

**İSTANBUL AVRUPA YAKASI OTOBAN
KENARLARINDAKİ TARIM
ARAZİLERİNDE AĞIR METAL
KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI
ALİEREN DAŞDEMİR
Yüksek Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU**

2015

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL AVRUPA YAKASI OTOBAN KENARLARINDAKİ
TARIM ARAZİLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

ALİEREN DAŞDEMİR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

TEKİRDAĞ – 2015

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU danışmanlığında, AliEren DAŞDEMİR tarafından hazırlanan “İstanbul Avrupa Yakası Otoban Kenarlarındaki Tarım Arazilerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Korkmaz BELLİTÜRK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTANBUL AVRUPA YAKASI OTOBAN KENARLARINDAKİ TARIM ARAZİLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

AliEren DAŞDEMİR

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

Bu araştırma, İstanbul Avrupa Yakası Hadımköy ve Tekirdağ İl sınırları içerisinde kalan TEM Otoyolunun kenarlarındaki tarım arazilerinin bazı ağır metallerin kirliliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bunun için İstanbul'un Büyükçekmece ve Silivri ilçelerinden 40 farklı tarım arazisinden toprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toprakların organik madde içerikleri örnekler arasında değişiklik göstermekle beraber ortalama % 1.19 oranında olup % 0.44 ile % 1.74 arasında değişmektedir. Kireç içerikleri ise % 0.00 ile % 31.61 arasında değişmektedir. Toprak örneklerinin pH'ı ise ortalama olarak 7.49 olarak belirlenmiştir. Toprakların K oranları ise % 97.5 "Yeterli" ve % 2.5'i "Fazla" olarak belirlenmiştir. Toprakların P oranları % 25'i "Çok Az", % 67.5'i "Yeterli" ve % 7.5'i ise "Fazla" olarak belirlenmiştir. Toprakların N kapsamı ise % 87.5'inin "Az", % 12.5'inin ise "Eksik" olarak belirlenmiştir. Toprakların bitkilere yararlı Fe bakımından % 90'ının "Yüksek" düzeyde olduğu, Mn bakımından % 72.5'inin "Az" düzeyde olduğu, Zn bakımından ise % 62.5'inin "Az" düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Toprakların Cu kapsamının ise "Yeterli" düzeyde olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinde şimdilik Cd, Ni ve Pb miktarlarının "İzin Verilebilir" düzeyde olduğu belirlenmiş fakat, Co kirliliğinin % 25 ve Cr kirliliğinin ise % 5 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İstanbul, ağır metal kirliliği, Cd, Co, Cr, Ni, Pb.

2015, 59 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

AN INVESTIGATION OF SOME HEAVY METAL POLLUTION ALONG THE TEM MOTORWAY SOILS IN İSTANBUL EUROPEAN PART

AliEren DAŞDEMİR

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

The aim of this research is to find out whether or not there is certain heavy metals pollution of agricultural land near the TEM highway located from Hadımköy district in İstanbul to the border of Tekirdag province. For this purpose, the soil samples were taken from 40 different agricultural lands nearby the motorway in Büyükçekmece and Silivri district in İstanbul and were analyzed. According to the results, organic matter contents of the soil samples along with diversities among the samples were determined 1.19 % on average including the levels which are between 0.44 % and 1.74 %.The lime content vary between % 0 and 31.61 % levels. The pH-values of the soil samples were determined 7.49 on average. K rate of 97.5 % of the samples are sufficient, of 2.5 % is high level. P content of 25 % of the soil samples is very low, of 67.5 % is sufficient and of 7.5 % is high level. N content of 87.5 % of the soil samples is low, of 12.5 % is insufficient. The 90 % of the soil samples is high level in respect to Fe which is available for plant, Mn level of % 72.5 of the samples is low, Zn content of % 62.5 of the samples is also low level. The Cu content of the soil samples is sufficient. In the samples, Cd, Ni and Pb contents are allowable level at present. However, Co pollution is % 25 and Cr pollution was determined 5 % in the soil samples.

Keywords: İstanbul, heavy metal pollution, Cd, Co, Cr, Ni, Pb.

2015, 59 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamda;

Hayatın yoğun temposunda eğitim hayatımızda yapılan eksiklikleri maruz gören ve tez çalışmalarımda gerekli yardım ve desteği esirgemeyen, bizleri hem insani hem de yüksek eğitim yaşamına hazırlayan **Sayın Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU' na,**

Eğitim hayatımın güzel geçmesi adına kendilerinden fedakarlık ederek her anlamda olacak olan eğitimin önemli olduğu bilincini bana aşıl原因, beni yalnız bırakmayan **AİLEME,**

Tez çalışmasının en önemli ve zorlu kısmı olan toprak örneklerinin usulüne uygun alınması, analizleri ve araştırmalar hususunda yardım ve desteklerini esirgememiş olan **Fatih KARAMAN, Melih KARAMAN ve Merve KARAMAN'a**

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	4
2. 1. Ağır Metallerin Tanımı.....	4
2. 2. Toprakta Ağır Metallerin Kaynakları.....	5
2. 3. Toprakta Toksik Olabilen Bazı Ağır Metaller	8
2. 3. 1. Kadmiyum (Cd).....	8
2. 3. 2. Kobalt (Co).....	9
2. 3. 3. Krom (Cr).....	10
2. 3. 4. Kurşun (Pb).....	11
2. 3. 5. Nikel (Ni).....	12
2. 3. 6. Demir (Fe).....	14
2. 3. 7. Bakır (Cu).....	15
2. 3. 8. Çinko (Zn).....	16
2. 3. 9. Mangan (Mn).....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3. 1. Çalışmanın Anlam ve Önemi.....	19
3. 2. Çalışma Alanı.....	20
3. 2. 1. Coğrafi Kapsamı.....	20
3. 2. 2. Coğrafi Kapsamın İklimi.....	21
3. 2. 3. Tarımsal Arazi Kapsamı.....	22
3. 3. Materyal.....	23
3. 4. Yöntem.....	26
3. 4. 1. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	26

3. 4. 1. 1. Organik Madde	26
3. 4. 1. 2. Kireç.....	27
3. 4. 1. 3. Toprak Reaksiyonu (pH).....	27
3. 4. 1. 5. Bitkiye Yararışlı Fosfor	27
3. 4. 1. 6. Değişebilir Potasyum.....	27
3. 4. 1. 7. Toplam Azot	27
3. 4. 1. 8. Bitkilere Yararışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn).....	28
3. 4. 1. 9. Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metaller (Cd, Co, Cr, Ni, Pb).....	28
3. 5. Sonuçların Değerlendirmesi.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4. 1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	28
4. 1. 1. Toprakların Organik Madde İçerikleri	30
4. 1. 2. Toprakların Kireç (CaCO ₃) İçerikleri	30
4. 1. 3. Toprakların pH değerleri.....	32
4. 2. Toprak Örneklerinin Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri	32
4. 2. 1. Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçerikleri	32
4. 2. 2. Toprak Örneklerinin Bitkilere Yararışlı Fosfor İçerikleri	33
4. 2. 3. Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum İçerikleri	34
4. 3. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri.....	34
4. 3. 1. Toprakların Bitkilere Yararışlı Demir İçerikleri	36
4. 3. 2. Toprakların Bitkilere Yararışlı Bakır İçerikleri	37
4. 3. 3. Toprakların Bitkilere Yararışlı Çinko İçerikleri	38
4. 3. 4. Toprakların Bitkilere Yararışlı Mangan İçerikleri	39
4. 4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal Kapsamları.....	40
4. 4. 1. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kadmiyum İçerikleri	42
4. 4. 2. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kobalt İçerikleri	43
4. 4. 3. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Krom İçerikleri	44
4. 4. 4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Nikel İçerikleri	45
4. 4. 5. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kurşun İçerikleri	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	48
6. KAYNAKLAR.....	51
7. ÖZGEÇMİŞ.....	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Bazı Ağır Metallerin Bitkiler Üzerindeki Toksik Etkileri	2
Çizelge 2.1. Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırması.....	4
Çizelge 2.2. Bazı Sanayi Kollarında Açığa Çıkan Metaller.....	7
Çizelge 2.3. Topraklarda Bulunabilecek Ağır Metallerin Sınır Değerleri.....	7
Çizelge 3.1. Çeşitli Ülkelerde 1 lt Benzine Katılan Ortalama Kurşun Miktarı.....	20
Çizelge 3.2.İstanbul İlinin 1954-2013 Yılları Arası Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	22
Çizelge 3.3. İstanbul İli Tarım Arazileri Kullanım Şekli.....	22
Çizelge 3.4. Bitkisel Üretim Bazında Ekilen Alanlar.....	23
Çizelge 3.5. Toprak Numunelerinin Alındığı Lokasyonların Koordinatları.....	24
Çizelge 3.6. Toprakların Numunelerinin Alındığı Arazilere Ait Bazı Bilgiler.....	26
Çizelge 4.1. Araştırma Alanındaki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	29
Çizelge 4.2. Toprakların Organik Madde İçeriklerinin Sınıflandırılması.....	30
Çizelge 4.3. Toprakların Kireç İçeriklerinin Sınıflandırılması	31
Çizelge 4.4. Toprakların pH Değerlerinin Sınıflandırılması.....	31
Çizelge 4.5. Toprakların Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri.....	32
Çizelge 4.6. Toprakların Toplam N İçerikleri Bakımından Sınıflandırılması	33
Çizelge 4.7. Toprakların Yarayışlı P Bakımından Sınıflandırılması	33
Çizelge 4.8. Toprakların Değişebilir K Bakımından Sınıflandırılması.....	34
Çizelge 4.9. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri	35
Çizelge 4.10. Toprakların Yarayışlı Fe Bakımından Sınıflandırılması	36
Çizelge 4.11. Toprakların Yarayışlı Cu Bakımından Sınıflandırılması	37
Çizelge 4.12. Toprakların Yarayışlı Zn Bakımından Sınıflandırılması	38
Çizelge 4.13. Toprakların Yarayışlı Mn Bakımından Sınıflandırılması	39

Çizelge 4.14. Araştırma Topraklarının Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal İçerikleri.....	41
Çizelge 4.15. Toprakta Ekstrakte Edilebilir Cd İçin Kriter Değerler.....	42
Çizelge 4.16. Toprakta Ekstrakte Edilebilir Co İçin Kriter Değerler.....	43
Çizelge 4.17. Toprakta Ekstrakte Edilebilir Cr İçin Kriter Değerler.....	44
Çizelge 4.18. Toprakta Ekstrakte Edilebilir Ni İçin Kriter Değerler.....	45
Çizelge 4.19. Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Pb İçin Kritik Değerler.....	46

Şekil 3.1. TEM Otoyoluna Komşu Olan Lokasyonlar	21
Şekil 3.2. Toprak Numunelerinin Sırası ile Alındığı Güzergah ve Lokasyonlar.....	25
Şekil 4.1. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Fe İçeriği Dağılımı.....	36
Şekil 4.2. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Cu İçeriği Dağılımı.....	37
Şekil 4.3. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Zn İçeriği Dağılımı.....	38
Şekil 4.4. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Mn İçeriği Dağılımı.....	40
Şekil 4.5. Araştırma Alanı Topraklarında Cd Toksitesi.....	43
Şekil 4.6. Araştırma Alanı Topraklarında Co Toksitesi.....	44
Şekil 4.7. Araştırma Alanı Topraklarında Cr Toksitesi.....	45
Şekil 4.8. Araştırma Alanı Topraklarında Ni Toksitesi	46
Şekil 4.9. Araştırma Alanı Topraklarında Pb Toksitesi.....	47

SİMGELER DİZİNİ

Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Gram/cm ³	: Gram/santimetreküp
ha	: Hektar
Hg	: Cıva
m	: metre
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
Mg/kg	: Miligram/kilogram
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
pH	: Hidrojen konsantrasyonunun negatif logaritması
Zn	: Çinko
°C	: Santigrat Derece

1. GİRİŞ

Avrupa kıtasında 18. yüzyılda ortaya çıkan sanayi devrimi ile birlikte yeni buluşların uygulamaya konulması ve buhar gücüyle çalışan makinelerin gelişmiş endüstriyi doğurması sonucu dünyaya mal olan sanayileşme birçok sanayileşen ülkeyi de beraberinde getirmiştir. Türkiye ise sanayileşmeyi 20. yüzyılda yakalamayı başarmıştır.

Sanayileşmenin gelişmesi ile üretim için kullanılan girdilerin yeterli tetkik yapılmadan kullanılması, insan ve çevre için sorunların sonradan ortaya çıkması, insanlarda sanayileşme gelişimi hususunda bazı kuşkuvarın oluşmasına neden olmuştur. Bununla beraber endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaşmasıyla birlikte ortaya çıkan toprak, su ve hava kirlilikleri tüm yaşamı olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır.

Günümüzde modern yaşam biçiminin bir sonucu olarak ortaya çıkan çevre kirliliği, artık bugün bütün dünyada bilim insanlarının en fazla meşgul eden konuların başında gelmiş olmasına rağmen, söz konusu bu global insanlık sorununa kalıcı ve somut bir çözüm bulunamamıştır. Ne yazık ki günümüzde insanlığın daha iyi koşullarda yaşama isteği ve arzusu ile birlikte artan tüketim miktarları daha çok üretim yapılmasını bir zorunluluk haline getirmiştir. Bu durumun bir sonucu olarak ise yaşadığımız çevrede daha fazla miktarda bilinçsizce katı, sıvı ve gaz atık oluşmasının yanında kullanılan araçlardan çıkan yakıt artıklarının da çevre için zararlı parametrelerin artmasına neden olmaktadır. Bu parametrelerden biride ağır metallerin oluşturduğu ve oluşturabileceği kirliliktir.

Bugün dünyada yaşam alanlarına çoğu kez bilinçsizce bırakılan katı atıklar ve bunların bileşimlerindeki bazı ağır metaller başta insanlar olmak üzere tüm canlılar için zararlı bileşenler olarak kabul edilmiştir. Çevreye bilinçsizce salına bu ağır metallerin büyük bir bölümü depolandıkları doğal ortamlarda biyolojik olarak parçalanamadıklarından dolayı her geçen gün buldukları ortamı daha fazla kirletmektedirler.

Günümüzde özgül ağırlığı 5 gr/cm^3 'ten yüksek olan metaller ağır metal olarak kabul edilmektedir. Söz konusu bu ağır metallerin bir bölümü bitkiler için düşük miktarlarda mutlak gerekli olduklarından bitki besin elementi olarak kabul edilmişlerdir. Bunlardan bazıları Cu, Zn, Mn, Fe ve Mo olarak sıralanabilir. Diğer taraftan Co, Ni, Cd,

Cr, Hg ve Pb gibi ağır metaller ise bitkiler için mutlak zararlı etkili ağır metal grubunda değerlendirilmektedir (Bergman 1992, Altınbaş ve ark. 2004).

Toprakta bulunan bazı ağır metaller bitkiler üzerinde ciddi toksisite semptomlarına neden olmaktadır. Diğer taraftan bazı ağır metaller bitki bünyesindeki biyokimyasal bazı tepkimeleri olumsuz bir biçimde etkilemektedir. Bitkilerin transpirasyon oranı, stomanın bazı hareketleri, bitkilerin dışarıdan su adsorbsiyonu, fotosentez olayı, bitki bünyesinde bazı enzimlerin aktivitesi, tohumların çimlenmesi, bitki bünyesinde bazı gerekli proteinlerin sentezlenmesi, başta olmak üzere bitkiler için hayati derecede önemli olan birçok fizyolojik ve biyokimyasal tepkime ağır metal toksisitesinden olumsuz olarak etkilenmektedir (Kennedy ve Gonsalves 1987).

Ağır metallerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri ağır metallerin özelliğın ve bitkinin çeşit ve ağır metale olan tepkisine göre önemli farklılıklar gösterebilmektedir (Haktanır ve Arcak 1998).

Aşağıdaki Çizelge 1.1.'de bu araştırmada incelenen bazı ağır elementlerin bitkilerdeki toksisite belirtileri verilmiştir.

Çizelge 1.1. Bazı ağır metallerin bitkiler üzerindeki toksik etkileri. (Tok 1997, Kacar ve İnal 2010).

Ağır metal	Bitkideki semptomları	Bitki adı
Zn	Yaprak uçlarında klorosis ve nekrosis, genç yapraklarda damarlar arası sararma, bitkinin genelde geç büyümesi, dengesiz kök sistemi	Tahıllar ve ıspanak
Pb	Yaşlı koyu, yeşil yapraklarda kıvrılma, bodurlaşma ve kök gelişiminde arazlar	Tahıllar
Cd	Yaprak kenarlarında kahverengileşmesi, klorosis, kırmızımsı damarlar, gelişmemiş kök sistemi	Sebzeler
Co	Üst yapraklarda damar arasında başlayan klorosis ve daha sonra Fe eksikliğine bağlı çıkan klorosis, beyaz görünümlü yaprak kenarları ve ucu ve zarar gören kök	Tüm bitkiler
Fe	Koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdenin bodurlaşması, bazı bitkilerde koyu kahverengi ile mor arasında değişen yaprak rengi (çeltikteki bronzlaşma)	Çeltik ve tütün
Cu	Koyu yeşil yaprak, kısa ve ince kök sistemi, kötü kardeşlenme	Tahıllar, sebzeler ve narenciye

Mn	Yaşlı yapraklarda klorosis ve nekrosis, yaprak uçlarında kuruma, bodur kök sistemi	Tahıllar, sebzeler, patates ve lahana
Ni	Genç yapraklarda damarlar arası sararma, grimtrak yeşil yaprak	Tahıllar

Bu araştırmanın amacı; İstanbul’u, Yunanistan’a ve Bulgaristan’a bu ülkelerden de diğer Avrupa ülkelerine bağlayan, ticari ve ekonomik yönden en önemli karayolu olan TEM otoyolunun, İstanbul Avrupa yakası ve Tekirdağ il sınırları içerisinde kalan bölümünün kenarlarındaki tarım arazilerinin bazı ağır metal içeriklerinin belirlenmesidir. Buradan hareketle elde edilen bulgulara göre, ağır metal kirliliğinin insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla yapılacak çalışmalara kaynak oluşturmaktır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Ağır Metallerin Tanımı

Ağır metallerin genellikle özgül ağırlıkları 5 gr/cm^3 'den ve atom numaraları da 20'den büyüktür. Söz konusu bu elementler periyodik çizelgenin ortalarında yer almakta olup geçiş elementleri adını almaktadırlar. Ağır metal olarak tanımlanan elementler yaklaşık 70 kadar olmasına rağmen çevre ve ekoloji bakımından 20 element ön plana çıkmaktadır. Söz konusu bu elementler ise Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al, Tl olarak sıralanmışlardır. Bu ağır metallerin bazıları bitki besin maddesi olabilmekte, izin verilebilir sınırı aşmadığı sürece toksik olmamaktadırlar (Yıldız 2004).

Aşağıdaki Çizelge 2.1.'de önemli bazı ağır metallerin ekolojik bakımdan farklılıkları verilmiştir (Yıldız 2004).

Çizelge 2.1. Önemli ağır metallerin ekolojik sınıflandırılması.

Element	Özgül ağırlık gr/cm^3	Canlılar için gerekliliği	Kirletici durumu
Ag	10.5	Gerekli değil	Kirletici
Cd	8.5	Gerekli değil	Kirletici
Cr	7.2	Gerekli	Kirletici
Co	8.9	Gerekli	Kirletici
Cu	8.9	Gerekli	Kirletici
Fe	7.9	Gerekli	Kirletici
Hg	13.6	Gerekli değil	Kirletici değil
Mn	7.4	Gerekli	Kirletici
Pb	11.3	Gerekli değil	Kirletici
Mo	10.2	Gerekli	Kirletici
Ni	8.9	Gerekli	Kirletici değil
Pt	21.5	Gerekli değil	Kirletici
Tl	11.9	Gerekli değil	Kirletici
Sn	7.3	Gerekli değil	Kirletici
U	19.1	Gerekli	Kirletici
V	6.1	Gerekli	Kirletici
W	19.3	Gerekli	Kirletici
Zn	7.1	Gerekli	Kirletici
Zr	6.5	Gerekli değil	Kirletici değil

Ağır metal olarak tanımlanan elementlerden Pb, Cd, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Hg ve Zn başta olmak üzere fazla sayıda metal doğal özellikleri gereği, dünyada çoğunlukla bileşik halinde ve genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür gibi bileşik halinde bulunmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Günümüzde ağır metallerin çevreye, toprak ve su kaynaklarına bulaşması çeşitli yollardan oluşmaktadır. Söz konusu bu bulaşmalar ise, sanayi ve endüstri atıklarının, bazı bölgelerde sanayi kökenli asit yağmurların bu doğal kaynaklara ve özellikle toprağa ulaşması sonucunda bazı ciddi sorunlar meydana gelmektedir. Bunlar ise toprağın bünyesinde yer alan bazı ağır metalleri de suyun etkisiyle çözmesi ve çözünen söz konusu bu ağır metallerin ırnak, göl ve yeraltı suyu gibi önemli su kaynaklarına ulaşması sonucunda meydana gelmektedir. Daha sonra ise çeşitli su kaynaklarına ulaşan bazı ağır metaller buldukları ortamda aşırı derecede seyrelmekte ve bazen karbonat, sülfat ve sülfür gibi bazı bileşik şeklinde halinde su tabanına çökelmektedirler. Endüstriyel atık sularla toprak ekosistemine ulaşan ağır metaller toprakta birikmektedir. Toprakta biriken bu metallerin çözünürlüğü toprağın pH değerinden önemli ölçüde etkilenmektedir (Pak 2011).

Toprağın kation değişimi kapasitesi, pH değeri, organik madde miktarı gibi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ağır metallerin toprakta birikmesinde etkili olmaktadır. Özellikle ağır killi toprakların kation değişimi kapasitesinin yüksek oluşu nedeni ile ağır metalleri önemli miktarlarda bünyelerinde absorbe edebilmektedir. Bundan başka organik madde içeriği yüksek olan topraklar da ağır metalleri daha fazla absorbe ederek zor çözünebilir bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır (Bakiş ve Bilgin 1998).

2. 2. Toprakta Ağır Metallerin Kaynakları

Ağır metaller genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde ve nispeten stabil bileşikler şeklinde bulunurlar. Ağır metaller, toprak ve su kaynaklarına, endüstriyel atıklar ya da bazı bölgelerde asit yağmurların toprağın bünyesinde yer alan bazı ağır metalleri çözmesi ve çözünen söz konusu bu ağır metallerin ırnak, göl ve yeraltı sularına bulaşması ile geçmektedirler. Su kaynaklarına bu şekilde ulaşan bazı ağır metallerin konsantrasyonları önemli derecede seyrelmekte ve bazen karbonat, sülfat, sülfür gibi çeşitli

bileşikler şeklinde çökelmektedir. Su kitlesinin altında bulunan sediment tabakasının ağır metal adsorbsiyon kapasitesi ise sınırlı olduğundan suların ağır metal konsantrasyonu devamlı olarak yükselmektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki ağır metallerin bulaşmaları çoğunlukla insan kaynaklı olmaktadır. Ağır metallerin çevreye bulaşmaları teknolojinin bir sonucu olarak ortaya çıkabildiği gibi bazen de yanlış kullanımlar ve istenmeyen kazalar sonucunda da oluşabilmektedir. Bu konuda tipik bir örnek 1979 yılında Lengrich'te çimento tesisinde Talyum kaçağının gerçekleşmesidir (Okcu ve ark 2009).

Ağır metallerin çevre üzerindeki olumsuz etkileri demir-çelik, çimento ve gübre gibi fabrikalardan da kaynaklanabilmektedir. Ağır metal kirliliğinin en olumsuz etkilerinin başında toksik ve kanserojen etkilere sahip olmasıdır (Lagerwerff ve Speeth 1970).

Kurşun, Cd ve Ni gibi bazı ağır metallerin çevre üzerindeki olumsuz etkileri bazı endüstri ve sanayi tesislerinde ileri geldiğinde, şehirlerde kırsal bölgelere göre daha yaygın ve zararlı olabilmektedir (Onar ve Temizer 1987, Tong 1990, Noll ve ark. 1990).

Kültür bitkilerinde Pd ve Cd ağır metalleri bitki besin elementi olmadıklarından dolayı genellikle bulunmazlar. Ancak söz konusu bu ve diğer bazı ağır metallerin bitkilerde bazen çok az miktarlarda bulunmaları dahi çoğunlukla toksisite ve kirlilik olarak kabul edilmektedir (Foy ve ark. 1987).

Haktanır (1995) tarafından Etimesgut-Ankara karayolunda Pb, Cd ve Cu gibi bazı ağır metallerinin topraklardaki kirliliği araştırılmış ve yol kenarlarında yer alan tarım arazilerinde ve bu toprakların üst 0-5 cm toprak derinliğinde toksik düzeylerde Pb bulunmuştur. Diğer taraftan araştırıcı yol kenarından uzaklaştıkça ağır metal kirliliğinin azaldığını ve 40 m'den sonra 500 m'ye doğru gidildikçe izin verilebilir ağır metal düzeylerinin varlığını saptamıştır.

Araç trafiğinin yoğun olduğu yol kenarlarında ve refüjlerdeki bitkilerde bazı ağır metallerin konsantrasyonları yüksek düzeylere çıkabilmekte ve bitkinin bünyesinde absorbe olabilmektedir (Richard ve Van Soyoc 1984, Türkan 1986, Kovaes ve ark. 1982). Diğer taraftan bu metallerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri yoldan uzaklaştıkça

azalmaktadır. Hakim rüzgar yönü de ağır metallerin bitki bünyesinde absorpsiyonunu etkilemektedir (Coello ve ark. 1974, Haktanır ve ark. 1995).

Çevreye sanayi ve motorlu araç trafiğinin yoğunluğu ile yayılan Pb, Cd, Ni, Cr gibi bazı ağır metaller başta insan olmak üzere tüm canlılar için toksik olabilmektedir (Lagerwerff ve Specht 1970, Linton ve ark. 1980, Chow 1970, Biggins ve Harrison 1980, Miller ve McFee 1983).

Tarımda verimliliği ve üretkenliği yükseltmek için uygulanan DAP, TSP ve diğer fosforlu gübrelerin aşırı ve kontrolsüz kullanılması ile toprakların verimli olan üst kısımlarında başta Cd olmak üzere bazı ağır metaller önemli miktarlarda birikebilmektedir (Camelo ve ark. 1997).

Aşağıda yer alan Çizelgede bazı sanayi kollarındaki girdilerin işlenmesi sonucu çıkan bazı metaller verilmiştir

Çizelge 2. 2. Bazı sanayi kollarında açığa çıkan metaller (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn
Kağıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+
Klor-Alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	+
Demir-Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+	+

Ülkemizde tarım topraklarında bulunabilecek bazı ağır metallere ilişkin toplam izin verilebilir sınır değerleri ilgili yönetmeliğe göre aşağıdaki Çizelge 2.3'de görülmektedir.

Çizelge 2. 3. Topraklarda bulunabilecek ağır metallerin sınır değerleri, mg/kg (Anonim 2014a).

Ağır Metal	pH< 6	pH> 6
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır *	50 **	140 **
Nikel *	30 **	75 **

Çinko *	150 **	300 **
Civa	1 **	1,5 **

*: pH değeri 7'den büyük ise bakanlık sınır değerleri % 50'ye kadar artırabilir.

** : Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda, bu sınır değerlerin aşılması izin verilebilir.

2.3. Toprakta Toksik Olabilen Bazı Ağır Metaller

2.3.1. Kadmiyum

Kadmiyum doğada nadir bulunan bir elementtir ve çoğunlukla saf olarak bulunmamaktadır. Kadmiyum ağır metalinin kirletici olmasının en önemli nedenlerinin başında düşük dozlarda bile toksik olabilmesi ve biyolojik olarak yarılanma ömrünün uzun olmasıdır (Goyer 1991, Lyons ve ark. 1996).

Kadmiyum, endüstriyel olarak çinko üretimine katkı sağlayan bir metal olarak üretilmiştir. Günümüzde ise Cd' da çevre kirliliğine neden olan ağır metallerden bir olarak kabul edilmektedir. Kadmiyum son zamanlarda Ni/Cd bazı pillerde, korozyona karşı koruyucu özelliği nedeniyle gemi sanayinde, boya sanayinde, alaşımlarda ve elektronik sanayi gibi sanayinin birçok alanında kullanılmaktadır. Diğer taraftan Cd fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde de bulunmaktadır. Söz konusu bu kimyasalların bilinçsizce kullanımları sonucunda çevreye önemli miktarlarda kadmiyum salınmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Araç trafiğinin yoğun olduğu yol kenarlarına yakın çoğu tarla topraklarının Cd kapsamı da daha yüksektir. Bu durum araç lastikleri ile egzoz dumanlarından kaynaklanan bulaşma ile ortaya çıkmaktadır (Tok 1997).

Kadmiyum araç lastiklerinin aşınmasından, yanan motor yağından ve en çok dizel yakıtlardan havaya atılmaktadır (Lagerwerff 1970).

Brümmer ve ark. (1991) Almanya'nın Bonn şehrinde araç trafiğinin yoğun olduğu yol kenarlarından uzaklaştıkça topraktaki Cd miktarının 9.4 mg/kg'dan 0.7 mg/kg'a düştüğünü belirlemiştir.

Yoğun trafik akışı gösteren yolların yakınındaki topraklarda toz çökelmeleriyle yılda metrekareye 0.2– 1.0 mg Cd ilave olduğu belirlenmiştir. Kirlenmeyen alanlarda ise toprağın toplam Cd kapsamı genellikle 1 mg/kg'ın altındadır (Kacar ve İnal 2008).

Topraktaki toplam Cd miktarı 1 mg/kg' dan fazla olduğunda Cd kirliliğinin meydana geldiği kabul edilmektedir. Toprakta biriken Cd kültür bitkileri tarafından kolaylıkla alınabilmektedir. Bitkilerdeki Cd konsantrasyonu genellikle 0.1- 1.0 mg/kg arasındadır. Toprakta artan Cd miktarı bitkilere olumsuz etki yapmaya başlamakta ve toksisite 3 mg/kg Cd değerinden sonra olumsuz etkileri daha da artmaktadır (Kabata-Pendias ve Pendias 1992, Tok 1997).

Besin değeri yüksek olan buğday, mısır, çeltik, yulaf ve darı gibi çoğu bitki kökleri tarafından Cd kolaylıkla alınmaktadır. Ayrıca Cd bezelye, pancar ve marul gibi çapa bitkileri tarafından da alınmaktadır (Schroeder ve Balasa 1963). Kireçleme sonucu pH'sı yükseltelen topraklarda öteki ağır metaller gibi Cd alımı da azalmaktadır (Lagerweff 1971).

Trakya Bölgesi'nde yapılan bir araştırmada (Sarı 2009) otoban kenarlarındaki yer alan tarım topraklarında ekstrakte edilebilir Cd miktarının 0.005 ile 0.087 mg/kg arasında değiştiği ve incelenen arazilerde şimdilik Cd kirliliğinin mevcut olmadığı belirlenmiştir.

2.3.2. Kobalt

Kobalt eksikliğinde baklagil bitkilerinde yumru oluşumunun en aza indiği ve bitkilerde belirgin azot eksikliği görüldüğü saptanmıştır. Kobalt, baklagil bitkileri tarafından azot fiske edilmesinde önemli işlevi bulunan B₁₂ vitamini ile koenzim kobalaminin metal yapı maddesidir (Kacar ve Katkat 2007).

Bitki gelişiminde kobaltın etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmıştır. Rossiter ve ark. (1948) toprağa uygulanan kobaltın üçgül bitkisinin Co içeriğini artırdığını ancak ürünü etkilemediğini belirtmişlerdir.

Bolle-Jones ve Mallikarjuneswara (1957) toprağa çok az miktarlarda uygulanan Co'nun kauçuk ve domates bitkilerinin gelişimini olumlu etkilediğini ve bu bitkilerden elde edilen ürünü arttırdığını belirtmişlerdir.

Carrigan ve Erwin (1951)' e göre toprakların toplam Co içeriği 1-40 mg/kg, ekstrakte edilebilir Co içeriği ise 0.03 – 0.09 mg/kg arasında bulunmaktadır. Araştırmacılara göre tarım topraklarında ekstrakte edilebilir Co'nun toksisite sınır değeri 0.09 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Sarı (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Co miktarının 0.011 ile 0.583 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı incelenen alanlarda Co kirliliğinin mevcut olduğunu ortaya koymuş ve söz konusu bu kirliliğin % 32.14 gibi yüksek bir değerde olduğunu belirlemiştir.

2.3.3. Krom

Krom günümüzde sanayi ve endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının başında paslanmaz çelik üretimi, çeşitli lehim ve pas engelleyicilerin üretimi ile ilgili metalürji endüstrisi, boya, cila, cam ve seramik malzemeleri, deri sanayi gelmektedir. Krom toprakta çoğunlukla ana materyale göre değişmekte olup genellikle toprakta toplam krom 5-100 mg/kg arasında değişmektedir. Krom bitkilerde ise kuru madde esasına göre 100 mg/kg düzeyine çıktığında genellikle toksik olarak kabul edilmektedir (Özbek ve ark. 1995).

Bitki gelişmesi için Cr'un mutlak gerekli olduğu henüz bilinmemektedir. Çoğu bitkilerde Cr kuru madde esasına göre 0.03 - 14 mg/kg arasında değişen düzeylerde bulunur. Bitkilerdeki 5-30 mg/kg arasındaki Cr düzeyi çoğu kültür bitkisi için toksik düzey olarak kabul edilmektedir (Kabata - Pendias ve Pendias 1992).

Krom ağır metalinin tarım topraklarında izin verilebilir toplam miktarı 100 mg/kg ve ekstrakte edilebilir Cr miktarı ise 1 mg/kg olarak kabul edilmektedir (Bowen 1966). Kromun topraklardaki toplam miktarı ana materyale göre değişmekle birlikte genellikle 7-750 mg/kg arasında bulunmaktadır.

Krom da Nikel gibi serpantinli topraklarda fazla miktarda bulunur Topraklarda bulunan kromun ve özellikle krom yönünden zengin toprakların kaynağı kromit adı verilen

mineraldir. Toprakta bulunan Cr ve kromit minerali kimyasal yönden tamamen etkisiz (inert) durumdadır (Hossner ve ark. 1998).

Krom zehirlenmesi belirtilerinin görüldüğü bitki yapraklarında Cr miktarının 1 ile 4 mg/kg arasında değiştiği, bitki köklerinde ise bu miktarın daha fazlasının bulunduğu saptanmıştır (Wallace ve ark 1976).

Krom toksisitesi bitkilerde çimlenmeyi azaltmanın yanında fotosentetik pigment, besin dengesi ve antioksidan enzimlerde bozunmaya yol açarak oksidatif strese ve biyolojik membranların zarar görmesine de neden olmaktadır (Kacar ve İnal 2008).

Trakya Bölgesi'nde yapılan bir araştırmada (Sarı 2009) otoban kenarlarındaki tarım alanlarında ekstrakte edilebilir Cr miktarı 0.044 ile 0.182 mg/kg arasında belirlenmiştir. Söz konusu tarım alanlarında belirlenene bu krom miktarlarının şimdilik kirliliğe neden olmadığını açıklanmıştır.

2.3.4. Kurşun

Kurşun ağır metali doğada hem organik ve hem de inorganik halde bulunabilmektedir. İnorganik kurşun atmosferde partiküller halinde bulunurken, organik kurşun uçucu olup çoğunlukla gıda maddeleri ve içme suyuna karışmaktadır. Bu nedenle organik kurşun inorganik kurşuna göre canlı yaşamı üzerinde daha fazla öneme sahiptir (Karademir ve Toker 1995, De Jonghe ve Adams 1982).

Kurşun, çoğunlukla insan faaliyetleri ile çevreye ve doğal kaynaklara en fazla zarar veren ağır metallere olma özelliğindedir. Diğer taraftan kurşun, atmosfer kirliliğinde de önemli bir yer tutmaktadır (Saygıdeğer 1995, Karademir ve Toker 1995).

Kurşun endüstri ve yerleşim yerlerine yakın alanlardaki tarım alanlarındaki kültür bitkilerinde bazen toksik düzeylerde bulunabilmektedir. Diğer taraftan bitki koruma ilaçları datarım alanlarına kurşun taşıyabilmektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Topraklarda çözünebilir şekilde bulunan kurşun bazen yıkanıp derinlere inebilmektedir. Kurşun mikroorganizmalar tarafından immobil şekle dönüştürüldüğü gibi toprağın değişim kompleksleri tarafından adsorbe ya da fiske edilmek ve organik bileşikler

şeklinde tutulmak suretiyle de immobil şekle dönüştürülmektedir (Tornabene ve Edward 1972).

Tarım alanlarında izin verilebilir toplam Pb konsantrasyonu 100 mg/kg, ekstrakte edilebilir Pb miktarı ise 4 mg/kg olarak kabul edilmiştir. Ancak söz konusu bu değerler aşıldığında potansiyel olarak insan sağlığı risk altında kalabilmektedir (Chapman 1971, Dürüst ve ark. 2004).

Kurşun doğal olarak tüm topraklarda bulunmaktadır. Topraklarda toplam Pb 1- 200 mg/kg arasında değişmekte ve ortalama miktar 15 mg/kg dır (Swaine 1955).

Tarım topraklarında ortaya çıkan kurşun kirliliği çoğu kez, benzinin yanması sonucu oluşan atmosferik Pb'dan meydana gelmektedir. Topraklara çeşitli yollardan ulaşan Pb miktarı 0.18-4.80 mg/m²/gün düzeyine kadar ulaşabilmektedir (Deniz 2003).

Kurşun ağır metali özellikle otoyolların yakınında yetiştirilen kültür bitkileri ile çayır mera alanlarında bazen toksisite oluşturabilmektedir. Kurşun ağır metalinin bitkiler üzerindeki toksisite etkileri bitkinin hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesi üzerindeki olumsuz etkileri, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltması ve bitkinin su alımının azalması şeklinde sıralanabilir (Asri ve Sönmez 2006).

Adana'da karayolu kenar topraklarında kurşun kirlenmesi araştırılmış ve yol kenarındaki kurşun seviyesinin 424 mg/kg'a kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu değerler normal değerlerden 20 kat fazla olduğu belirtilmiştir. Yoldan uzaklaştıkça Pb değerlerinde azalma gözlenmiş ancak 40 m'den sonra bile kirliliğin olduğu bildirilmiştir (Yaman 1995).

Sarı (2009) Edirne ili otoyol kenarlarındaki tarım arazilerinde Pb kirliliğinin önemli bir sorun olduğunu ve kirliliğin araştırma alanında % 42.85'e ulaştığını belirlemiştir. Araştırmacı incelenen tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Pb miktarının 1.212 ile 5.560 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir.

2.3.5. Nikel

Jeokimyasal özelliklerinin benzerliği nedeniyle yer kabuğunda Ni, Co, Fe' in dağılımı benzerlik göstermektedir. Tarım topraklarında bulunan Ni ağır metalinin izin verilebilir toplam miktarı 50 mg/kg ekstrakte edilebilir miktarı ise 10 mg/kg olarak belirlenmiştir (Kabata- Pendias ve Pendias 1992, Gerendas ve ark. 1999).

İskenderun'da motorlu araçlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin topraktaki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada motorlu taşıtların emisyonlarıyla kirletilmiş topraktaki ve ayrıca kirletilmemiş topraktaki Ni ve Pb konsantrasyonlarının tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu durumu ortaya koymak amacıyla temiz bir alanda egzoz gazları için test istasyonu kurulup analiz süresince 6500 motorlu aracın emisyonu ölçülmüştür. Bu emisyonların etkisinde kalan bölgeden çok sayıda toprak örneği alınarak topraktaki ağır metal konsantrasyonu, motorlu taşıtların sayısı ve toprak derinliğine bağlı olarak tespit edilmiştir. Sonuçta önemli miktarda Ni ve Pb'nin motorlu taşıtlardan kaynaklandığı ve yağmurla birlikte toprak yüzeyinden uzaklaştığı görülmüştür. Ağır metallerin çoğunlukla toprak yüzeyinde biriktiği ve derinliklere inildikçe azaldığı gözlenmiştir. Buradan hareketle toprakların alt tabakalarında önemli bir ağır metal kirliliğinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Örnektekin 1997).

Topraklarda Ni'in temel kaynağı bazik kayalar içerisinde çoklukla bulunan Pentlandit ($(Fe, Ni)_8S_8$) mineralidir. Nikel az ya da çok bütün tarım topraklarında bulunmaktadır (Kacar ve İnal 2008).

Nikelin bitkiler için mutlak gerekli olduğu henüz tam olarak kanıtlanmamış olmakla birlikte bitkiler için büyük önem taşımaktadır. Nikel, bitkilerde üreaz ve birçok hidrogenaz gibi enzimlerinin yapı maddesini oluşturmaktadır. Dolayısı ile Ni içerikleri yetersiz olan bazı kültür bitkileri üre formunda uygulanan azotlu gübrelerden yararlanamadıkları gibi, söz konusu bu üre bazı bitkilere toksik etki de yapabilmektedir (Kacar ve Katkat 2007).

Nikel toksisitesi sonucu bitki kökleri tahrip olmakta, tahıllarda yapraklar üzerinde boydan boya solgun sarı çizgiler ortaya çıkmakta, daha sonra tüm yaprak beyazlaşmaktadır. Daha yüksek dozlarda ise yaprak uçlarında yanma başlamaktadır (Topbaş ve ark. 1998).

Topraktaki Ni toksisitesini azaltan en önemli olay toprağa fosforlu gübrelerin uygulanmasıdır. Topraklara fosforlu gübre uygulaması ile birlikte çözünürlüğü düşük olan Ni fosfatlar oluşmakta ve Ni toksisitesi azalmaktadır (Tok 1997).

Bitkilerde yüksek düzeylerde bulunan Ni, bitkinin bazı biyokimyasal süreçlerinin olumsuz etkileyerek diğer bazı besin elementleri eksikliklerinin ve beslenme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Zengin ve Munzuroğlu 2005).

Araç trafiğinin yoğun olduğu yerlerde yol kenarlarından uzaklaştıkça tarım alanlarındaki Ni miktarı da genellikle azalmaktadır. Bu duruma en önemli sebep olarak ise karayolu taşımacılığında bazen Ni içeren yakıtların kullanılması gösterilmiştir (Tok 1997).

2.3.6. Demir

Topraklarda toplam Fe miktarı genellikle yüksek olmasına karşılık bitkilere yararlı Fe miktarı azdır. Bu nedenle bitkilerde Fe eksikliği sık ve yaygın olarak görülmektedir. Topraklardaki toplam Fe miktarı ana materyalin özelliğine göre % 0.02 ile % 10 arasında değişmekte olup ortalama % 3.8 dolayındadır (Kacar ve Katkat 2007).

Toprakta ekstrakte edilebilir Fe miktarı 0.2 mg/kg'ın altında ise az, 0.2- 4.5 mg/kg arasında orta ve 4.5 mg/kg'dan fazla ise genellikle yüksek ve toksik olarak değerlendirilmektedir (Lindsay ve Norwell 1978).

Eyüpoğlu ve ark. (1996), Türkiye'nin farklı bölgelerinden aldığı 1511 toprak örneği üzerinde yaptıkları bir araştırmaya göre; toprakların yaklaşık % 27'sinde yararlı Fe miktarı orta ve % 73'ünde ise yüksek düzeylerde bulunmuştur.

Topraklar genellikle normal bitki gelişmesine yetecek miktarlarda demir içerirler. Kireç ve diğer elementlerle ve özellikle mangan ile demir arasındaki interaksiyon bitkilerde demir eksikliği belirtisinin (kloroz) görülmesine neden olmaktadır. Demir elementi klorofil molekülünün bileşiminde yer almamakla birlikte yeşil bitkilerde klorofil oluşumu için gerekli olan elementlerden biridir (Pak 2011).

Bitkilerde bulunan demirin genellikle 10–1000 mg/kg arasında değiştiği, yeterli demir miktarının 50–250 mg/kg arasında olduğu ve 50 mg/kg'dan az demir içeren bitkilerde demir eksikliği belirtilerinin görüldüğü belirlenmiştir (Kacar ve Katkat 2007).

Demirin bitkide taşınması oldukça düşüktür. Demir bitkinin yaşlı aksamından genç aksamına taşınmamaktadır. Bu nedenle demir eksikliği önce bitkinin genç aksamında görülmektedir. Bitkilerde demir eksikliğinde yapraklarda damarlar arasında sararmalar meydana gelmektedir. Bitkilerde Fe toksisitesi ise koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdede bodurlaşma ve bazı bitkilerde mor ile koyu kahverengi arasında değişen yaprak rengi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Kacar ve İnal 2008).

2.3.7. Bakır

Bakır; tarım topraklarında genellikle organik madde ile bazen de mangan ve demir oksitlerce adsorbe edilmiş bir şekilde bulunmaktadır. Ayrıca bakır topraklarda bazen de silikatlara bağlı olarak, az miktarlarda değişebilir ve çözünebilir formlarda da bulunabilmektedir (Özbek ve ark. 1995).

Bakır elementi topraklarda mangan ve demir oksitlerce, organik madde tarafından adsorbe edilmiş şekilde bulunduğunda büyük bir bölümü çok kuvvetli bağlı ve zor değişebilir bir form oluşturabilmektedir (McLaren ve ark. 1983). Diğer taraftan bakır elementinin bitkiler için mutlak gerekli bir besin elementi olduğu ilk defa 1931 yılında ortaya çıkarılmıştır (Sommer 1931).

Toprak, çevre ve su gibi doğal kaynaklarda çoğunlukla sanayi ve endüstriden kaynaklanan bakır toksisitesi haricinde bazı tarımsal aktiviteler sonucunda da tarım alanlarında bakır toksisiteleri meydana gelebilmektedir. şerbetçi otu ve bağ yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgelerde uzun yıllar bilinçsizce ve yüksek miktarlarda (35-40 kg Cu/ha/yıl) bitki koruma amaçlı olarak kullanılan bazı tarım ilaçları toprakta bakır birikmesine ve sonuçta bitkiler için bakır toksisitesine neden olmaktadır (Scwertman ve Huit 1975, Scholl ve Enkelman 1984).

(Sönmez ve ark. 2006) tarafından yapılan bir araştırmada, Antalya bölgesindeki sera topraklarının bakır toksisitesinin meydana geldiği ve sera topraklarının % 8'inin Cu içeriğinin toksisite düzeyinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan bitki yaprak

örneklerinin Cu içeriğinin de yapraktan uygulanan Cu içeren bazı gübrelerden dolayı yüksek ve toksik düzeylerde olduğu saptanmıştır.

Topraklarda genellikle toplam Cu 100 mg/kg; ekstrakte edilebilir Cu 0.2 mg/kg; bitki kuru maddesinde ise genellikle 30 mg/kg'dan fazla bulunması toksik düzey olarak kabul edilmektedir. Bitkiler üzerindeki bakır toksisitesi ise çoğunlukla bitki kök sistemlerinde meydana gelmekte olup bitkilerde protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alımı ve hücre membran stabilitesi gibi bazı fizyolojik ve biyokimyasal olayların olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir (Asri ve Sönmez 2006).

Bitkiler bakır toprak çözeltisinden Cu^{+2} olarak kontakt değişim yoluyla almaktadırlar. Diğer taraftan bitkilerin Cu gereksinimi oldukça düşüktür. Yarayışlı Cu içeriği yüksek olan topraklarda yetiştirilen bitkilerde bakırın toksik etkisi de görülebilmektedir. Bakır içeriği yüksek olan veya yüksek miktarda bakır uygulanmış topraklarda bitkilerin Cu fazlalığı nedeniyle yeterince Fe alamadıkları belirlenmiştir (Sommer 1945).

Tarım topraklarında Cu toksisitesi genellikle insan faaliyetleri ile meydana gelebilmektedir. Bu faaliyetleri sonucunda çevreye ve atmosfere yayılan bazı emisyonlar ve atmosferik depozitler, tarımda pestisitlerin yoğun bir biçimde kullanılması, bazen de kanalizasyon atıklarının gübre amaçlı olarak kullanılması ve kömür ile maden yataklarından da bakır kirlenmesi meydana gelebilmektedir (Asri ve Sönmez 2006).

Tarım topraklarında toplam bakır genellikle 2–100 mg/kg arasında bulunmaktadır (Tisdale ve ark. 1985). Holmes (1943) tarım topraklarında 6–67 mg/kg arasında değişen oranlarda toplam bakır bulunduğunu, 1–3 mg/kg arasında değişen oranlarda bakır içeren topraklarda yetiştirilen bitkilerde bakır eksikliği görüldüğünü belirtmiştir.

Topraktan ve yapraktan artan miktarlarda Cu uygulamasının domates bitkisinin ürün miktarı ve kalitesi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, topraktan uygulanan artan Cu dozlarının domates bitkisinin toplam verim, meyve sayısı, kök kuru ağırlığı ve bitki boyunda azalmaya neden olduğu; hem yaprak ve hem de topraktan yapılan Cu uygulamalarının sadece toprak veya sadece yapraktan uygulamalara göre daha fazla toksite oluşturduğu saptanmıştır (Sönmez ve ark. 2006).

2.3.8. Çinko

Çinkonun bitki gelişmesi için mutlak gerekli bir bitki besin elementi olduğu ilk defa Sommer ve Lipman (1926) tarafından dikkate değer denemeler sonunda belirlenmiştir. Çinkonun gübre olarak uygulanması ise 1932 yılında başlamıştır. Topraklarda inko primer mineraller halinde ve toprak komplekslerinde bağlanmış şekilde bulunmaktadır.

Topraklarda inko suda çözünebilir şekilde, değişebilir şekilde ve bitkiler tarafından yararlanılamaz şekilde bulunmaktadır. Genellikle meyveler çinko yönünden yoksul, baklagil bitkileri ise zengindir. Tahıllarda dane ve samanda bulunan çinko miktarları arasında ise belli yönde ilişki bulunmaktadır (Kacar İnal 2008).

Çinko, insanlar, hayvanlar ve bitkiler başta olmak üzere bütün canlılar için mutlak gerekli olan bir besin elementidir. Bakır elementi bitkilerde özellikle enzim faaliyetlerinde görev almakta ve enzimlerin yapısında da bulunmaktadır. Bakırın bitkilerdeki görevleri arasında RNA, DNA, protein sentezi, insülinin aktivasyonu, Vitamin-A'nın hücrelere taşınması ve kullanımı başta gelmektedir. Bakır ayrıca insanlarda tad alma, sperm üretimi, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, davranış ve öğrenme performansının artışı, anne karnındaki ve doğmuş bebek ve çocukların büyüme ve gelişimi gibi birçok olayda da önemli rol oynamaktadır (Deniz 2003).

Genellikle topraklarda toplam çinko miktarı ile bitkiye yarayışlı çinko miktarları arasındaki ilişki yok denecek düzeydedir. Aynı şekilde bitkilerin çinko kapsamları da bir ölçüt değildir. Bitkilerin inko gereksinimleri göreceli olarak azdır. Gereksinimden fazla çinko bitkilerde zehir etkisi göstermektedir. Çinko eksikliği ilk kez 1935 yılında Barnette ve Warner tarafından mısır bitkisinde saptanmıştır (Kacar İnal 2008).

Çinko sadece yüksek konsantrasyonlarda toksik olmaktadır. Bakır ve Ni ağır metallere olduğu gibi, Zn toksisitesi de çoğunlukla pH ile yakından ilişkilidir. Topraklarda pH değeri düştükçe genellikle çinko toksisite olasılığı da artmaktadır (Tok 1997).

Bitkilerdeki Zn konsantrasyonu genellikle kuru madde esasına göre 5–100 mg/kg arasındadır. Çinko toksisitesi bitkilerde çoğunlukla 400 mg/kg' dan sonra başlamaktadır. Bitkilerde çinko toksisitesinin genel morfolojik belirtileri kök ve sürgün büyümesinde meydana gelen azalma, köklerin incilmesi, genç yapraklar oluşan kıvrılmalar, bitkilerde klorozun meydana gelmesi, hücre büyümesi ve uzamasında yavaşlamalar ve klorofil sentezinin azalması şeklinde sıralanabilir (Rout ve Das 2003, Asri ve Sönmez 2006).

Diğer taraftan Zn elementinin eksikliği, ülkemizde ve dünyada tarım alanlarında en sık gözlenen mikro besin elementi eksikliklerinin başında gelmektedir. Ülkemizde tarım yapılan topraklarının % 49.83'ünün yarayışlı çinko içerikleri alt sınır olarak belirlenen 0.5 mg/kg'dan düşük değerlerde olup çinko yetersizliği göstermektedir (Eyüpoğlu 2002).

Yapılan bir araştırmada Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Zn miktarının 0.08 ile 2.05 mg/kg arasında değiştiği saptanmıştır. Söz konusu tarım alanlarındaki Zn eksikliğinin % 70'e ulaştığı ortaya konulmuştur Sarı (2009).

2.3.9. Mangan

Toplam Mn düzeyi topraklarda diğer elementlere göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Toprakların çoğunlukla 200–300 mg/kg düzeyinde Mn içerdiği bildirilmiştir. Ancak toplam Mn ile bitkiye yarayışlı Mn arasında genellikle bir ilişki bulunmamaktadır. Toprakta yarayışlı Mn miktarı 1 mg/kg olduğunda bitkilere yeterli olarak kabul edilmektedir (Topbaş ve ark. 1998, Kacar 1995).

Bitkiler manganı genellikle Mn^{+2} iyonu olarak almaktadırlar. Mangan hem kök hem de yapraklardan alınabilmektedir. Bitkilerin mangan gereksinimlerinin düşük olması manganın bitki dokularının yapı maddesi olmamasına bağlanmıştır. Demire göre, mangan bitkide daha kolay taşınabilir durumdadır. Mangan eksikliği genç yapraklarda görülmektedir. Özellikle geniş yapraklı bitkilerde mangan eksikliğinde yaprakta damarlar arası sararmakta, damarlar yeşil kalmaktadır. Mangan eksikliğinde bitkilerde görülen sararma yeterince klorofil oluşturulamamasıyla ilgilidir. Klorofilin bileşiminde yer almamasına karşın mangan noksanlığında klorofil oluşumu önemli oranda azalmaktadır (Kacar İnal 2008).

Mangan toksisitesi bitki türlerine göre değişmekle birlikte genellikle kuru madde esasına göre 100 mg/kg'dan daha fazla Mn içeren bitkilerde Mn toksisitesi görülmeye başlamaktadır. Mangan toksisitesi çoğu bitkilerde olgun yapraklarda kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Zamanla lekelerin bulunduğu alanlar mantarlaşmaktadır. Bu olgu Mn toksisitesinin en belirgin bir göstergesidir. Çoğu zaman Mn toksisitesi belirtileri damarlar arasındaki kloritik ve nekrotik alanlarda görülmektedir. Fasulye ve pamuk gibi özellikle çift çenekli bitkilerde bu belirtiler genç yapraklarda şekil bozulmalarına neden olmaktadır (Kacar ve Katkat 2007).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarında Mn eksikliğinin önemli bir sorun olduğunu ve eksikliğin % 54.25'e ulaştığını belirlemiştir. Araştırmada ekstrakte edilebilir Mn miktarının 3.48 ile 56.14 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi

21. yy'da artan endüstri kolları ve çok sayıda insan ve ticarete oranla artan araç yoğunlukları gelişen insanların düşüncelerinde çevre ile uyum içerisinde gidiliyor mu sorusunu açığa çıkarmıştır. Buna bağlı olarak çeşitli deneylerle bu soruların cevapları aranmaya çalışılmaktadır.

Araçların egzozlarından çıkan ağır metaller toprağa hava ile taşınmaktadır. Havadaki bu ağır metal miktarları taşıt sayısına bağlıdır. Havadaki ağır metal konsantrasyonları şehirler ve kırsal alanlar arasında büyük farklılıklar gösterir. Şehirlerde, kırsal alanlara göre konsantrasyon çok daha fazladır. Şehirlerde kalabalık caddelerdeki Kurşun seviyesi 1m³'te 71 µg olarak ölçülmüştür. Bu miktar kırsal alanlarda çok daha azdır. Kirlenme kaynağından uzaklaştıkça "kurşun" miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Bingöl 1992).

Oldukça küçük çapa sahip ağır metal partikülleri çabucak çökelmemekte, yükselen hava ile uzaklaşarak etrafa dağılmaktadır. Havadaki asılı partikülleri çökerten başlıca

mekanizma ise yağmurdur. Kirli havadaki Kurşun, Nikel gibi ağır metaller çökeltme ile birlikte bitkileri etkilemektedirler. Yapılan bir araştırmada trafik yoğunluğu, rüzgar şiddeti ve yönü ile diğer atmosferik faktörlerin havadaki kurşun ve nikel miktarına etki ettiği tespit edilmiştir (Suchodoller 1967).

Ulaşım vasıtalarının neden olduğu ağır metal kirleticilerinin en önemlisi kurşundur. Benzine darbe önleyici olarak katılan kurşun tetraetilden kaynaklanmaktadır. Ulaşım vasıtalarının kirliliğe neden olduğu diğer metaller ise Cd, Cu, Cr, Ni ve Zn'dir. Bu ağır metaller ise taşıttaki yıpranmalardan kaynaklanmaktadır (Karaca 1997). Çizelge 3.1 çeşitli ülkelerde 1 L benzine katılmış olan kurşun miktarlarını göstermektedir (Karagüzel 1981).

Çizelge 3.1. Çeşitli ülkelerde 1 L benzine katılan ortalama kurşun miktarları (Karagüzel 1981).

Ülkeler	Pb miktarı (gr/L)
A.B.D	0.13
Almanya	0.15
Japonya	0.31
Avusturya	0.40
Norveç	0.40
İsveç	0.40
İsviçre	0.40
Türkiye (Normal Benzin)	0.34
Türkiye (Süper Benzin)	0.55

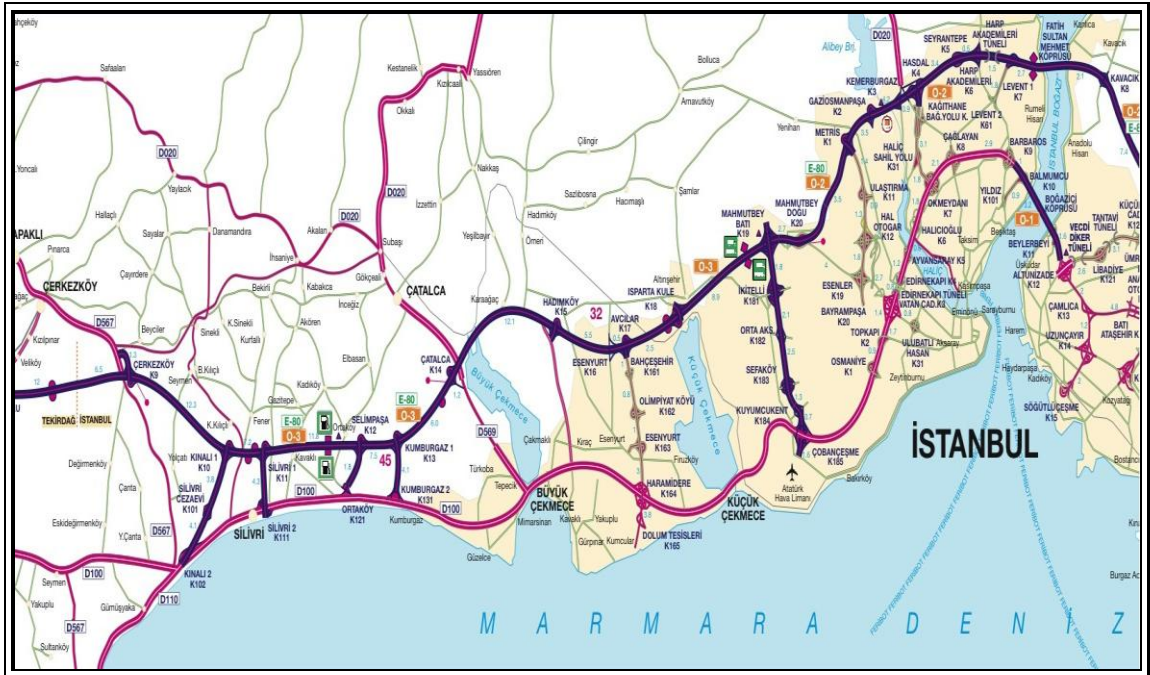
3.2. Çalışma Alanı

Araştırma alanı İstanbul ili Tekirdağ'a bağlayan TEM otoyolunun kenarlarındaki tarım alanlarıdır. Söz konusu otoyol kenarlarındaki tarım alanları başta buğday ve ayçiçeği olmak üzere yoğun bir tarımsal faaliyetin yapıldığı bölge durumundadır. Bu nedenle araştırma alanlarındaki ağır metallerin kirlilik düzeyinin toprak, hava, su ve canlılar üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

3.2.1. Coğrafi Kapsamı

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden biri olan ve Balkan Yarımadası ile Anadolu arasında bir geçiş oluşturan Marmara Bölgesi'nde yer alan İstanbul; Avrupa ve Asya kıtalarının birbirine bağlandığı noktada yer almaktadır. Coğrafi konum olarak, 28°01' ve 29°55' doğu boylamları ile 41°33' ve 40°28' kuzey enlemleri arasında bulunan İstanbul ili; 5,712 km²'lik yüzölçümüyle 769,604 km²'lik Türkiye topraklarınının 0.7' sini oluşturmaktadır. İl kuzeyde Karadeniz, doğuda Kocaeli; güneyde Yalova, Marmara Denizi ve Bursa, güneybatıda Tekirdağ ve kuzeybatıda Kırklareli illeri ile çevrilidir (Anonim 2012b).

İstanbul ili Avrupa yakası olarak 26 ilçeye sahiptir. Genel olarak çalışmanın yürütüldüğü Büyükçekmece, Esenyurt, Çatalca ve Silivri ilçeleri köy yerleşimi olarak toplam 40 mevcuda sahiptir. Aşağıda yer alan Şekil 3.1'de ise otopan güzergahı ve geçiş yolları üzerindeki ilçeler görülmektedir.



Şekil 3. 1. TEM otoyoluna (Mor güzergah) komşu olan lokasyonlar (Anonim 2014c).

İstanbul İli, Marmara Denizi Havzası ile Karadeniz Havzası gibi iki büyük havza üzerinde bulunmaktadır. Ayrıca, tek bir akarsu havzasından oluşmayıp, çok sayıda küçük

akarsu (dere) havzasının birleşmesinden meydana gelmiştir. Istranca Deresi Terkos Gölü'ne, Karasu Deresi ve Çakıl Deresi Büyükçekmece Baraj Gölü'ne, Sazlıdere, Nazlıdere, Nakkaş Deresi Küçükçekmece Gölü'ne; Çırpıcı Deresi, Ayamama Deresi Marmara Denizi'ne; Alibey Deresi, Kağıthane Deresi Haliç'e ve dolayısıyla Marmara Denizi'ne; Göksu ve Küçüksu ile birçok küçük dere İstanbul Boğazı'na, Riva Deresi, Türknil Deresi, Kabakoz Deresi, Göksu Çayı ve Yeşilçay (Ağva Deresi) ise sularını Karadeniz'e taşıyan başlıca akarsulardır (Anonim b, 2012).

3.2.2. Coğrafi Kapsamın İklimi

Araştırma bölgesi bulunduğu konum itibari ile farklı iklim özelliklerini barındıran bir özelliğe sahiptir. İlin Akdeniz ve Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklim tipine sahip olduğu yıllık ortalama sıcaklık değeri 15.4 °C'dir. İstanbul ilinde m²'ye düşen yıllık ortalama yağış miktarı 2013 yılı için 832 mm olarak gerçekleşmiştir (Anonim b, 2014). Genel olarak yağışlar sonbaharda yoğunlaşmakta kışın ise bölüm en fazla yağışını almaktadır. Yazları ise ılık geçmektedir. Çizelge 3.2'de İstanbul İlinin 1954 ve 2013 yılına kadar verilmiş sıcaklık değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 3. 2. İstanbul ilinin 1954- 2013 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerleri (Anonim 2014d).

İstanbul	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
	Ortalama Sıcaklık Değerleri, (1954 – 2013 yılları)											
Ort. sıcaklık (°C)	6.5	6.5	8.3	12.7	17.6	22.2	24.5	24.2	20.9	16.4	12.2	8.6
Ort. en yüksek sıcaklık (°C)	9.3	9.9	12.0	17.0	22.2	27.0	29.5	29.3	25.6	20.4	15.5	11.4
Ort. en düşük sıcaklık (°C)	4.0	4.0	5.3	9.1	13.5	18.0	20.4	20.5	17.5	13.6	9.5	6.2
Ort. güneşlenme süresi (saat)	2.3	3.1	4.3	6.0	8.2	10.1	10.5	10.6	8.1	5.3	3.4	2.2
Ort. yağışlı gün sayısı	16.4	14.0	12.2	10.7	7.3	5.1	3.6	3, 8	5.5	9.5	11.3	15.8
Aylık top. yağış miktarı ort. (kg/m ²)	83.4	69.0	61.5	53.8	30.3	24.6	21.7	23.6	38.3	68.2	80.1	101.5

3.2.3. Tarımsal Arazi Kapsamı

İstanbul ilinin toplam yüzölçümü 537,917 ha olup 2013 verilerine bağlı olarak toplam işlenen tarım alanı 71,192 ha'dır. İstanbul ili ormanlık alanı ise 238,710 ha olup il genelinin % 44.4'lik bir alanına karşılık gelmektedir. Çayır ve mera alanı ise il genelinde 10,575 ha'dır. Çizelge 3.3'de İstanbul ilinde yer alan tarım arazilerinin dağılımı verilmiştir. Çizelge 3.4. bazı bitkilere ait ekilen alanlar verilmiştir (Anonim e,2014).

Çizelge 3. 3. İstanbul ili tarım arazilerinin kullanım şekli (Anonim 2014e).

Tarım Alanlarının Kullanım Şekli	Arazi (ha)
Tahıllar	42,405
Yağlı Tohumlar	16,688
Yem Bitkileri	5337
Yumru Bitkiler	47
Süs Bitkileri	50
Bağ Alanları	45

Aşağıdaki Çizelge 3.4 incelendiğinde İstanbul ilinde en fazla ekimi yapılan tarla bitkisi olarak buğday ilk sırayı alırken onu ayçiçeği tarımı izlemiş olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.4. İstanbul'da 2013 yılında bitkisel üretim bazında ekilen alanlar (Anonim 2014e).

Bitkisel Üretim Bazında Ekilen Bitkiler	Ekilen (da)
Ayçiçeği	120,542
Kanola (Kolza)	46,339
Buğday	345,517
Mısır	885
Arpa (Biralık ve diğer)	62,920
Çeltik	3,000
Patates-Nohut-Fasulye (Kuru)	474

3.3. Materyal

Araştırma, İstanbul'dan başlayarak Trakya bölgesine ve oradan devam eden Türkiye'nin Avrupa'ya açılmasını sağlayan karayolu olan TEM otoyolunun İstanbul Avrupa Yakası ve Tekirdağ il sınırı arasındaki tarım topraklarından örnekler alınmasıyla başlamıştır. Toprak örnekleri otoyolun her iki kenarındaki bitişik tarım arazilerinden usulüne uygun yöntemlerle ve 0-30 cm derinlikten alınmış (Jackson 1967) ve etiketlenerek 40 adet toprak örneği toprak analizi yaptırılmak amacıyla laboratuvara ulaştırılmıştır. Toprak örneklerinin alındığı koordinatlar Çizelge 3.5' de ve toprak örneklerinin alındığı lokasyonlar ise Şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3. 5. Toprak örneklerinin alındığı lokasyonların koordinatları.

Örnek No	Koordinatlar
1	41°5'57.84" K 28°37'1.81" D
2	41°6'12.83" K 28°35'44.73" D
3	41°6'26.53" K 28°33'14.60" D
4	41°5'56.39" K 28°31'0.68" D
5	41°5'07.55" K 28°30'23.43" D
6	41°3'27.98" K 28°27'44.03" D
7	41°3'07.15" K 28°26'5.75" D
8	41°3'47.57" K 28°24'25.75" D
9	41°4'16.03" K 28°22'58.97" D
10	41°5'21.44" K 28°21'56.37" D
11	41°6'12.76" K 28°18'57.21" D
12	41°6'24.85" K 28°17'23.08" D
13	41°6'46.08" K 28°15'51.99" D
14	41°7'6.87" K 28°12'7.65" D
15	41°7'27.83" K 28°10'21.85" D
16	41°8'1.55" K 28°9'21.33" D
17	41°8'53.15" K 28°8'50.20" D
18	41°9'10.44" K 28°8'41.30" D
19	41°9'34.00" K 28°8'22.34" D
20	41°11'37.07" K 28°5'58.59" D
21	41°11'45.59" K 28°5'1.65" D
22	41°09'49.35" K 28°7'42.99" D
23	41°9'16.32" K 28°8'25.91" D
24	41°8'29.51" K 28°8'52.91" D
25	41°7'22.05" K 28°10'7.99" D
26	41°7'2.59" K 28°11'39.20" D
27	41°7'1.68" K 28°12'22.58" D
28	41°7'12.92" K 28°13'15.17" D

29	41°7'0.02" K 28°15'14.76" D
30	41°6'22.73" K 28°16'35.25" D
31	41°6'20.20" K 28°17'47.13" D
32	41°6'8.52" K 28°18'51.47" D
33	41°5'41.11" K 28°21'22.10" D
34	41°4'35.78" K 28°22'26.75" D
35	41°3'55.92" K 28°23'56.42" D
36	41°3'22.65" K 28°25'14.70" D
37	41°3'5.35" K 28°27'3.83" D
38	41°3'28.76" K 28°28'22.49" D
39	41°3'39.73" K 28°29'49.75" D
40	41°6'19.54" K 28°34'38.34" D

Haritada sarı raptiye ve beyaz raptiye simgesi ile işaretlenmiş alanlar toprak örneklerinin alındığı alanları göstermektedir. Toprak örneği alınırken gidiş güzergahından numara verilerek alınan örnekleri dönüş güzergahında da numara verilmeye devam edilerek usulüne uygun bir şekilde laboratuvara getirilmek üzere alınmıştır.



Şekil 3. 2. Toprak örneklerinin sırası ile alındığı güzergah ve lokasyonlar.

Toprak örneklerinin alındıkları araziler ilişkin bazı tarımsal bilgiler ise aşağıdaki Çizelge 3.6'da görülmektedir.

Çizelge 3. 6. Toprak örneklerinin alındığı arazilere ait bazı bilgiler.

Örnek	İlçe	Mevkii	Ürün
1	Büyükçekmece	Ömerli	Buğday
2	Büyükçekmece	Karağac	Buğday
3	Büyükçekmece	Bahsevis	Ayçiçeği
4	Büyükçekmece	Ahmediye	Ayçiçeği
5	Büyükçekmece	Ahmediye	Buğday
6	Büyükçekmece	Kumburgaz	Buğday
7	Büyükçekmece	Kamiloba	Buğday
8	Silivri	Selimpaşa	Ayçiçeği
9	Silivri	Selimpaşa	Ayçiçeği
10	Silivri	Ortaköv	Buğday
11	Silivri	Kavaklı	Ayçiçeği
12	Silivri	Gazitepe	Buğday
13	Silivri	Fenerköy	Kanola
14	Silivri	Küçükkılıçlı	Kanola
15	Silivri	Küçükkılıçlı	Ayçiçeği
16	Silivri	Seymen	Ayçiçeği
17	Silivri	Seymen	Buğday
18	Silivri	Seymen	Ayçiçeği
19	Silivri	Seymen	Buğday
20	Silivri	Beyciler	Buğday
21	Silivri	Cerkezköy	Ayçiçeği
22	Silivri	Yolcatı	Buğday
23	Silivri	Yolcatı	Ayçiçeği
24	Silivri	Yolcatı	Buğday
25	Silivri	Kınalı	Buğday
26	Silivri	Kınalı	Ayçiçeği
27	Silivri	Alipasa	Ayçiçeği
28	Silivri	Alipasa	Arpa
29	Silivri	Fenerköy yolu	Kanola
30	Silivri	Silivri	Ayçiçeği
31	Silivri	Silivri	Arpa
32	Silivri	Silivri	Buğday
33	Silivri	Silivri	Buğday
34	Silivri	Selimpaşa	Ayçiçeği
35	Silivri	Selimpaşa	Kanola
36	Büyükçekmece	Celaliye	Ayçiçeği
37	Büyükçekmece	Kumburgaz	Ayçiçeği
38	Büyükçekmece	Büyükçekmece	Buğday
39	Büyükçekmece	Büyükçekmece	Ayçiçeği
40	Büyükçekmece	Büyükçekmece	Ayçiçeği

3.4. Yöntem

3.4.1. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.4.1.1. Organik Madde

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri Smith -Weldon yöntemi ile tayin edilmiştir (Sağlam 2012).

3.4.1.2. Kireç

Toprak örneklerinin kireç miktarları Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir (Sağlam 2012).

3.4.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprakların pH değerleri elektrometrik olarak ölçülmüştür (Sağlam 2012).

3.4.1.5. Bitkiye Yarayışlı Fosfor

Toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri Olsen yöntemi ile ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2012), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) cihazında okunarak belirlenmiştir (Kacar 1995).

3.4.1.6. Değişebilir Potasyum

Toprak örnekleri amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2012) değişebilir katyonlar ICP-OES ile belirlenmiştir.

3.4.1.7. Toplam Azot

Araştırma alanı toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir.

3. 4. 1. 8. Bitkilere Yararışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn)

Yararışlı mikro element analizi için toprak örnekleri 0.005 M DTPA+ 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Daha sonra ekstrakttaki yararışlı Fe, Cu, Zn, ve Mn miktarları ICP-OES' de belirlenmiştir.

3. 4. 1. 9. Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metaller (Cd, Co, Cr, Ni, Pb)

Toprak örnekleri ekstrakte edilebilir bazı ağır metal analizi için önce 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Daha sonra ekstrakttaki Cd, Co, Cr, Ni, Pb miktarları ICP-OES' de belirlenmiştir.

3. 5. Sonuçların Değerlendirmesi

Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edildikten sonra araştırma alanındaki olası ağır metal kirliliği her bir element için verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Araştırma sonuçları aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Örnek No	Organik Madde (%)	Kireç (%)	pH (1: 2.5 su)
1	1.16	23.52	7.60
2	1.74	31.61	7.65
3	1.22	0.00	7.73
4	1.74	5.31	7.70
5	1.45	3.43	7.62
6	0.78	11.27	7.95
7	1.37	6.94	7.77
8	1.16	0.00	7.50
9	1.16	5.47	7.50
10	1.74	0.00	6.16
11	0.87	0.00	6.62
12	1.34	4.57	7.80
13	1.34	0.25	7.30
14	0.29	0.00	7.41
15	1.45	0.25	8.10
16	0.46	0.00	7.02
17	1.57	0.00	6.47
18	1.05	0.82	7.70
19	1.28	0.00	6.90
20	1.22	1.14	7.80
21	0.87	0.00	7.06
22	0.58	10.45	7.83
23	1.45	0.00	6.11
24	1.45	0.82	7.78
25	1.42	1.63	7.93
26	1.19	0.00	7.52
27	1.45	0.82	7.92
28	1.16	0.00	7.71
29	0.58	1.23	7.71
30	1.16	4.57	7.70
31	1.16	0.00	7.55
32	1.74	0.65	7.80
33	1.74	1.39	7.72
34	1.16	0.00	7.73
35	1.74	0.25	7.73
36	1.51	4.66	7.65
37	0.87	0.00	6.76
38	0.81	7.19	7.75
39	0.44	0.00	7.54
40	0.73	2.37	7.90
Min.	0.44	0.00	6.11
Max.	1.74	31.61	8.10
Ort.	1.19	3.26	7.49

4.1.1. Toprakların Organik Madde İçerikleri

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri % 0.44 - % 1.74 arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Çizelge 4.2'ye göre değerlendirildiğinde; toprakların % 27.5'i "çok az" ve % 72.5'i "az" düzeyinde organik madde içerdikleri görülmektedir. Bu verilere göre yapılan değerlendirmede araştırma alanlarındaki toprakların organik madde düzeylerinin yeterli olmadığı görülmektedir.

Kırklareli ili toprakları üzerinde yapılan bir araştırmada bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik gösteren bulgulara ulaşılmıştır (Adiloğlu 1998).

Trakya Bölgesi topraklarının organik madde miktarlarının belirlenmesi üzerinde yapılan bir araştırmada (Adiloğlu ve Karaman 2014), toprakların % 81.6 gibi çok büyük bir bölümünde organik madde yetersizliği saptanmıştır.

Çizelge 4. 2. Toprakların organik madde içeriklerinin sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 2005).

Organik Madde (%)	Değerlendirme
0 – 1	Çok Az
1 – 2	Az
2 – 3	Orta
3 – 4	İyi
> 4	Yüksek

4.1.2. Toprakların Kireç (CaCO₃) İçerikleri

Toprak örneklerinin kireç içerikleri % 0.00 - % 31.61 arasında değişmektedir. Bu bulgular Çizelge 4.3'e göre değerlendirildiğinde; az kireçli sınıf olarak % 57.50, kireçli sınıf % 20.00, orta kireçli sınıf % 17.50, fazla kireçli olarak % 2.50 ve çok fazla kireçli ise % 2.50 olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı topraklarının çoğunluğu kireç içerikleri bakımından "az kireçli" grubuna girmekte olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. 3. Toprakların kireç içeriklerinin sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 2005).

Kireç (%)	Değerlendirme
0 – 1	Az Kireçli
1 – 5	Kireçli
5 – 15	Orta Kireçli
15 – 25	Fazla Kireçli
> 25	Çok Fazla Kireçli

4.1.3. Toprakların pH Değerleri

Toprak örneklerinin pH değerleri 6.11 ile 8.10 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.1). Örneklerin alındığı araştırma alanı topraklarının Çizelge 4.4'e göre % 7.5'i "hafif asit", % 20.0 ile "nötr" ve % 72.5 ile "hafif alkalin" sınıflarına girdikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre toprakların çoğunluk olarak "hafif alkalin" sınıfına girdikleri tespit edilmiştir.

Adiloğlu ve Bellitürk (1998) tarafından yapılan bir çalışmada toprakların pH değerlerinin önemli bir bölümünün asit karakterli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 4. Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması (Alparslan ve ark 2005).

pH Değeri	Değerlendirme
< 4.5	Kuvvetli Asit
4.5 – 5.5	Orta Asit
5.5 – 6.5	Hafif Asit
6.5 – 7.5	Nötr
7.5 – 8.5	Hafif Alkalin
> 8.5	Alkalin

4.2. Toprak Örneklerinin Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde belirlenen toplam azot (N), bitkiye yararlı fosfor (P) ve değişebilir potasyum (K) değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri.

Toprak No	Toplam Azot (N), %	Yarayırlı Fosfor (P), (mg/kg)	Değişebilir Potasyum (K), (mg/kg)
1	0.06	11.12	230.19
2	0.09	21.11	346.44
3	0.06	13.58	397.70
4	0.09	7.11	287.40
5	0.07	12.41	280.52
6	0.04	3.90	149.17
7	0.07	8.28	293.59
8	0.06	9.39	226.25
9	0.06	10.04	203.21
10	0.09	14.37	162.38
11	0.04	13.62	231.13
12	0.07	12.93	258.47
13	0.07	13.72	277.04
14	0.01	18.10	109.96
15	0.07	14.95	251.77
16	0.02	30.83	106.12
17	0.08	11.00	183.43
18	0.05	12.71	156.88
19	0.06	20.03	212.70
20	0.06	9.63	162.15
21	0.04	14.86	121.27
22	0.03	7.19	87.31
23	0.07	37.78	110.92
24	0.07	11.85	218.45
25	0.07	5.31	242.69
26	0.06	13.04	261.03
27	0.07	6.63	207.39
28	0.06	7.46	269.00
29	0.03	13.43	284.84
30	0.06	6.18	169.48
31	0.06	30.27	202.13
32	0.09	13.31	161.53
33	0.09	11.29	279.15
34	0.06	6.05	220.27
35	0.09	9.61	191.07
36	0.08	5.71	280.76
37	0.04	7.70	74.24
38	0.04	3.87	102.87
39	0.02	8.47	133.10
40	0.04	7.87	97.44
Min	0.02	3.90	74.24
Max	0.09	30.27	397.70
Ort.	0.06	11.73	205.361

4.2.1. Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin toplam azot içerikleri % 0.02 - % 0.09 arasında belirlenmiştir. Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Çizelge 4.6'ya göre değerlendirilmiştir. Buna göre toprak örneklerinin % 87.5' inin "az", % 12.5' inin "eksik" düzeyde toplam azot içeriği saptanmıştır. Bu bulgular toprakların organik madde içerikleri ile paralellik taşımaktadır.

Çizelge 4. 6. Toprakların toplam azot içerikleri bakımından sınıflandırılması (FAO 1990).

Toplam Azot %	Değerlendirme
0.01–0.08	Az
0.09–0.15	Eksik
0.15–0.40	Yeterli
0.40<	Fazla

Adiloğlu ve ark. (2012) tarafından yapılan bir araştırmada toprakların toplam azot içeriklerinin bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu olduğu ve genellikle yetersiz düzeylerde olduğu ortaya konulmuştur.

4.2.2. Toprak Örneklerinin Bitkilere Yararışlı Fosfor İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait bitkilere yararışlı fosfor (P) içerikleri 3.90 mg/kg – 30.27 mg/kg arasında değişmektedir. Elde edilen bulgulara göre toprakların % 25'i “çok az”, % 67.5'i “yeterli”, % 7.5'i “fazla” oranlarında fosfor içeriklerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu duruma göre, tarım arazilerinin büyük bir bölümünün bitkilere yararışlı fosfor (P) bakımından yeterli düzeyde olduğu görülmektedir.

Hayrabolu ilçesi tarım topraklarının bitkilere yararışlı fosfor içeriklerinin incelendiği bir çalışmada (Adiloğlu ve Güler 2010), toprakların yararışlı fosfor içeriklerinin 1.10 ile 80.08 kg/da arasında değiştiği ve büyük bir bölümünün fosfor içeriklerini yeterli ve yüksek olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan toprak örneklerinin bitkilere yararışlı fosfor içerikleri aşağıda verilen Çizelge 4.7'ye göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. 7. Toprakların yararışlı P bakımından sınıflandırılması (FAO 1990).

P (mg/kg)	Değerlendirme
< 2.5	Çok Az
2.5 – 8.0	Az
8.0 – 25	Yeterli
25 – 80	Fazla

> 80	Çok Fazla
------	-----------

4.2.3. Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum İçerikleri

Araştırma alanından alınan örneklerin değişebilir potasyum içerikleri 74.24 mg/kg ile 397.70 mg/kg arasında bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 4.8'e göre değerlendirildiğinde; toprakların % 97.5'i "yeterli" ve % 2.5'i "fazla" düzeyde potasyum içermektedir. Toprak örneklerinin temsil ettikleri tarım arazilerinin değişebilir potasyum içerikleri genellikle ülkemiz genelinde olduğu gibi yeterli düzeydedir.

Tekirdağ ili topraklarının değişebilir potasyum miktarlarının incelendiği iki farklı araştırmada, bu çalışmada olduğu gibi toprakların değişebilir potasyum miktarlarının yeterli ve fazla olduğu saptanmıştır (Adiloğlu ve ark. 2002, Adiloğlu 2013).

Çizelge 4. 8. Toprakların değişebilir K bakımından sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 2005).

K (mg/kg)	Değerlendirme
< 50	Çok Az
50 – 140	Az
140 – 370	Yeterli
370 <	Fazla

4. 3. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri

Araştırma alanından alınan örneklerinin bitkilere yararlı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içerikleri aşağıdaki Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Toprakların bazı mikro besin elementi içerikleri, mg/kg

Toprak No	Demir (Fe)	Bakır (Cu)	Çinko (Zn)	Mangan (Mn)
1	8.23	2.97	0.73	8.06
2	7.47	2.39	0.84	6.66
3	4.88	2.49	1.52	14.10
4	6.70	2.11	0.41	15.57
5	7.96	1.58	0.42	8.00

6	4.05	0.81	0.22	4.13
7	5.56	1.59	0.30	9.11
8	10.86	2.39	0.63	20.39
9	5.38	2.26	0.42	8.35
10	23.49	2.53	0.50	55.88
11	19.43	2.62	0.29	33.33
12	5.66	1.80	0.35	7.32
13	9.03	1.97	0.32	15.77
14	4.94	1.15	0.17	8.80
15	7.62	2.14	0.23	6.48
16	14.05	1.20	0.22	13.39
17	26.68	1.83	0.31	37.65
18	8.90	2.33	0.80	12.68
19	11.26	1.81	0.46	22.64
20	4.72	1.16	0.17	7.53
21	9.48	0.82	1.71	17.61
22	4.02	0.59	0.13	4.90
23	46.67	1.84	0.41	44.35
24	6.66	1.55	0.29	13.34
25	5.32	1.62	0.61	4.24
26	9.23	2.08	0.76	8.10
27	5.63	1.67	0.37	7.05
28	4.63	1.63	0.63	7.92
29	9.54	2.23	0.44	7.26
30	6.24	1.60	0.44	7.30
31	10.60	2.20	0.54	14.70
32	8.31	2.28	0.82	12.58
33	6.62	1.70	0.72	12.90
34	6.23	1.73	0.92	8.10
35	5.95	2.26	0.85	5.44
36	4.61	1.64	0.99	7.25
37	6.47	0.80	0.19	7.43
38	3.85	0.71	0.55	3.77
39	1.51	1.68	0.82	9.68
40	6.21	0.65	0.31	6.50
Min	1.51	0.59	0.13	3.77
Max	46.67	2.97	1.71	55.88
Ort.	9.11	1.76	0.54	14.73

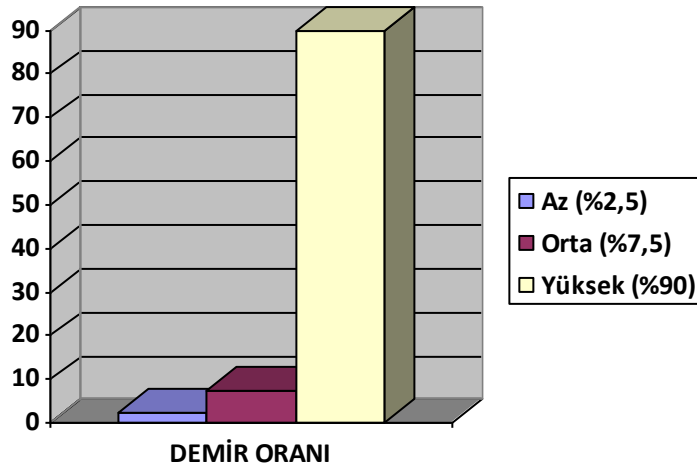
4.3.1. Toprakların Bitkilere Yararışlı Demir İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yararışlı demir (Fe) içerikleri 1.51– 46.67 mg/kg arasında değişmektedir. Bu sonuçlar Çizelge 4.10'a göre

yorumlandığında, toprakların % 2.5'i “az” % 7.5'i “orta” ve % 90'ı “yüksek” yarıyışlı demir içeriğine sahip olduğu görülür. Buna göre araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğunda bitkilere yarıyışlı demirin yüksek derecede olduğu tespit edilmiştir. Nitekim bu durum Şekil 4.1'den de görülmektedir.

Çizelge 4. 10. Toprakların bitkilere yarıyışlı Fe bakımından sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell 1978).

Fe (mg/kg)	Değerlendirme
< 2.5	Az
2.5 – 4.5	Orta
> 4.5	Yüksek



Şekil 4. 1. Toprak örneklerinin yarıyışlı Fe içeriklerinin dağılımı, %

Doğu Karadeniz Bölgesi toprakları üzerinde yapılan bir araştırmada toprakların bitkilere yarıyışlı demir içeriklerinin büyük bir bölümünün yeterli düzeylerde olduğu belirlenmiştir (Adiloğlu ve Adiloğlu 2005).

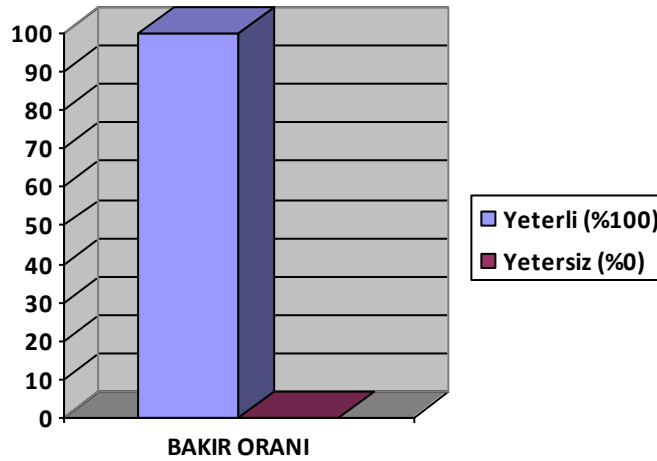
Edirne ili topraklarının yarıyışlı Fe içeriklerinin belirlenmesi için yapılan bir araştırmada (Adiloğlu 2003), yarıyışlı Fe içeriklerinin 1.12 ile 16.27 mg/kg arasında değiştiği bulunmuştur. Söz konusu bu değerlerini önemli bir bölümünün yeterli düzeylerde olduğu saptanmıştır.

4.3.2. Toprakların Bitkilere Yarıyışlı Bakır İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yararışlı bakır (Cu) içeriklerinin 0.59– 2.97 mg/kg arasında değışmekte olduğu saptanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.11'e göre değerlendirildiğinde ise araştırma alanından alınan toprak örneklerinin temsil ettiği tarım arazilerinin % 100'ünde bakır içeriğinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu sonuç Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Toprakların bitkilere yararışlı Cu bakımından sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell 1978).

Cu (mg/kg)	Değerlendirme
< 0.2	Yetersiz
> 0.2	Yeterli



Şekil 4. 2. Toprak örneklerinin yararışlı Cu içeriklerinin dağılımı, %

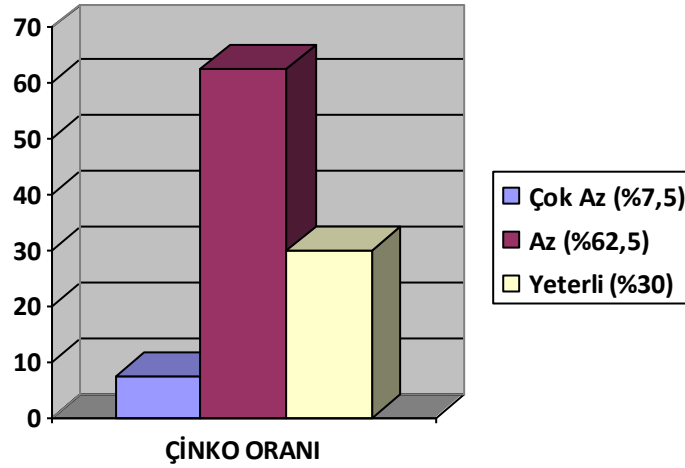
Adiloğlu (2003), yapmış olduğu bir araştırmada toprakların bitkilere yararışlı bakır içeriklerinin tamamının yeterli düzeylerde olduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar toprakların yararışlı Cu içerikleri bakımından Adiloğlu (2003)'ün bulgularıyla paralellik göstermektedir.

4.3.3. Toprakların Bitkilere Yararışlı Çinko İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yararlı çinko (Zn) içerikleri 0.13– 1.71 mg/kg arasında değişmektedir. Bu değerler Çizelge 4.12' ye göre değerlendirildiğinde, toprakların % 7.5'i “çok az”, % 62.5'i “az” ve % 30'u “yeterli” düzeyde çinko içermektedir. Buna göre ülkemiz ve Trakya Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi araştırma alanı topraklarının % 70 gibi büyük bir kısmında da çinko yetersizliği saptanmıştır.

Çizelge 4.12. Toprakların yararlı Zn bakımından sınıflandırılması (FAO 1990).

Zn (mg/kg)	Değerlendirme
< 0.2	Çok Az
0.2 – 0.7	Az
0.7 – 2.4	Yeterli
2.4 – 8.0	Fazla
> 8.0	Çok Fazla



Şekil 4. 3. Toprak örneklerinin yararlı Zn içeriklerinin dağılımı, %

Pak (2011), Kırklareli ilinde 50 toprak örneği üzerinde yaptığı bir çalışmada % 2 oranında “çok az” ve % 62 oranında “az” olmak üzere bitkilere yararlı Zn olduğunu belirlemiştir.

Trakya bölgesi toprakları üzerinde yapılan bir araştırmada (Adiloğlu 2012), toprakların bitkilere yararlı Zn içeriklerinin % 80.60 gibi çok büyük bir bölümünde Zn yetersizliğinin varlığı belirlenmiştir.

4.3.4 Toprakların Bitkilere Yararışlı Mangan İçerikleri

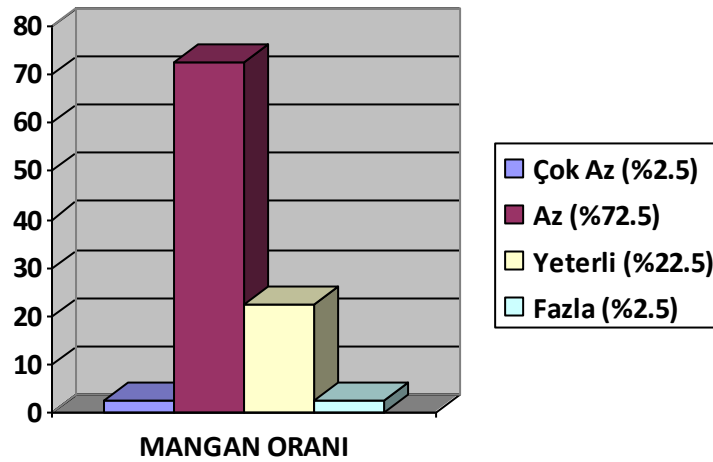
Toprak örneklerinin bitkilere yararışlı mangan (Mn) içerikleri 3.77 mg/kg – 55.88 mg/kg arasında belirlenmiştir. Diğer taraftan söz konusu bu bulgular aşağıda verilen Çizelge 4.13'e göre değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmeye göre toprakların % 2.5'inin "çok az" ve % 72.5'inin "az", % 22.5'inin "yeterli" ve % 2.5'inin "fazla" oranlarda bitkilere yararışlı mangan içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum Şekil 4.4'de de görülmektedir.

Araştırma alanında bulunan tarım arazilerinin % 75'inin bitkilere yararışlı mangan içeriklerinin yetersiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 13. Toprakların yararışlı Mn bakımından sınıflandırılması (FAO 1990).

Mn (mg/kg)	Değerlendirme
< 4	Çok Az
4 – 14	Az
14 – 50	Yeterli
50 – 170	Fazla
> 170	Çok Fazla



Şekil 4. 4. Toprak örneklerinin yararışlı Mn içeriklerinin dağılımı, %

Kırklareli ilinde 50 toprak örneği üzerinde yapılan bir araştırmada toprakların yarayışlı Mn içeriklerinin % 6 oranında ‘‘az’’ ve % 94 oranında ‘‘çok az’’ olduğu saptanmıştır (Pak 2011).

Çay yetiştirilen toprakların bitkilere yarayışlı Mn içeriklerinin incelendiği bir araştırmada (Adiloğlu ve Adiloğlu 2006), toprakların tamamının yarayışlı Mn içeriklerinin yeterli düzeylerde olduğu bulunmuştur.

4.4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal Kapsamları

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir bazı ağır metal (Cd, Co, Cr, Ni, Pb) içerikleri aşağıdaki Çizelge 4. 14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Toprakların ekstrakte edilebilir bazı ağır metal içerikleri mg/kg

Toprak no	Kadmium (Cd)	Kobalt (Co)	Krom (Cr)	Nikel (Ni)	Kurşun (Pb)
1	0.02	0.09	0.01	1.20	1.76
2	0.04	0.07	0.01	1.01	1.96
3	0.02	0.18	0.01	1.58	1.43
4	0.01	0.05	0.01	1.16	0.72
5	0.03	0.06	0.01	1.21	1.30
6	0.01	0.04	0.01	0.51	1.02
7	0.02	0.06	0.01	0.92	1.34
8	0.03	0.14	0.01	2.80	1.45
9	0.01	0.07	7.56	0.84	1.06
10	0.04	0.35	0.01	7.76	1.44
11	0.03	0.20	0.01	7.12	1.14
12	0.02	0.05	0.01	0.69	1.36
13	0.03	0.10	0.01	1.80	1.50
14	0.01	0.06	0.01	0.82	0.29
15	0.02	0.04	0.01	0.80	1.56
16	0.02	0.06	6.31	1.47	0.89
17	0.02	0.21	0.01	4.01	0.85
18	0.04	0.08	0.01	1.93	1.45
19	0.03	0.18	0.01	2.83	1.19
20	0.02	0.05	0.01	0.78	1.46
21	0.02	0.03	0.01	1.21	0.74
22	0.01	0.03	0.01	0.37	0.59
23	0.04	0.20	0.01	4.12	1.17
24	0.03	0.08	0.01	0.98	0.90
25	0.02	0.02	0.01	0.56	1.52
26	0.03	0.05	0.01	1.21	1.86
27	0.02	0.05	0.01	0.67	1.55

28	0.02	0.06	0.01	0.73	1.41
29	0.03	0.04	0.01	1.17	1.77
30	0.02	0.06	0.01	0.76	1.42
31	0.03	0.08	0.01	2.33	1.63
32	0.04	0.08	0.01	2.02	1.44
33	0.02	0.13	0.01	1.64	1.25
34	0.01	0.12	0.01	1.16	1.33
35	0.03	0.03	0.01	0.76	2.45
36	0.02	0.04	0.01	0.68	1.65
37	0.02	0.04	0.01	1.35	0.96
38	0.01	0.02	0.01	0.38	1.08
39	0.02	0.08	0.01	1.19	1.24
40	0.01	0.04	0.01	0.46	0.59
Min	0.01	0.01	0.01	0.38	0.29
Max	0.04	0.35	7.56	7.76	2.45
Ort.	0.02	0.08	0.35	1.62	1.29

4.4.1. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kadmiyum İçerikleri

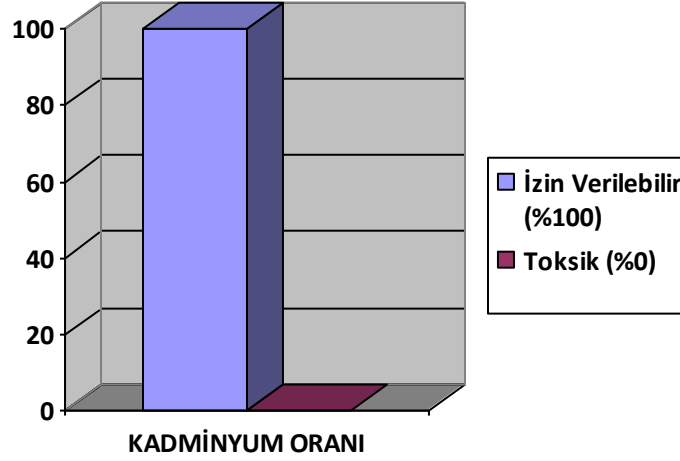
Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Kadmiyum (Cd) içerikleri en düşük 0.01 mg/kg ve en yüksek 0.04 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Diğer taraftan söz konusu bu değerler aşağıda verilen Çizelge 4.15'e göre değerlendirildiğinde ise araştırma alanındaki toprakların tamamında Kadmiyum içeriğinin "izin verilebilir" düzeylerde olduğu saptanmıştır. Elde edilen verilere göre araştırma alanında bulunan tarım arazilerinde toksik derece kadmiyum kirliliğine şimdilik rastlanmamıştır. Bu durum Şekil 4.5'te de görülmektedir.

Söz konusu bu bulgular Edirne ili ve Kırklareli ili otoban kenarlarında yer alan tarım toprakları üzerinde çalışan araştırmacıların bulgularıyla paralellik taşımaktadır (Sarı 2009, Pak 2011).

Kadmiyum kirliliğinin bitkiler için sorun oluşturduğu tarım topraklarındaki söz konusu bu kirliliğin labada (*Rumex patientia* L.) bitkisi kullanılarak fitoremediasyon yöntemi ile başarılı bir şekilde giderilebileceği ortaya konulmuştur (Adiloğlu ve ark. 2015).

Çizelge 4.15. Toprakta ekstrakte edilebilir Cd için kritik değerler (Alloway 1995).

Cd (mg/kg)	Değerlendirme
< 0.2	İzin verilebilir
> 0.2	Toksik



Şekil 4. 5. Topraklarda Cd toksisitesi, %

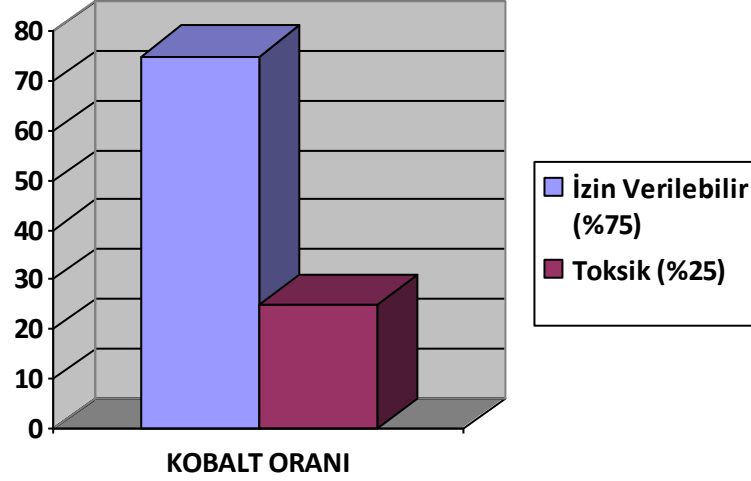
4.4.2. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kobalt İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir kobalt içerikleri en düşük 0.01 mg/kg ve en yüksek 0.35 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Buna göre toprakların % 75'i "izin verilebilir" kobalt içerdiği ve % 25 'inin ise "toksik" düzeyde olduğu görülmüştür (Şekil 4. 6).

Çizelge 4. 16. Toprakta ekstrakte edilebilir Co için kritik değerler (Carrigan ve Erwin 1951).

Co (mg/kg)	Değerlendirme
< 0.09	İzin verilebilir
> 0.09	Toksik

Pak (2011), Kırklareli ilinde 50 toprak örneği üzerinde yaptığı bir çalışmada % 0 oranında “toksik” ve % 100 oranında “izin verilebilir” olmak üzere Co bulgularına ulaşmıştır.



Şekil 4. 6. Topraklarda Co toksisitesi, %

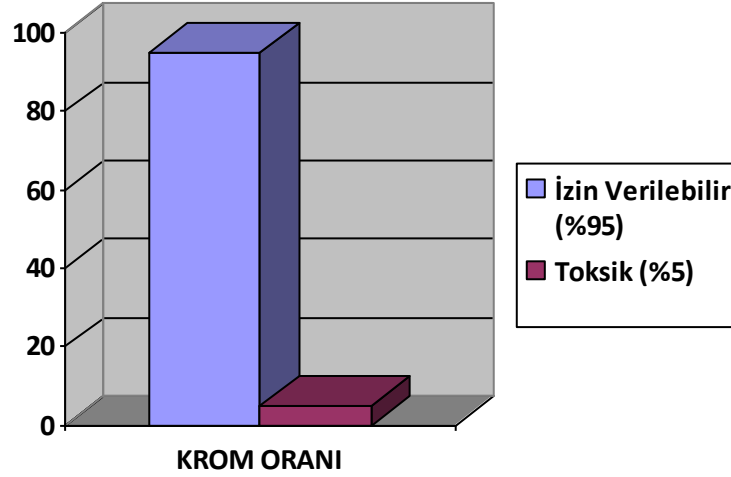
4.4.3. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Krom içerikleri

Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir krom içerikleri 0.01 – 7.56 mg/kg arasında değişmektedir (Çizelge 4.14). Söz konusu bu değerler aşağıda verilen Çizelge 4.17’ye göre değerlendirildiğinde; toprakların % 95’inin “izin verilebilir” düzeylerde Cr ve % 5 düzeyinde “toksik” Cr içerdikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak toprak örneklerinin % 5’inde toksik düzeylerde Cr miktarları saptanmıştır (Şekil 4.7).

Çizelge 4.17. Toprakta ekstrakte edilebilir Cr için kritik değerler (Bowen 1966).

Cr (mg/kg)	Değerlendirme
< 1	İzin verilebilir
> 1	Toksik

Adiloğlu ve ark (2013), tarafından yapılan bir araştırmada toprakların ekstrakte edilebilir Cr içeriklerinin düşük düzeylerde olduğu ve % 0 oranında “toksik” ve % 100 oranında “izin verilebilir” olmak üzere Cr bulgularına ulaşılmıştır.



Şekil 4. 7. Topraklarda Cr toksisitesi, %

4.4.4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Nikel İçerikleri

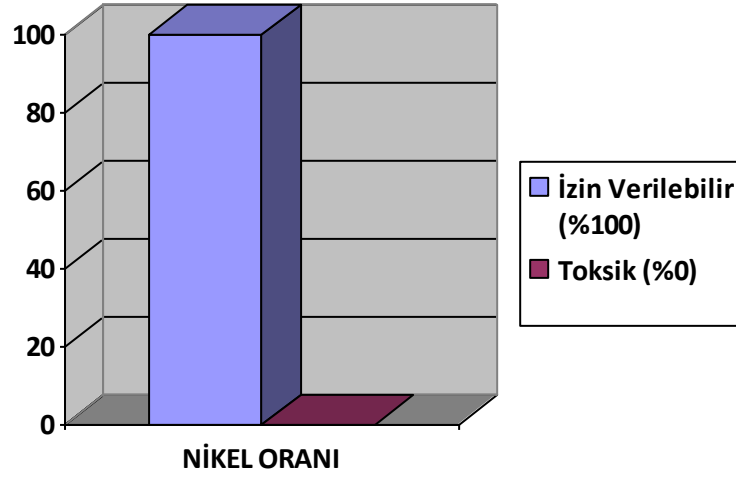
Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Nikel (Ni) içerikleri en düşük 0.38 mg/kg ve en yüksek 7.76 mg/kg olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Çizelge 4.18'e göre yapılan değerlendirmeye göre toprak örneklerinin % 100'ünün Ni içeriklerinin "izin verilebilir" düzeyde olduğunu saptanmıştır. Ancak bazı toprakların Ni içeriklerinin sınır değer olan 10 mg/kg 'a yakın olduğu gerekli önlemler alınmadığında oranların artacağı saptanmıştır (Şekil 4.8).

Çizelge 4.18. Toprakta ekstrakte edilebilir Ni için kritik değerler (Gerendas ve ark 1999).

Ni (mg/kg)	Değerlendirme
< 10	İzin verilebilir
> 10	Toksik

Pak (2011), Kırklareli ilinde 50 toprak örneği üzerinde yaptığı bir çalışmada % 0 oranında "toksik" ve % 100 oranında "izin verilebilir" olmak üzere Ni bulguları saptamıştır.

Adiloğlu ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada tarım topraklarındaki Ni kirliliğinin fitoremediasyon yöntemi ile giderilebileceği ortaya konulmuştur.



şekil 4.8. Topraklarda Ni toksisitesi, %

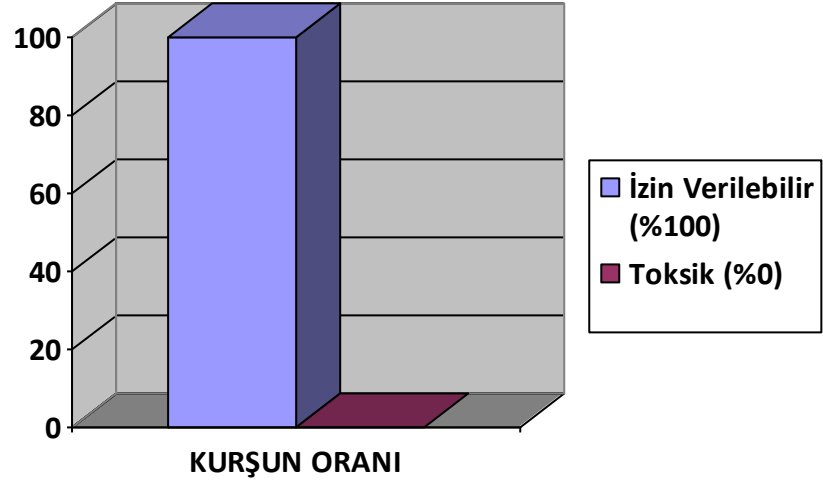
4.4.5. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kurşun İçerikleri

Toprak rneklerinin ekstrakte edilebilir kurřun içerikleri en dűřük 0.29 mg/kg ve en yűksek 2.45 mg/kg arasında olduđu bulunmuřtur (izelge 4.14). Diđer taraftan söz konusu bu deđerler izelge 4.19'a göre deđerlendirilmiř ve % 100'űnűn "izin verilebilir" dűzeyde olduđu tespit edilmiřtir (řekil 4.9).

Pak (2011), Kırklareli ilinde 50 toprak rneđi űzerinde yaptđđ çalıřmada % 2 oranında "toksik" ve % 98 oranında "izin verilebilir" olmak űzere Pb bulgularına ulařmıřtır.

Çizelge 4.19. Toprakta ekstrakte edilebilir Pb için kritik değerler (Chapman 1971).

Pb (mg/kg)	Değerlendirme
< 4	İzin verilebilir
> 4	Toksik



Şekil 4.9. Topraklarda Pb toksisitesi, %

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

İstanbul sanayileşmenin ön plana çıktığı, Avrupa ve Anadolu arasında önemli bir kavşak oluşturmasıyla beraber artan şehirleşmenin tarım arazileriyle bütünleşmesi sonucunda artan kirlilik; toprak, su ve hava ortamındaki parametrelerin değişmesine neden olmuştur. Bu çalışmada artan sanayileşme ve araç sayısına bağlı olarak TEM otoyolu yakınlarında bulunan tarım topraklarında bazı ağır metal kapsamları araştırılmış ve çalışma bölgesindeki tarım topraklarında aşağıda yer alan bulguları ortaya çıkarmıştır.

Çalışma yapılan bölge topraklarında organik madde kapsamları bakımından yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Tüm ülke topraklarında olduğu gibi çalışma yapılan alanda da yetersiz olan organik madde kapsamının bu şekilde az olmasının nedenleri çeşitlidir. Toprak kalitesinin en önemli unsuru konusunda bilim adamları canlı sayısının önemli bir kıstas olduğunu vurgulamıştır. Topraklarda mikroorganizmaların yaşam faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli besine ve enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu yüzden topraklarda çiftçilerin bilgilendirilmesine karşın hasattan sonra arazide kalan anız, sap vb. yakılması sonucunda topraklarda canlı faaliyeti azalmakta bu durum ise toprağın organik madde içeriğini düşürmektedir. Ayrıca toprak sürümünde uygulanan yanlış yöntemler, bilinçsiz gübreleme, çiftlik gübresi yerine kimyasal gübre kullanımının artması toprakların organik madde içeriklerini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Toprakların organik madde içeriklerini istenilen düzeylere getirmek için veya istenilen düzeylerde tutmak için öncelikle çiftçiler gübreleme konusunda bilgilendirilmeli, gübre seçimine dikkat edilmeli, hasattan arta kalan ürünler yakılma yoluna gidilmemeli ve uygun toprak işleme yöntemleri seçilmelidir.

Çalışma sahası içerisine giren toprakların "hafif alkalin" bir parametreyle karşılaştığı tespit edilmiştir. Toprakların pH değerinin 6.5-7.0 aralığında bir değer uygun olarak görülmekte olmasına karşın yapılan çalışmada ortalama 7.49 pH değeriyle karşılaşılmıştır. Alkalin topraklar Mn, Zn, B ve Fe alımında ve ayrıca P elverişliliğini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu durum da topraklarda bazı bitki besin elementlerinin elverişli konumdan elverişsiz konuma geçmelerine neden olmaktadır. Toprakların "hafif alkalin" konumundan "alkalin" konumuna geçmemesi adına topraktaki mikroorganizma faaliyetleri artırılmalı ve monokültür tarım uygulamasından

vazgeçilmelidir. Toprağın pH'nın yükseltilmesi alçaltılmasından daha kolay olduğu için gerekli önlemler alınmalıdır.

Araştırma yapılan toprak örneklerinin oransal olarak yüksek miktarda az kireçli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fakat kireçli, orta kireçli ve fazla kireçli toprak örneği örnekleri de saptanmıştır. Yağışlı bölgelerde kireç taşından oluşan topraklar da dahi Ca ve diğer bazı katyonların aşırı yıkaması durumunda yüzey toprak tabakası giderek asitleşmekte ve Ca noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Fazla yağış altında toprak yüzeyinde oluşan karbonik asidin kireç çözücü etkisi de profil boyunca Ca yıkanmasını hızlandırmaktadır. Yeterli kireç miktarına sahip olmayan topraklarda kireçleme yapılabilir fakat kireçleme ile toprağın pH değerinin arzu edilenden daha yüksek bir değere çıkarılması, bazı sorunları da beraberinde getireceğinden kireçleme işleminde dikkat edilmelidir.

Araştırma yapılan toprak örneklerinde yarayışlı fosfor içerikleri oransal olarak büyük kısmı "yeterli" olduğu tespit edilmiştir. Fosfor bitkilerde proteinler, enzimler, koenzimler, nükleik asitler ve fosfolipidlerin önemli yapısal bileşenidir. Bitkiler nükleik asit olmaksızın tohum ve meyve bağlayamamakta ve yeniden çoğalamamaktadırlar. Fosfor çiçeklenme, tohum bağlama, erken büyüme ve kök oluşumunu teşvik etmektedir. Yetersizliğinde ise kök/gövde oranı azalmaktadır. Fosfor noksanlığında karbonhidratların kullanımı azalmakta ve bitkilerde koyu yeşil yaprak rengi oluşmaktadır.

Araştırma alanı topraklarının tamamına yakınında Fe'nin yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Demirin bitkilerde fazlalığı sonucunda demir toksikliği (bronzlaşma) görülebilmektedir. Bu nedenle tarım topraklarında bazen Fe toksikliğini gidermek için K uygulaması yapılabilmektedir. Diğer taraftan araştırma alanı topraklarının tamamında bakırın bitki gelişimi için yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanı topraklarında Zn ve Mn eksikliğinin bulunduğu tespit edilmiştir. Çinko genel olarak toprakta az bulunan bir elementtir. Çinko mineralleri kolay ayrışmadığından yer kabuğu ile toprağın Zn içerikleri benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla toprakta Zn konsantrasyonunu ana materyale bağlı olarak önemli düzeyde değişmektedir. Çinko, asit karakterli topraklarda katyonların değişim yüzeylerine bağlanırken, alkalın topraklarda kimyasal bağlanma ile yarayışsız hale gelmektedir.

Araştırma yapılan alandan toplanan toprak örneklerinde Cd, Ni ve Pb elementlerinin "izin verilebilir" düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Fakat bahsi geçen bu elementlerin bazı noktalarda sınır değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde kirlilik parametrelerinin artmasıyla beraber "izin verilebilir" durumda olan alanların "toksik" duruma geçmesiyle karşılaşabileceği dikkate alınmalıdır.

Araştırma topraklarında Co ve Cr elementlerinin ise bazı lokasyonlarda "toksik" duruma ulaştığı saptanmıştır. Söz konusu kirlilik oranı kobalt elementi için % 25 ve krom elementi için ise % 5 düzeyinde saptanmıştır. Ayrıca söz konusu bu elementlerin kritik değerlere yakın olduğu bazı toprak örneklerinin varlığı da saptanmıştır.

Sonuç olarak, yapılan çalışmada tarımsal faaliyetlerin yapıldığı topraklarda Co ve Cr elementlerinin "toksik" düzeyde olduğu toprak örnekleri tespit edilmiştir. Bazı toprak örneklerinde ise bu elementlerin kritik değerlerde olduğu kirlilik düzeyinin artmasıyla kritik düzeyde olan toprakların "toksik" düzeye geçme ihtimali bulunmaktadır. Bu yüzden ki toprak kirliliğinin önlenmesi adına alınması gerekli önlemler sıklaştırılmalı gerekli yasal tedbirler mutlaka alınmalıdır. Ayrıca kirlilik belirlenen tarım alanlarının başta fitoremediasyon yöntemi olmak üzere çevreye duyarlı ve ekolojik yöntemler ile ağır metal kirliliğinden arındırılması gereklidir.

6. KAYNAKLAR

- Adiloğlu A, (1998). The Relationships Between Available Fe, Cu, Zn and Mn Contents and Some Properties of Acid Soils in Kırklareli Region. International Symposium on Arid Region Soils, 400-405, Menemen- İzmir.
- Adiloğlu A, (2003). Determination of Suitable Chemical Extraction Methods for Available Iron Content of the Soils from Edirne Province in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6 (5): 505-510.
- Adiloğlu A, (2012). Türkiye Tarımı ve Geleceği Paneli. NKÜ Ziraat Fakóltesi'nin 30. Kuruluş Yılı Etkinlikleri, 15 Mayıs, Tekirdağ.
- Adiloğlu A, Adiloğlu S, (2003). The Investigation of Some Available Trace Element Contents of Acid Soils in Turkey. Archives of Agronomy and Soil Science, 49: 179-185.
- Adiloğlu A, Adiloğlu S, (2005). An Investigation on Nutritional Problems of Hazelnut (*Corylus avellana*) Grown in Acid Soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36 (15-16): 2219- 2226.
- Adiloğlu A, Adiloğlu S, (2006). An Investigation on Nutritional Status of Tea (*Camellia sinensis* L.) Grown in Eastern Black Sea Region of Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9 (3): 365- 370.
- Adiloğlu A, Adiloğlu S, Gönölsüz E, (2002). The Available K Status of Tekirdağ Soils and the Comparison of Chemical Extraction Methods to Determine Plant Available K Content. 13th International Symposium of the International Scientific Center of Fertilizers (CIEC), 547-555, Tokat.
- Adiloğlu A, Bellitürk B, (1999). Trabzon Yöresinde Fındık Yetiştirilen Asit Topraklara Farklı Miktarlarda Kireç Uygulamasının Yarayışlı Mikrobesein Elementleri Üzerine Etkisi. Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu, Cilt: 2, 491-502, Samsun.
- Adiloğlu A, Güler M, (2010). Hayrabolu Yöresi Topraklarının Verimlilik Durumu. Hayrabolu İlçesi Değerleri Sempozyumu, 13 Ekim, s: 98- 101, Hayrabolu.
- Adiloğlu A, Karaman MR, (2014). Trakya Bölgesi'nde Toprakların Organik Madde İçeriklerinin 1984- 2013 Yılları Arasındaki Değerışim Trendi. Uluslararası Katılımlı 2. Humik Madde Kongresi, 26- 28 Ekim, K. Maraş.
- Adiloğlu A, Karaman MR, Adiloğlu S, Karakaş Ö, (2012). Humik Madde Kaynağı Olarak Üzüm Posası Uygulamasının Farklı Özellikteki Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerine Etkisi. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi Özel Sayısı, 14 (1): 317- 325, Sakarya.

- Adiloğlu A, Pak O, Adiloğlu S, Karaman MR, (2013). An Investigation of Some Heavy Metal Pollution along the TEM Motorway Soils in Kırklareli, Turkey. *Soil Water Journal*, 2 (2): 1897- 1994.
- Adiloğlu S, (2013). Tekirdağ İlinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Adiloğlu S, Adiloğlu A, Eryılmaz Açıkgöz F, Yeniaras T, Solmaz Y, (2015). Phytoremediation of Cadmium (Cd) from Agricultural Soils Using Dock (*Rumex patientia* L.) Plant. International Conference on Civil and Environmental Engineering.20- 23 May, Cappadocia, Nevşehir, Turkey.
- Adiloğlu S, Sağlam MT, Adiloğlu A, Sume A, (2014). Phytoremediation of Nickel (Ni) from Agricultural Soils Using Canola (*Brassica napus* L.). *Desalination and Water Treatment*, Special Issue, p: 1–6.
- Alloway BJ, (1995). Cadmium. In BJ Alloway (Ed.). *Heavy Metals in Soils*. Blackie, London.
- Alparslan M, Güneş A, İnal A, (2005). *Deneme Tekniği*. 2.Baskı, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1543, Ankara.
- Altınbaş A, Çengel M, Uysal H, Okur B, Okur N, Kurucu Y, Delibacak S, (2004). *Toprak Bilimi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557. İzmir. 355s.
- Anonim, (2014a). *Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği*. (Erişim tarihi: Ekim 2014).
- Anonim, (2014b). İstanbul İl Çevre Durum Raporu, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, [http://www.csb.gov.tr/İl_Cevre_Durum_Raporu/İstanbul_\(2012\)_\(Erişim_tarihi:_Ekim_2014\)](http://www.csb.gov.tr/İl_Cevre_Durum_Raporu/İstanbul_(2012)_(Erişim_tarihi:_Ekim_2014).).
- Anonim, (2014c). <http://www.kgm.gov.tr>, (Erişim tarihi: Ekim 2014).
- Anonim, (2014d). <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme> (Erişim tarihi: Ekim 2014).
- Anonim, (2014e). <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: Ekim 2014)
- Asri FÖ, Sönmez S, (2006). Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi*, Cilt 23 (2): 36- 45.
- Bakış R, Bilgin M, (1998). Çöp Sızıntı Sularından Dolayı Topraklarda Meydana Gelen Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, s: 167-170, Kayseri.
- Baralkiewicz D, Siepak J, (1999). Chromium, Nickel and Cobalt in Environment Samples and Existing Legal Norms. *Polish J. Environ. Stud.* 8: 201-208.
- Barnette RM, Warner JD, (1935). Responses of Chlorotic Corn Plants to the Application of Zinc Sulfate to the Soil. *Soil Sci.* 39: 145-159.

- Bergman W, (1992), Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Dritte, Erweiterte Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.
- Bingöl Ü, (1992). Ankara Cadde Ağaçlarından *Aesculus hippocatanum* L.'de Kurşun Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., 62 s, Ankara.
- Bolle Jones EW, Mallikarju-neswara VR, (1957). Cobalt: Effects on the Growth and Composition of Hevea. J. Rubber Research Inst. Malaya, 15: 128-140.
- Bowen HJM, (1966). Trace element in Biochemistry, Academic Press, London.
- Brümmer GW, Homburg V, Hiller DA, (1991). Schwer Metallbelastung von Böden. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkudl. Geselsch. 63, 31-42.
- Camelo LGL, Miguez SR, Margan L, (1997). Heavy Metals Input with Phosphate Fertilizers used in Argentina, Science of the Total Environment 204: 45-250.
- Carrigan RA, Erwin TC, (1951). Cobalt Determination in Soils by Spectrographic Analysis Following Chemical Preconcentration. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 15: 145- 149.
- Chapman HD, (1971). Proceedings of Int. Symposium Soil Fert. Eval. New Delhi 1: 927-947.
- Chow TJ, (1970). Lead Accumulation in Roadside Soil and Grass. Nature (London), 225-296.
- Demiralay İ, (1993). Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yayınları No: 143, s: 6-11. Erzurum.
- Deniz M, (2003). Ağır Metal Kirliliği ve Ekosistem Üzerine Olan Etkileri. Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.
- Dürüst N, Dürüst Y, Tuğrul D, Zengin M, (2004). Heavy Metal Contents of *Pinus radiata* Trees of İzmit (Turkey). Asian J. of Chemistry, Vol: 16 (2): 1129- 1134.
- Elzinga EJ, Sparks DL, (2001). Reaction Condition Effects on Nickel Sorption Mechanisms in Illite-Wate Suspensions. Soil Science Soc. of Amer. Journal, 65 (1): 1-278.
- Eyüpoğlu F, (2002). Türkiye Gübre Gereksinimi, Tüketimi ve Geleceği. Köy Hizm. Gen. Müd. Genel Yay. No: 2, Ankara.
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S, (1996). Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Bazı Mikro Element (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Gen Müd. Yayın No: 217, Ankara.
- FAO (1990). Micronutrient, Assesment and the Country Level: An International Study. FAO Soils Bulletin 63, Rome, Italy.
- Foy CD, Chaney RL, White MC, (1978). The Physiology of Metal Toxicity in Plants. Ann Rev. Plant Physiol 29: 511-566.

- Fujimoto G, Sherman GD, (1950). Cobalt Content of Typical Soils and Plants of the Hawaiian Island. Argon. Jour. 42: 577-581.
- Gayer RA, (1991). Toxic Effects of Metals in: Caserett and Doull's Toxicology the Basic Sci. of Poisons (Amdur MO, Doull J, Klaassen CD,) Pergamon Press, New York, 1032.
- Gerendas JJ, C. Polacco C, Freyermuth SK, Sattelmacher B, (1999). Significance of Nickel for Plant Growth and Metabolism. J. Plant Nutr. Soil Sci. 162: 241-256.
- Haktanır K, Arcak S, (1998). Çevre Kirliliği, Ankara Üniversitesi, Ders Kitabı, Ankara.
- Haktanır K, Arcak S, Erpul G, (1995). Yol Kenarındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metal Birikimi. Engineerind and Sci. 19: 423-431.
- Hallsworth EG, Wilson SB, Greenwood EAN, (1960). Copper and Cobalt in Nitrogen Fixation. Nature, 187: 79-80.
- Holmes RS, (1943). Copper and Zinc Contents of Certain United States Soils. Soil Sci. 56: 359-370.
- Hossner LR, Loppert RH, Newton RJ, (1998). Literature Review: Phytoaccumulation of Chrmium. Uranium and Plutonium in Plant Systems. Amarillo National Resource Center for Plutonium, ANRCP-1998-3.
- Jackson ML, (1967). Soil Chemical Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc, USA.
- John MK, (1972). Lead Availability Related to Soil Properties and Extractable Lead. J. Environ. Quality I (3): 295- 298.
- Kabata- Pendias A, Pendias H, (1992). Trace Elements in Soils and Plants, 2nd Edition CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London.
- Kacar B, (1995). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. A. Ü. Ziraat Fak. Eğit., Araşt. ve Gel. Vakfı Yay. No: 3, Ankara.
- Kacar B, İnal A, (2010). Bitki Analizleri, Nobel Yayınları No: 1241.
- Kacar B, Katkat AV, (2007). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayınları No: 1119.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S, (2004). Metallerin Çevresel Etkileri-I, Metalurji Dergisi, s: 47-53, Sayı 136.
- Karaca A, (1997) Erzurum Topraklarında Motorlu Araç Emisyonlarından Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Karademir M, Toker MC, (1995). Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim ve Bitkilerde Egsoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi. II. Ul. Eko. ve Çevre Kong., s: 699-711.

- Karagüzel A, (1981). Egzoz Gazlarıyla Çevremize Yayılan Tehlike ‘‘Kurşun’’. Bilim ve Teknik, Cilt: 14: 37-40
- Kennedy CD, Gonsalves FAN, (1987). The Action of Divalent Zinc, Cadmium, Mercury, Copper and Lead on the Trans-Root Potantiel and Eflux of Excised Roots. J. Exp. Bot., 38: 800-817.
- Lagerwerff JV, (1971). Uptake of Cadmium, Lead and Zinc by Radish from Soil and Air. Soil Sci. 111: 129- 133.
- Lagerwerff JW, Speck AW, (1970). Contamination of Roadside Soil and Vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc. Environ. Sci. Technolgy. 4: 583-586
- Lindsay WL, Norvell WA, (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganase and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421- 428.
- McLaren RG, Williams JG and Swift RS, (1983). Some Observations on the Desorption Behaviour of Copper with Soil Components. Journal of Soil Science, 34: 325-331.
- Mertz W, (1969). Chromium Occurrence and Function in Biological Systems. Physiol. Rev. 49: 163-239.
- Nelson DW, Sommers LE, (1982). Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Methods of Soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No. 9. (2nd Ed.), p: 539-579, ASA-SSSA, Madison, Winsconsin, USA.
- Okcu M, Tozlu E, Kumlay AM, Pehlivan M, (2009) Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum. İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, s: 21-22, İğdır.
- Onar AN, Temizer A, (1987). Çevre Kirliliğine Etkisinin Ölçüsü Olarak Cd ve Pb Derişimlerinin İdrarda Tayini. Doğa Mühendislik ve Çevre Dergisi, 11/2: 254-267.
- Örnektekin S, (1997). A Study of Heavy Metal Pollution from Motor Vehicle Emissions and its Effects on Soil in İskenderun, North-East Mediterranean. 21: 45-79.
- Pak O, (2011). Kırklareli Sınırları İçerisindeki Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Richard WH, Van Soyoc S, (1984). Trace elemnt up-take by sagebrush leaves in Washington. Env. Exp. Bot. 24: 101- 110.
- Rossiter RC, Curnaw DH, Underwood EJ, (1948). The Effect of Cobalt Sulfate on the Cobalt Content of Subterranean Clover (*Trifolium subterraneum* var. Dwalganup) at Three Stages of Growth. Jour. Australian. Inst. Agr. Sci. 14 (1): 9-14.
- Rout GR, Das P, (2003). Effect of Metal Toxicity on Plant Growth and Metabolisim: I. Zinc. Agronomie 23: 3- 11.

- Sağlam MT, (2012). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi, Yayın No: 2, Tekirdağ.
- Sarı T, (2009). Edirne ili ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. NKÜ Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Saygıdeğer S, (1995). *Lycopersicum esculentum* L. Bitkisinin Çimlenmesi ve Gelişimi Üzerine Kurşunun Etkileri II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, s: 588-597 Ankara.
- Schachtschabel P, Blume HP, Brümmer G, Hartge KH, Schwertman U, (1995). Toprak Bilimi (Çevirenler; Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H,) Çukurova Üniversitesi Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16. 816 s, Adana.
- Scholl W, Enkelman R, (1984). Landw Forsch, 37: 286-297.
- Schroeder HA, Balasa JJ, (1963). Cadmium: Uptake by Vegetables from Superphosphate by Soil. Science 140: 819-820.
- Schwertmann V, Huit M, (1975). Z. Pflanzenerbahr Bodenk, 138: 397-405.
- Sommer AL, (1931). Copper as an Ess. Element for Plant Growth. Plant Phys. 6: 339-345.
- Sommer AL, (1945). Copper and Plant Growth. Soil Sci. 60: 71-80.
- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez NK, Kaya H, (2006). Toprakta Yapılan Bakır Uygulamalarının Toprak pH'sı ve Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1): 151-158.
- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez NK, Kaya H, Uz İ, (2006). High Level of Copper Application to Soil and Leaves Reduce the Growth and Yield of Tomato Plants, Scientia Agricola, 63: 213-218.
- Stevens D, (2003). Managing Cadmium in Vegetables. Vegenotes July.
- Suchodoller A, (1967). Untersuchungen Uiber Den Bleigehalt Von Pflanzen İn Der Nahe Von Strassen Und Uiber die Aufnahme und Translokaiton von Blei durch Pflanzen. Ber. Shweiz Bot. Ges. 77: 266-308)
- Swaine DJ, (1955). The Trace Element Content of Soils. Commonwealth Bur. Soil Sci. Tech. Comm. No. 48, p. 151. Herald Printing, York, England.
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD, (1985). Soil Fertility and Fertilizers. 4th Ed. p: 1-754. Macmillan Publishing Company, New York.
- Tok HH, (1997). Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaacılık, İstanbul.
- Topbaş MT, Brohi AR, Karaman MR, (1998). Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Tornabene TG, Edward HW, (1972). Microbial Uptake of Lead. Science 176: 1334-1335.

- Türkan İ, (1986). İzmir İl Merkezi ve Çevre Yollarında Yetişen Bitkilerde Pb, Zn ve Cd Kirlenmesinin Araştırılması. Doğa, TU, Bio. D. 10-1, 116.
- Wallace A, Soufi SM, Cha JW, Romney EM, (1976). Some Effects of Chromium Toxicity on Bush Bean Plants Grown in Soil. Plant Soil, 44: 471-473.
- Yaman S, (1995). Karayolu Kenar Topraklarında Kuşun Kirlenmesi (Ceyhan-Adana), Tr. J. of Engineering and Environmental Sciences, 19: 303-306
- Yıldız N, (2004). Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. Yüksek Lisans Ders Notları, Erzurum.
- Zengin KF, Munzuroğlu Ö, (2005). Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. strike) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni²⁺, Co²⁺, Cr³⁺, Zn²⁺) Etkileri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (1): 164-172.

7. ÖZGEÇMİŞ

4 Şubat 1989 yılında Ardahan’da doğdu. İlköğretim, Ortaöğretim ve Lise eğitimlerini İstanbul’ da tamamladıktan sonra 2007 yılında girdiği Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki ve Besleme Bölümü ’nden 2012 yılında mezun oldu. 2014 yılında çalışmaya başladığı Bilkent Holding’in iştiraki olan Tepe İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri AŞ’ de iş hayatına devam etmektedir.