T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TARIMSAL UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ TARIM TOPRAKLARININ AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN İNCELENMESİ

HİLAL DEVECİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

BURSA -2005

T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TARIMSAL UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ TARIM TOPRAKLARININ AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN İNCELENMESİ

HİLAL DEVECİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu Tez ..... tarihinde aşağıdaki juri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Haluk BAŞAR
(Danışman)

Prof. Dr. A. Vahap Katkat
Üye

Prof. Dr. Abdurrahim Tanju Göksoy
Üye

ÖZET

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TARIMSAL UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ TOPRAKLARININ AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesinin Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi topraklarının ağır metal içeriklerinin ve verimlilik ile ilgili bazı özelliklerinin belirlenerek mevcut durumun değerlendirilmesi ve bu sayede günümüzde ve gelecekte toprak kirliliği ve verimliliği ile ilgili yapılacak çalışmalara kaynak oluşturmak amacıyla yapılmıştır.

Tarla Bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlardan 25, Bahçe Bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlardan da 5 adet olmak üzere 0-30 cm toprak derinliğinden alınan toplam 30 adet toprak örneği araştırma materyalini oluşturmaktadır.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre; araştırma topraklarında toplam, Cu, Co, Cd, Zn ve Pb birikiminin olmadığı, toprakların %30'unda Fe, %10'unda Mn, %86'sında Cr ve tamamında Ni kirliliği bulunduğu belirlenmiştir. Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir ağır metal içerikleri bakımından durumları ise Mn ve Cu içeriklerinin iyi ve yeterli düzeyde, % 7'sinde alınabilir Fe, %86'sında alınabilir Zn'nun yetersiz düzeyde bulunduğu belirlenmiştir.

Araştırma topraklarının verimlilik ile ilgili araştırma sonuçlarına göre, genellikle ağır bünyeli toprak sınıfında, pH'nın orta alkalin, tuzluluk problemi olmadığı, humusça ve kireççe fakir, yarayışlı fosfor içeriğinin orta düzeyde, değişebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri bakımından oldukça yüksek düzeyde bulundukları görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Toprak, analiz, ağırmetal, verimlilik.

ABSTRACT

A STUDY ON HEAVY METAL CONTENTS IN THE SOILS OF APPLIED RESEARCH CENTRE FOR AGRICULTURE OF ULUDAG UNIVERSITY

This study was performed to determine the heavy metal concentrations and fertility status of the soils of Applied Research Centre for Agruculture of Uludag University, for the purpose of evaluation of current fertility status of the soils and bringing data base out for studies that will be conducted in future.

The soil samples were collected at the depth of 0-30 cm from the research area. Twenty five of 30 soil samples were taken from field crops grown soils and 5 of 30 soil samples were taken from horticultural crops grown soils.

According to results obtained from the research, total concentrations of Cu, Co, Cd, Zn and Pb did not accumulate at the excessive levels in soils, However, Ni in all, Fe in 30%, Mn in 10% and Cr in 86% of the soil samples were found to be excess levels. DTPA extractable Mn and Cu concentrations were found to be above sufficiency values and extractable Fe in 7% and extractable Zn in 86 % of the soil samples were below sufficiency ranges.

Examined soils of the Applied Research Centre for Agriculture were clay-textured, medium alkaline, non-saline, in low levels of organic matter, contained lime few level, available P content in medium level, extractable K and Mg in sufficient concentrations.

Keyword: Soil, analysis, hevay metal, fertility.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ iii
ŞEKİL DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
3. MATERYAL ve YÖNTEM 8
3.1. Materyal 8
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması 10
3.3. Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler 10
3.3.1. Bünye 10
3.3.2. Toprak reaksiyonu (pH) 10
3.3.3. Elektriksel iletkenlik (EC) 10
3.3.4. Kireç ($CaCO_3$) 10
3.3.5. Organik madde 10
3.3.6. Toplam azot (N) 11
3.3.7. Alınabilir fosfor (P) 11
3.3.8. Değişebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum, (mg) ve sodyum (Na) 11
3.4. Doygunluk Çamuru Ekstraktlarında Yapılan Bazı Analizler 11
3.4.1. Sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) 11
3.4.2. Magnezyum (Mg) 11
3.4.3. Karbonat ($CO_3^{=}$) ve bikarbonat (HCO_3^{-}) 11
3.4.4 Klor (Cl^{-}) 12
3.4.5. Sülfat ($SO_4^{=}$) 12
3.5. Toprak Örneklerinde Yapılan Toplam ve Alınabilir Ağır Metal Analizleri 12
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA 13
4.1. Toprak Örneklerinin Bazı Toplam ve Alınabilir Ağır Metal İçerikleri İle İlgili Analiz Sonuçları ve Tartışması 13
4.2. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları ve Tartışması 22

4.3. Toprak Örneklerinin Bazı Besin Elementi ve Doygunluk Ekstraktında Belirlenen Kimi Katyon ve Anyon İçerikleri ile İlgili Analiz Sonuçları ve Tartışması 27
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 32
KAYNAKLAR 34
TEŞEKKÜR 40
ÖZGEÇMİŞ 41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler..... 9

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma Toprak Örneklerinin Alındıkları Parseller 8

Çizelge 4.1. Araştırma Topraklarının Toplam Ağır Metal İçerikleri 14

Çizelge 4.2. Araştırma Topraklarının Bazı Alınabilir Ağır Metal İçerikleri 15

Çizelge 4.3. Araştırma Topraklarından 0-30 cm Derinlikten Alınan Toprak Örneklerinin Kimi Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları 26

Çizelge 4.4. Araştırma Topraklarından 0-30 cm Derinlikten Alınan Toprak Örneklerinin Kimi Besin Elementi İçerikleri ve Doygunluk Ekstraktının Kimi Anyon ve Katyon İçeriği 29

1. GİRİŞ

Dünyanın benzer bölgelerinde olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda, hızlı sanayileşme ve kentleşmenin bir sonucu olarak toprak, su ve hava kaynaklarında kirlilik problemiyle sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak, çeşitli kaynaklardan meydana gelen kirleticiler, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyerek üretimin zaman içerisinde tedricen azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, tarım topraklarının amaç dışı kullanımı ve plansız kentleşme, beraberinde tarım alanlarının daralmasına neden olmakta ve bütün bu olumsuz gelişmeler bir araya gelerek tarımsal üretim üzerinde bir baskı yaratarak ürün miktarının ve kalitesinin azalması sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Çevre kirliliği olarak isimlendirilen toprak, su, hava ve bitkilerin kirlenmesi günümüzde artık sadece şehirler ve sanayi bölgelerinin çevresinde değil, kırsal bölgelerde de görülmektedir. Su, hava ve toprakların kirlenmesi, bitkisel üretim üzerinde etkili olarak bazı durumlarda bitkisel ve hayvansal ürünlerin tüketimini olanaksızlaştırmaktadır.

Çarpık sanayileşme ve kentleşmenin yarattığı kirlilik yanında, tarımda gübre ve ilaç kullanımı ve motorlu taşıt vb. aktivitelerinin bir sonucu olarak çevreye yaymış oldukları katı, sıvı ve gaz atıkları ile ortama bıraktıkları ağır metaller ve toksik elementler zamanla alıcı ortamlar olan toprak, su ve bitkilerde birikerek önemli boyutlara ulaşmakta, çevre ve dolayısıyla insan sağlığını tehdit etmektedir. Bilim insanları, son yıllarda çalışmalarını bu ortamların kirlilik sorunlarına kaydırarak, kirlenmenin tehlikeli boyutlara ulaşmasını önleme, hatta giderme çabası içerisine girmişlerdir. Toprak, su ve hava kirliliği problemleri, homojen ortamlar olmaları nedeni ile önce su ve hava kirliliği daha sonraki aşamada ise toprak kirliliği olarak karşımıza çıkmaktadır.

Topraklarda kirlilik,

- Toprakların doğal yapılarından,

- İnsanların toprağı yanlış kullanılmasından ki bunlar daha çok teknolojinin oluşturduğu sorunlardan kaynaklanmaktadır (Hakerlerler 1992).

Topraklarda kirlenme sonucu bozulmalar meydana geldikten sonra, karşılaşılan sorunların düzeltilmesi zor ve masraflı olmaktadır. Nitekim, Erden (1991)'e göre toprak kirlenmesinin bir özelliği, kirlenmenin genellikle uzun zaman alıcı nitelikte olmasıdır. Bu nedenle, kirlilik henüz başlamadan veya zararlı düzeylere ulaşmadan gerekli önlemlerin alınması çok doğru bir yaklaşım olacaktır. Konu ile ilgili ileride olası büyük ekonomik kayıpların ve ciddi sağlık sorunlarının meydana gelmesini önlemek için alınması gereken önlemlere esas oluşturması düşünülen verilere gereksinim duyulmaktadır. Bu amaçla, ülkemizin değişik bölgelerinde tarım topraklarının ağır metal içeriklerini belirlemek için çok sayıda çalışma yapılmıştır (Saatçı ve ark. 1988, Sillanpää 1990, Hakerlerler ve ark. 1994, Altınbaş ve ark. 1994, Elmacı 1995, Kızılkaya ve ark. 1998, Başar ve ark. 2001).

Henüz yapım aşamasında olan ve tamamlanıp hizmete açıldığında, Bursa batı çevre yolunun bir bağlantı yolunun Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım topraklarının yakından geçecek olması karayolundaki motorlu taşıt aktivitelerine bağlı olarak belirli bir zaman sonra toprakların ağır metal içeriklerinde ve diğer toprak özelliklerinde değişim olabileceği olasılığını güçlendirmektedir. Karayolu hizmete girmeden başlangıçtaki durumu belirlemek ve ileride bu yönde meydana gelen değişimi değerlendirerek, merkez topraklarının verimlilik düzeylerini koruyabilmek için gerekli önlemlerin alınması aşamasında önemli bir kaynak niteliğinde olacak olması,bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ağır metaller periyodik cetvelin transisyon elementleri adı verilen geniş bir bölümünü kapsayan elementlerdir. Bu elementlerin modern teknolojide gereksinimleri sonucu bulundukları yerden alınıp işlenmeleri ve doğaya seyreltilip bırakılmaları yanında fosil maddelerin enerji amacıyla tarımsal uygulamalarda, gübreleme ve ilaçlamalar sonucu bu elementlerin kirlilik sorunları gün geçtikçe artmaktadır. Bu elementlerin biyolojik dolanımlarının bir kısmını oluşturan topraklar aynı zamanda bu bileşiklerin büyük miktarlarının son depolama bölgesini oluştururlar.

Gerek tarım toprakları ve gerekse doğal ekosistem içinde yer alan toprakların, endüstriyel emisyonlarından, katı ve sıvı atıklarından çeşitli şekillerde etkilendiği gözlenmektedir. Özellikle baca gazı emisyonları nedeniyle topraklara ve üzerinde yetişen kültür bitkilerine, doğal vejetasyona zarar verebilen çeşitli maddeler oluşmaktadır. Kükürtdioksit, flor ve nitroz gazları en belli başlı örneklerdir. Ayrıca emisyonlar içinde yerden partikül maddeler içinde bulunan, Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Hg, As, Ni vb. ağır metal ve iz elementler yaygın bir şekilde topraklarda ve bitkilerde birikim eğilimi gösterirler. Endüstriyel atık suları, kirlenmiş akarsu ve göllerden tarımsal amaçla yapılan sulamalar sonucunda da topraklara önemli düzeyde ağır metal birikimi olabilmektedir. Bu durum topraktaki özgün doğal dengeyi bozmakta, toprağın fiziksel ve kimyasal nitelikleri değiştiğinden verimlilik azalmakta ve yetişen bitkilerin içeriğinde bazı mikro besin maddeleri toksik düzeye ulaşabilmektedir.

Ülkemizin değişik yörelerinde toprak ve su kirliliği konularında yapılan kimi çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Sanayi domatesi yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı M.Kemalpaşa, Karacabey ve Biga yörelerinde toprak, sulama suyu ve domates meyvelerinin iz element ve ağır metal (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Co, Ni, Cr, Pb, Cd, Tl, Sb) içerikleri araştırılarak kirlilik durumlarının değerlendirildiği bir çalışmada, 3 yöreye ait tüm topraklarda toplam Fe, Mn, Zn, Cu, Cd ve Tl; M. Kemalpaşa ve Biga'da ise Pb miktarlarının belirtilen sınır değerlerinin altında oluşu bu elementlerin bu yörelerde kirlilik oluşturmadığını, bununla birlikte Karacabey yöresinden alınan toprakların %11'inde Pb'un sınır değerlerinin üzerinde olması ve incelenen sulama sularının % 29'unun fazla

Pb içermesi nedeniyle kirlenmenin sular tarafından olabileceği, M.Kemalpaşa'daki toprakların % 89'unda, Karacabey'deki toprakların % 33'ünde toplam Ni'in sınır değerinin üzerinde, Biga'da ise bütün topraklarda sınır değerinin altında olduğu, M. Kemalpaşa topraklarının tamamında, Karacabey ve Biga'daki toprakların ¾'ünde toplam Cr ve Sb miktarlarının sınır değerlerinin üzerinde olduğu bildirilmiştir (Elmacı 1995).

Nilüfer çayının kentsel ve sanayi kökenli atıklarca ciddi boyutta kirletilmesi ve bu suyun sulama amaçlı kullanılması, beraberinde tarımsal alanlarda ağır metal kirliliği sorununun ortaya çıkmasına neden olmuş ve özellikle Bursa ovasının bazı kesimlerinde bakır (Cu) ve kadmiyum (Cd) kirlenmesinin olduğu bildirilmiştir (Aydınalp 1996).

İzmir bölgesinde sanayinin yoğun olarak bulunduğu yörelerde sulu tarım yapılan toprakların, As, Ni ve Se içeriklerinin normal sınır değerlerinin 1-6 katı kadar yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu bildirilmiştir (Saatçı ve ark. 1988).

Türkiye topraklarının Cd, Pb, Co ve Se içeriklerini belirlemek üzere buğday yetiştirilen alanlardan 253, mısır yetiştirilen alanlardan 55 adet toprak örneği alınmış, incelenen toprakların tamamında Cd normal düzeylerde, % 97'sinde Pb normal içerikte, sonuçların karşılaştırıldığı uluslararası parametrelere göre toprakların çoğunluğunda Co normal içerikte bulunurken, kimi topraklarda Co eksikliği görüldüğü ve araştırma kapsamında alınan topraklarda orta düzeyde Se belirlenirken uluslararası parametrelere göre toprakların Se içeriklerinin düşük düzeyde bulunduğu bildirilmiştir (Sillanpää 1990).

İzmir ilinde Gümüldür, Seferihisar ve Balçova'da yoğun bir şekilde tarımı yapılan satsuma mandarini plantajlarından alınan 24 adet toprak ve bitki (yaprak, meyve kabuğu ve meyve içi) örneklerinde, makro ve mikro besin elementleri ile beslenme düzeyi ve ağır metal kirlenme tehlikesi olup-olmadığını araştırmak üzere yapılan bir çalışmada, toprakların asitte çözünür (kral suyu) ağır metal içeriklerine göre % 12.5'inde Cu, %29.2'sinde Cr, %4.2'sinde Pb, %87.5'inde Ni fazlalığı yanında toprakların Tl içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiş, yaprak, meyve kabuğu ve meyve içi bitki örneklerinde yapılan ağır metal analizlerinin sonuçlarında ise, mandarin bitkilerinde bu ağır metallerin kirlilik oluşturacak düzeylerde bulunmadıkları belirlenmiştir (Hakerlerler ve ark. 1994).

İznik gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan tarım topraklarının ağır metal içeriklerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, toprakların toplam ağır metal içeriklerine göre; toprakların 22'sinde izin verilebilir sınırların üzerinde Ni, 8 toprakta Fe, 1 toprakta Cu fazlalığı, Cr ve Zn içeriklerinin sınır değerin altında, Mn, Co ve Pb izin verilebilir düzeyde olduğunu, DTPA+TEA ile ekstrakte edilebilir Zn içeriğinin 15 toprakta yetersiz ve Fe, Mn ve Cu içeriklerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Başar ve ark. 2004).

Arcak ve ark. (1996) trafikten kaynaklanan ağır metallerin üreaz enzimi aktivitesi üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında; Pb, Cu ve Cd'un topraklardaki toplam miktarını belirlemek için kral suyunu (HCl: $HN0_3$, 3:1) kullanmışlar, karayolundan 500 m mesafeden ve 0-5 cm derinlikten alınan beş örnekleme noktasına ait toprak örneklerinde; 12.7-50.4 μg Pb g^{-1}, 10.8-18.4 μg Cu g^{-1} ve 0.8-2.4 μg Cd g^{-1} değerlerini, aynı noktaların 5-15 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinde ise 8.44 –15.3 μg Pb g^{-1}, 9.5-17.1 μg Cu g^{-1} ve 0.4-1.2 μg Cd g^{-1} değerlerini belirlemişlerdir. Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada ise, Eken (1996), İç Anadolu Bölgesinde yaygın dağılım gösteren kahverengi büyük toprak grubuna ait 27 toprak örneğinin toplam Zn ve Cu miktarını tayin için ($HCl0_4$/HF) yönteminin hemen hemen aynısını uygulamış, toprakların Zn içeriklerini 50-126 mg kg^{-1} arasında ve ortalama 72.85 mg kg^{-1}, toplam Cu için ise 13-68 mg kg^{-1} arasında ve ortalama 30 mg kg^{-1} bulmuştur.

Kuzeybatı İspanya'nın tarım topraklarının ağır metal içeriklerini (Co, Cu, Cr, Ni, Pb ve Zn) belirlemek üzere yürütülen bir çalışmada, toprakların ağır metal içerikleri asit çözeltisi (3:1, HCl/$HN0_3$) ile yüksek sıcaklıkta ekstraksiyon, ekstrakte edilebilir ağır metal içerikleri ise EDTA (0.05M, pH 7.0) ile belirlenmiş, toplam ve ekstrakte edilebilir ağır metal içeriklerinin sırasıyla 21.7 –219 mg Cu kg^{-1}, 2.2-14.7 mg Cu kg^{-1}; 53.3-275.8 mg Zn kg^{-1}, 2.7-23.5 mg Zn kg^{-1}; 1.8-108.3 mg Pb kg^{-1} , 0.0-23.2 mg Pb kg^{-1}; 4.7-106.0 mg Co kg^{-1}, 0.0-7.50 mg Co kg^{-1}; 8.3-930.0 mg Ni kg^{-1}, 0.0-96.9 mg Ni kg^{-1}arasında değiştiği bildirilmiştir (Paz-Gonzales ve ark. 2000).

Reavas ve Berrow (1984) İskoçya topraklarının ekstrakte edilebilir Pb içeriğini belirlemek için yaptıkları çalışmada; 3764 adet toprak örneğini % 2.5'luk asetik asit yöntemiyle ekstrakte etmiş, sonuçta ekstrakte Pb miktarının 0.16-3.40 mg kg^{-1} arasında

değiştiğini ve incelenen topraklarda ortalama 0.24 mg kg^{-1} Pb bulunduğunu bildirmişlerdir.

Angle ve ark. (1993) topraklarda ağır metal kirliliğinin ortaya konulmasına yönelik çalışmasında; toplam miktarları saptamak için kral suyu yöntemini kullanmış ve referans olarak aldığı (metal kirliliğinden uzak) topraklarda toplam 156 mgZnkg^{-1}, 1.45 mgCdkg^{-1} ve 26 mgNikg^{-1}bulmuşlardır.

Li ve Shuman (1996) DTPA (pH 7.3) yöntemiyle ince bünyeli ve pH'sı 5.8-6.4 arasında olan topraklarda; ekstrakte Zn, Cd ve Ni içeriklerini sırasıyla, 0.61-0.81 mg kg^{-1}, 018-0.027 mg kg^{-1} ve 0.075-0.183 mg kg $^{-1}$ aralıklarında olduğunu kaba bünyeli ve pH'sı 4.6-5.9 olan topraklarda; ekstrakte Zn, Cd ve Ni için sırasıyla 0.48-2.00 mg kg^{-1}, 0.004-0.027 mg kg^{-1} ve 0.033-0.100 mg kg^{-1} değerlerini belirlemişlerdir. Aynı araştırıcılar, Zn, Cd ve Ni'in toplam miktarını belirlemek için hidroflorik, sülfürik ve perklorik asitle ergitme yöntemine yakın bir yöntem kullanmış ve seçilen ağır metallerin toplam miktarının sırasıyla; ince bünyeli pH'sı 5.8-6.4 olan topraklarda; 34.1 –90.0 mg Zn kg^{-1}, 0.024-0.072 mg Cd kg^{-1} ve 14.0-33.0 mg Ni kg^{-1} değerlerini, kaba bünyeli ve pH'sı 4.6-5.9 olan topraklarda ise 13.6-30.9 mg Zn kg^{-1}, 0.008-0.042 mg Cd kg^{-1} ve 2.4-25.1 mg Ni kg^{-1} arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Türkiye koşullarında kimi ağır metallerin topraktan ekstraksiyon yöntemlerinin seçilmesi, bu metallerin toprakta zehir etkisi yaratan düzeyleri ve bitkideki zehir eşiklerinin saptanması için yapılan çalışmada, kullanılan 6 yöntemden 0.001M EDDHA (0.1 M $NaNo_3$ içinde) ve DTPA +TEA+$CaCl_2$'un en uygun ekstraksiyon yöntemi olduğunu, killi ve killitın topraklarda ağır metallerin toprakta toksik etki yaratan düzeylerinin sırasıyla (mg kg^{-1} olarak) Cu için 19.6 ve 25.3; Zn için 118. 6 ve 271.1; Cr için 7.2 ve 6.9; Cd için 2.9 ve 14.1; Co için 73.6 ve 155.8; Mo için 185.0 ve 75.6; As için 7.8 ve 10.7, bitkideki zehir eşik değerleri ise Cu için 16.7 ve 19.3; Zn için 201.7 ve 246.3; Cr için 3.6 ve 3.3; Cd için 3.4 ve 5.3; Co için 8.5 ve 38.3 olduğu belirlenirken Fe, Mn, Pb, Al ve Ni elementlerinin test bitkisi üzerinde zehir etkisi görülmemiştir (Gedikoğlu ve ark. 1997).

Lavado ve ark. (1998) Arjantin'de kentsel ve kırsal kesim topraklarının ağır metal içeriklerini belirlemek üzere yaptıkları karşılaştırmalı çalışmalarında, ağır metalleri asit ekstraksiyonu ile belirlemişler, kentsel ve kırsal kesim toprakları arasında Co, Cr ve Ni

içeriklerine göre bir farklılık bulunmadığını, ortalama değerle kentsel toprağın Cd, Cu, Pb ve Zn içeriği yüksek bulunmuş ve kentsel topraktaki yüksek Pb ve Cd nedeni olarak motorlu taşıtlar gösterilmiş ve toprakların kil içeriğinin Cd, Cr, Ni, Pb ve Zn ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Güney Avustralya topraklarının yarayışlı Cd içeriklerinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada 7 farklı ekstraksiyon çözeltisi incelenmiş ve toprakların 1M NH_4Cl ile ekstraksiyonunun bitkiye yarayışlı Cd içeriğinin belirlenmesinde en uygun ekstraksiyon yöntemi olduğu bildirilmiştir (Krishnamurti ve ark. 2000).

McLaughlin ve ark. (2000) pek çok ülkede topraklarda metal kirliliğinin belirlenmesinde, uygun görülmemesine rağmen toplam metal analizlerinin kullanıldığını, toplam metal analizlerinde bir aşama kaydedildiğini ancak toprak pH'sı, toprak organik maddesi gibi kimi faktörlerin metallerin biyoyarayışlığını etkilemesi nedeniyle, toplam metal analizlerinin mevcut riskli durumun değerlendirilmesinde zorluk çıkardığını bu nedenle metal zararının kapsamının anlaşılmasında, metallerin biyoyarayışlılığını belirlemeye yönelik analiz yöntemlerinin her geçen gün önem kazandığını rapor etmiştir.

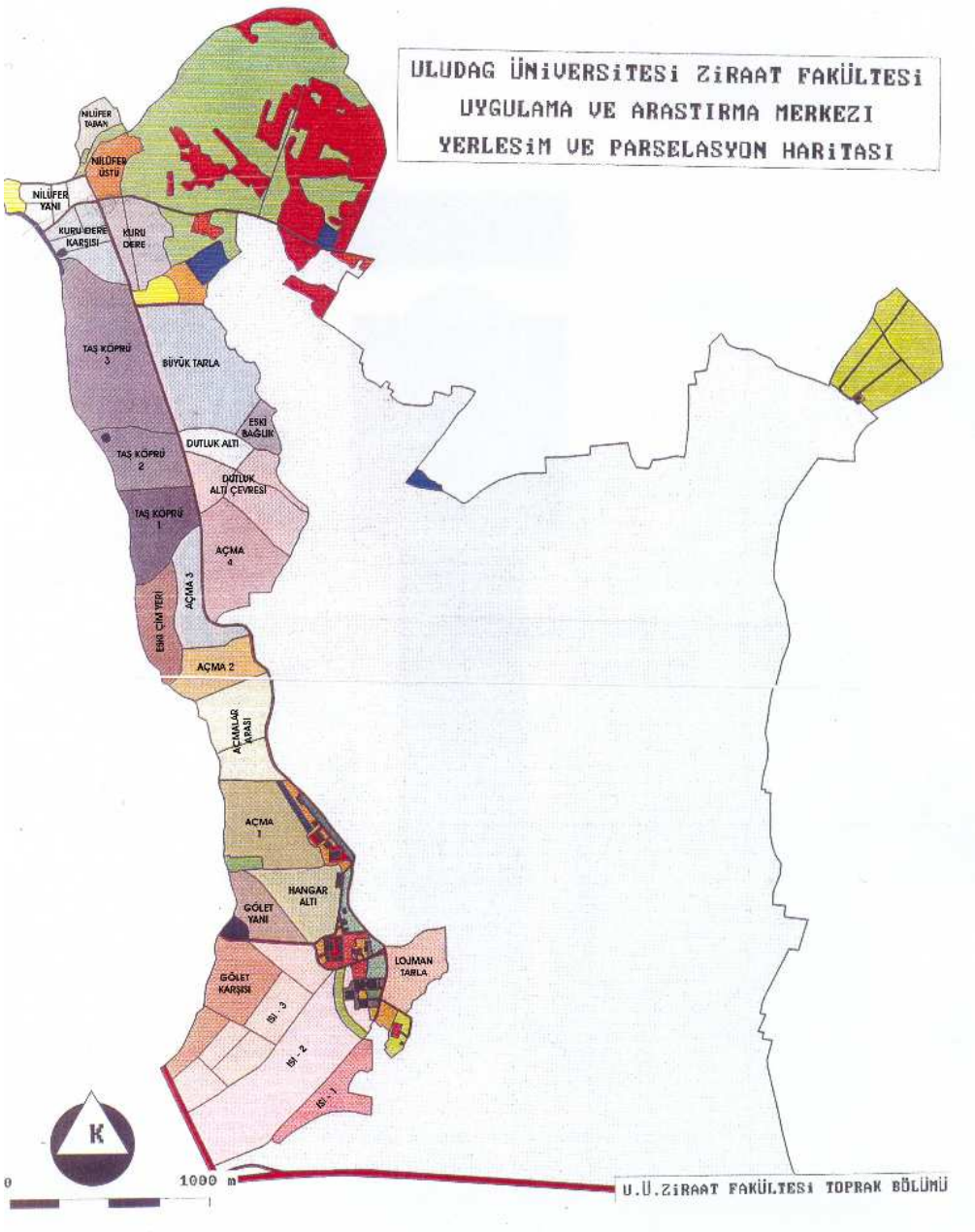
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım arazisinden 0-30 cm toprak derinliğinden alınan 30 adet karma toprak örneği araştırma materyalini oluşturmuştur. Tarımsal uygulama ve Araştırma Merkezi tarım arazilerinden toprak örneklerinin alındığı parsellerin isimleri Çizelge 3.1'de örneklerin alındıkları parsellerin konumları ise Şekil 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Araştırmada Toprak Örneklerinin Alındıkları Parseller

Örnek No	Örneğin Alındığı Yer	Örnek No	Örneğin Alındığı Yer
1	Isı-1	16	Taş Köprü-3
2	Isı-2	17	Kuru Dere
3	Isı-3	18	Kuru Dere Karşısı
4	Gölet Karşısı	19	Dutluk Altı
5	Gölet Yanı	20	Dutluk Altı Çevresi
6	Hangar Altı	21	Eski Bağlık
7	Lojman Tarla	22	Büyük Tarla
8	Açma-1	23	Nilüfer Yanı
9	Açma-2	24	Nilüfer Taban
10	Açma-3	25	Nilüfer Üstü
11	Açma-4	26	Bahçe-1
12	Açmalar Arası	27	Bahçe-2
13	Eski Çim Yeri	28	Bahçe-3
14	Taş Köprü-1	29	Bahçe-4
15	Taş Köprü-2	30	Bahçe-5



Şekil 3.1. Toprak Örneklerinin Alındıkları Yerler

3.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinden 0-30 cm derinlik olmak üzere Tarla Bitkileri Yetiştiriciliği yapılan alanlardan 25 adet, Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği yapılan alanlardan da 5 adet olmak üzere toplam 30 adet karma toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri Chapman ve ark. (1961) tarafından bildirilen ilkelere uygun olarak analize hazır hale getirilmiştir.

3.3. Toprak Örneklerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.3.1. Bünye

Toprak örneklerinin % kum, mil ve kil fraksiyonları hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Bouyoucos 1955). Bu değerler bünye analiz üçgenine uyarlanarak bünye değerleri belirlenmiştir (Black 1957).

3.3.2. Toprak reaksiyonu (pH)

1:2.5 oranındaki toprak –arı su ve 1:25 oranındaki toprak –0.01M $CaCl_2$ süspansiyonlarında ayrı ayrı cam elektrotlu Orion 720 A pH metresi ile belirlenmiştir (Jackson 1960).

3.3.3. Elektriksel iletkenlik (EC)

Anonymous (1982)'e göre doygunluk ekstraktında ölçülmüştür.

3.3.4. Kireç ($CaCO_3$)

Toprak örneklerinde $CaCO_3$ içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüş ve sonuçlar %$CaCO_3$ olarak verilmiştir (Çağlar 1949).

3.3.5. Organik madde

Jackson (1960) tarafından bildirildiği şekilde Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir.

3.3.6. Toplam azot (N)

Bremmer (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir.

3.3.7. Alınabilir fosfor (P)

0.5M, pH 8.5'a ayarlanmış $NaHCO_3$ ile ekstrakte edilmiş ekstraktaki P içeriği askorbik asit ile indirgenerek Bousch-Lomb spectronic 20 model spektrofotometresinde belirlenmiştir. Sonuçlar mg kg^{-1} olarak hesaplanıp bildirilmiştir. (Olsen ve Dean 1965).

3.3.8. Değişebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum, (Mg) ve sodyum (Na)

1 N NH_4OAC (pH 7) ekstraktında K, Na, ve Ca fleymfotometre, Mg ise AAS yardımıyla belirlenmiştir. (Kacar 1962).

3.4. Doygunluk Çamuru Ekstraktlarında Yapılan Bazı Analizler

Börekçi ve ark. (1990) tarafından bildirildiği şekilde, toprakların doygunluk ekstraktları çıkarılmıştır.

3.4.1. Sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca)

Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde fleymfotometrik olarak belirlenmiştir.

3.4.2. Magnezyum (Mg)

Özgümüş (1991) tarafından bildirilen yönteme göre belirlenmiştir.

3.4.3. Karbonat ($CO_3^{=}$) ve bikarbonat (HCO_3^{-})

Boxma (1972)'e göre ölçülmüştür.

3.4.4 Klor (Cl^-)

Titrimetrik olarak Saatçı ve ark. (1983) tarafından bildirildiği şekilde analiz edilmiştir.

3.4.5. Sülfat ($SO_4^=$)

Türbidimetrik yöntem ile Wimberley (1968)'e göre belirlenmiştir.

3.5. Toprak Örneklerinde Yapılan Toplam ve Alınabilir Ağır Metal Analizleri

Toplam ağır metal içerikleri; topraklarda asitte (3 kısım HCl+1 kısım $HN0_3$) çözünür ağır metaller kral suyunda toprak asit oranı 1:2.5 oranı ile ekstrakte edilirken (Kick ve ark. 1980), alınabilir ağır metal içerikleri ise, 0.005M DTPA+0.01M $CaCl_2$+0.1M TEA ekstraksiyon çözeltisiyle, 1:2 toprak:ekstraksiyon çözeltisi oranıyla ekstrakte edilmiştir (Linday ve Norvell 1978). Ekstraksiyondaki toplam ve alınabilir Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Cr, Co, Pb ve Ni atomik absorbsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Slawin 1968).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Örneklerinin Bazı Toplam ve Alınabilir Ağır Metal İçerikleri ile İlgili Analiz Sonuçları ve Tartışması

Toprak örneklerinin kral suyu ile belirlenen toplam Fe içeriği ile 0.005M DTPA +0.01M $CaCl_2$+0.1M TEA ekstraksiyon çözeltisiyle analiz edilen alınabilir Fe içerikleri ile ilgili sonuçlar 0-30 cm toprak derinliği için sırasıyla Çizelge 4.1 ve 4.2'de sunulmuştur. İlgili çizelgelerde verilen sonuçlara göre toprakların toplam ve alınabilir Fe içerikleri sırasıyla, 3.31-10.74 (ortalama 4.94) ve 4.16-18.84 (ortalama 8.23) mg kg^{-1} arasında değişen konsantrasyonlarda belirlenmiştir.

Toprakların toplam Fe içeriği sınır değerlerini, Scheffer-Schachtschabel (1989) % 0.5-5 olarak bildirmişlerdir. Buna göre araştırma topraklarının % 70'inin Fe içerikleri bildirilen sınır değerleri arasında olup, % 30'u bu sınır değerlerinin üzerindedir. Başar ve ark. (2004) İznik gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan tarım topraklarının ağır metal içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, toprakların %20'si sınır değerin üzerindeyken, % 80'i izin verilebilir düzeyde olduğunu,Başar ve ark.(2001) Bursa Ovası'nda Nilüfer Çayı ile sulanan şeftali bahçelerinin ağır metal kirliliğinin incelendiği çalışmasında toprakların toplam Fe içeriklerini bildirilen sınır değerlerinin arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Güney Marmara Bölgesi topraklarının ağır metal içeriklerini incelediği çalışmasında Elmacı (1995) toplam Fe içeriklerini M.Kemalpaşa yöresinde %2.16-3.81, Karacabey yöresinde %2.67-3.94 ve Biga yöresinde %1.87-4.50 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmiştir. Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan çalışmalarda ise, Saatçı (1964) İzmir ili alüviyal topraklarının toplam Fe içeriklerinin %0.43-2.61, aynı bölgede endüstri kuruluşlarının tarım arazileri ve sulama sularında oluşturduğu kirliliği inceleyen Saatçı ve ark. (1988) Kral suyu ile ekstrakte edilen Fe içeriklerinin %2.0-4.2 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Gümüldür ve Balçova'daki satsuma mandarin bahçelerinin toplam Fe içeriğinin ise %2.05-4.40 arasında değiştiği bildirilmiştir (Hakerlerler ve ark. 1994). Samsun yöresi topraklarında ise %0.13-2.11 arasında toplam Fe içeriğinin değiştiği belirlenmiştir (Kızılkaya ve ark. 1998).

Çizelge 4.1. Araştırma Topraklarının Toplam Ağır Metal İçerikleri (mg kg^{-1})

Örnek No	Örneğin Alındığı Yerin Adı	Fe	Mn	Cu	Co	Zn	Cr	Pb	Ni	Cd
1	ISI-1	45071	728	27.04	30.04	50.17	140.08	16.88	336.17	İz
2	ISI-2	52494	716	31.04	31.04	24.25	60.43	120.17	248.41	İz
3	ISI-3	56206	689	29.71	22.51	61.89	82.37	19.06	241.97	İz
4	GÖLET KARŞISI	64160	713	33.05	22.88	57.79	85.98	19.88	204.23	İz
5	GÖLET YANI	53290	835	32.71	24.88	64.03	98.07	20.13	262.17	İz
6	HANGAR ALTI	42950	751	23.13	24.53	40.17	100.23	15.75	221.78	İz
7	LOJMAN TARLA	49313	805	24.01	24.51	50.23	131.97	15.50	235.83	İz
8	AÇMA-1	44806	1439	27.71	29.48	49.97	178.42	15.63	254.26	İz
9	AÇMA-2	44540	791	22.04	24.13	34.29	118.09	17.38	163.76	İz
10	AÇMA-3	37117	728	21.63	24.88	44.03	126.19	16.38	238.15	İz
11	AÇMA-4	41359	670	22.75	24.06	57.68	150.27	14.25	287.93	İz
12	AÇMALAR ARASI	38708	771	21.63	33.75	40.12	149.81	16.38	255.71	İz
13	ESKİ ÇİM YERİ	38443	685	21.13	24.75	34.27	122.34	15.49	266.14	İz
14	TAŞ KÖPRÜ-1	91302	1007	78.03	33.51	94.02	158.29	12.63	210.08	İz
15	TAŞ KÖPRÜ-2	38708	767	22.13	23.08	47.93	124.08	16.88	257.91	İz
16	TAŞ KÖPRÜ-3	46661	770	23.88	23.63	42.16	143.84	16.54	254.03	İz
17	KURU DERE	40299	1451	21.13	22.75	31.87	102.11	18.13	147.82	İz
18	KURU DERE KARŞISI	36852	761	24.63	22.13	50.11	102.42	14.48	181.74	İz
19	DUTLUK ALTI	33140	603	20.63	21.25	36.07	98.06	12.38	246.32	İz
20	DUTLUK ALTI ÇEVRESİ	40829	662	22.38	23.13	34.29	145.79	13.63	177.51	İz
21	ESKİ BAĞLIK	37912	658	32.05	21.52	30.12	190.12	11.52	255.70	İz
22	BÜYÜK TARLA	40564	713	21.75	22.88	33.87	130.43	13.06	260.08	İz
23	NİLÜFER YANI	49048	747	29.37	23.08	64.24	105.68	14.13	226.16	İz
24	NİLÜFER TABAN	44010	697	24.25	22.98	39.83	134.07	13.38	340.29	İz
25	NİLÜFER ÜSTÜ	58327	835	49.07	27.75	70.08	124.31	15.25	253.62	İz
26	BAHÇE-1	63364	771	52.08	24.17	115.68	141.29	18.25	164.23	İz
27	BAHÇE-2	46662	767	37.59	22.50	64.27	122.06	14.13	250.08	İz
28	BAHÇE-3	107375	1994	94.07	33.25	100.03	155.88	11.25	206.13	İz
29	BAHÇE-4	38708	739	22.53	23.09	47.76	162.42	13.25	233.82	İz
30	BAHÇE-5	62569	774	47.73	30.52	66.02	134.02	13.06	312.04	İz
Min.		33140	603	20.63	21.05	30.12	60.43	11.25	147.82	İz
Max.		107375	1994	94.07	33.75	115.68	190.12	20.13	340.29	İz
Ort		49490	835	31.89	25.19	53.78	129.29	15.41	239.80	İz

Çizelge 4.2. Topraklarının Bazı Alınabilir Ağır Metal İçerikleri (mg kg^{-1})

Örnek No	Örneğin Alındığı Yerin Adı	Fe	Mn	Cu	Co	Zn	Cr	Pb	Nİ	Cd
1	ISI-1	5.64	8.76	1.42	0.12	0.23	0.42	1.70	2.04	İz
2	ISI-2	9.17	34.10	1.94	0.04	0.49	0.38	1.80	3.88	İz
3	ISI-3	5.78	8.40	2.36	0.02	0.43	0.28	2.20	1.88	İz
4	GÖLET KARŞISI	4.16	6.84	2.30	0.08	0.77	0.36	2.20	1.92	İz
5	GÖLET YANI	6.58	8.52	1.88	0.02	0.69	0.28	2.02	2.18	İz
6	HANGAR ALTI	7.02	7.92	1.86	0.14	0.81	0.34	1.98	2.14	İz
7	LOJMAN TARLA	6.36	11.28	1.62	0.12	0.73	0.02	1.70	2.28	İz
8	AÇMA-1	8.19	30.14	1.94	0.08	0.75	0.22	1.76	3.68	İz
9	AÇMA-2	18.84	40.26	2.58	0.14	0.65	0.18	1.66	12.48	İz
10	AÇMA-3	14.98	40.92	2.00	0.10	0.47	0.16	1.52	6.86	İz
11	AÇMA-4	8.89	5.95	1.68	0.04	0.61	0.61	1.32	5.67	İz
12	AÇMALAR ARASI	14.04	20.16	2.00	0.14	0.57	0.02	1.40	6.24	İz
13	ESKİ ÇİM YERİ	8.47	10.43	1.38	0.22	0.55	0.04	1.52	3.36	İz
14	TAŞ KÖPRÜ-1	14.40	8.64	5.28	0.12	1.63	0.10	0.52	1.56	İz
15	TAŞ KÖPRÜ-2	6.88	5.64	1.88	0.08	0.95	0.30	1.88	1.60	İz
16	TAŞ KÖPRÜ-3	7.40	9.24	1.82	0.12	0.37	0.32	1.70	2.42	İz
17	KURU DERE	8.68	6.65	1.80	0.10	0.65	0.50	1.60	2.28	İz
18	KURU DERE KARŞISI	6.08	6.72	1.80	0.06	0.43	0.16	1.50	1.46	İz
19	DUTLUK ALTI	5.32	6.84	1.32	0.06	0.97	0.04	1.40	1.58	İz
20	DUTLUK ALTI ÇEVRESİ	6.50	9.00	1.66	0.06	0.35	0.26	1.34	2.14	İz
21	ESKİ BAĞLIK	7.70	23.10	3.72	0.18	0.45	0.24	1.26	4.83	İz
22	BÜYÜK TARLA	6.02	7.92	1.50	0.02	0.43	0.30	1.66	1.64	İz
23	NİLÜFER YANI	5.04	6.48	1.90	0.06	1.07	0.20	1.96	1.66	İz
24	NİLÜFER TABAN	5.28	5.88	1.50	0.02	0.67	0.06	1.44	1.68	İz
25	NİLÜFER ÜSTÜ	15.00	4.32	5.20	0.02	4.02	0.60	1.46	0.42	İz
26	BAHÇE-1	4.64	6.60	5.8	0.02	0.61	0.06	1.40	1.30	İz
27	BAHÇE-2	4.40	6.24	3.30	0.12	1.71	0.38	1.42	1.52	İz
28	BAHÇE-3	12.20	8.04	6.80	0.12	0.75	0.12	0.54	0.86	İz
29	BAHÇE-4	7.26	8.88	1.70	0.16	0.89	0.36	1.58	2.04	İz
30	BAHÇE-5	5.98	5.52	2.60	0.06	0.27	0.60	1.30	1.20	İz
Min.		4.16	4.32	1.30	0.02	0.23	0.02	0.52	0.42	İz
Max.		18.8	40.9	6.80	0.22	4.02	0.60	2.20	12.5	İz
Ort		8.23	12.3	2.50	0.09	0.79	0.25	1.56	2.83	İz

Araştırma topraklarının alınabilir Fe içerikleri Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen sınır değeri (4.5mg kg^{-1}) ile karşılaştırıldığında 4 no'lu örnek (Gölet Karşısı) ve 27 no'lu örneklerin (Bahçe-2) alınabilir Fe içeriklerinin yeterlilik sınırının hemen altında olduğu, diğer toprak örneklerinin Fe içeriklerinin ise sınır değerinin üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Bu sonuçlar, Araştırma ve Uygulama çiftliği topraklarının alınabilir Fe içeriklerinin yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir. Nitekim, Araştırma ve Uygulama çiftliği topraklarının verimlilik özelliklerini belirleyen Katkat ve Özgüven (1997), toprakların bitkiye yarayışlı Fe içeriklerinin iyi durumda olduğunu bildirmişlerdir. Katkat ve ark. (1994), Özgümüş (1988) tarafından Bursa Ovası'nda şeftali bahçelerinde yaptıkları çalışmalarından da çok sayıda bahçe toprağında Fe'i yeterli düzeyde bulmuşlardır. Güney Marmara Bölgesi sanayi domates alanlarındaki, toprak sulama suyu ve domates meyvelerinde ağır metal içeriklerinin belirlenmesi çalışmasında Elmacı (1995) toprakların alınabilir Fe içeriklerini; M. Kemalpaşa'da 9.40-63.20 mg kg^{-1}, Karacabey'de 8.00-64.00 mg kg^{-1}, Biga'da 3.60-108.00 mg kg^{-1} arasında değiştiğini belirlemiştir.

Araştırma topraklarının ilgili toplam ve alınabilir Mn içerikleri sırasıyla 603.49-1994. 75 (ortalama 853.04) ve 4.32-40.92 (ortalama 12.31) mg kg^{-1} arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.1 ve 4.2). Toprakların toplam Mn içeriklerini Kabata-Pendias ve Pendias (1992) 164-1330 mg kg^{-1}, Mengel ve Kirkby (1987) ise toplam Mn için kritik konsantrasyonu 200-3000 mg kg^{-1} olarak bildirmişlerdir. Bu değerler araştırma topraklarının toplam Mn içerikleri ile karşılaştırıldığında, araştırılan toprakların Mn konsantrasyonlarının % 90'ı normal sınır değerinde iken, %10'u kritik düzeyde Mn içerdiği anlaşılmaktadır. Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası şeftali bahçelerinde, Başar ve ark. (2004) İznik gölü çevresinde değişik su kaynaklarıyla sulanan tarım alanlarında toplam Mn konsantrasyonlarının normal sınırlar arasında olduğunu bildirmişlerdir. Elmacı (1995) Güney Marmara Bölgesi domates yetiştirilen alanlardan 0-25 cm derinlikten aldığı toprak örneklerinin toplam Mn içeriklerinin M.Kemalpaşa'da 460-875 mg kg^{-1}, Karacabey'de 660-1275 mg kg^{-1}, Biga'da 845-1450 mg kg^{-1} arasında değiştiğini belirlemiştir. Ülkemizin farklı yörelerinde yapılan çalışmalarda ise Saatçi ve ark. (1988) İzmir ili aluviyal topraklarının toplam Mn içeriklerinin 300-1420 mg kg^{-1}, Hakerlerler ve ark. (1994) Gümüldür ve Balçova satsuma mandarin bahçelerinin toplam Mn içeriklerinin 400-1530 $mgkg^{-1}$ ve Kızılkaya ve ark.(1988) Samsun yöresi

topraklarının kral suyu ile ekstrakte edilebilir toplam Mn içeriklerinin ise 831.20-5421.40 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirilmişlerdir.

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen yeterlilik sınır değerlerine göre toprakların DTPA +TEA +$CaCl_2$ ile belirlenen alınabilir Mn içeriklerinin incelenen tüm toprak örneklerinde yeterli (>0.2 mg kg^{-1}) içerikte olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.2). Aynı yörede Katkat ve Özgüven (1997)'in yaptığı benzer bir çalışmada toprakların bitkiye yarayışlı mangan kapsamları yönünden iyi durumda oldukları belirlenmiştir. Bursa ovasında yapılan kimi çalışmalarda; şeftali bahçesi topraklarının alınabilir Mn içeriklerinin 5.76-65.56 mg kg^{-1} (Katkat ve ark. 1994), bir diğer çalışmada ise Özgümüş (1988) Bursa Bölgesi şeftali bahçelerinin alınabilir Mn içeriklerinin 5.26-32.82 mg kg^{-1} arasında değiştiğini analiz etmişlerdir (Özgümüş 1988).

Çizelge 4.1 ve 4.2'de sunulan verilere göre toprakların toplam ve alınabilir Cu içerikleri sırasıyla 20.63- 94.07 (ortalama 31.89) ve 1.32-6.84 (ortalama 2.48) mg kg^{-1} arasında değişen konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir.

Toprakların normal toplam Cu içeriklerinin 2-250 mg kg^{-1} arasında değişebileceği bildirilmiştir (Alloway 1990). Topraklardaki toplam Cu için izin verilebilir sınır değeri El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kloke (1979), Linzon (1978) ve Schachtshabel ve Blume (1984) tarafından 100 mg kg^{-1}olarak bildirilirken, Kovalskiy (1974) ise 60 mg kg^{-1} içeriğini izin verilebilir üst sınır olarak belirtmiştir. Bu değerlere göre araştırma topraklarının Cu içerikleri sınır değerinin altında ve Cu konsantrasyonlarının kirlilik oluşturmayacak düzeylerde olduğu anlaşılmaktadır.

Bursa ovasında Nilüfer Çayı ile sulanan şeftali bahçelerinin ağır metal kirliliğini inceledikleri çalışmalarında Başar ve ark. (2001) araştırma topraklarının toplam Cu içeriklerinin sınır değerinin altında olduğunu, Başar ve ark. (2004) İznik gölü havzasında değişik su kaynaklarının sulama suyu olarak kullanıldığı bahçelerden alınan toprakların %2.5'inin sınır değerinin üzerinde toplam Cu içerdiğini, %97.5'inin kirlilik oluşturmayacak düzeyde bulunduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan çalışmalarda da toprakların toplam Cu içeriklerinin kritik değerin altında olduğu bildirilmiştir (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994, Elmacı 1995, Kızılkaya ve ark. 1998).

Toprakların alınabilir Cu içerikleri Lindsay ve Norvell 1978 tarafından bildirilen yeterlilik sınır değeri (0.2 mg kg^{-1}) ile karşılaştırıldığında, alınabilir Cu içeriklerinin yeterli düzeyde olduğu izlenmektedir (Çizelge 4.2). Araştırma sonuçlarımızla uyumlu olmak üzere Bursa Ovası topraklarının verimlilik özelliklerini belirlemek üzere değişik zamanlar da yapılan çalışmalarda da toprakların Cu içeriklerinin yeterli düzeyde olduğu bildirilmiştir (Özgümüş 1988, Katkat ve ark. 1994, Başar 1995, Katkat ve Özgüven 1997).

Araştırmanın yapıldığı Uludağ Üniversitesi Tarım topraklarından alınan toprak örneklerinin toplam ve alınabilir Zn içerikleri sırasıyla 30.12-115.68 (ortalama 53.78) ve 0.23-4.02 (ortalama 0.79) mg kg^{-1} arasında değişen konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bitkiler için gerekli bir besin elementi olan Zn'nun bitki yetiştiriciliği için toprakta bulunması önerilen toplam konsantrasyonu 110 mg kg^{-1} (Goncharuk ve Sideronko 1986) bitkilere zehir etkisi gösterdiği topraktaki toplam konsantrasyonunu ise El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata Pendias (1979), Kloke (1979), Schachtschabel ve ark. (1984) 300 mg Zn kg^{-1}, Kitagishi (1974) ise 700 mg Zn kg^{-1} olarak bildirmişlerdir. Farklı araştırıcılar tarafından toplam Zn içeriği için değişik sınır değerleri önerilse de 300 mg Zn kg^{-1} değeri genel kabul gören kritik konsantrasyon olarak çok sayıda araştırmacı tarafından dikkate alınmaktadır (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994, Elmacı 1995). Bu bilgilere göre toprakların toplam Zn içeriklerinin tamamı bu değerin oldukça altındadır. Buna göre kampüs topraklarının bitkilere zehir etkide bulunmayacak düzeyde Zn içerdiği anlaşılmaktadır. Başar ve ark. (2001) ve Başar ve ark. (2004) sırasıyla Bursa Ovası'nda ve İznik Gölü çevresinde yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar bulmuşlardır. Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmış olup, Saatçı ve ark. (1988) İzmir ili aluviyal topraklarında, Hakerlerler ve ark. (1994) Gümüldür ve Balçova'daki Mandarin bahçesi topraklarında, Elmacı (1995) M. Kemalpaşa, Karacabey ve Biga yöresi topraklarında 200 mg kg^{-1} değerinin altında Zn belirlemişlerdir.

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirilen alınabilir Zn için sınır değerleri; 0.5-1.0 mg kg^{-1} arasında olduğunda toprakta noksanlık görülebileceği, 1.0 mgkg^{-1} üzerinde ise toprakta alınabilir Zn içeriğinin iyi düzeyde olduğunu bildirmektedir. Uludağ Üniversitesi tarım topraklarının %33'ünün 0.5 mg kg^{-1} 'in altında, %53'ünün 0.5-1.0 mg kg^{-1} arasında ve % 14'ünün ise 1.0 mg kg^{-1} 'in üzerinde alınabilir Zn

içerdiği görülmektedir (Çizelge 4.2). Benzer bir çalışma yapan Katkat ve Özgüven (1997) Uludağ Üniversitesi tarım topraklarının bitkiye yarayışlı Zn kapsamlarının düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırma topraklarının toplam ve alınabilir Co içerikleri sırasıyla 21.25-33.75 (ortalama 25.19) ve 0.02-0.22 (ortalama 0.09) mg kg^{-1} sınırları içinde bulunmaktadır. Ana materyalin bileşimine bağlı olarak toprakların Co içeriklerinin 1-40 mg kg^{-1} , çoğunlukla 5-15 mg kg^{-1} arasında değiştiği Scheffer-Schachtshabel (1989) tarafından bildirilmiştir. Öte yandan Alloway (1990) topraklarda normal Co sınırının 0.5-65 mg kg^{-1} arasında olduğunu bildirmiştir. Topraklarda kirlilik yönünden ölçüt değer olarak, El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata ve Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981), Kloke (1982) 50 mg Co kg^{-1}, Kovalskiy (1974) 30 mg kg^{-1} ve Linzon (1978) 25 mg kg^{-1} değerlerini bildirmişlerdir. Araştırılan toprakların kral suyu ile belirlenen Co içerikleri 50 mg kg^{-1} sınır değeri ile karşılaştırıldığında, 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde Co kirliliğine rastlanıldığı anlaşılır. Bursa Ovasında ve İznik gölü çevresinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır (Başar ve ark. (2001) Başar ve ark. (2004)) .

Toprakta bitkiler tarafından alınabilir Co içeriğiyle ilgili sınır değerine rastlanılmamıştır. Ancak DTPA+TEA+$CACl_2$ yöntemi ile Güney Marmara Bölgesi topraklarının alınabilir Co içeriklerini belirleyen Elmacı (1995) M. Kemalpaşa'da 0.02-0.34 mg kg^{-1}, Karacabey'de 0.04-0.52 mg kg^{-1} , Biga'da 0.04-0.74 mg kg^{-1} arasında değiştiğini belirlemiştir.

Araştırma topraklarının toplam ve alınabilir Cr içerikleri sırasıyla 60.43 -190.12 (ortalama 129.29) ve 0.02-0.60 (ortalama 0.25) mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2). Toprakların toplam Cr sınır değerinin 5-1500 mg kg^{-1} (Alloway 1990), toprakların genelinin Cr içerikleri 100 mg kg^{-1} den daha fazla olduğu (Mengel ve Kirkby 1987), ancak toprakların ortalama toplam Cr içerileri 100-300 mg kg^{-1} arasında değiştiği bildirmektedir (Kick ve ark. 1980). Topraklardaki toplam Cr konsantrasyonu için genel kabul gören üst sınır, çok sayıdaki araştırmacı tarafından 100 mg kg^{-1} olarak bildirilmiştir (El-Bassam ve Tietjen 1977, Kabata-Pendias 1979, Kloke 1979, Schachtschabel ve Blume 1984, Hasselbach 1992). Bununla birlikte toprakların toplam Cr içeriğinin sınır değerlerini Kovalskiy (1974) 60 mg kg^{-1}, Kitagishi ve

Yamane (1981) 125 mg kg^{-1} olarak bildirmişlerdir. Yurt dışında olduğu gibi 100 mg Cr kg^{-1} içeriği ülkemizde kimi araştırıcılar tarafından da toprakların toplam Cr içeriklerinin yeterlilik durumlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994). Bu değerlendirmelere göre Uludağ Üniversitesi tarım topraklarının %86'sı bu sınır değerinin (100 mg kg^{-1}) üzerinde Cr içermesi nedeniyle bu topraklarda Cr kirlenmesi olduğu anlaşılmaktadır. Başar ve ark. (2001) 'nın Bursa Ovasında yaptıkları çalışma sonucunda; 0.-30 cm derinlikten aldığı toprak örneklerinin %43'ü; 30-60 cm derinlikten aldığı toprak örneklerinin %33'ü bildirilen sınır değerinin üzerinde Cr içerdiğini, Başar ve ark. (2004) İznik Gölü çevresinde yaptıkları diğer bir çalışmada ise incelenen toprakların toplam Cr içeriklerinin sınır değerinin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Topraklarda bitkiler tarafından alınabilir Cr içerikleri ile ilgili kaynak bulunamadığından, araştırma topraklarında belirlenen Cr içerikleri ile ilgili değerlendirme yapılamamıştır.

Uludağ Üniversitesi tarım topraklarından alınan toprak örneklerinin kral suyu ve DTPA+TEA+$CACl_2$ yöntemleriyle yapılan analiz sonuçlarına göre, toprakların toplam ve alınabilir Pb içeriklerini sırasıyla 11.25-20.13 (ortalama 15.41) ve 0.52-2.20 (ortalama 1.56) mg kg^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Normal koşullarda kirlenmemiş toprakların Pb içeriklerinin 10-20 mg kg^{-1} (Alt ve ark. 1981) 1-20 mg kg^{-1} (Bergmann 1993) ve 2-300 mg kg^{-1} (Alloway1990) olduğu bildirilmektedir. Topraklarda Pb birikiminin ölçütü olarak, El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kloke (1982) ve Schachtschabel ve Blume (1984), 100 mg kg^{-1} , Kitagishi ve Yamane (1981) 400 $mgkg^{-1}$, Linzon (1978) 200 mg kg^{-1} sınır değerlerini önermektedirler. Ülkemizde tarım topraklarının Pb içeriğini değerlendirmek üzere yapılan çalışmalarda sınır değeri olarak 100 mg kg^{-1} değeri alınmıştır (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark 1994, Elmacı 1995). Bu değerler ile araştırma topraklarında belirlenen toplam Pb içerikleri karşılaştırıldığında, incelenen toprakların tamamında Pb kirliliğinin bulunmadığı görülmüştür. Başar ve ark. (2001) ve Başar ve ark. (2004) sırasıyla İznik Gölü çevresindeki tarım toprakları ve Bursa Ovası'nda yaptıkları çalışma sonucunda toprakların tamamında Pb kirliliğinin bulunmadığını bildirmişlerdir. Elmacı (1995) M. Kemalpaşa ve Biga yöresi topraklarının tamamında, Karacabey yöresi topraklarının ise %89'unda sınır değerlerinin (100 mg kg^{-1}) altında Pb bulunduğunu,

Kızılkaya ve ark. (1998) Samsun yöresi topraklarının toplam Pb içeriğinin 22.82-80.20 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Topraklarda bitkilerce alınabilir Pb içerikleri ile ilgili literatüre rastlanılmadığından, araştırmada belirlenen ekstrakte edilebilir Pb içerikleri ile ilgili sonuçlar değerlendirilememiştir. Bununla birlikte, benzer bir çalışma yapan Başar ve ark. (2001) ve Başar ve ark. (2004) sırasıyla Bursa Ovası şeftali bahçesi topraklarının alınabilir Pb içeriklerinin 0.76-1.86 (ortalama 1.20) ve 0.58-1.70 (ortalama 1.16) mg kg^{-1}, İznik Gölü çevresi tarım topraklarının alınabilir Pb içeriklerinin 0.33 –2.62 (ortalama 1.23) mg kg^{-1}arasında değiştiğini, Elmacı (1995) Güney Marmara Bölgesi topraklarının alınabilir (DTPA+TEA+$CaCl_2$) Pb içeriklerinin M. Kemalpaşa'da 0.92-5.56 mg kg^{-1}, Karacabey'de 1.58-13.86 mg kg^{-1} ve Biga'da 1.24-3.46 mg kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Araştırma topraklarının toplam ve alınabilir Ni içeriği sırasıyla 147.82-340.29 (ortalama 239.80) ve 0.42-12.48 (ortalama 2.83) mg kg^{-1} arasında değişmektedir. Dünya topraklarının ortalama toplam Ni içeriğinin 2.2 mg kg^{-1} olduğu ileri sürülmüştür (Kabata-Pendias ve Pendias 1992). Bergmann (1993), normal şartlarda topraklarda 5-500 mg kg^{-1} arasında Ni bulunduğunu bildirmiştir. Topraklarda toplam Ni'in bitki yetiştiriciliği için zehir etkisi yaptığı sınır değerlerini El-Bassam ve Tietjen (1977), Kabata-Pendias (1979), Kitagishi ve Yamane (1981) ve Linzon (1978) 100 mg kg^{-1}, Goncharuk ve Sideronko (1986) 35 mg kg^{-1} , Schachtschabel ve Blume (1984) ve Kloke (1982) 50 mg kg^{-1}, Bergmann (1993) 40-50 mg kg^{-1} olarak bildirmişlerdir. Ülkemizde tarım topraklarının ağır metal kirliliğini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda ise Ni kirliliğinin izin verilebilir sınır değeri olarak 50 mg kg^{-1} değeri kabul edilmiştir. (Saatçı ve ark. 1988, Hakerlerler ve ark. 1994 Elmacı ve ark. 1993). Bu konudaki uygulamalar ve literatür bilgilerine göre 50 mg kg^{-1} toplam Ni içeriği kritik değer olarak alındığında, Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım topraklarının tamamında Ni kirliliği olduğu anlaşılmaktadır. Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası'nda Nilüfer çayı ile sulanan şeftali bahçelerinin ağır metal kirliliğinin araştırılması çalışmasında toplam Ni içeriklerine göre 0-30 cm toprak derinliğinde %9.5, 30-60 cm toprak derinliğinde ise incelenen tüm bahçelerde Ni kirliliğinin olduğunu, İznik Gölü çevresinde yaptığı diğer bir çalışmada bahçelerin %54'nün sınır değerinin üzerinde Ni içerdiğini bildirmişlerdir (Başar ve ark. (2004)).

Ülkemizin değişik bölgelerinde toprakların ağır metal içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda Saatçı ve ark. (1988) İzmir yöresi topraklarında , Hakerlerler ve ark. (1992, 1994) Balçova ve Gümüldür'deki mandarin bahçesi topraklarında, Elmacı ve ark. (1993) M. Kemalpaşa, Karacabey ve Biga yöresi topraklarında Ni kirliliğinin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Kaynak araştırmalarına göre topraklarda bitkilerce alınabilir Ni içerikleri ile ilgili sınır değerlerine rastlanılmadığından bir değerlendirme yapılamamıştır. Yine ülkemizin değişik bölgelerindeki topraklarının alınabilir (DTPA+TEA+$CaCl_2$) Ni içerikleri, M. Kemalpaşa'da iz-12.10, Karacabey'de iz-7.65, Biga'da iz-5.25 mg kg^{-1} (Elmacı 1995), Samsun yöresi topraklarında ise 0.74-4.32 mg Ni kg^{-1} (Kızılkaya ve ark. 1998), Bursa Ovası'nda 0.26-2.36 (ortalama 0.79) ve 0.24-2.52 (ortalama 0.81) mg Ni kg^{-1} (Başar ve ark. 2001), İznik Gölü çevresinde 0.08-1.28 (ortalama 0.50) mg Ni kg^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Başar ve ark. 2004).

Uludağ Üniversitesi tarım topraklarından 0-30 cm toprak derinliğinden alınan örneklerin kral suyu ve DTPA+TEA+$CaCl_2$ yöntemleriyle yapılan analizlerinin sonucunda iz içerikte Cd belirlenmiştir.

4.2. Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları ve Tartışması

Bünye: Araştırmanın yürütüldüğü çiftlik topraklarından 0-30 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin %kum, % mil ve % kil içerikleri ile bünye analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.3'de verilmiştir. % Kum 16.28-51.44, % mil 11.09-28.00, % kil 31.73-61.57 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre araştırma topraklarının %63'ü kil, %20'si killi tın, %10'u kumlu kil, %6'sı kumlu killi tın tekstür sınıfına girmektedir. Katkat ve Özgüven (1997) Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi çalışmasında, toprakların % kum içerikleri, 25.52-53.52, % mil 10.00-27.28, % kil ise 29.76-53.92 arasında değiştiğini, buna göre araştırma topraklarının ağır tekstürlü topraklar sınıfına girdiğini bildirmişlerdir.

Bursa yöresinde şeftali ağaçlarında görülen sarılığı yaprak ve toprak analizleri ile incelediği çalışmasında Özgümüş (1988) 11 bahçeden 3 farklı derinlikten aldığı toprak örneklerinin bünyelerinin genellikle kumlu tın ile killi tın arasında değiştiğini, Başar ve ark. (1998) Bursa yöresinde şeftali ağaçlarının beslenme durumlarını inceledikleri

çalışmasında, bahçe topraklarının bünye sınıflarının tın ile killi tın arasında değişiklik gösterirken, Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası'nda Nilüfer Çayı ile sulanan şeftali bahçelerinin ağır metal kirliliğinin araştırması çalışmasında toprakların kumlu killi tın ile killi tın bünye sınıflarında olduğunu, Başar ve ark. (2001) Bursa ilinde farklı ürünlerin yetiştirildiği alanlardan alınan toplam 1018 adet toprak örneğinin %63'ünün killi tın, %20'sinin tın ve %17'sinin kil bünyeli olduğunu, Başar ve ark. (2004) İznik Gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan toprakların ağır metal içeriklerinin incelendiği diğer bir çalışmasında da toprakların bünye sınıflarının kumlu tın ile kil arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

pH: Araştırma topraklarının toprak: 0.01M $CaCl_2$ ve toprak: su süspansiyonlarında ölçülen pH değerleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. 1:2.5 toprak: 0.01M $CaCl_2$ süspansiyonunda ölçülen pH değerleri 6.1-7.6, 1:2.5 toprak: arı su süspansiyonunda ölçülen pH değerleri 6.6-8.4 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kellog (1952) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre toprak: $CaCl_2$ süspansiyonunda ölçülen pH değerlerine göre toprakların hafif asit ile hafif alkalin, toprak: su süspansiyonunda ölçülen pH değerlerine göre toprakların nötr ile orta alkalin karakterde oldukları anlaşılmaktadır. Katkat ve Özgüven (1997) yaptıkları çalışmada araştırma topraklarının pH değerlerini en düşük 6.08 ve en yüksek 8.21 arasında değiştiğini ve incelenen toprakların yarısına yakınının zayıf alkali karakterde olduğunu belirlemişlerdir.

Bursa ilinde şeftali ağaçlarında yaptığı bir çalışmada araştırma bahçesi topraklarının toprak:su süspansiyonunda ölçülen pH'larının 6.9-8.4 arasında, toprak: $CaCl_2$ süspansiyonunda belirlenen pH'larının ise 7.1-7.8 arasında değiştiğini ve incelenen toprakların nötr ve orta alkalin karakterde olduğunu belirlemiştir Başar (2001). Bir diğer çalışmasında, Bursa ili genelinde incelediği 1018 toprak örneğinin %86'sının nötr ve hafif alkalin reaksiyonlu olduğunu bildirmiştir Başar (2001).

Elektriksel İletkenlik: Analizleri yapılan 30 adet toprak örneğinin elektriksel iletkenlik değerleri 60.3-607 $\mu s\ cm^{-1}$ arasında değişim göstermektedir. Buna göre araştırılan topraklar tuz içeriklerine göre tuzsuz olarak sınıflandırılabilir (Soil Survey Staff 1951). Uygulama ve Araştırma merkezi tarım topraklarında benzer bir çalışma yapan Katkat ve Özgüven (1997) toprakların elektriksel iletkenlik değerlerini 121-555

μs cm^{-1} olarak saptamışlardır. Araştırma topraklarının tuzluluk yönünden herhangi bir problemi bulunmamaktadır.

Başar ve ark. (2001) Bursa Ovasında Nilüfer Çayı ile sulanan şeftali bahçelerinde yaptıkları bir çalışmada, araştırma bahçelerinin topraklarını tuz içeriklerine göre tuzsuz olarak sınıflandırmışlardır. Başar ve ark. (2004) Bir diğer çalışmasında, İznik gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan tarım topraklarının tuz içeriklerinin çoğunlukla ihmal edilebilir düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Son yıllarda Bursa ili genelinde yapılan bir çalışmada ildeki bütün toprakların ancak %1'inde tuzluluk ve sodiklik sorunun görüldüğü, ilde yer alan tuzlu ve sodik toprakların tamamının çayır ve mera arazilerinde bulunduğu bildirilmiştir (Anonymous 1995).

$CaCO_3$: Toprak örneklerinin $CaCO_3$ içeriği 0-30 cm derinlikte %0.31 –8.29 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3). Bu topraklar %$CaCO_3$ içerikleri yönünden Aereboe ve Falke (Evliya 1964) tarafından bildirilen kriterler dikkate alınarak sınıflandırıldığında kireççe fakir ve kireççe zengin sınıflarına girmektedir. Katkat ve Özgüven (1997) Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım topraklarında yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bulmuşlardır.

Bursa ili tarım topraklarının %41.6'sının az, %22.4'ünün orta, %24.2'sinin kireçli, %6.9'u fazla ve %4.9'unun çok fazla kireçli olduğu bildirilmiştir (Anonymous 1983). Bursa Ovası'nda Nilüfer çayı ile sulanan şeftali bahçelerinin toprak örneklerinin $CaC0_3$ içeriği 0-30 cm derinlikte %1.16-6.38, 30-60 cm derinlikte %1.45-7.83 arasında değiştiğini ve bu toprakların bahçelere göre %$CaC0_3$ içerikleri yönünden kireççe fakir, kireçli ve kireççe zengin sınıflarına girdiğini belirtmişlerdir (Başar ve ark. 2001).Aynı araştırıcı bir diğer çalışmasında, İznik gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan topraklarda yaptığı araştırma sonucunda toprakların kireç içeriklerinin çok az ile orta arasında bulunduğunu belirlemiştir (Başar ve ark.2004).. Güney Marmara Bölgesinde domates yetiştirilen alanların kimi toprak özelliklerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, Karacabey ve M. Kemalpaşa yörelerinden alınan toprak örneklerinin $CaC0_3$ içeriklerinin sırasıyla %1.29-3.95 ve %1.92-12.55 arasında değiştiği belirlenmiştir (Elmacı 1995). Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının incelendiği bir diğer çalışmada ise toprakların %36.40'ının orta, %19.2'sinin az, %17'sinin çok az,

%11.50’sinde hiç yok, %10.20’sinde çok fazla ve %7.50’sinin fazla düzelerde kireç içerdiği bildirilmiştir (Anonymous 1995).

Organik Madde: Toprak örneklerinin organik madde içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.3) %1.13-2.31 arasında değiştiği görülmektedir. Bu sonuçlara göre toprak örneklerinin % organik madde içerikleri Scheffer ve Schachtschabel’in verdiği kriterleri kaynak olarak gösteren Kovancı (1969)’a göre sınıflandırıldığında %87’sinin humusça fakir, %13’ünün humuslu oldukları anlaşılmaktadır. Tarımsal Uygulama ve Araştırma merkezi topraklarında yapılan bir diğer çalışmada ise incelenen toprakların, yaklaşık % 71’inin humusça fakir, %29’unun humuslu olduğu saptanmıştır (Katkat ve Özgüven 1997). Her iki araştırma sonuçlarını karşılaştırdığımızda toprakların %16’sının humusça fakirleştiği görülmektedir. Buna göre araştırma topraklarının organik maddece desteklenmesi gerekmektedir.

Bursa Ovası şeftali bahçelerinin % organik madde içeriklerinin 0-20 cm’de %1.22-3.98, 20-40 cm’de %0.58-3.60, 40-60 cm’de %0.11-3.40 arasında değiştiğini Başar ve ark. (2001), Aynı araştırıcının il topraklarında yaptığı bir diğer çalışmada ise incelenen toprakların yaklaşık %88.71’i %3’ün altında ,%56.49’u ise %2’nin altında organik madde içerdiğini belirmiştir Başar ve ark. (2001).

Araştırma topraklarının organik C değerlerinin %0.67-1.34 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası’nda Nilüfer Çayı ile sulanan şeftali bahçelerinde yaptıkları çalışmada toprakların organik C değerlerinin 1. derinlikte %1.03-1.78, 2. derinlikte %0.60-1.19 arasında değiştiğini bildirmiştir.

4.3. Toprak Örneklerinin Bazı Besin Elementi ve Doygunluk Ekstraktında Belirlenen Kimi Katyon ve Anyon İçerikleri ile İlgili Analiz Sonuçları ve Tartışması

Toplam N: Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi araştırma alanlarından alınan toprakların % toplam N içerikleri 0.06-0.16 arasında değişmektedir. Bu değerler, Wiegner'in genel toprak verimliliği için kabul ettiği kriterleri kaynak olarak gösteren Kovancı (1982)'a göre sınıflandırıldığında azot orta ve iyi düzeydedir. Katkat ve Özgüven (1997) yaptıkları çalışmada araştırma topraklarının toplam azot kapsamlarının 0.05-0.12 arasında değiştiğini, buna göre toprakların önemli bir bölümünün azotça orta durumda olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum uzun yıllar tarım yapılması ve organik gübrelemeye gereken önemin verilmemesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Başar (1995) Bursa ilinde farklı şeftali bahçelerinin azot içeriklerinin orta, iyi ve zengin düzeyde olduğunu, il topraklarında yapılan bir diğer çalışmasında 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde toplam azotun iyi ve zengin düzeyde, 30-60 cm derinlikte ise azotun iyi düzeyde olduğunu saptamışlardır (Başar ve ark. 2001). Öte yandan, Güney Marmara Bölgesinde M. Kemalpaşa ve Karacabey yörelerinde domates yetiştirilen alanlarda toprakların %N içeriklerinin sırasıyla 0.06-0.15, 0.06-0.24 arasında değiştiği bildirilmiştir (Elmacı 1995).

Alınabilir fosfor: Araştırmanın yapıldığı çiftlik topraklarından alınan toprakların faydalı P içerikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de gibi toprakların alınabilir P içerikleri 4.07-29.45 mg P kg^{-1} arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Bu değerler Olsen ve Dean (1965)'in verdiği kriterlere göre sınıflandırıldığında, toprakların P içeriklerinin çok fakir ve orta düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Katkat ve Özgüven (1997) Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım topraklarında yaptıkları çalışmada toprakların alınabilir fosfor içerikleri yönünden benzer sonuçlar bulmuşlardır. Başar ve ark. (1997)'nın 45 şeftali bahçesinde yaptıkları çalışma sonucunda toprakların alınabilir fosfor içeriklerinin ortalamasının 0-20 cm'de 5.49 kg P_2O_5 da^{-1}, 20-40 cm'de 2.39 kg P_2O_5 da^{-1}, olduğunu belirlemişler ve bu değerlere göre incelenen şeftali bahçelerinin P içeriklerinin alt toprakta çok fakir, üst toprakta çok fakir ve orta düzeylerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Değişebilir Potasyum: Toprak örneklerinin değişebilir K içerikleri 0.44-1.59 me 100 g^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. (Çizelge 4.4). Pizer (1967)'e göre sınıflandırıldığında, araştırma topraklarının %10'u orta, %33'ü iyi, %34'ü yüksek, %23'ü çok yüksek düzeylerde K içerdiği anlaşılmaktadır. Katkat ve Özgüven (1997) araştırma topraklarının değişebilir potasyum içeriklerinin 0.38-1.73 me 100 g^{-1} arasında değiştiğini ve araştırma topraklarının tamamına yakınında değişebilir potasyum miktarlarının oldukça iyi ve yüksek düzeyde bulunduğunu bildirmişlerdir. Başar ve ark. (1995) Bursa yöresinde şeftali bahçesinde yaptıkları çalışmalarında K'un yüksek ve çok yüksek, Başar ve ark. (1997) Bölge topraklarının kimi özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmalarda toprakların alınabilir K içeriklerinin genellikle iyi ve çok yüksek, Başar ve ark. (2001) incelenen il topraklarının %42.14'ünün çok yüksek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir. Başar ve ark. (2001) Bursa ilinde yaptığı diğer bir çalışmasında da deneme bahçelerinin topraklarında K çok yüksek düzeylerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Değişebilir Kalsiyum: Araştırmanın yürütüldüğü çiftlik topraklarındaki değişebilir kalsiyum içerikleri 24.43-45.09 me100 g^{-1} arasında değişmektedir (Çizelge 4.4). Toprakların Ca içerikleri Loue (1968)'e göre sınıflandırıldığında, 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin iyi düzeyde değişebilir Ca içerdiği anlaşılmaktadır. Araştırmada belirlenen toprakların Ca içerikleri ile ilgili sonuçların, Araştırma ve Uygulama Merkezi tarım topraklarında önceki yıllarda yapılan araştırma sonuçlarıyla da uyumlu olduğu anlaşılmaktadır (Katkat ve Özgüven 1997). Elmacı (1995) Güney Marmara Bölgesi topraklarının, Başar ve ark. (1995) Bursa Ovası şeftali bahçelerinin, Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası'nda Nilüfer Çayı ile sulanan toprakların, Başar ve ark. (2004) İznik Gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan toprakların iyi düzeyde kalsiyum içerdiklerini bildirmişlerdir.

Değişebilir Magnezyum: Araştırmanın yapıldığı tarım alanlarından alınan toprakların değişebilir magnezyum içerikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. İlgili çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere toprakların değişebilir magnezyum içerikleri 3.0-14.11 me 100 g^{-1} arasında değişmektedir. Loue (1968) tarafından bildireilen yeterlilik sınır değerlerine göre araştırma toprakları değişebilir Mg içeriklerine göre sınıflandırıldığında, tüm çiftlik topraklarının iyi durumda olduğu anlaşılmaktadır. Katkat ve Özgüven (1997) araştırma topraklarında değişebilir magnezyum içeriklerinin 2.80-17.29 me 100 g^{-1} arasında değiştiğini ve toprakların tamamının değişebilir magnezyum kapsamları yönünden iyi durumda olduğunu bildirmişlerdir. Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası'nda Nilüfer çayı ile sulanan şeftali bahçelerinde yaptıkları çalışma sonucunda toprakların değişebilir Mg içeriklerini 2.1-2.8 ve 2.0-2.9 me$100g^{-1}$ olarak belirlerken tüm bahçe topraklarının iyi gruba girdiğini bildirmişlerdir. Başar ve ark. (2004) İznik Gölü havzasında değişik su kaynaklarıyla sulanan topraklarda yapılan Başka çalışmalarında ise toprakların değişebilir Mg içeriklerinin 0.59-14.65 me 100 g^{-1} arasında değiştiğini ve değişebilir Mg içeriklerinin genel olarak iyi durumda olduğunu bildirmişlerdir.

Değişebilir Sodyum: Araştırma topraklarının değişebilir Na içeriklerinin 0-30 cm derinlikle 0.16-0.88 me 100 g^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Toprak örneklerinin değişebilir sodyum yüzdeleri hesaplanmış ve değerlerin %15'den düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular Katkat ve Özgüven (1997)'in yaptığı çalışmada da görülmektedir.

Toprakların Doygunluk Ekstraktların Belirlenen Anyonlar: Çizelge 4.4'ün incelenmesinden de görüleceği gibi kampüs topraklarının $HC0_3$, Cl ve $S0_4$ içerikleri 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde sırasıyla 1.63-4.36 me $HC0_3$ l^{-1}, 0.38-5.00 me Cl l^{-1}, 0.12-2.14 me SO_4 l^{-1} arasında değişmektedir. Boxma (1972) meyve bahçesi topraklarında belirlenen 200-300 mg l^{-1} $HC0_3$'un neden olduğu sarılığın ortaya çıkışında kritik değer olduğunu bildirmiştir. Bu bilgilere göre araştırma topraklarının HCO_3 içeriği değerlendirildiğinde, bu değerlere yakın veya üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Başar ve ark. (2001) Bursa Ovası'nda Nilüfer Çayı ile sulanan şeftali bahçelerinde yapılan araştırma sonucunda HCO_3, Cl ve $C0_4$ içerikleri 1. ve 2. derinlikten alınan toprak örneklerinde sırasıyla 3.89-7.40 ve 3.60-6.83 me HCO_3 l^{-1}, 0.98-11.52 ve 0.98-

7.09 me Cl l^{-1}, 0.10-1.05 ve 0.06-0.63 me $S0_4$ l^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırma topraklarının HCO_3, Cl ve SO_4 içeriklerini Bursa Ovasından Nilüfer çayı ile sulanan şeftali bahçesi topraklarının bazı özelliklerinin belirlendiği araştırmanın sonuçlarıyla karşılaştırıldığında HCO_3, Cl ve SO_4 içeriklerinin daha düşük olduğu izlenmektedir (Çizelge 4.4).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmanın amaçlarına uygun olarak Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım arazisinden 30 adet toprak örneği alınmıştır. Toprakların ağır metal içerikleri ve verimlilikle ilgili bazı özellikleri belirlenmiştir. Bu sayede ağır metal içeriklerindeki zamana bağlı olarak değişimin değerlendirilmesi için temel veriler oluşturulması saptanmıştır. Bununla birlikte Uygulama ve Araştırma Merkezi tarım topraklarının verimlilik özellikleri de belirlenerek bu konuda bilgi sahibi olmak isteyen ilgililere veri kaynağı oluşturulması sağlanmıştır. Araştırmamızdan alınan sonuçlar aşağıda özetlenerek verilmiştir;

1. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Tarım topraklarının ağır metal içeriklerini belirlemek üzere yürütülen araştırmamızda, toprakların toplam Cu, Co, Cd, Zn ve Pb içerikleri belirtilen sınır değerin altında bulunmuştur. Bu durum söz konusu elementlerin araştırma topraklarında kirlilik unsuru oluşturmadıklarını göstermektedir.

2. Araştırma topraklarının %30'unda Fe, %10'unda Mn sınır değerin üzerinde saptanmıştır. Araştırma topraklarının %86'sı sınır değerinin üzerinde Cr içermesi nedeniyle bu topraklarda aşırı Cr birikiminin olduğu ve toprakların tamamında toplam Ni içeriğinin sınır değerlerinin üzerinde bulunduğu belirlenmiştir.Bilindiği gibi U.Ü. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi civarında toprakları kirleten bir faktör olmadığı gibi, bu topraklarda kirlilik oluşturacak bir su kaynağıyla da sulanmamaktadır. Bu nedenle, topraklaerda toplam içeriği yüksek düzeyde bulunan metallerin topraklarda niçin bu düzeylerde bulundukları hakkında bir değerlendirme yapılmaktadır.

3. Kampüs topraklarının tamamında alınabilir Mn ve Cu iyi ve yeterli düzeyde belirlenirken, toprakların %7'sinde alınabilir Fe ve %86'sında alınabilir Zn yetersiz düzeyde bulunmuştur.

4. Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının mekanik analiz sonucunda elde edilen değerlerden toprakların genellikle ağır bünyeli olduğu anlaşılmaktadır. Araştırma topraklarının pH gruplandırılmasında yarısından fazlasının orta alkalin grubuna girdiği, tuzluluk gruplandırılmasında tamamının tuzluluk yönünden bir problemi olmadığı belirlenmiştir.

5. Araştırma topraklarının organik madde kapsamları yönünden sınıflandırıldığında %87'sinin humusça fakir olduğu görülmektedir. Sürekli tarım yapılması nedeniyle azalan organik maddenin topraklarda artırılması gerekmektedir. Toprakların kireç içeriği değerlendirildiğinde %77'si kireççe fakir, %13'ü kireçli ,%10'u kireççe zengin olduğu görülmektedir. Çiftlik topraklarının çoğunluğunun Vertisal Büyük Toprak grubuna girmesi özellikle üst katmanlarda kirecin yıkandığını göstermektedir. Bu nedenle araştırma topraklarının büyük bölümü kireççe fakirdir.

6. Araştırma topraklarının bitkiye yarayışlı fosfor içeriklerinin oransal dağılımına incelendiğinde ise, %27'si çok fakir, %70'i orta ve %3'ü yüksek düzeyde olduğunu, toplam N içeriklerinin oransal dağılımı ise, toprakların %3 fakir, %57'si orta, %40'ı iyi düzeyde olduğu bulunmuştur.

7. Araştırma topraklarının değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum kapsamları oldukça yüksektir.

KAYNAKLAR

ALBAN, L.A and KUBOTA J. 1960. A Study of Extractable Soil Cobalt in Soils of The Eastern United States, Soil Sci. Soc Amer. Proc., 24: 183-5.

ALLOWAY, B. 1990. Heavy Metals in Soils. Blackie and Sou Ltd., Glasgow and London.

ALT, D., SACHER, B. und RADİKE, K. 1981. Ergebnis Einer Erebungssuntresuchung und Schwermetallbelastung von Gemüsebaulich Genutzten Parzellen in Kleingärten, Landwirstsch, Forsch., Soderheft, 38: 682-692.

ALTINBAŞ, Ü., HAKERLERLER, H., ANAÇ, D., TUNCAY, H. ve OKUR, B. 1994. Gediz Havzası Sulanabilir Tarım Alanlarında Ağır Metal Kirliliği ve Nedenleri Üzerinde Araştırmalar, E.Ü. Araştırmalar, E.Ü. Araştırma Fonu, Araştırma Raporu, Proje No: 91-ZRF-51s.

ANGLE, J.S., CHANEY, R.L., and RHEE, D. 1993. Bacterial Resistance to Heavy Metals Related to Extractable and Total Metal Concentrations in Soil and Media, Soil-Biology and Biochemistry, 25 (10): 1443:1446.

ANONİM, 1991. Türkiye Topraklarının Verimlilik Envanteri. Tar. Orm. ve Köy İş. Bakanlığı Köy Hizm. Gen. Md. Yay.

ANONYMOUS, 1982. Methods of Soil Analysis ed: A.L. Page, Number 9, Part 2, Madison, Wisconsin, USA.

ANONYMOUS, 1983. Bursa İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyacı Raporu, Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları ,Tovep Yayın No: 06 Genel Yayın No: 734, Ankara.

ANONYMOUS, 1995. Bursa İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 16, Ankara.

ARCAK, S., HAKTANIR, K. and KARACA, A. 1996. Karayolları Yakınındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metallerin Üreaz Enzim Aktivitesine Etkisi, Tr J of Agriculture and Forestry, 20: 101-107.

AYDINALP, C. 1996. Characterization of the Main Soil Tupes in the Bursa Pravince, Turkey, phD Thesis, University of Aberdeen, UK.

BAŞAR, H. 1995. Şeftali Ağaçlarında Görülen Demir Klorozunun Değerlendirilmesinde Çeşitli Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması, U.Ü. Fen Bil. Ens., (Doktora Çalışması), Yayınlanmamış Çalışma.

BAŞAR, H., ÖZGÜMÜŞ, A. ve KATKAT, A.V. 1997. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Şeftali Ağaçlarının Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum ve Magnezyum ile Beslenme Durumlarının Yaprak Analizleri ile İncelenmesi, Tr J of Agriculture and Forestry, 21: 257-266.

BAŞAR, H., OKUR, N. ve AYDINALP, C. 2001. Bursa Ovası'nda Nilüfer Çayı ile Sulanan Şeftali Bahçelerinin Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. TÜBİTAK-TOGTAG, Proje No: Tarp-2397s.

BERGMANN, 1993. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Dritte Erweiterte Auflage, Gustav Fisher Verleag Jena, Stutgart.

BLACK, C.A. 1957. Soil-Plant Relationships, John Wiley and Sons. İnc., New York, USA.

BOUYOUCOS, G.J. 1955. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils, Agronomy Journal, 4 (9): 434.

BOXMA, R. 1972. Bicarbonate as the Mast Important Soil Factor in Lime Induced Chlorosis in the Netherlands. Plant and Soil, 37: 233-243.

BÖREKÇİ, M., SÖNMEZ, B. ve AĞAR, A. 1960. Tuzluluk Yönünden Toprak ve Su Analizlerinde Kullanılan Yöntemler, ed: A. Tüzüner, In: Toprak ve Su Analiz Laboratuarı El Kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

BREMMER, J.M. 1965. Nitrogen, ed: C.A. Black, In: Method of Soil Analysis Part II. Chemical and Microbiological Properties Agronomy Series, No: 9. Agron. Inc., Madison. Wisconsin, USA.

CHAPMAN, N.D., PRATT, P.F. and PARKER, F. 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters, Univ. of Calif. Dif of Agri. Sci., p 137-138.

ÇAĞLAR, K.Ö. 1949. Toprak Bilgisi, A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No: 10.

DOLAR, S.G., KEENEY, D.R. and WALSCH, 1971. Availabilitiy of Cu, Fe and Mn in Soils, III. Predictability of Plant Uptake, J of Sci. Food Agr., 22: 282-286.

EKEN, D. 1996. İç Anadolu Kahverengi Büyük Toprak Grubunun Çeşitli Faylarına Ait Toprakların Bazı Mikro Besin Maddesi Kapsamları, (Y.Lisans Tezi), Basılmamış Eser, Ank. Üniv. Fen Bil. Ens.

EL-BASSAM, N. and TİETJEN, C. 1977. Municipal Sludge as Organic Fertilizer with Special Reference to the Heavy Metals Constituents in Soil Organic Matter Studies, Vol 2 IAEE, Vienna , 253 p.

ELMACI, Ö.L. 1995. Güney Marmara Bölgesi Sanayi Domates Alanlarındaki Toprak, Sulama Suyu ve Domates (Lycopersicum esculentum) Meyvelerinde Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bil. Ens., Bornova.

ERDEN, A.B. 1991. Çağımız ve Çevre Kirliliği, Kadıoğlu Matbaası, Rüzgarlı Sok. Ankara ISBN 975-95437-0-2.

FAO, 1990. Micronutrient Assesment at the Country Level: An International Studdy. FAO Soil Bulletion 63. Rome.

GEDİKOĞLU, İ., KALINBACAK, K., YURDAKUL, İ. ve YALÇIKLI, A. 1997. Bazı Ağır Metallerin Topraktan Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Buğday Yetiştirilerek Kalibrasyonu, Toprak Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Köy Hizmetleri Gen. Müd. APK Daire Başkanlığı, Yayın No: 106.

GUPTA, S.K. and ATEN, C. 1993. Comparison and Evaluation of Extraction Media and Their Suitability in a Simple Model to Predict the Biological Relevance of Heavy Metal Concentrations in Contamined Soils, Int. J Environ. Anal. Chem., 51: 25-46.

GONCHARUK, E.J. and SİDORENKA, G.J. 1986. Hygienic Regulation for Chemic Substance in Soils, Medicina, Moscow, 320 p.

HAKERLERLER, H. 1992. Tarımsal Toprakların Kirlenmesi, Lisans Ders Notları. E.Ü. Zir. Fak. Toprak Bölümü (Yayınlanmamış).

HAKERLERLER, H. TAYSUN A., OKUR, B. ve ARSLAN S. 1992. GAP Bölgesi Topraklarının Ağır Metal İçerikleri Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Zir. Fak. Derg., 29 (2-3): 63-70.

HAKERLERLER, H., ANAÇ, D., OKUR, B. ve SAATÇI N. 1994. Gümüldür ve Balçovadaki Satsuma Mandarin Bahçelerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 92-ZRF-47, Bornova-İzmir.

HAKTANIR, F. 1984. Trakya Bölgesi Topraklarının Çinko Durumu ve Bu Toprakların Yarayışlı Çinko Kapsamının Araştırma ve Eğitim Merkezi Nükleer Tarım Bölümü –6-84, Bilimsel Araştırmalar 26, Ankara.

HAQ, A.V., BATES, T.E. and SOON, Y.K. 1980. Comparison of Extractants for Plant Available Zn, Cd, Ni, and Cu in Contamined Soils, Soil Sci. Soc. Amer. J., 44: 772-7.

HUTCHINSON, T.C. 1981. Nickel, ed: N.W. Lepp, In: Effect of Heavy Metal Pollution on Plants, Vol. 1, Applied Science Publishers Inc., USA, 174 p.

JACKSON, M.L. 1960. Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall Inc, Englewood, Cliffs-N.J.

KABATA PENDİAS, PENDİAS A. 1979. Current Problems in Chemical Degration of Soils, Paper Presented at the Conf. on Soil and Plant Analyses in Environment Protection, Falenty/Warsaw. October 29.7.

KABATA PENDİAS, A. and PENDİAS, H. 1992. Trace Elements in Soil and Plants 2 nd Edition CRS PRESS, London.

KACAR, B. 1962. Plant and Soil Analysis, University of Nebraska, Collage of Agriculture, Dept. of Agronomy, Lincoln, Nebraska, USA.

KACAR, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II .Bitki Analizleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 453, Ankara.

KATKAT, A.V., AYLA, F. ve GÜZEL, i. 1984. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği Arazisinin Toprak Etüdü ve Verimlilik Durumu, U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 3: 71-78.

KATKAT, A.V., ÖZGÜMÜŞ, A. ve BAŞAR, H. 1994. Bursa Yöresindeki Şeftali Ağaçlarının Demir, Çinko, Bakır ve Mangan ile Beslenme Durumları, Tr of Agricultural and Forestry, 18: 447-457.

KATKAT, A.V., ÖZGÜVEN, Ç.N. 1997. Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Topraklarının Verimlilik Durumunun Belirlenmesi, U.Ü. Zir. Fak. Dergisi Cilt 13, s 43-54, Bursa.

KELLOG, C. 1952. Our Garden Soils, Mc Millon Company, NY.

KICK, H., BÜRGER, H. und SOMMER K. 1980. Gesamtgehalde an Pb, Zn ,Sn, As, Cd, Hg, Ni, Cr und Co in Landwirtschaftlich und Gaertnerisch Genutzen Böden Nordhein Westfallens, Land. Forschung, 33 (1): 12-21.

KIZILKAYA, R., KARACA ve ARCAK, S. 1998. Samsun Yöresi Topraklarında Zn/Cd Oranı ve Bu Oran ile İz Element ve Ağır Metaller (Fe, Cu, Mn, Pb, Ni) Arasındaki İlişkiler. I. Ulusal Çinko Kongresi Bildiriler Kitabı, p 501-509.

KITAGISHI, K. and YAMANE, I. 1974. Heavy Metal Pollution in Soils of Japan, Japon Science Society Press. Tokyo, 302 p.

KLOKE, A. 1979. Content of Arsenic, Cadmium, Chromium, Fluorine, Lead, Mercury and Nickel in Plants Grown on Contamined Soil, Paper Presented at United Nations-ECE Symp. on Effect of Air-Borne, Pollution on Vegetation, Warsaw, August 20, 192 p.

KLOKE, A. 1982. Erläuterungen Zur Klärsch lamm Verordnung Landwirtsch, Forsch., Soderhs, 39: 302-308.

KOVALSKİY, V.V. 1974. Geochemical Environment Health and Diseasses in Trace, ed: D.D. Hemphill, Subst. Environ. Health, Vol 8, University of Missouri, Colombia, 137p.

KOVANCI, İ. 1969. İzmir Bölgesi Tarla Topraklarında Nitrifikasyon Durumu ve Bunun Bazı Toprak Özellikleri ile Olan İlişkisi Üzerinde Araştırmalar, E.Ü. Zir. Fak., Bitki Besleme Kürsüsü, Doçentlik Tezi.

KRISHNAMURTI, G.S.R., SMITH, L.H. and NAIDU, R. 2000. Method for Assesing Plant-Available Cadmium in Soils, Aust. J Soil Res. 38: 823-36.

LAVADO, R.S., RODRİQUEZ, M.B., SCHNEİR, J.D., TABOADA, M.A., RUBİA., ALVAREZ, R., ALCONADA, M. and ZUBLLAGA, M.S. 1998. Heavy Metals in Soils of Argentina: Comparison Between Urban and Agricultural Soils, Commun. Soil Sic. Plant Anal., 29 (11-14): 1913-1917.

LI and SHUMAN, L.M. 1996. Extractability of Zine, Cadmium and Nickel in Soil Amended with EDTA, J of Soil Science, 161 (4): 226-232.

LINDSAY, W.L. and NORVELL, W.A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, İran, Manganase and Copper, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 42: 421-428.

LINZON, S.N. 1978. Phytotoxicology Excessive Levels for Contaminants in Soil and Vegetation, Report of Ministry of the Environment, Ontorio, Canada.

LOUE, A. 1968. Diagnostic Petiolarie de Prospection Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigne, Societe Commerciate des Potassiques d' Alsaee Services Agronomiques, p 31-41.

MC. LAUGHLIN, M., J ZARCINAS, B.A., STEVENS, D.P. and COOK, N. 2000. Soil Testing for Heavy Metals, Commun. Soil Sci. Plant Anal., 31 (11-14): 1661-1700.

MENGEL, K., and KİRKBY, E. 1987. A Principles of Plant Nutrition, Publ. Int. Potash Inst., Bearn, Switzerland.

MITCHELL, R.L., REITH, J.W.S. and JOHNSTON, I.N. 1957. Trace Element Uptake in Relation to Soil Content, J. Sci. Fd. Agric., 8: 51-9.

OLSEN, S.R. and DEAN, L.A. 1965. Phosphorus ed: C.A. Black. Methods of Soil Analysis Part II, American Society of Agronomy Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA, p 1035-1049.

ÖZGÜMÜŞ, A. 1988. Bursa Yöresindeki Şeftali Ağaçlarında Görülen Klorozun Toprak ve Bitki Analizi ile İncelemesi, U.Ü. Yayınları No: 7-016-0176.

ÖZGÜMÜŞ, A. 1991. Analitik Kimya I, Uygulama Kılavuzu, U.Ü. Zir. Fak. Uyg. Kılav. No: 6, (1991).

ÖZSOY, G. 2001. Uludağ Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Genesisi ve Sınıflandırılması, U.Ü. Fen Bil. Ens. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa.

PAZ-GONZALES, A., TABOADA-CASTRO, T. and TABOADA-CASTRO, M. 2000. Levels of Heavy Metals (Co, Cu, Cr, Ni, Pb and Zn) in Agricultural Soils of Northwest Spain. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 31 (11-14): 1773-1783.

PIZER, N.H. 1967. Some Advisory Aspects, Soil Potassium and Magnesium, Teach. Bull. No: 14: 184.

RANA, S.K. and QUELLETTE, G.J. 1968. Correlation Between Plant Uptake and Different Methods of Extraction of Soil Cobalt, J Ind. Soc. Soil Sci. , 16: 89-91.

REAVES, G.A. and BERROW, M.L. 1984. Extractable Lead Concentrations in Scottish Soils, Geoderma 32 (2): 117-129.

SAATÇI, F. 1964. İzmir Bölgesine Ait Bazı Büyük Toprak Gruplarının Kil Mineralleri Üzerinde Araştırmalar, E.Ü. Zir. Fak. Yayınları, No: 71.

SAATÇI, F., TUNCAY, H., ALTINBAŞ, Ü. ve AKINCI, Ç. 1983. Toprak ve Su Analiz Yöntemleri, E.Ü. Zir. Fak. Teksir No: 18-II, Bornova.

SAATÇI, F., HAKERLERLER, H., TUNCAY, H. ve OKUR, B. 1988. İzmir İli Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarından Tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerinde Bir Araştırma, E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 127, Bornova-İzmir.

SOURBECK, D.R. and STYPEREK, P. 1985. The Signifigance of Soil Parameters for Improving the Correlations Between Plant and Soil Cadmium Contents, FAO Europen Cooperative Network on Trace Elements, Newsletter, 4th Issue, Coordinating Centre of the State Univ., Belgium, 15 p.

SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.P. 1984. Hartge, K.H. und Schwertmann, U., Lehrbuch der Bodenkunde, F. Enke Verlag, Stuttgart, 441 p.

SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P. 1989. Lehrbuch der Bodenkunde, 12 Aufl., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 442 p.

SILLANPÄÄ, 1990. Micronutrient Assesment at the Coutry Level: An International Study, FAO Soils Bulletion ,63.208 p.

SLAWIN, W. 1968. Atomic Absoption Spectroscopy, Interscience Publishers, New York-London-Sydney.

SOIL SURVEY STAFF, 1991. Soil Survey Manuel, U.S. Dept. Agr. Handbook, No: 18.

SYMEONIDES, C. and MC RAE, G.R. 1977. The Assesment of Plant-Available Cadmium in Soils, J. Environ. Qual., 7: 286-290.

TORUNOĞLU, T. 1986. Bursa İlindeki Su Kaynaklarında Kirlenme Kontrolü. Çevre-86 Sempozyumu. Dokuz Eylül Üni. Müh. Mim. Fak. Çevre Müh. Bölümü Yayını, İzmir.

WİMBERLEY, J.W. 1968. Anal Chim. Acta. 42: 327.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın konusunun belirlenmesinden, araştırmanın sonuçlandırılmasına kadar her aşamada yardımını esirgemeyen ve fikirleri ile yönlendiren Değerli Hocam Prof. Dr. Haluk BAŞAR'a, çalışmama yardım eden Araştırma Görevlisi Sayın Hakan ÇELİK ve Serhat GÜREL'e en içten duygularımla teşekkür ederim.

Bu çalışmanın diğer meslektaşlarıma yararlı olmasını temenni ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Bursa'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Bursa'da tamamladı. 1996 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nde Lisans öğrenimine başladı. 2000 yılında mezun oldu. 2002 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

2005 yılı Ocak ayında Alara Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.'de Fidan ve Meyve Pazarlama Uzman Yardımcısı olarak işe başladı. Halen Alara Tarım'da Alara Meyve Evi Sorumlusu olarak görevini sürdürmektedir.