₄OAc yöntemine alternatif yöntemlerin belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **47** (3): 275-286.
- Koca Y.O., Turgut, İ., Ereku, O., 2010. Tane üretimi için yetiştirilen mısırın birincive ikinci üründeki performanslarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **47**(2):181-190.

- Lottermoser, B.G., Schnug, E., Haneklaus, S., 2011. Cola soft drinks forevaluating the bioaccessibility of uranium in contaminated mine soils. *Science of the Total Environment*, **409**(1):3512-3519.
- MacLean, A. A., 1964. Measurement of nitrogen supplying-power of soils by extraction with sodium bicarbonate. *Nature (London)* **203**: 1307-1308.
- Mehlich, A., 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **11**(1-2): 477-492.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Çıkılı, Y., 2012. *Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri Ders Kitabı. Kriter Yayınları*, İstanbul. 216.
- Qian, P., Schoenau, J.J., Huang, W.Z., 1992. Use of ion exchange membranes in routine soil testing. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **23**(15-16): 1791-1804.
- Rathore, I., Tarafdar, J.C., 2012. Modified labile phosphorus estimation method for arid ecosystem. *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **43**(11):1542-1549.
- Ryan, J. A., Sims, J. L., Peaslee, D. E., 1971. Laboratory methods for estimating plant available nitrogen in soil. *Agr. Jour.* **63**: 48-51.
- SAS, 2015. *SAS/Stat Software Hangen and Enhanced*, SAS Institute Incorporation, USA.
- Sousa, J.R., Coutinho J., 2009. Effect of the extraction period on the routine assessment of soil P status by Ion - exchange resin membranes, *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **40**:(13-14), 1995-2008.
- Soltanpour, P., Schwab, N., 1977. A new soil test for simultaneous extraction of macro and micronutrients in alkaline soils. *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **8**(3): 195-207.
- Soltanpour P.N., Khan A., Lindsay W.L., 1976. Factors affecting DTPA-extractable Zn, Fe, Mn, and Cu from soils. *Journal Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **7**(9):797-821.
- Olsen, S.R., Cole C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. *Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonates*. U.S. Dept. Of Agric. Cric. No: 939. Washington. USA.

- Öcal, F.H. Çelik, Katkat A.V.,1990.**Bursa Ovası Topraklarının Potasyum Durumu veBu Topraklarda Alınabilir Potasyum Miktarlarının Tayininde KullanılacakYöntemler. Yüksek Lisans Tezi** U.Ü. Fen BilimleriEnstitüsü, Bursa.
- Thomas, G.W., 1982. **Exchangeable Cations. Chemical and MicrobiologicalProperties.**Agronomy MonographyNo:9. 159-165.
- Turner, B.L., Kay, M. A., Westermann D.T., 2004. Phosphorus in SurfaceRunoff from Calcareous Arable Soils of the Semiarid Western United States.**J.Eviron Qual, 33(5):**1814-1821.
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever 1971. **Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak veGübre Araştırma Enstitüsü Genel Müdürlüğü**,Teknik Yayınlar No: 28. Ankara. 87.
- Wallace, A., 1989. Plant responses to some hardly known trace elements and traceelement composition and distribution in plants.**Soil Sci. 147:**461- 464.
- Walkley, A.,1947. A critical examination of a rapid metod for determining organiccarbon in soils: Effect of variation in digestion conditions and inorganic soilconstituent.**Soil Science, 63:**251-263.
- Yılmaz, F.F., 2006. **Tekirdağ Yöresi Topraklarında Bitkiye Elverişli Azot MiktarınınBelirlenmesinde Kullanılabilecek Kimyasal Ekstraksiyon Yöntemleri.**T.Ü. FenBilimleri Enstitüsü.(Basılmamış, Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ. 56.
- Yıldız, N. 1994. **Pasinler Ovası Topraklarında Bitkiye Elverişli AzotunBelirlenmesinde Kullanılabilecek Kimyasal Ekstraksiyon YöntemlerininSeçimi.** Ata.Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.Erzurum. 40.
- Yıldız, N.,ve Güler, E.,2010.Erzurum Ovası tarım topraklarının bitkiye yararılı bor durumunun uygun ekstraksiyon yöntemleri seçilerek değerlendirilmesi. **EgeÜniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı.** 458-464.

ÖZ GEÇMİŞ

Diyarbakır'ın Silvan İlçesine bağlı Gündüz Köyü'nde 25.10.1989 yılında doğdu. Ortaokul ve lise eğitimini Diyarbakır merkeze bağlı Bağlar ilçesinde tamamladı. 2009 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nü kazandı ve 4 yıllık lisans eğitimini tamamladı. Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda,2014 yılında yüksek lisans eğitimine başladı.



YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 09/01/2017

Tez Başlığı / Konusu: Van Gölü suyunun toprakta yarıyışlı fosfor analizinde kullanılabilirliği

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 40 sayfalık kısmına ilişkin, 08/12/2016 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafındanintihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5 (Beş) tir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza
09.01.2016

Adı Soyadı: Emrah KÜSE

Öğrenci No:0149101021

Anabilim Dalı: Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Programı: Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Programı

Statüsü: Y. Lisans ☒

Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

(Unvan, Ad Soyad, İmza)