

**KIRKLARELİ SINIRLARI İÇERİSİNDEKİ
OTOBAN KENARLARINDA
BULUNAN TARIM ARAZİLERİNDE
BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Ogün PAK
Yüksek Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Danışman: Prof.Dr. Aydın ADILOĞLU
2011

**T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KIRKLARELİ SINIRLARI İÇERİSİNDEKİ
OTOBAN KENARLARINDA
BULUNAN TARIM ARAZİLERİNDE
BAZI AĞIR METALKİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ogün PAK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

TEKİRDAĞ – 2011

Her Hakkı Saklıdır.

Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU danışmanlığında, Ogün PAK tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. M.Turgut SAĞLAM

İmza:

Üye: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

İmza:

Üye: Doç. Dr. Fatih KONUKÇU

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KIRKLARELİ SINIRLARI İÇERİSİNDEKİ OTOBAN KENARLARINDA BULUNAN TARIM ARAZİLERİNDE BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ogün PAK

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU

Bu araştırma, Kırklareli il sınırları içerisinde kalan TEM Otoyolunun kenarlarındaki tarım arazilerinin bazı ağır metallerin kirliliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bunun için Kırklareli'nin Lüleburgaz ve Babaeski ilçelerinden 50 farklı tarım arazisinden toprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre topraklar örneklerinin tamamının hafif alkali pH'da olduğu saptanmıştır. Toprakların tekstürleri genellikle "Kil (C)" tekstür sınıfında olup, kireç kapsamı bakımından "Orta Kireçli" sınıfına girmektedir. Toprakların organik madde kapsamı "Az" düzeydedir. Toprakların yararışlı P kapsamı "Az" sınıfındadır. Toprakların değişebilir K kapsamı ise "Yeterli" düzeydedir. Toprakların bitkilere yararışlı Fe, Zn ve Mn kapsamı "Yetersiz" düzeydedir. Toprakların Cu kapsamı ise "Yeterli" düzeydedir. Topraklarda şimdilik Cd, Co, Cr ve Ni kirliliği belirlenmemiştir. Ancak topraklarda Pb kirliliği saptanmıştır. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ağır metal içerikleri arasında önemli bazı istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kırklareli, toprak, otopan, ağır metal, kirlilik, Cd, Co, Cr, Ni, Pb.

2011, 55 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

An Investigation of Some Heavy Metal Pollution Along the TEM Motorway
Soils in Kırklareli

Ogün PAK

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

The aim of this research was to determine the heavy metal pollution of near the motorway soils in Kırklareli Province. For this purpose, soil samples were taken from 50 different agricultural lands near the motorway in Lüleburgaz and Babaeski district in Kırklareli. According to the results, the soils were slightly alkaline pH. The texture of soils was generally Clay (C) and medium lime as classified. Organic matter amount is insufficient in soils. The available P contents of soils are insufficient but, exchangeable K contents are sufficient. Available Cu contents of soils are sufficient, but available Fe, Zn and Mn contents are insufficient. Cadmium, Cr, Co and Ni pollution were not determined in the soils, presently. But Pb pollution was determined in the soil samples. Between some physical and chemical properties of soils and heavy metal contents of the soils were found important statistical relations.

Key Words: Kırklareli, motorway, soil, heavy metal, pollution, Cd, Co, Cr, Ni, Pb.

2011, 55 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sürecinde;

İhtiyaç duyduğum her konuda benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında büyük ilgi ve alaka ile bana yol gösteren, dürüstlüğü ve kişiliği ile hayatım boyunca örnek alacağım Tez Yöneticisi Hocam **Syn. Prof. Dr. Aydın ADİLOĞLU'na**,

Yıllardır olduğu gibi araştırma süresi boyunca da sabır ve anlayışla her zaman yanımda olan çok değerli Eşim **Selda PAK'a**,

Tüm Yüksek Lisans dönemim boyunca dersleri takip edebilmem ve araştırma süreci boyunca yapmış olduğum çalışmalar için ihtiyaç duyduğum izinler konusunda her zaman anlayışlı davranan Ahmetbey Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifi Yönetim Kurulu Başkan'ı **Syn. Ahmet KATI** ve Müdür'ü **Syn. Hüseyin İNCİ'ye**,

Araştırma alanı topraklarından örnek alma, kurutma ve toprak tahlil laboratuvarına ulaştırma işlemlerinde bana yardımcı olan değerli arkadaşlarım **Selçuk ERGÜN, Murat SÖNMEZ, Aykut TOPAÇ** ve **Biröl KİRAZ'a**,

Toprak örneklerinin bazı mikro element ve bazı ağır metal içeriklerine ait grafiklerin hazırlanması konusunda bana yardımcı olan iş arkadaşım değerli **Gökay ARABACI** ve eşi **Sevil ARABACI'YA**,

Bu araştırmanın NKUBAP.00.24.YL.10.24 Proje No ile yürütülmesi için maddi destek sağlayan **Namık Kemal Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Başkanlığı'na**

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER 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	6
2. 3. 1. Kadmiyum (Cd).....	6
2. 3. 2. Kobalt (Co).....	8
2. 3. 3. Krom (Cr).....	9
2. 3. 4. Kurşun (Pb).....	10
2. 3. 5. Nikel (Ni).....	12
2. 3. 6. Demir (Fe).....	13
2. 3. 7. Bakır (Cu).....	14
2. 3. 8. Çinko (Zn).....	15
2. 3. 9. Mangan (Mn).....	17
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. Tarımsal Arazi Kapsamı.....	21
3. 3. Materyal.....	23
3. 4. Yöntem.....	25
3. 4. 1. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	25
3. 4. 1. 1. Organik Madde	25

3. 4. 1. 2. Kireç.....	26
3. 4. 1. 3. Toprak Reaksiyonu (pH).....	26
3. 4. 1. 4. Tekstür.....	26
3. 4. 1. 5. Bitkiye Yararışlı Fosfor	26
3. 4. 1. 6. Değişebilir Potasyum.....	26
3. 4. 1. 7. Toplam Azot	26
3. 4. 1. 8. Bitkilere Yararışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn).....	27
3. 4. 1. 9. Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metaller (Cd, Co, Cr, Ni, Pb).....	27
3. 5. Sonuçların Değerlendirmesi.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4. 1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	28
4. 1. 1. Toprakların Organik Madde İçerikleri	29
4. 1. 2. Toprakların Kireç (CaCO ₃) İçerikleri	29
4. 1. 3. Toprakların pH değerleri.....	30
4. 1. 4. Toprakların Tesktür Sınıfları.....	30
4. 2. Toprak Örneklerinin Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri	30
4. 2. 1. Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçerikleri	32
4. 2. 2. Toprak Örneklerinin Bitkilere Yararışlı Fosfor İçerikleri	32
4. 2. 3. Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum İçerikleri	33
4. 3. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri.....	33
4. 3. 1. Toprakların Bitkilere Yararışlı Demir İçerikleri	35
4. 3. 2. Toprakların Bitkilere Yararışlı Bakır İçerikleri	35
4. 3. 3. Toprakların Bitkilere Yararışlı Çinko İçerikleri	36
4. 3. 4. Toprakların Bitkilere Yararışlı Mangan İçerikleri	37
4. 4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal Kapsamları.....	38
4. 4. 1. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kadmiyum İçerikleri	40
4. 4. 2. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kobalt İçerikleri	40
4. 4. 3. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Krom İçerikleri	41
4. 4. 4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Nikel İçerikleri	42
4. 4. 5. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kurşun İçerikleri	43
4. 5. Toprakların Ağır Metal İçerikleri İle Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	46

6. KAYNAKLAR	49
7. ÖZGEÇMİŞ	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Bazı Ağır Metallerin Bitkiler Üzerindeki Toksik Etkileri	3
Çizelge 3.1. Kırklareli İli Tarım Arazilerinin Dağılımı	21
Çizelge 3.2. Kırklareli İli Tarla Bitkileri Ekiliş Alanları	22
Çizelge 3.3. İl Arazisinin İlçeler İtibariyle Genel Dağılımı.....	22
Çizelge 3.4. Toprak Örneklerinin Alındığı Arazilere Ait Bazı Bilgiler	24
Çizelge 4.1. Araştırma Alanındaki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	28
Çizelge 4.2. Toprakların Organik Madde İçeriklerinin Sınıflandırılması.....	29
Çizelge 4.3. Toprakların Kireç İçeriklerinin Sınıflandırılması.....	29
Çizelge 4.4. Toprakların pH Değerlerine Göre Sınıflandırılması.....	30
Çizelge 4.5. Toprakların Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri.....	31
Çizelge 4.6. Toprakların Toplam Azot İçerikleri Bakımından Sınıflandırılması.....	32
Çizelge 4.7. Toprakların Yarayışlı P Bakımından Sınıflandırılması.....	32
Çizelge 4.8. Toprakların Değişebilir K Bakımından Sınıflandırılması.....	33
Çizelge 4.9. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Mikro Besin Elementi İçerikleri.....	34
Çizelge 4.10. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Fe Bakımından Sınıflandırılması.....	35
Çizelge 4.11. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Cu Bakımından Sınıflandırılması.....	36
Çizelge 4.12. Toprakların Yarayışlı Zn Bakımından Sınıflandırılması.....	37
Çizelge 4.13. Toprakların Yarayışlı Mn Bakımından Sınıflandırılması.....	38
Çizelge 4.14. Araştırma Alanı Topraklarının Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal İçerikleri..	39
Çizelge 4.15. Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Cd İçin Kritik Değerler.....	40
Çizelge 4.16. Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Co İçin Kritik Değerler.....	41
Çizelge 4.17. Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Cr İçin Kritik Değerler	42
Çizelge 4.18. Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Ni İçin Kritik Değerler	42
Çizelge 4.19. Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Pb İçin Kritik Değerler	43

Çizelge 4.20. Toprakların Ağır Metal İçerikleriyle Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler.....	44
---	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Kırklareli İli Tarla Bitkileri Ekiliş Alanları	22
Şekil 3.2. Kırklareli İli İlçelerinden Toprak Örneklerinin Alındığı Yerler.....	25
Şekil 4.1. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Fe İçeriği Yetersizliği.....	35
Şekil 4.2. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Cu İçeriği Yetersizliği	36
Şekil 4.3. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Zn İçeriği Yetersizliği	37
Şekil 4.4. Toprak Örneklerinin Yarayışlı Mn İçeriği Yetersizliği	38
Şekil 4.5. Araştırma Alanı Topraklarındaki Cd Kirliliği.....	40
Şekil 4.6. Araştırma Alanı Topraklarındaki Co Kirliliği.....	41
Şekil 4.7. Araştırma Alanı Topraklarındaki Cr Kirliliği.....	42
Şekil 4.8. Araştırma Alanı Topraklarındaki Ni Kirliliği.....	43
Şekil 4.9. Araştırma Alanı Topraklarındaki Pb Kirliliği.....	44

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılda birçok bilimsel ve teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. İnsan ve çevre üzerine etkileri göz önüne alındığında bu gelişmelerden en önemlisinin sanayileşme olduğunu görmekteyiz. Sanayileşme ile birlikte iş imkânları ve üretim artmış, yaşam standartları yükselmiştir. Sanayileşme sayesinde tarım makineleşmiş, böylece aynı miktar topraktan daha fazla insan beslenebilir hale gelmiştir.

Sanayileşmenin olumlu yanlarının yanında olumsuz yanları da bulunmakla beraber bunların başında insana ve çevreye olan olumsuz etkileri gelmektedir. Endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaşmasıyla birlikte ortaya çıkan toprak, su ve hava kirlilikleri tüm yaşamı olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Endüstri devriminin ardından başlayan çevre kirliliği özellikle 2. Dünya savaşının ardından tüm dünyaya yayılmıştır.

Endüstriyel işlem ve ürünlerde ağır metal kullanımı son yıllarda hızla artmış ve buna bağlı olarak insanlar üzerindeki etkisi de tehlikeli değerlere ulaşmıştır. Günlük hayatta o kadar çok ağır metal içeren ürün kullanılmaktadır ki şimdilik bunların etkisinden kurtulmamız mümkün gözükmemektedir. Otomobil egzozlarından çıkan binlerce ton ağır metal içme sularına, tarım arazilerine, tüketilen bitkisel ve hayvansal gıdalara bulaşmakta ve oradan da insan vücuduna alınmaktadır (<http://www.paylastr.org/kimya/110434-agir-metal-kirliligi-ve-insan-sagligina-etkileri.html>).

Ağır metallerin insan vücudunda pek fazla olumlu fonksiyonu olmayıp çoğunlukla toksik etkiye neden olmaktadır. Ağır metaller solunum, beslenme ve deri yoluyla insan vücuduna girerek dokularda birikmeye başlarlar. Bu ağır metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ise zaman içinde toksik değere ulaşarak insan sağlığını olumsuz etkilemektedirler. Günümüzde endüstriyel faaliyetler ve otomobil egzozlarından çıkan gazlardan dolayı ağır metaller toprak, su ve havada ciddi miktarlara ulaşmıştır.

Topraklarda ağır metal birikimi daha çok yüzeyde veya yüzeye yakın derinliklerde oluşmaktadır. Çünkü ağır metallerin hemen tamamı toprakta kil mineralleri üzerinde adsorbe olmakta ya da topraktaki organik bileşiklerle organo-mineral bileşikler oluşturarak kararlı forma dönüşmektedirler. Toprakta ağır metal birikimi derinlikle birlikte genellikle azalmaktadır (Tok 1997).

Ülkemizde tarım topraklarında bulunabilecek bazı ağır metallere ilişkin toplam izin verilebilir sınır değerleri ilgili yönetmeliğe göre şu şekildedir (Tok 1997).

Topraklarda Bulunabilecek Tolere Edilebilir Toplam Ağır Metal Sınır Değerleri;

Kurşun (Pb)	: 100 mgkg ⁻¹
Kadmiyum (Cd)	: 3 “
Krom (Cr)	: 100 “
Bakır (Cu)	: 100 “
Nikel (Ni)	: 50 “
Civa (Hg)	: 2 “
Çinko (Zn)	: 300 “

Bitki kök bölgesine ulaşan ağır metallere Zn, Mn, Co, Cu, Mo ve Ni bitki gelişimi için mutlak gerekli iken Al, V, As, Hg, Pb, Cd ve Se genellikle toksik etkilidir. Bitkiler için mutlak gerekli olan veya gerekli olmayan ağır metallere bitki doku ve organlarında aşırı birikimi vejetatif ve generatif gelişimi olumsuz olarak etkilemektedir (Gür ve ark. 2004).

Ağır metallere çoğu toksik etkileri nedeniyle bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su absorpsiyonu, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membran stabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Topraktaki ağır metal kirliliğinin bitkilerdeki semptomları metalden metale değişebildiği gibi bitki türleri arasında da farklılık göstermektedir. Bitkilerdeki genel olarak görülen toksisite belirtileri klorosis, kahverengi beneklerin oluşumu, yaprak, gövde ve kök kısımlarının deformasyonu gibi değişik nekrotik belirtiler şeklinde sıralanabilir (Tok 1997).

Çizelge 1.1.'de bazı ağır elementlerin bitkilerdeki toksisite belirtileri verilmiştir (Tok 1997, Kacar ve İnal 2008).

Çizelge 1.1. Bazı ağır metallerin bitkiler üzerindeki toksik etkileri.

Ağır Metal	Bitkideki Semptomları	Bitkiler
Al	Bodurlaşma, koyu yeşil yaprak, morlaşan sap, yaprak ucunun ölmesi ve kümeleşen, zarar gören kök	Tahıllar
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
As	Yaşlı yapraklarda kırmızı- kahverengi lekeler, köklerin sararması ve kahverengileşmesi, kötü kardeşlenme	Fasulye, soğan, bezelye, tatlı mısır, çilek
Hg	Aşırı derecede bodurlaşma, çimlenme güçlüğü, yaprakta klorosis ve uçlarda kahverengileşme	Şeker pancarı, mısır ve gülgiller
Mn	Yaşlı yapraklarda klorosis ve nekrosis, yaprak uçlarında kuruma, bodur kök sistemi	Tahıllar, sebzeler, patates ve lahana
Mo	Yaprakların sararması ve sonra da kahverengileşmesi, dengesiz kök sistemi ve kardeşlenme	Tahıllar
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, Kırklareli il sınırları içerisinde kalan bölümünün kenarlarındaki tarım arazilerinin 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 metaller yerkabuğunda doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Bozulmaz ve yok edilemezler. Küçük bir miktara kadar insan vücuduna gıdalar, içme suyu ve hava yolu ile girerler. İz elementler gibi bazı ağır metaller (örneğin bakır, selenyum, çinko) insan vücudunun metabolizmasını sürdürmek için gereklidir. Bununla birlikte yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilirler. Örneğin ağır metal bulaşması olmuş içme suyundan, kirli hava konsantrasyonunun yüksek olmasından veya gıda zinciri yoluyla ağır metal zehirlenmesi oluşabilmektedir.

Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 'den daha büyük olan metaller için kullanılır. Bu grupta yer alan kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko başta olmak üzere altmıştan fazla metal doğaları gereği, yerkürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde kararlı bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar.

Ağır metallerin ekolojik sistemdeki yayılmaları doğal çevrimlerden çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle olmaktadır. Ayrıca kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılımı önemli miktarlara ulaşabilmektedir. Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu 7600 ton kadmiyum, 18800 ton arsenik, 3600 ton cıva, 332000 ton kurşun atmosfere salınmaktadır. İnsan aktivitelerinin katkısıyla bu miktarlar selenyum için 19 kat; kadmiyum için 8 kat; cıva, kurşun ve kalay için 6 kat; arsenik, nikel ve krom için 3 kat artmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Ağır metallerin su kaynaklarına ulaşması, endüstriyel atıkların veya asit yağmurların toprağa ulaşması ve toprağın bileşiminde bulunan ağır metalleri de çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına taşınmasıyla olur. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat ve sülfür bileşikleri halinde su tabanına çökerler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan suların ağır metal derişimi sürekli olarak yükselir, başka bir deyişle bu katmanlar metalce zenginleşir. Endüstriyel atık sularla toprak ekosistemine ulaşan ağır metaller toprakta birikmektedir. Toprakta biriken bu metallerin çözünürlüğü toprağın pH değerinden önemli ölçüde etkilenmektedir.

Yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren bazı elementler bitkiler için mutlak gereklidir. Bu elementler Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Co ve bazı şartlarda da Ni'dir. Bununla birlikte Cd, Cr, Hg ve Pb gibi diğer bazı ağır metaller ise endüstriyel aktivite sonucu olarak atık ürünlerde ve atık sularla artarak tarımsal ekosistemlere dahil olmakta ve çevre kirlenmesi açısından önem kazanmaktadır (Dağdeviren 2007).

2. 2. Toprakta Ağır Metallerin Kaynakları

Topraklar bileşimlerine bağlı olarak farklı oran ve formlarda ağır metaller içerirler. Ağır metallerin toprak ekosistemi içerisindeki jeolojik nedenlerle oluşan doğal dağılımı son yıllarda antropojen etkileşim ile önemli ölçüde değişmeye başlamıştır (Başkaya ve Teksoy 1997).

Toprak, üzerinde ve içinde yaşayan canlıların doğrudan kullandıkları bir ortamdır. Ancak toprakta meydana gelen çeşitli olaylar ve etkileşimler su ve hava ortamındaki gibi kısa sürede fark edilemez. Bunun sebebi toprağın tamponluk gücünün toksik etkili bileşenlere olan direnci sonucu kimyasal yolla meydana gelebilecek olan kirlilik parametrelerinin belirlenmesini zorlaştırabilmektedir. Toprağın üzerindeki tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucunda doğal yapısı tamamen veya kısmen yabancı maddeler tarafından kirlenir. Bu maddelerin pek çoğu toprağın bünyesinde belirli oranlarda ve çoğunlukla eser miktarlarda bulunur. Bu bakımdan kimyasal kirlilik gündeme geldiğinde ilk akla gelen kirleticiler ağır metallerdir (Mater 1998)

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).

Toprağın tekstürü, katyon değişim kapasitesi, pH değeri, organik madde miktarı gibi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ağır metallerin toprakta birikmesinde önemlidir. Özellikle ağır bünyeli topraklarda katyon değişim kapasitesinin yüksek oluşu nedeniyle ağır metalleri büyük ölçüde absorbe edebilmektedirler. Ayrıca organik madde bakımından zengin topraklar da ağır metalleri daha fazla absorbe ederek zor çözünebilir bileşiklerin oluşmasına neden olmakta ve toprakta ağır metal kirliliğini artırmaktadır (Bakış ve Bilgin 1998).

Asit yağmurlarının etkilediği bölgelerdeki topraklarda artan asitleşme ve dolayısıyla topraklarda ağır metal birikiminin artışı, bitkiler tarafından ağır metallerin alınmasını artırmakta ve toksisite semptomlarının hızlanmasına neden olmaktadır (Ulrich 1980).

Otoyollardaki yoğun araç trafiği otoyol kenarlarındaki tarım topraklarını ağır metal kirliliği bakımından önemli ölçüde etkilemektedir. Bu tip tarım arazilerinde özellikle Cd, Pb ve Ni kirliliğini önemli ölçüde arttırdığı bilinmektedir (Hakerler ve ark. 1995, Sarı 2009).

2.3. Toprakta Toksik Olabilen Bazı Ağır Metaller

2.3.1. Kadmiyum

Bitkiler için mutlak gerekli olmayan kadmiyum enerji santralleri, ısıtma sistemleri, fosforlu gübre endüstrisi, artıma çamurları, metalürji sanayi, trafik vb çeşitli yollarla toprağa karışarak kirlilik yaratmakta ve bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir (Garrido ve ark. 1998, Benavides ve ark. 2005).

Çok az miktarlarda da olsa kadmiyum tarım topraklarının hemen hepsinde bulunur. Toprakta Cd'un toplam tolere edilebilir miktarı 3 mgkg^{-1} (Topbaş ve ark. 1998); ekstrakte edilebilir Cd'un tolere edilebilir miktarı ise 0.2 mgkg^{-1} ' dır (Alloway 1995).

Kadmiyum tarım topraklarına değişik yollardan bulaşmaktadır. Okyanusların altındaki çökeltilerde yer alan kadmiyum ham fosfatlardan ve dolayısıyla fosforlu gübrelerden toprağa ulaşır. Ancak bu yolla toprağa ulaşan kadmiyum miktarı kesin olarak bilinmemektedir. Tarım ilaçlarından fungusitlerde bulunan kadmiyum ilaçlama yoluyla da toprağa bulaşabilmektedir (Ross ve Stewart 1969).

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

Brümmer vd. (1991) Almanya'nın Bonn şehrinde araç trafiğinin yoğun olduğu yol kenarlarından uzaklaştıkça topraktaki Cd miktarının $9,4 \text{ mgkg}^{-1}$ 'dan $0,7 \text{ mgkg}^{-1}$ '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 mgkg⁻¹'in altındadır (Kacar ve İnal 2008).

Cvetkovic ve ark. (2006) az kirlenmiş topraklarda 0.2–0.6 mgkg⁻¹ arasında Cd bulunmasına karşın aşırı kirlenmiş topraklarda bulunan Cd miktarının 800 mgkg⁻¹'a kadar ulaşabildiğini belirtmişlerdir.

Fabrikasyonla üretilen fosforlu gübrelerden de toprağa önemli miktarlarda Cd bulaşması olmaktadır. Trikalsiyum fosfattaki Cd miktarı 1–2 mgkg⁻¹ iken, süperfosfat ve diğer fosfor içeren kompoze gübrelerde Cd miktarı 50- 170 mgkg⁻¹ değerlerine ulaşabilmektedir. Topraktaki toplam Cd miktarı 1 mgkg⁻¹' 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 mgkg⁻¹ arasındadır. Toprakta artan Cd miktarı bitkilere olumsuz etki yapmaya başlamakta ve toksisite 3 mgkg⁻¹ Cd değerinden sonra 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 kadmiyum kolaylıkla alınır. Ayrıca kadmiyum bezelye, pancar ve marul gibi çapa bitkileri tarafından da alınmaktadır (Schroeder ve Balasa 1963). Kireçleme sonucu pH'sı yükseltilen topraklarda öteki ağır metaller gibi Cd alımı da azalmaktadır (Lagerweff 1971).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Cd miktarının 0,005 ile 0,087 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini bulmuş ve bu değerlerin şimdilik kirlilik sorunu yaratmadığını ortaya koymuştur.

2.3.2. Kobalt

Toprakların toplam Co içeriği 1 - 40 mgkg⁻¹, ekstrakte edilebilir Co içeriği ise 0,03 - 0,09 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Toprakta ekstrakte edilebilir Co'nın izin verilebilir sınır değeri 0,09 mgkg⁻¹'dir (Carrigan ve Erwin 1951).

Kültür bitkileri için mutlak gerekli besin elementi olmamakla beraber kobalta karşı ilgi geniş getiren hayvanların hazım işlevlerindeki yararının belirlendiği 1935 yılından sonra artmıştır. B₁₂ vitamininin yapı maddesi olduğunun 1948 yılında belirlenmesi ve bu vitaminin

insan ve hayvanlar için gerekli olması kobaltın önemini daha da arttırmıştır (Rickes ve ark 1948).

Yüksek bitkiler için mutlak gerekliliği henüz saptanamamakla beraber kobaltın baklagil bitkilerinin kök yumrularındaki Rhizobium için ve baklagil olmayan kızılağaç için mutlak gerekli olduğu bildirilmiştir (Ahmed ve Evans 1960, Hallsworth ve ark. 1960, Chatterjee ve Chatterjee 2005).

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 kobalt içeriğini artırdığını ancak ürünü etkilemediğini belirtmişlerdir.

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

Swaine (1955) göre toprakların toplam Co kapsamları 1 ile 40 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Kuşkusuz bu miktarların üzerinde Co içeren topraklarda bulunmaktadır. Nitekim Fujimoto ve Sherman (1950), 80 Hawaii toprağında Co miktarının 5 ile 156 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir.

Harvey (1937) yaptığı bir araştırmada, Batı Avustralya'da Co eksikliği görülen mera topraklarının 3 mgkg⁻¹'dan az kobalt içerdiklerini, iyi gelişim gösteren mera topraklarında ise Co'nun 4–40 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır.

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Co miktarının 0,011 ile 0,583 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki Co kirliliğinin mevcut olduğunu ve bu kirliliğin % 32,14 gibi yüksek bir değerde olduğunu ortaya koymuştur.

2.3.3. Krom

Tarım topraklarında izin verilebilir toplam Cr düzeyi 100 mgkg^{-1} ve ekstrakte edilebilir Cr düzeyi ise 1 mgkg^{-1} dolayındadır. Serpantin ana maddesinden oluşan topraklar Cr yönünden zengindir. Kromun topraklardaki toplam miktarı ana materyale göre değişmekle birlikte $7- 750 \text{ mgkg}^{-1}$ arasındadır. Topraklar toplam krom içeriklerine bakımından tekstürlerine göre değerlendirildiğinde ortalama olarak kumlu topraklarda 30 mgkg^{-1} , killi topraklarda 40 mgkg^{-1} ve kireçtaşıdan oluşmuş topraklarda ise 83 mgkg^{-1} bulunmaktadır. Krom toksisitesi özellikle ultrabazik kayalardan oluşan topraklarda görülmektedir (Bowen 1966; Tok 1997).

Krom da nikel gibi serpantinli topraklarda fazla miktarda bulunur (Hossner ve ark. 1998). 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.

Az miktardaki Cr'un bitki, insan ve hayvan beslenmesi için gerekli ve yararlı olduğu saptanmakla birlikte (Pratt1966, Mertz 1969) özellikle ultrabazik kayalar üzerinde oluşmuş topraklarda daha çok Cr toksikliği üzerinde durulmaktadır (Strati ve ark. 1999).

Bitki gelişmesi için Cr'un mutlak gerekli olduğu henüz bilinmemektedir. Çoğu bitkilerde Cr kuru madde esasına göre $0,03 - 14 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişen düzeylerde bulunur. Bitkilerdeki $5 - 30 \text{ mgkg}^{-1}$ arasındaki Cr düzeyi çoğu kültür bitkisi için toksik düzey olarak kabul edilmektedir (Kabata - Pendias ve Pendias 1992).

Krom biriktiren bazı bitkilerde Cr miktarı oldukça yüksektir. Örneğin Cr zehirlenmesi belirtilerinin görüldüğü bitki yapraklarında Cr miktarının 1 ile 4 mgkg^{-1} arasında değiştiği, bitki köklerinde ise bu miktarın daha fazlasının bulunduğu saptanmıştır (Wallace ve ark 1976).

Kromun endüstride; örneğin çeliğin sertleştirilmesinde ve paslanmaya karşı korunması için elektro kaplamada, boyacılıkta, fungusitlerde, dericilikte ve başka alanlarda yaygın şekilde kullanılması nedeniyle katı atıklarda, lağım sularında ve atık sularda fazla miktarda bulunan Cr çevre kirlenmesinde önemli etkiye sahip önemli bir element durumundadır. Krom içeriği düşük bir arıtma çamuru uygulanan toprakta Cr miktarı 80 yıl sonra 43 mgkg^{-1} 'dan

113 mgkg⁻¹'a yükselirken Cr içeriği yüksek olan artıma çamuru uygulanan toprakta Cr miktarı ise 700 mgkg⁻¹'a yükselmiştir (Kacar ve İnal 2008).

Bursa ilinde şeftali yetiştirilen alanlarda ağır metal kirliliğini araştıran Başar ve Aydınalp (2005) topraklarda bulunan ortalama toplam krom miktarının 85–98 mgkg⁻¹, DTPA ile ekstrakte edilebilir kromun 0.03–0.08 mgkg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir.

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 olur (Kacar ve İnal 2008).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Cr miktarının 0,044 ile 0,182 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki henüz Cr kirliliğinin mevcut olmadığını ortaya koymuştur.

2.3.4. Kurşun

Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en çok zarar veren bir ağır metal olma özelliğindedir. Kurşun, atmosfere element veya bileşik olarak yayıldığından ve ayrıca her durumda toksik özellik taşıdığından çevre kirliliğine neden olan en önemli ağır metallerden biridir.

Tarım alanlarındaki toplam Pb konsantrasyonu 100 mgkg⁻¹'ı, ekstrakte edilebilir Pb miktarı ise 4 mgkg⁻¹'ı aşmadığı sürece bitki ve insan sağlığı bakımından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Ancak bu rakamlar aşıldığında potansiyel olarak insan sağlığı tehlike altındadır (Chapman 1971; Dürüst ve ark. 2004).

Kurşun doğal olarak tüm topraklarda bulunur. Topraklarda toplam Pb 1–200 mgkg⁻¹ arasında değişir ve ortalama miktar 15 mgkg⁻¹ dir (Swaine 1955).

Kurşun yıllardır birçok kullanılma alanı olan yumuşak bir metaldir. Kurşun yaygın olarak M.Ö. 5000'den itibaren metal ürünleri, kablolar ve boru hatları alanlarında ve hatta boya ve pestisitlerde kullanılmaktadır. İnsan vücuduna gıdalardan (65%), sudan (20%), ve havadan (15%) girebilir (<http://www.food-info.net/tr/metal/lead.htm>).

Kurşun otomobil endüstrisi, batarya ve benzin katkısı olarak Pb- tetraetil ve tetrametil olarak kullanılmasıyla birlikte Pb içeren pestisitlerin tarımsal mücadelede kullanılmasıyla da topraklara ulaşabilmektedir (Kacar ve İnal 2008).

Topraklarda çözünebilir şekilde bulunan kurşun yıkanıp derinlere iner. Kurşun mikroorganizmalar tarafından immobil şekle dönüştürüldüğü gibi toprağın değişim kompleksleri tarafından adsorbe ya da fiske edilmek ve organik bileşikler şeklinde tutulmak suretiyle immobil şekle dönüştürülür (Tornabene ve Edward 1972).

Tarım topraklarında ortaya çıkan kurşun kirliliği, benzinin yanması sonucu oluşan atmosferik Pb'dan ileri gelmektedir. Topraklara toz ve yağışlar ile ilave olan Pb miktarı 0.18–4.80 mg/m²/gün düzeyine kadar ulaşabilmektedir (Deniz 2003).

Topraklarda kurşun kirlenmesi çok çeşitli yollardan oluşabilmektedir. Bunlar, kurşun içeren yakıtları kullanan araçların egzoz gazlarından, katı ve sıvı fosil yakıtların yakılmasından, madenlerin işlenmesi ve arıtılması sırasında çıkan baca gazlarından ve kurşun arsenat içeren insektisit ve pestisitlerin püskürtülerek uygulanması şeklinde sıralanabilir (Brams 1977).

Otoyollardan uzaklaştıkça ve toprak derinliği arttıkça Pb miktarının azaldığı saptanmıştır. Chow (1970) ABD'de otoyol I'den 7.6 m ve 30 m uzaklıkta çayır bitkisinde sıra ile 35 ve 33 mgkg⁻¹ Pb saptamış aynı uzaklıklarda 0–5 cm toprak derinliğinde Pb miktarını 99 mgkg⁻¹ ve 10-15 cm toprak derinliğinde ise 12 mgkg⁻¹ olarak belirlemiştir.

Kurşun içeren bazı bitki koruma ilaçlarının, gübrelerin ve kompostun kullanılması tarım topraklarına önemli miktarlarda Pb bulaştırabilmektedir. Nitekim PbAsO₄'lı pestisitlerin kullanılması sonucunda toprağa 20 mgkg⁻¹ gibi yüksek değerlerde Pb ilave olabilmektedir (Kabata- Pendias ve Pendias 1992).

Kurşun toksisitesi bakımından özellikle otoyolların yakınında yetiştirilen kültür bitkileri ile çayır mera alanları büyük risk altındadırlar. Kurşun elementi toksik düzeylere ulaştığında bitkide hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz olarak etkilemekte, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltarak bitkinin su alımının azalmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan aşırı Pb, bitkinin kök gelişimini olumsuz etkileyerek bitkilerin katyonik ve anyonik besin elementlerini almasında sorunlara neden olmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Kurşunun hem topraktan hem de yapraktan bitkiler tarafından alındığını bildiren Tandler ve Solari (1969), bu elementin kök hücre duvarında ve nükleusta birikebildiğine işaret etmektedirler. Bu konuda çalışan Zimdahl ve Koepp (1977) yaprak kutikulasından giren Pb'un vakuol, kloroplast, mitokondri ve plazmodezmada da biriktiğini ifade etmektedirler.

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Pb miktarının 1,212 ile 5,560 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki Pb kirliliğinin önemli bir sorun olduğunu ve kirliliğin araştırma alanında % 42,85'e ulaştığını ortaya koymuştur.

2.3.5. Nikel

Jeokimyasal özelliklerinin benzerliği nedeniyle yer kabuğunda Ni, Co, Fe' in dağılımı benzerlik göstermektedir. Toprakta bulunan Ni'in tolere edilebilir toplam miktarı 50 mgkg⁻¹ (Kabata- Pendias ve Pendias 1992); ekstrakte edilebilir miktarı ise 10 mgkg⁻¹ dir (Gerendas ve ark. 1999).

Topraklarda Ni'in temel kaynağı bazik kayalar içerisinde çoklukla bulunan Pentlandit (Fe, Ni)₈S₈ mineralidir. Nikel az ya da çok bütün tarım topraklarında bulunmaktadır. Ancak killi topraklarda daha fazla bulunmaktadır (Kacar ve İnal 2008).

Trafiğin yoğun olduğu yerlerde yol kenarlarından uzaklaştıkça topraktaki Ni miktarı da azalmakta ve bu durum da Ni içeren yakıtların kullanılması ile açıklanmaktadır (Tok 1997).

Nikelin bitkiler için mutlak gerekli olduğu henüz tam olarak kanıtlanmamış olmakla birlikte bitkiler için büyük önem taşımaktadır. Nikel, üreaz ve birçok hidrogenaz enzimlerinin metal yapı maddesidir. Bu nedenle Ni içerikleri az olan bitkiler üre şeklinde uygulanan azotlu gübrelerden yararlanamadıkları gibi, üre bu bitkilere toksik etki de yapmaktadır (Kacar ve Katkat 2007).

Bitkilerin normal koşullarda Ni kapsamları kuru madde üzerinden 0.1- 5 mgkg⁻¹ arasında olup 1 mgkg⁻¹'i geçmemektedir. Kabata- Pendias ve Pendias (1992) bitkilerdeki optimum Ni sınırını 0.02 –5 mg kg⁻¹ olarak bildirmektedirler.

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 fosfat ilavesidir. Bu durumda çözünürlüğü düşük olan Ni- fosfatlar oluşmakta ve toksisitesi azalmaktadır (Tok 1997).

Bitkide gereğinden fazla bulunan Ni, klorofil sentezi ve yağ metabolizması üzerine de olumsuz etki yaparak bitki köklerinde diğer bazı besin elementleri eksikliklerinin ve beslenme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu 2005).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Ni miktarının 0,360 ile 6,761 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki Ni kirliliğinin şimdilik önemli bir sorun olmadığını saptamıştır.

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 görülür. Toplam Fe miktarı ana materyalin özelliğine göre % 0.02 ile % 10 arasında değişir ve ortalama % 3.8 dolaylarındadır (Kacar ve Katkat 2007).

Toprakta ekstrakte edilebilir Fe miktarı 0.2 mgkg⁻¹'in altında ise az; 0.2- 4.5 mgkg⁻¹ arasında orta ve 4.5 mgkg⁻¹'dan fazla ise 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 olur. Demir elementi klorofil molekülünün bileşiminde yer almamakla birlikte yeşil bitkilerde klorofil oluşumu için gerekli olan elementlerden biridir.

Bitkilerde bulunan demirin genellikle 10–1000 mgkg⁻¹ arasında değiştiği, yeterli demir miktarının 50–250 mgkg⁻¹ arasında olduğu ve 50 mgkg⁻¹’dan az demir içeren bitkilerde demir eksikliği belirtilerinin görüldüğü belirlenmiştir (Kacar ve Katkat 2007).

Demirin bitkide taşınımı oldukça düşüktür. Bitkinin yaşlı aksamından genç aksamına taşınmaz. Bu nedenle demir eksikliği önce bitkinin genç aksamında görülür ve demir eksikliğinde yapraklarda damarlar arasında sararmalar görülür. Bitkilerde Fe toksisitesi 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

Bakırın bitki gelişimi için mutlak gerekli olduğu ilk kez 1931 yılında belirlenmiştir (Sommer 1931). Benzer durum çeşitli araştırmacılar tarafından da gözlenmiş ve bordo bulamacının bitki gelişimine olan olumlu etkisinin bulamata bulunan bakırdan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Topraklarda genellikle toplam Cu 100 mgkg⁻¹; ekstrakte edilebilir Cu 0.2 mgkg⁻¹; bitki kuru maddesinde ise genellikle 30 mgkg⁻¹’dan fazla bulunması toksik etkiye neden olabilmektedir. Bakır toksisitesi genellikle bitki kök sistemlerinde açığa çıkar. Bitki bünyesinde protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alımı ve hücre membran stabilitesi gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Bitkiler bakırı toprak ozeltisinden Cu⁺² olarak kontakt değişim yoluyla alırlar. Bitkilerin Cu gereksinimi oldukça düşüktür. Yarayışlı Cu içeriği yüksek olan topraklarda yetiştirilen bitkilerde bakırın toksik etkisi de görülmektedir. Bakır içeriği yüksek olan veya yüksek miktarda bakır uygulanmış topraklarda bitkilerin Cu fazlalığı nedeniyle yeterince Fe alamadıkları belirlenmiştir. (Sommer 1945).

Bakır bitki bünyesinde enzim aktivasyonu, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında yer alması nedeniyle önemli bir elementtir. Topraklarda Cu kirliliği çoğunlukla insan aktivitesi sonucu oluşan çeşitli emisyonlar ve atmosferik depozitler, pestisit kullanımı, kanalizasyon atıklarının gübre olarak kullanılması ve kömür ve maden yataklarından kaynaklanmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Normal tarım topraklarında toplam bakır 2–100 mgkg⁻¹ arasında değişir (Tisdale ve ark 1985). Holmes (1943) normal tarım topraklarında 6–67 mgkg⁻¹ arasında değişen oranlarda toplam bakır bulunduğunu, 1–3 mgkg⁻¹ 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 toplam verim, meyve sayısı, kök kuru ağırlığı ve bitki boyunun azalmasına neden olduğu; yaprak ve topraktan yapılan Cu uygulamalarının sadece toprak veya sadece yapraktan uygulamalara göre daha tehlikeli olduğu ortaya çıkarılmıştır (Sönmez ve ark. 2006).

Piper ve Walkley (1943) yulaf bitkisiyle topraktan 10 gha⁻¹ Cu alındığını belirlemişlerdir. Su kültüründe çalışmalar yapan Bailey ve McHargue (1943) uygun Cu konsantrasyonunun domates için 0.05 mgL⁻¹ ve meyve ağaçlarının fideleri içinde 0.01 mgL⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

2.3.8. Çinko

Çinkonun bitki gelişmesi için mutlak gerekli bir bitki besin elementi olduğu Sommer ve Lipman (1926) tarafından dikkate değer denemeler sonunda belirlenmiştir. Çinkonun gübre olarak uygulanması 1932 yılında başlamıştır. Topraklarda çinko primer mineraller halinde ve toprak komplekslerinde bağlanmış şekilde bulunur. Topraklarda çinko suda çözünebilir şekilde, değişebilir şekilde ve bitkiler tarafından yararlanılamaz şekilde bulunur. 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 için mutlak gerekli bir elementtir. Özellikle enzim faaliyetlerinde rol oynamakta ve enzimlerin yapısında yer almaktadır. Başlıca görevleri: RNA, DNA, protein sentezi, insülinin aktivasyonu, Vitamin-A'nın hücrelere taşınması ve kullanımı, yaraların iyileşmesi, hücrelerin bölünerek çoğalabilmesidir. Ayrıca tad alma, sperm yapımı, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, davranış ve öğrenme performansının artışı, anne karnındaki ve doğmuş bebek ve çocukların büyüme ve gelişimi, kanda yağların taşınması gibi birçok olayla görev almaktadır (Deniz 2003).

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

Çinko sadece yüksek konsantrasyonlarda toksiktir. Bakır ve Ni'de olduğu gibi, Zn toksisitesi de büyük ölçüde pH ile ilgili bulunmaktadır. Aynı düzeydeki Zn'nin toksisitesi, düşük pH düzeylerinde daha fazla olmaktadır (Tok 1997).

Bitkilerdeki Zn konsantrasyonu genellikle kuru madde esasına göre 5–100 mgkg⁻¹ arasındadır. Çinko toksisitesi bitkilerde çoğunlukla 400 mgkg⁻¹'dan sonra başlamaktadır. Çinko toksisitesinde bitkilerin kök ve sürgün büyümesi azalır, kökler inceler, genç yapraklar kıvrılır ve bitkilerde kloroz görülür, hücre büyümesi ve uzaması engellenir, hücre organelleri parçalanır ve klorofil sentezi azalır (Rout ve Das 2003, Asri ve Sönmez 2006).

Diğer taraftan Zn eksikliği, Türkiye ve dünya'da en sık gözlenen mineral element eksikliklerinden birisidir. Ülkemizde tarım yapılan topraklardaki yararlı Zn miktarı yüksek değildir ve eksikliği söz konusudur (toprakların % 49,83'ünde alt sınır olarak belirlenen 0,5 mgkg⁻¹'dan düşük ve % 32,76'sında 0,5 – 1,0 mgkg⁻¹ arasındadır). Dünyada ise Zn eksikliği yaklaşık % 33 dolaylarındadır (Eyüpoğlu 2002).

Bursa ilinde şeftali yetiştirilen alanlarda ağır metal kirliliğini araştıran Başar ve Aydınalp (2005), topraklarda bulunan toplam Zn miktarının 65 – 82 mgkg⁻¹ ve DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn miktarının ise 1.2- 2.2 mgkg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Zn miktarının 0,08 ile 2,05 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı söz konusu tarım alanlarındaki Zn eksikliğinin önemli bir sorun olduğunu ve eksikliğin araştırma alanında % 70.0'e ulaştığını ortaya koymuştur.

2.3.9. Mangan

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

Bitkiler manganı genellikle Mn⁺² iyonu olarak alırlar. 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 görülür. Özellikle geniş yapraklı bitkilerde mangan eksikliğinde yaprakta damarlar arası sararır, damarlar yeşil kalır. Mangan eksikliğinde bitkilerde görülen sararma yeterince klorofil oluşturulamamasıyla ilgilidir. Klorofilin bileşiminde yer almamasına karşın mangan noksanlığında klorofil oluşumu önemli oranda azalır (Kacar İnal 2008).

Mangan toksisitesi bitki türlerine göre değişmekle birlikte genellikle kuru madde esasına göre 100 mgkg⁻¹'dan daha fazla Mn içeren bitkilerde Mn toksisitesi görülmeye başlamaktadır. Mangan toksisitesi çoğu bitkilerde olgun yapraklarda kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkar. Zamanla lekelerin bulunduğu alanlar mantarlaşır. Bu olgu Mn toksisitesinin belirgin bir göstergesidir. Çoğu zaman Mn toksisitesi belirtileri damarlar arasındaki kloritik ve nekrotik alanlarda görülür. Fasulye ve pamuk gibi özellikle çift çenekli bitkilerde bu belirtiler genç yapraklarda şekil bozulmalarına neden olmaktadır (Kacar ve Katkat 2007).

Bursa ilinde şeftali yetiştirilen alanlarda ağır metal kirliliğini araştıran Başar ve Aydınalp (2005) topraklarda bulunan ortalama toplam mangan miktarının 764–875 mgkg⁻¹, DTPA ile ekstrakte edilebilir manganın 5.7–8.6 mgkg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Besin zinciri yoluyla insanlara ulaşan Mn'in toksisite belirtileri başlıca solunum sisteminde ve beyinde gözlenir. Mangan zehirlenmesinin belirtileri halüsinasyonlar, bitkinlik, uykusuzluk, güçsüzlük, unutkanlık ve sinir hasarlarıdır. Mangan ayrıca parkinson, akciğer ambolisi ve bronşite neden olabilir. Eğer bir erkek Mn toksisitesine uzun süre maruz kalırsa iktidarsızlık oluşabilir (www.lenntech.com/periodic).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Mn miktarının 3,48 ile 56,14 mgkg⁻¹ arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırıcı söz konusu tarım alanlarındaki Mn eksikliğinin önemli bir sorun olduğunu ve eksikliğin araştırma alanında % 54,25'e ulaştığını ortaya koymuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artan nüfusa bağlı olarak taşıt trafiğinde meydana gelen yoğunluklar her ne kadar sosyal açıdan bireysel olarak bir gelişme sağlasa da; toplumsal ve ekolojik olarak çevreye etkileri küçümsenmeyecek kadar fazladır. Karayolu, insan – çevre ilişkilerinde en önemli mühendislik yapılarından olup yerleşim alanlarını birbirine bağlayarak sosyal, ekonomik ve kültürel yaşamda etkili rol oynamaktadır.

Yük ve yolcu taşımacılığının zorunluluğu ve faydaları nedeniyle kullanılan taşıtlardan çıkan egzoz gazları hava, su ve toprak kirliliğinin en önemli nedenlerindedir. Taşıtlarda bulunan benzin ve dizel Benzin ve dizel motorlarda kullanılan hidrokarbon (HC) kökenli yakıtların, ideal koşullarda hava ile tam yanması sonucu oluşan ürünler arasında karbondioksit (CO₂), su buharı (H₂O) ve azot bileşikleri (NO_x) bulunmaktadır. Ancak uygulamada ideal koşulların sağlanamaması nedeniyle tam yanma gerçekleşmemekte ve kirletici bileşenler oluşmaktadır. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan toplam kirleticilerin % 75'ini oluşturan egzoz gazlarının bileşiminde parafinler, olefinler ve aromatikler gibi yanmamış hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler gibi kısmen yanmış hidrokarbonlar, CO, NO_x, kurşun bileşikleri ve partikül maddeler bulunmaktadır. Kurşunlu benzinin motorda yanması sonucu oluşan 0.1 ile 10 mikrometre boyutlarındaki katı partiküllerin, çalışma koşullarına göre % 20–90 kadarı egzozdan atılmaktadır. Ağır bir metal olan kurşun bileşikleri sindirim ve solunum yoluyla insan vücuduna girerek, sinir sistemi, kas dokusu ve kan dolaşımı üzerinde önemli hasarlara neden olmakta, hemoglobin üretimini azaltmakta ve beyin gelişimini etkileyerek zekâ bozukluklarına neden olmaktadır (Kaytakoğlu ve ark. 1995).

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).

Bu çalışmada Kapıkule sınır kapısından başlayarak İstanbul'a uzanan, yük ve yolcu taşımacılığı bakımından son derece önemli olan, Avrupa ile Asya ülkeleri arasında bir köprü görevi gören, trafik hacmi ve yoğunluğu oldukça yüksek olan TEM otoyolunun Kırklareli il

sınırları içerisinde kalan bölümünün kenarlarındaki tarım arazilerinde özellikle motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin boyutlarının saptanması amaçlamıştır.

3.2. Çalışma Alanı

Kırklareli bölgesi; ormanlık alanlar, geniş düzlükler, su kaynakları, ulaşım yolları, iklimi vb nedenlerle sanayi, tarım ve ulaşım gibi önemli faaliyetlerce zengin bir bölgedir. Özellikle bölgenin güney kısmında sanayileşme ve TEM otoyolu taşımacılığının meydana getirdiği kirlilik bulunmakta, bu durum çevre bileşenlerini fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Yük ve yolcu taşımacılığında kullanılan Benzinli ve Dizel motorlu araçların egzozlarından çıkan gazların içinde bulunan ağır metaller doğal ortama bulaşarak ve yayılarak ciddi hasarlara yol açmaktadır.

Araştırma alanı Kırklareli iline bağlı Babaeski ve Lüleburgaz İlçelerinden geçen 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 sonucunda ortaya konulacak olan ağır metal kirlilik düzeyinin toprak, hava, su ve canlılar üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

3.2.1. Coğrafi Kapsamı

Kırklareli, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nin Trakya kesiminde yer almaktadır. Dünyadaki konumu itibarıyla 41 derece, 13 dakika, 34 saniye ve 42 derece 05 dakika 03 saniye kuzey enlemleri ile 26 derece 54 dakika, 14 saniye ve 28 derece 06 dakika 15 saniye doğu boylamları arasındadır. Marmara Bölgesinin Yıldız (Istranca) Dağları ve Ergene Ovası bölümleri üzerinde yer alan Kırklareli ili, kuzeyinde Bulgaristan, kuzey doğusunda Karadeniz, güneyinde ve güneydoğusunda Tekirdağ, batısında Edirne ile çevrilmiştir. 6 550 kilometrekarelik bir alana yüzölçümüne sahip Kırklareli'nin Bulgaristan'a 180 kilometre kara sınırı, Karadeniz'e 60 kilometre deniz kıyısı bulunmaktadır.

Denizden yüksekliği 203 metre olan ilin kuzey ve doğusu dağlık ve ormanlık, diğer bölümleri ise genelde düz arazidir. Kara iklimi hakim olan bölgede, kışları sert ve yağışlı,

yazları sıcak ve kurak geçer. Başlıca akarsuları Ergene Nehri ve Mutlu Dere'dir. Bitki örtüsü olarak ormanlık ve step özelliği göstermektedir.

Kırklareli ili bir taraftan Trakya Bölgesi'nin verimli ovalarının önemli bir kısmını kapsayan bereketli tarım topraklarını, öte yandan da zengin bir orman varlığına sahip olan Yıldız Dağlarının çok büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Kırklareli ili ticari, ekonomik ve sosyal açıdan son derece önemli olan TEM otoyolunun uzun bir bölümünü sınırları içinde bulunduran, ayrıca, çoğu kumsal, 60 kilometre kıyı şeridinde sahip olma özelliği ile önemli bir turizm potansiyeline sahip özel bir yerleşim yeridir.

Kırklareli İlinin Merkez, Babaeski, Demirköy, Kofçaz, Lüleburgaz, Pehlivan köyü, Pınarhisar ve Vize olmak üzere 8 ilçesi, 18 beldesi ve 177 köyü bulunmaktadır.

3.2.2. Tarımsal Arazi Kapsamı

İlin toplam yüzölçümü 655 000 ha olup bunun 264 532 hektarı (% 40.39) tarım alanı, 260 079 hektarı (% 39.71) ormanlık ve fundalık alan, 35 525 hektarı (% 5.42) çayır ve mera alanı, 94 863 hektarı da (% 14.48) tarım dışı arazidir (Anonim 2011).

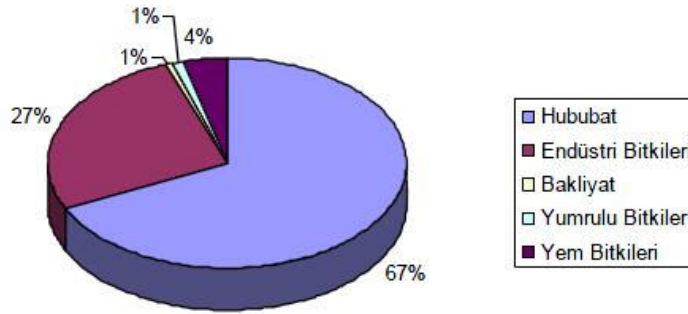
Tarım alanlarının % 93'ünde tarla bitkileri üretimi yapılmaktadır. Bitkisel üretim tahıllar üzerinde yoğunlaşmış olup, bitkisel üretimde buğday - ayçiçeği münavebe sistemi uygulanmaktadır. İldeki tarım alanlarının dağılımı Çizelge 3.1'de ve tarla bitkilerinin ekiliş alanları da Çizelge 3.2 ve bu alanların oransal dağılımı da Şekil 3.1'de verilmiştir (Anonim 2011).

Çizelge 3.1. Kırklareli ili tarım arazilerinin dağılımı.

Tarım Alanlarının Kullanım Şekli	(ha)
Tarla Bitkileri	247.539
Sebze Alanı	3.237
Bağ Alanı	477
Meyve Alanı	305
Diğer	12.974
Toplam Tarım Alanı	264.532

Çizelge 3.2. Kırklareli ili tarla bitkileri ekiliş alanları.

Tarla Bitkileri	(ha)
Hububat	168.012
Endüstri Bitkileri	65.853
Bakliyat	1.485
Yumru Bitkiler	2.283
Yem Bitkileri	9.906
Toplam	247.539



Şekil 3.1. Kırklareli ili tarla bitkileri ekiliş alanları %'si

Kırklareli İline bağlı 8 ilçede arazi dağılımı aşağıda Çizelge 3.3'de verilmiştir (Kırklareli İl Çevre Durum Raporu, 2009).

Çizelge 3.3. İl arazisinin ilçeler itibariyle genel dağılımı.

İLÇE ADI	ALANI (Hektar)	TARIM ALANI		ORMAN VE FUNDALIK		ÇAYIR VE MERA		TARIM DIŞI ARAZİ	
		Miktar (hektar)	Oran (%)	Miktar (hektar)	Oran (%)	Miktar (hektar)	Oran (%)	Miktar (hektar)	Oran (%)
Merkez	160.400	59.848	37,31	58.369	36,39	18.949	11,81	23.234	14,49
Babaeski	65.200	52.051	79,83	3.706	5,68	4.333	6,65	5.110	7,84
Demirköy	94.500	6.880	7,28	76.109	80,54	36	0,04	11.474	12,14
Kofçaz	55.100	12.305	22,33	25.147	45,64	1.359	2,47	16.289	29,56
Lüleburgaz	98.400	82.040	83,37	9.470	9,62	6.436	6,54	454	0,46
Pehlivan köy	11.400	8.878	77,88	105	0,92	1.122	9,84	1.295	11,36
Pınarhisar	58.100	20.648	35,54	15.476	26,64	1.774	3,05	20.202	34,77
Vize	111.900	21.882	19,55	71.697	64,07	1.516	1,35	16.805	15,02
TOPLAM	655.000	264.532	40,39	260.079	39,71	35.525	5,42	94.863	14,48

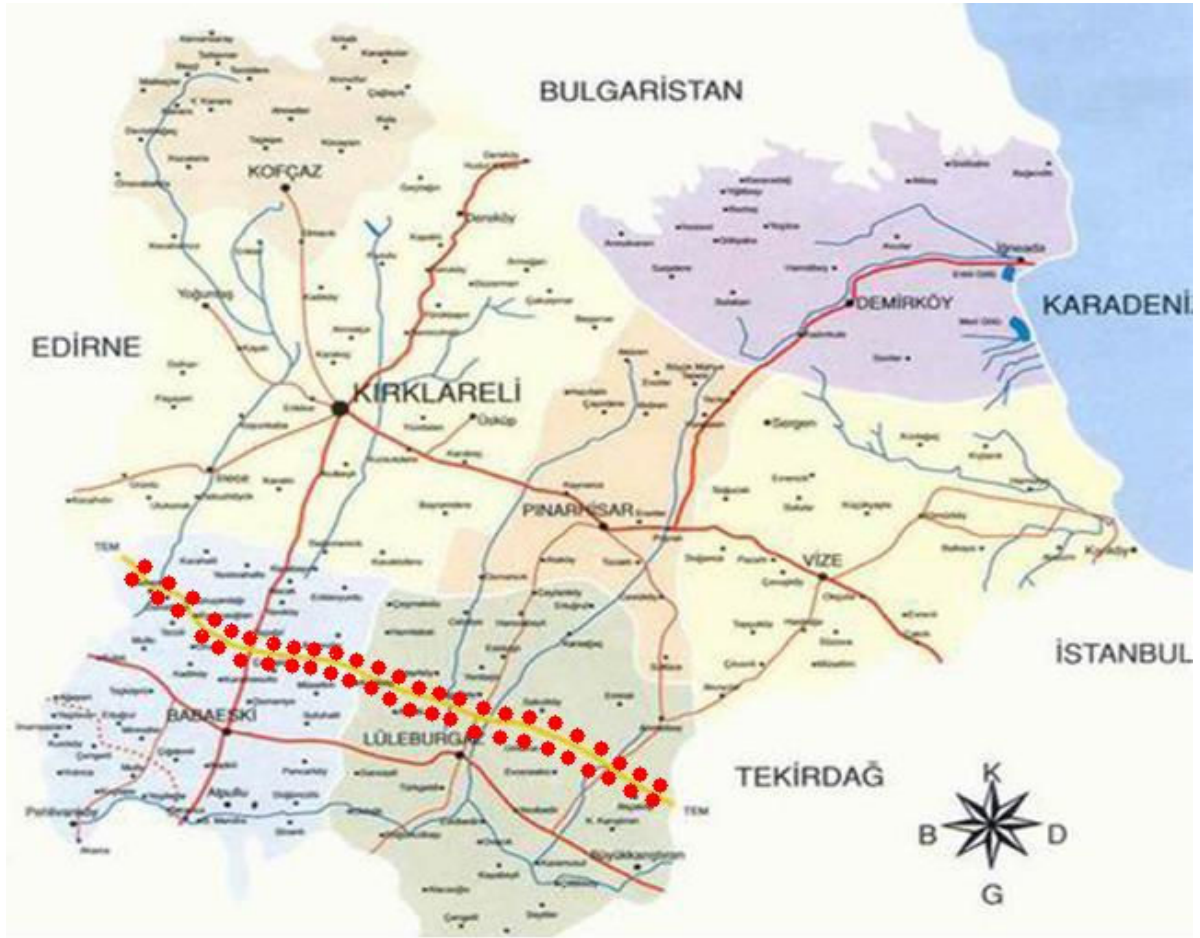
Çizelge 3.3 incelendiğinde Kırklareli ilinde tarım alanlarının miktarı kadar da orman arazisinin mevcut olduğu görülmektedir.

3.3. Materyal

Bu araştırmada incelenen toprak rnekleri, İstanbul'dan başlayarak Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne İllerinden geçerek Kapıkule sınır kapısından Avrupa'ya açılan, Türkiye ve Avrupa ülkeleri arasındaki karayolu ulaşımını sağlayan ticari ve sosyal açıdan son derece önemli olan TEM otoyolunun Kırklareli il sınırları içerisinde kalan kısmının kenarlarındaki tarım arazilerinin önceden belirlenen noktalarından alınmıştır. Toprak örnekleri otoyolun her iki kenarındaki bitişik tarım arazilerinden usulüne uygun yöntemlerle ve 0-30 cm derinlikten alınmış ve etiketlenerek laboratuara ulaştırılmıştır. Toprak örneklerinin alındığı arazilere ait bazı bilgiler Çizelge 3.4.'de ve toprak örneklerinin alındığı yerler Şekil 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Toprak örneklerinin alındığı arazilere ait bazı bilgiler.

Örnek	İlçe	Köyü	Mevkii	Ürün
1	LÜLEBURGAZ	Akçaköy	Beypınar	Ayçiçeği
2	LÜLEBURGAZ	Akçaköy	Beypınar	Ayçiçeği
3	LÜLEBURGAZ	Akçaköy	Karagöller	Buğday
4	LÜLEBURGAZ	Akçaköy	Karagöller	Ayçiçeği
5	LÜLEBURGAZ	Akçaköy	Yetimler	Kanola
6	LÜLEBURGAZ	Akçaköy	Pangallık	Arpa
7	LÜLEBURGAZ	Evrensekiz	Darhisseler	Buğday
8	LÜLEBURGAZ	Evrensekiz	Darhisseler	Buğday
9	LÜLEBURGAZ	Evrensekiz	Gazitepesi	Ayçiçeği
10	LÜLEBURGAZ	Evrensekiz	Gazitepesi	Buğday
11	LÜLEBURGAZ	Evrensekiz	Bağlıklar	Ayçiçeği
12	LÜLEBURGAZ	Evrensekiz	Bağlıklar	Buğday
13	LÜLEBURGAZ	Sakızköy	Kurtayazması	Kanola
14	LÜLEBURGAZ	Sakızköy	Kurtayazması	Kanola
15	LÜLEBURGAZ	Sakızköy	Mercimektepe	Ayçiçeği
16	LÜLEBURGAZ	Sakızköy	Mercimektepe	Buğday
17	LÜLEBURGAZ	Sakızköy	Karaağaç sırtı	Buğday
18	LÜLEBURGAZ	Sakızköy	Karaağaç sırtı	Ayçiçeği
19	LÜLEBURGAZ	Umurca	Gölyanı	Buğday
20	LÜLEBURGAZ	Umurca	Gölyanı	Buğday
21	LÜLEBURGAZ	Umurca	Mera	Ayçiçeği
22	LÜLEBURGAZ	Umurca	Ulak	Buğday
23	LÜLEBURGAZ	Turgutbey	Köyyanı	Ayçiçeği
24	LÜLEBURGAZ	Turgutbey	Köyyanı	Buğday
25	LÜLEBURGAZ	Turgutbey	Yolüstü	Ayçiçeği
26	LÜLEBURGAZ	Turgutbey	Yolüstü	Buğday
27	LÜLEBURGAZ	Tatarköy	Kocatepe	Ayçiçeği
28	LÜLEBURGAZ	Tatarköy	Kocatepe	Arpa
29	LÜLEBURGAZ	Tatarköy	Kazancı	Kanola
30	LÜLEBURGAZ	Tatarköy	Kazancı	Ayçiçeği
31	LÜLEBURGAZ	Kırıkköy	Sığıryolu	Arpa
32	LÜLEBURGAZ	Kırıkköy	Sığıryolu	Buğday
33	BABAESKİ	Kumrular	Demirkapı	Buğday
34	BABAESKİ	Kumrular	Tulumba	Kanola
35	BABAESKİ	Çavuşköy	Güleçeşme	Ayçiçeği
36	BABAESKİ	Çavuşköy	Güleçeşme	Ayçiçeği
37	BABAESKİ	Çavuşköy	Kanlıgöl	Ayçiçeği
38	BABAESKİ	Çavuşköy	Kanlıgöl	Buğday
39	BABAESKİ	Taşagıl	Gaziler	Ayçiçeği
40	BABAESKİ	Taşagıl	Gaziler	Kanola
41	BABAESKİ	Taşagıl	Açmalar	Kanola
42	BABAESKİ	Taşagıl	Açmalar	Arpa
43	BABAESKİ	Karacaoğlan	Tumbalar	Ayçiçeği
44	BABAESKİ	Karacaoğlan	Tumbalar	Ayçiçeği
45	BABAESKİ	Karacaoğlan	Suluk	Buğday
46	BABAESKİ	Karacaoğlan	Suluk	Ayçiçeği
47	BABAESKİ	Demirkapı	Tapular	Buğday
48	BABAESKİ	Demirkapı	Tapular	Buğday
49	BABAESKİ	Haznedar	Bahçedere	Buğday
50	BABAESKİ	Haznedar	Gökçedere	Ayçiçeği



NUMUNE ALINAN YERLER

- OTOBAN
- DEVLET YOLU
- İL YOLU

Şekil 3.2. Kırklareli ili Babaeski ve Lüleburgaz ilçelerinden toprak örneklerinin alındığı yerler.

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 Walkley-Black yöntemi ile tayin edilmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

3.4.1.2. Kireç

Toprak örneklerinin kireç miktarları Scheibler Kalsimetresiyle belirlenmiştir (Sağlam 2008).

3.4.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprakların pH değerleri elektrometrik olarak ölçülmüştür (Sağlam 2008).

3.4.1.4. Tekstür

Toprak örneklerinin tekstür tayinleri Bouyoucos Hidrometre yöntemi ile yapılmıştır (Demiralay 1993).

3.4.1.5. Bitkiye Yarayışlı Fosfor

Toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı fosfor içerikleri Olsen yöntemi ile ekstrakte edildikten sonra Sağlam (2008), ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) cihazında okunarak belirlenmiştir.

3.4.1.6. Değişebilir Potasyum

Toprak örnekleri amonyum asetatla ekstrakte edildikten sonra (Sağlam 2008) 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 Yarayışlı Bazı Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn)

Toprak örneklerini yarayışlı mikro element analizi için 0.005 M DTPA+ 0.01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Ekstrakttaki yarayışlı 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 rnekleri ekstrakte edilebilir bazı ağır metal analizi için 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0,1 M TEA (pH 7.3) ile ekstrakte edilmiştir (Lindsay ve Norvell 1978). Ekstrakttaki Cd, Co, Cr, Ni, Pb miktarları ICP-OES’de belirlenmiştir.

3. 5. Sonuçların Değerlendirmesi

Elde edilen bulgular kritik değerler ile karşılaştırılarak Kırklareli yöresi otoban kenarlarındaki toprakların verimlilik düzeyleri ve ağır metal kirliliğinin boyutları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ağır metaller (Cd, Co, Cr, Ni, Pb) arasında bazı korelasyonlar belirlenmiştir (Yıldız ve Bircan 1991).

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 alanındaki toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Örnek No	Organik Madde (%)	Kireç (%)	pH (1: 2.5)	Bünye (%)			Bünye Sınıfı
				Kil	Silt	Kum	
1	1,68	2,09	7,88	43,75	22,92	33,33	Kil
2	1,43	1,45	7,82	47,92	20,83	31,25	Kil
3	2,25	9,50	7,84	54,17	18,75	27,08	Kil
4	0,83	12,40	7,94	33,33	16,67	50,00	Kumlu Killi Tın
5	1,48	11,19	7,97	54,17	16,67	29,17	Kil
6	2,02	7,81	7,88	37,50	14,58	47,92	Kumlu Kil
7	2,05	9,26	7,88	54,17	16,67	29,17	Kil
8	2,11	5,72	7,88	39,58	14,58	45,83	Kumlu Kil
9	1,40	3,22	7,98	37,50	16,67	45,83	Kumlu Kil
10	1,48	8,45	7,82	39,58	20,83	39,58	Killi Tın
11	2,22	9,10	7,77	43,75	25,00	31,25	Kil
12	1,82	12,32	7,94	37,50	18,75	43,75	Kumlu Kil
13	2,39	0,56	7,54	35,42	20,83	43,75	Kumlu Killi Tın
14	2,25	4,03	7,84	37,50	16,67	45,83	Kumlu Kil
15	2,05	4,35	8,00	45,83	18,75	35,42	Kil
16	1,65	8,69	7,91	43,75	16,67	39,58	Kil
17	1,88	6,84	7,91	56,25	14,58	29,17	Kil
18	1,82	8,45	7,91	47,92	20,83	31,25	Kil
19	0,97	7,65	7,90	41,67	18,75	39,58	Kil
20	1,23	2,58	7,88	47,92	20,83	31,25	Kil
21	1,68	7,65	7,88	45,83	20,83	31,25	Kil
22	0,83	6,76	8,27	41,67	18,75	43,75	Kumlu Kil
23	2,02	9,82	7,88	62,50	14,58	22,92	Kil
24	1,48	11,75	7,90	54,17	16,67	29,17	Kil
25	2,19	9,82	7,88	58,33	14,58	27,08	Kil
26	1,48	0,48	7,73	20,83	33,33	45,83	Tın
27	1,94	6,44	7,93	45,83	16,67	37,50	Kil
28	2,00	7,24	7,80	58,33	16,77	25,00	Kil
29	2,11	5,38	7,76	22,92	12,50	64,58	Kumlu Killi Tın
30	0,83	9,18	8,01	31,25	16,67	52,08	Kumlu Killi Tın
31	1,68	6,04	7,84	25,00	16,67	58,33	Kumlu Killi Tın
32	1,37	12,07	7,82	31,25	20,83	47,92	Kumlu Killi Tın
33	1,97	4,67	7,70	20,83	14,58	64,58	Kumlu Killi Tın
34	2,22	6,68	7,98	43,75	14,58	41,67	Kil
35	1,54	2,01	7,84	29,17	20,83	50,00	Kumlu Killi Tın
36	1,54	6,20	7,99	50,00	16,67	33,33	Kil
37	1,54	7,49	8,00	52,08	14,58	33,33	Kil
38	1,11	8,45	7,91	27,08	41,67	31,25	Killi Tın
39	1,45	6,20	7,88	47,92	22,92	29,17	Kil
40	1,34	12,32	7,92	58,33	14,58	27,08	Kil
41	1,25	2,74	7,83	27,08	18,75	54,17	Kumlu Killi Tın
42	1,43	13,68	8,01	56,25	20,83	22,92	Kil
43	1,54	1,77	7,76	25,00	22,92	52,08	Kumlu Killi Tın
44	1,31	14,49	7,90	56,25	20,83	22,92	Kil
45	1,77	0,81	7,51	35,42	22,92	41,67	Kumlu Killi Tın
46	1,03	16,34	7,98	58,33	14,58	27,08	Kil
47	2,51	7,24	7,80	52,08	18,75	29,17	Kil
48	1,45	2,82	7,95	31,25	12,50	56,25	Kumlu Killi Tın
49	2,65	11,19	7,81	37,50	39,58	22,92	Killi Tın
50	1,34	16,02	8,01	58,33	16,67	25,00	Kil
Min.	0,83	0,48	7,51	20,83	12,50	22,92	
Max.	2,65	16,34	8,27	62,50	41,67	64,58	
Ort.	1,74	7,50	7,88	42,54	18,54	38,00	

4.1.1. Toprakların Organik Madde İçerikleri

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri % 0,83 - % 2,65 arasında değişmektedir. Söz konusu bu değerler Çizelge 4.2.'ye göre değerlendirildiğinde; toprakların % 8'i "Çok Az", % 62'si "Az" ve % 30'u ise "Orta" düzeyde organik madde içermektedir. Bu verilere göre yapılan değerlendirmede, yoğun tarımsal üretimin yapıldığı Trakya topraklarının genel bir sorunu olan organik madde yetersizliğinin araştırma alanı topraklarında da mevcut olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.2. Toprakların organik madde içeriklerinin sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 1988).

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 % 0,48 - % 16,34 arasında değişmektedir. Bu bulgular Çizelge 4.3'e göre değerlendirildiğinde; toprakların % 6'sının "Az Kireçli", % 22'sinin "Kireçli", % 64'ünün "Orta Kireçli" ve kalan % 8'inin de "Fazla Kireçli" olduğu görülür. Araştırma alanı topraklarının çoğunluğu kireç içerikleri bakımından "az kireçli" grubuna girmekte olup, kireç yönünden tarımsal üretimde herhangi bir sorun oluşturmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.3. Toprakların kireç içeriklerinin sınıflandırılması (Alparslan ve ark 1988).

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 7,51 – 8,27 arasında değiştiği görülmektedir. Örneklerin alındığı araştırma alanı topraklarının tamamının Çizelge 4.4'e "Hafif Alkali" olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre araştırma alanı topraklarının pH değerleri, bölgede yoğun olarak üretimi yapılan ayçiçeği ve buğdayla birlikte birçok tarım ürünü için istenilen düzeydedir.

Çizelge 4.4. Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması (Alparslan ve ark 1988).

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 Alkali
> 8,5	Alkali

4.1.4. Toprakların Tekstür Sınıfları

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin % 56'sı "Kil", % 24'ü "Kumlu Killi Tın", % 12'si "Kumlu Kil", % 6'sı "Killi Tın" ve % 2'si "Tın", tekstür sınıfında yer almaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda araştırma alanında bulunan arazilerin büyük bir kısmının ağır bünyeli ve kil içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yoğun tarımsal faaliyet sonucunda topraklarda bazı olumsuz fizikokimyasal koşulların oluşabileceğini düşündürmektedir.

4.2. Toprak Örneklerinin Bazı Makro Besin Elementi İçerikleri

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

Çizelge 4.5. Toprakların bazı makro besin elementi içerikleri.

Toprak No	Toplam Azot (N), %	Yararışlı Fosfor (P), ppm	Potasyum (K), ppm
1	0,08	12,41	320,51
2	0,07	6,52	220,98
3	0,11	7,58	197,41
4	0,04	3,29	135,27
5	0,07	8,53	249,40
6	0,10	16,71	350,28
7	0,10	7,88	505,91
8	0,11	7,11	294,77
9	0,07	6,34	242,23
10	0,07	3,99	302,84
11	0,11	10,38	357,01
12	0,09	6,08	281,31
13	0,12	13,41	402,88
14	0,11	13,99	286,78
15	0,10	7,31	392,66
16	0,08	7,74	499,85
17	0,09	4,30	971,22
18	0,09	3,30	248,86
19	0,05	3,74	272,04
20	0,06	5,51	351,10
21	0,08	12,04	347,69
22	0,04	0,19	138,08
23	0,10	12,72	542,35
24	0,07	3,23	333,03
25	0,11	34,50	624,51
26	0,07	17,77	272,90
27	0,10	5,60	316,86
28	0,10	12,32	586,39
29	0,11	6,66	238,88
30	0,04	1,88	115,32
31	0,08	5,60	230,75
32	0,07	9,35	177,85
33	0,10	9,57	223,41
34	0,11	11,19	643,65
35	0,08	12,42	357,15
36	0,08	2,39	254,11
37	0,08	1,28	250,31
38	0,06	10,99	136,92
39	0,07	1,00	306,69
40	0,07	1,24	432,74
41	0,06	10,91	350,15
42	0,07	3,53	425,93
43	0,08	13,11	299,33
44	0,07	5,24	362,29
45	0,09	23,05	423,13
46	0,05	3,36	465,82
47	0,13	6,16	618,32
48	0,07	12,70	428,59
49	0,13	10,34	590,52
50	0,06	1,34	529,02
Min	0,04	0,19	115,32
Max	0,13	34,50	971,22
Ort.	0,08	5,22	358,1

4.2.1. Toprak Örneklerinin Toplam Azot İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin toplam azot içerikleri % 0.04 - % 0.13 arasında değişmektedir. Toprak örneklerinin toplam azot içerikleri Çizelge 4.6'ya göre değerlendirilmiştir. Toprak örneklerinin % 58'inde "Az", % 42'sinde "Eksik" düzeyde toplam azot içeriği saptanmıştır. Bu bulgular toprakların organik madde içerikleri ile paralellik taşımaktadır. Yetiştirilecek tarım ürünlerinde azot eksikliği görülmemesi için toprak analiz raporları sonucunda tavsiye edilen miktarda azotlu gübreleme yapılmalıdır.

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

4.2.2. Toprak Örneklerinin Bitkilere Yararışlı Fosfor İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait bitkilere yararışlı fosfor (P) içerikleri $0,19 \text{ mgkg}^{-1} - 34,50 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Elde edilen sonuçlara göre toprakların % 14'ü "Çok Az", % 44'ü "Az", % 40'ı "Yeterli" ve % 2'si "Fazla" düzeyde fosfor içermektedir. Bu duruma göre, tarım arazilerinin % 58'inin bitkilere yararışlı fosfor (P) bakımından yetersiz düzeyde olduğu görülmektedir. Tarımsal üretimi artırmak için topraklar analiz sonuçlarına göre fosforlu gübre ile gübrelenmelidir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait bitkilere yararışlı fosfor içerikleri Çizelge 4.7.'ye göre değerlendirilmiştir.

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

P (mgkg^{-1})	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 $115,32 \text{ mgkg}^{-1}$ ile $971,22 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bu değerler Çizelge 4.8'e göre değerlendirildiğinde; toprakların % 8'i "Az", % 58'i "Yeterli" ve % 34'ü "Fazla" düzeyde potasyum içermektedir. Toprak örneklerinin temsil ettikleri tarım arazilerinin değişebilir potasyum içerikleri bitki gelişimi için genellikle yeterli düzeydedir.

Çizelge 4.8. Toprakların değişebilir K bakımından sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 1998).

K (mgkg^{-1})	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 Çizelge 4.9.'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.9. Araştırma alanı topraklarının bazı mikro besin elementi içerikleri, mgkg⁻¹

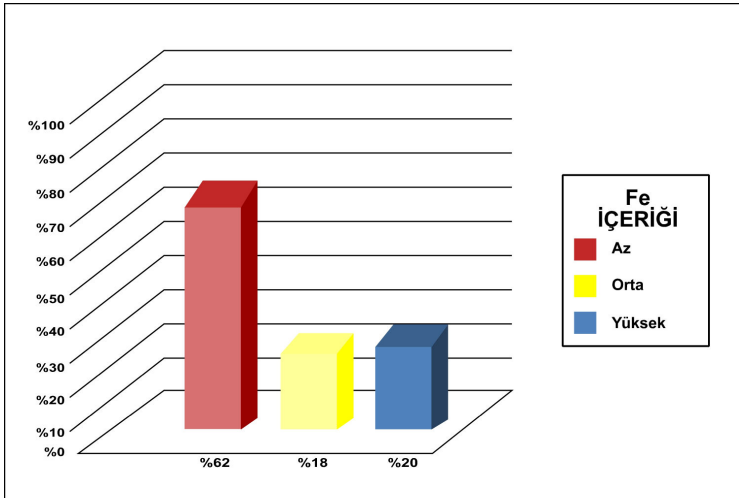
Toprak No	Demir (Fe)	Bakır (Cu)	Çinko (Zn)	Mangan (Mn)
1	7,23	1,50	0,93	2,85
2	5,27	1,07	0,45	3,29
3	7,57	2,13	0,50	2,79
4	4,87	0,70	0,43	3,06
5	0,65	1,50	0,56	0,97
6	0,73	1,58	1,04	0,96
7	0,37	1,00	1,22	0,89
8	0,55	0,96	0,64	0,97
9	4,31	1,32	0,70	3,12
10	0,76	1,16	0,49	1,38
11	3,78	1,00	0,71	5,85
12	4,37	1,00	1,26	2,87
13	1,02	1,30	0,75	1,91
14	6,39	1,04	0,46	3,27
15	4,94	1,16	0,69	3,02
16	0,38	0,99	0,87	1,18
17	0,29	1,81	1,13	1,23
18	0,41	1,09	0,31	0,82
19	0,52	0,87	0,35	0,79
20	0,32	0,95	0,49	0,75
21	0,35	0,91	1,25	0,95
22	0,44	0,82	0,42	1,58
23	0,38	1,11	0,43	0,74
24	0,34	0,84	0,20	0,78
25	5,63	1,70	0,90	1,80
26	7,93	0,93	0,93	6,27
27	0,31	0,95	0,39	1,08
28	0,82	1,63	0,41	0,75
29	0,67	1,26	1,62	0,97
30	2,69	0,45	0,33	2,11
31	0,62	1,00	0,75	1,33
32	0,57	0,48	0,46	1,36
33	3,96	1,94	2,34	3,31
34	0,37	0,90	0,63	0,78
35	0,83	0,84	0,86	1,41
36	0,27	0,73	0,25	0,59
37	0,41	0,48	0,17	0,49
38	4,74	0,64	0,80	3,89
39	0,45	0,76	0,29	0,74
40	0,33	0,67	0,29	0,54
41	0,69	0,83	0,81	1,33
42	4,27	0,97	0,29	2,51
43	7,05	0,97	0,93	5,92
44	4,45	0,99	0,49	2,00
45	1,37	1,80	0,55	3,21
46	3,98	0,86	0,26	2,33
47	3,96	1,14	0,46	1,97
48	0,70	0,86	0,39	0,93
49	0,58	1,31	0,39	0,94
50	0,23	0,57	0,40	0,58
Min	0,23	0,45	0,17	0,49
Max	7,93	2,13	2,34	5,92
Ort.	2,28	1,07	0,65	1,90

4.3.1. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Demir İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yarayışlı demir (Fe) içerikleri $0,23 \text{ mgkg}^{-1} - 7,93 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bu sonuçlar izelge 4.10'a göre yorumlandığında, toprakların % 62'si "Az" % 18'i "Orta" ve % 20'si "Yüksek" demir içeriğine sahip olduğu görülür. Buna göre araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğunda bitkilere yarayışlı demir yetersizliği saptanmıştır. Nitekim bu durum Şekil 4.1'den de görülmektedir.

Çizelge 4.10. Toprakların bitkilere yarayışlı Fe bakımından sınıflandırılması (Lindsay ve Norvell 1978).

Fe (mgkg^{-1})	Değerlendirme
< 2,5	Az
2,5 – 4,5	Orta
> 4,5	Yüksek



Şekil 4.1. Toprak rneklerinin yarayışlı Fe içeriği yetersizliği, %

4.3.2. Toprakların Bitkilere Yarayışlı Bakır İçerikleri

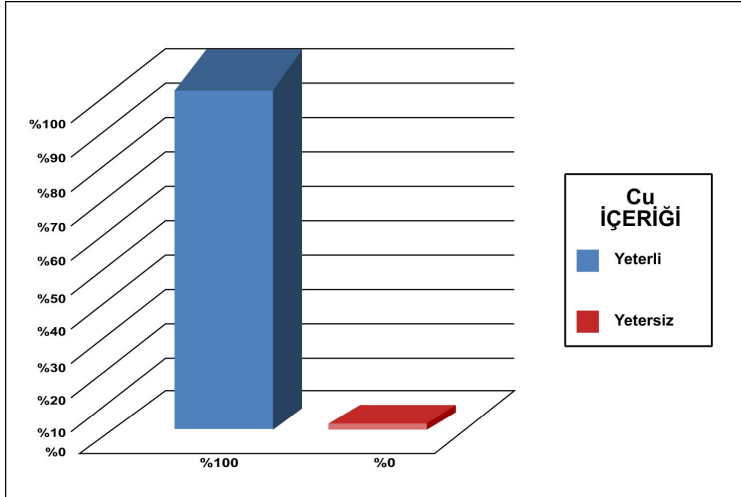
Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yarayışlı bakır (Cu) içerikleri $0,45 \text{ mgkg}^{-1} - 2,13 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Çizelge 4.11'e göre yapılan değerlendirmede araştırma alanından alınan toprak örneklerinin temsil ettiği tarım arazilerinin % 100'nde Bakır içeriğinin yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu durum Şekil 4.2'de görülmektedir.

Edirne ili toban kenarlarında yer alan tarım alanlarında toprakların bitkilere yarayışlı Cu içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada (Sarı 2009), bu araştırmada olduğu gibi toprakların tamamının yarayışlı Cu içeriklerinin yeterli olduğu saptanmıştır.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait bitkilere yarayışlı bakır (Cu) içerikleri izelge 4.11.'e göre değerlendirilmiştir.

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

Cu (mgkg ⁻¹)	Değerlendirme
< 0,2	Yetersiz
> 0,2	Yeterli



şekil 4.2. Toprak örneklerinin yarayışlı Cu içeriği yetersizliği, %

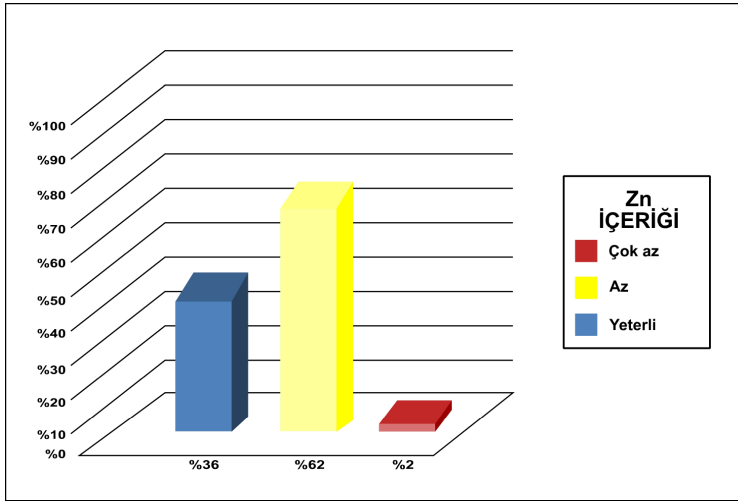
4.3.3. Toprakların Bitkilere Yarayışlı inko İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yarayışlı inko (Zn) içerikleri 0,17 mgkg⁻¹ – 2,34 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Bu değerler izelge 4.12'ye göre değerlendirildiğinde, toprakların % 2'si “ok Az”, % 62'si “Az” ve % 36'sı “Yeterli” düzeyde çinko içermektedir. Buna göre ülkemiz ve Trakya Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi araştırma alanı topraklarının % 64 gibi büyük bir kısmında çinko eksikliği saptanmıştır (şekil 4.3). Bunun için bitkilere mutlaka ihtiyaçları kadar inkolu gübreleme yapılması gerekmektedir.

Bu konuda Edirne ili toprakları üzerinde çalışan Sarı (2009), Zn eksikliğinin % 69,64 düzeyinde olduğunu saptamıştır.

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

Zn (mgkg ⁻¹)	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 yararışlı Zn içeriği yetersizliği, %

4.3.4 Toprakların Bitkilere Yararışlı Mangan İçerikleri

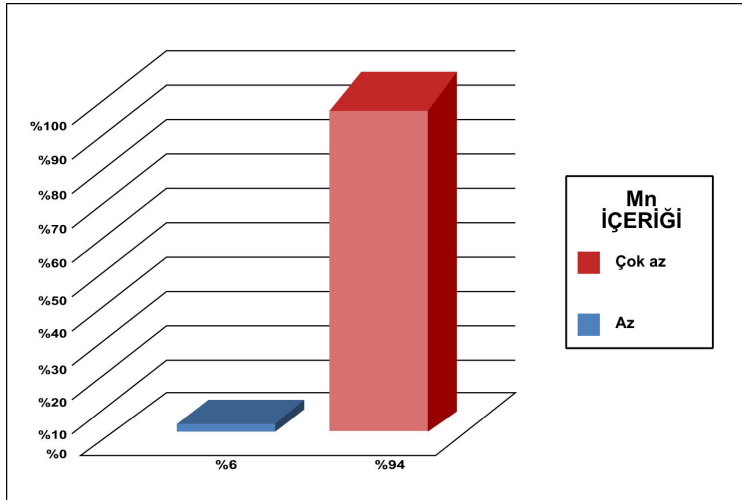
Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin bitkilere yararışlı mangan (Mn) içerikleri 0,49 mgkg⁻¹ – 6,27 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait bitkilere yararışlı mangan (Mn) içerikleri Çizelge 4.13.'e göre değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeye göre toprakların % 94'ünün “Çok Az” ve geri kalan % 6'sının “Az” düzeyinde mangan içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Şekil 4.4'de de görülmektedir. Söz konusu bu bulgular Edirne ili topraklarının yararışlı Mn içerikleriyle paralellik taşımaktadır (Sarı 2009).

Araştırma alanında bulunan tarım arazilerinde bitkilere yararışlı mangan içeriklerinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre araştırma alanındaki tarım arazilerinde

yetiştirilen bitkilere manganlı yaprak gübrelemesi yapılması gerektiği gerçeği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.13. Toprakların yarıyışlı Mn bakımından sınıflandırılması (FAO 1990).

Mn (mgkg ⁻¹)	Değerlendirme
< 4	Çok Az
4 – 14	Az
14 – 50	Yeterli
50 – 170	Fazla
> 170	Çok Fazla



Şekil 4.4. Toprak örneklerinin yarıyışlı Mn içeriği yetersizliği, %

4.4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal Kapsamları

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir bazı ağır metal içerikleri Çizelge 4.14.'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Araştırma topraklarının ekstrakte edilebilir bazı ağır metal içerikleri mgkg⁻¹

Toprak No	Kadmiyum (Cd)	Kobalt (Co)	Krom (Cr)	Nikel (Ni)	Kurşun (Pb)
1	0,030	0,020	0,001	0,590	1,900
2	0,020	0,030	0,001	0,610	1,440
3	0,030	0,020	0,002	0,950	1,890
4	0,010	0,020	0,002	0,390	0,870
5	0,020	0,004	0,002	0,700	0,970
6	0,030	0,010	0,002	0,730	1,480
7	0,010	0,010	0,001	0,690	1,060
8	0,020	0,010	0,001	0,840	1,410
9	0,020	0,020	0,001	0,380	1,930
10	0,010	0,010	0,003	0,590	1,160
11	0,020	0,060	0,001	0,810	1,440
12	0,010	0,020	0,001	0,440	1,390
13	0,030	0,010	0,002	1,180	1,080
14	0,020	0,020	0,001	0,840	1,640
15	0,010	0,020	0,001	0,840	1,740
16	0,010	0,010	0,001	0,720	1,390
17	0,010	0,020	0,004	0,700	1,280
18	0,010	0,004	0,001	0,550	1,000
19	0,010	0,002	0,001	0,410	0,940
20	0,010	0,004	0,001	0,510	1,170
21	0,010	0,010	0,002	0,580	1,170
22	0,010	0,010	0,001	0,390	0,760
23	0,010	0,010	0,002	0,870	0,920
24	0,010	0,004	0,001	0,480	0,910
25	0,010	0,010	0,001	0,920	1,860
26	0,030	0,020	0,002	0,570	2,100
27	0,010	0,010	0,001	0,750	1,390
28	0,010	0,010	0,001	0,860	1,500
29	0,010	0,010	0,002	0,540	2,100
30	0,004	0,020	0,001	0,250	11,140
31	0,010	0,010	0,003	0,720	1,550
32	0,010	0,010	0,003	0,420	1,010
33	0,020	0,020	0,002	0,600	3,590
34	0,010	0,001	0,002	0,590	1,250
35	0,020	0,002	0,001	0,430	1,450
36	0,010	0,001	0,001	0,450	1,010
37	0,003	0,001	0,001	0,290	0,560
38	0,010	0,030	0,002	0,510	1,600
39	0,010	0,002	0,001	0,550	0,920
40	0,003	0,002	0,001	0,430	0,900
41	0,020	0,003	0,002	0,460	1,490
42	0,010	0,020	0,001	0,530	1,030
43	0,030	0,020	0,003	0,590	2,280
44	0,060	0,010	0,002	0,590	1,060
45	0,030	0,010	0,001	1,320	1,000
46	0,004	0,010	0,003	0,420	0,860
47	0,010	0,004	0,001	0,710	1,340
48	0,010	0,010	0,004	0,710	1,370
49	0,020	0,004	0,002	0,830	1,380
50	0,002	0,001	0,001	0,390	0,810
Min	0,002	0,001	0,001	0,250	0,560
Max	0,060	0,060	0,004	1,320	11,140
Ort.	0,015	0,012	0,002	0,620	1,320

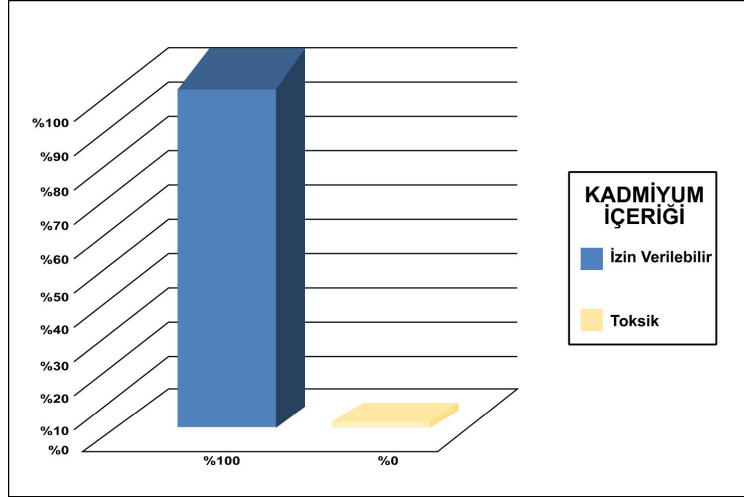
4.4.1. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kadmiyum İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir Kadmiyum (Cd) içerikleri $0,002 \text{ mgkg}^{-1}$ – $0,060 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir Kadmiyum (Cd) içerikleri Çizelge 4.15.'e göre değerlendirildiğinde toprakların % 100'ünde Kadmiyum içeriğinin “İzin verilebilir” düzeyde olduğu saptanmıştır. Elde edilen verilere göre araştırma alanında bulunan tarım arazilerinde toksik derece kadmiyum kirliliğine şimdilik rastlanmamıştır. Bu durum Şekil 4.5'de görülmektedir.

Söz konusu bu bulgular Edirne ili otoban kenarında yer alan tarım toprakları üzerinde çalışan Sarı (2009)'un bulgularıyla uygunluk içerisindedir.

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

Cd (mgkg^{-1})	Değerlendirme
< 0,2	İzin verilebilir
> 0,2	Toksik



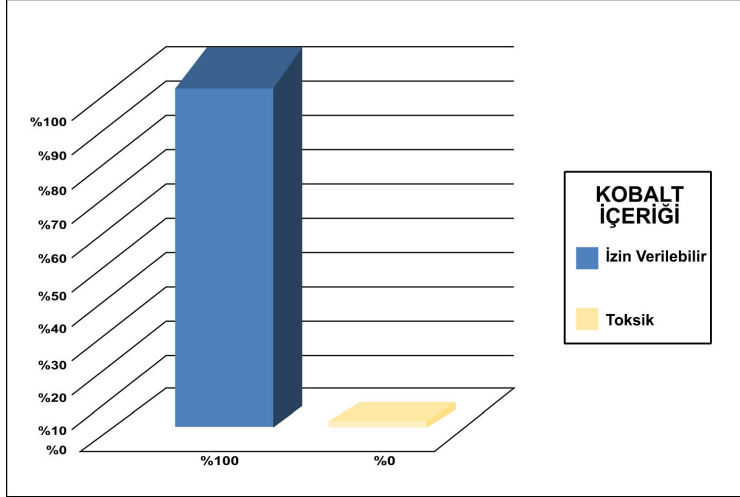
Şekil 4.5. Araştırma alanı topraklarındaki Cd kirliliği, %

4.4.2. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kobalt İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir kobalt içerikleri $0,001 \text{ mgkg}^{-1}$ – $0,06 \text{ mgkg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Toprakların % 100'ü “İzin verilebilir” kobalt içeriğine sahiptir. Elde edilen verilere göre toprak örneklerinin temsil ettiği tarım arazilerindeki kobalt içerikleri henüz toksik değerlere ulaşmamıştır (Şekil 4.6).

Çizelge 4.16. Topraklarda ekstrakte edilebilir Co için kritik değerler (Carrigan ve Erwin 1951).

Co (mgkg ⁻¹)	Değerlendirme
< 0,09	İzin verilebilir
> 0,09	Toksik



Şekil 4.6. Araştırma alanı topraklarındaki Co kirliliği, %

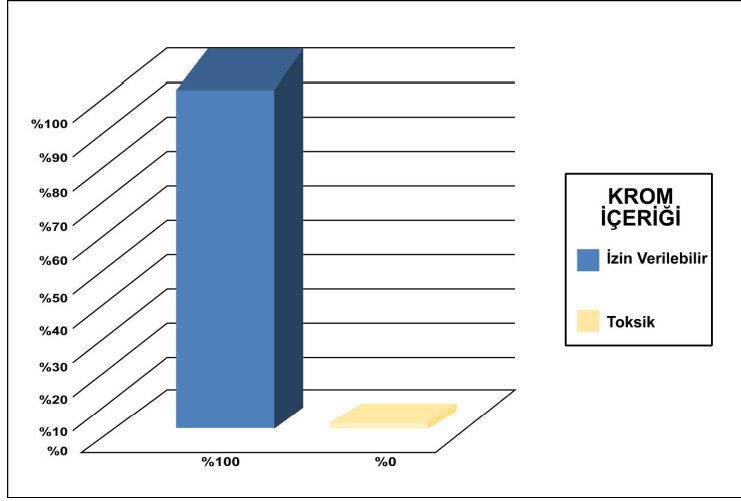
Trakya Bölgesi'nin başka bir ilinde çalışan Sarı (2009), Edirne ilinde otoban kenarlarındaki arazilerde Co kirliliğinin mevcut olduğunu ve % 32,14 gibi yüksek bir değere ulaştığını saptamıştır.

4.4.3. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Krom içerikleri

Araştırma alanlarından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir krom içerikleri 0,001 mgkg⁻¹ – 0,004 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir krom (Cr) içerikleri Çizelge 4.17.'ye göre değerlendirildiğinde; toprakların % 100'ünün "İzin verilebilir" düzeylerde krom içerdiği saptanmıştır. Sonuç olarak Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin temsil etmiş oldukları tarım arazilerinde krom içerikleri toksik değerlere ulaşmamıştır (Şekil 4.7. Bu bulgular Sarı (2009)'un bulgularıyla paralellik taşımaktadır.

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

Cr (mgkg ⁻¹)	Değerlendirme
< 1	İzin verilebilir
> 1	Toksik



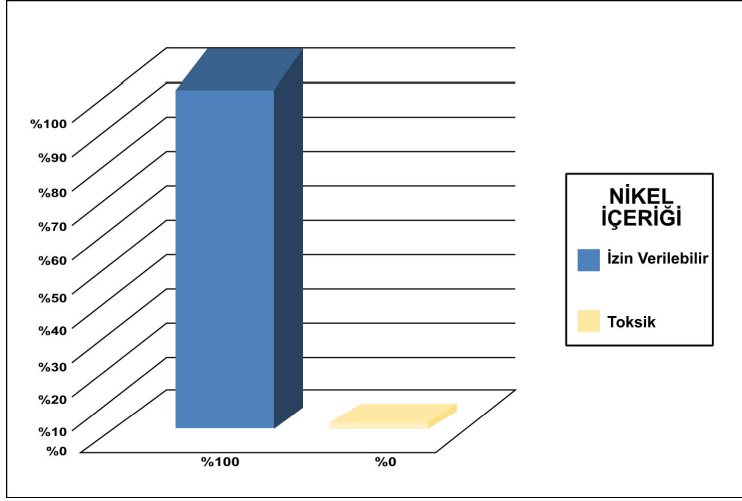
Şekil 4.7. Araştırma alanı topraklarındaki Cr kirliliği, %

4.4.4. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Nikel İçerikleri

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir nikel (Ni) içerikleri 0,250 mgkg⁻¹ – 1,320 mgkg⁻¹ arasında değişmektedir. Çizelge 4.18.'e göre yapılan değerlendirme sonucunda toprakların % 100'ünün Ni içeriklerinin şimdilik "İzin verilebilir" düzeyde olduğunu saptanmıştır. Ancak bazı örneklerin Ni içeriğinin yüksek olduğu önlem alınmazsa yakın bir gelecekte mevcut tarım arazilerinde Ni kirliliğinin görülebileceği saptanmıştır.

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

Ni (mgkg ⁻¹)	Değerlendirme
< 10	İzin verilebilir
> 10	Toksik



Şekil 4.8. Araştırma alanı topraklarındaki Ni kirliliği, %

4.4.5. Toprakların Ekstrakte Edilebilir Kurşun İçerikleri

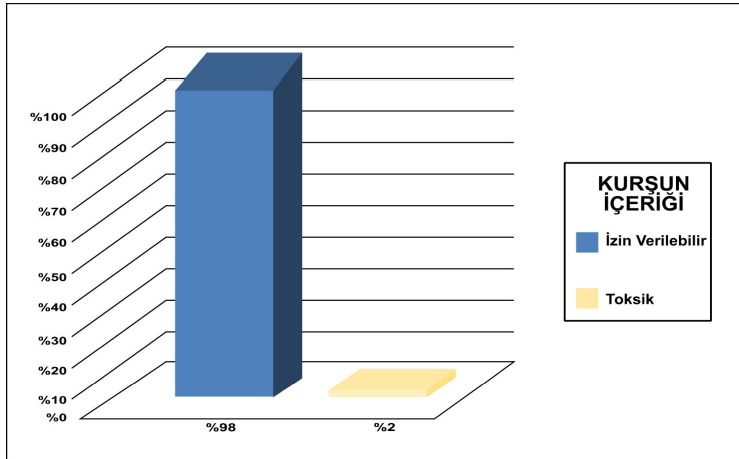
Araştırma alanı topraklarının sahip oldukları kurşun içerikleri $0,560 \text{ mgkg}^{-1}$ – $11,140 \text{ mgkg}^{-1}$ arasındadır. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin Pb içeriklerinin % 2'si “Toksik” ve % 98'i “İzin verilebilir” düzeydedir (Şekil 4.9). Bu durum araştırma alanındaki Pb kirliliğinin eğer gerekli önlemler alınmazsa her geçen gün armaya devam edebileceğini göstermektedir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerine ait ekstrakte edilebilir kurşun (Pb) içerikleri Çizelge 4.19.'a göre değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, Edirne İli otoban kenarlarında yer alan tarım alanlarında ağır metal kirliliğini araştıran Sarı (2009), toprakların önemli bir bölümünde Pb kirliliğinin mevcut olduğunu ve kirlilik oranının % 42,85 gibi yüksek bir değerde olduğunu belirlemiştir.

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

Pb (mgkg^{-1})	Değerlendirme
< 4	İzin verilebilir
> 4	Toksik



Şekil 4.9. Araştırma alanı topraklarındaki Pb kirliliği, %

Araştırma alanı toprakları tarımsal ve hayvansal üretimin yoğun olarak yapıldığı bir bölgedir. TEM otoyolu kenarlarında saptanan bu toksik ve yüksek kurşun içerikleri önlem alınmadığı takdirde, günden güne artarak tarımsal ve hayvansal ürünlerde birikebilecek ve bu ürünleri ile beslenen canlıların bünyelerine geçerek insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşabilecektir.

4. 5. Toprakların Ağır Metal İçerikleri İle Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprakların ekstrakte edilebilir Cd, Co, Cd, Ni ve Pb içerikleriyle bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında belirlenen korelasyon katsayıları Çizelge 4. 20 'de verilmiştir. Çizelge 4.20.'den de görüldüğü üzere toprakların ekstrakte edilebilir Cd, Co, Cr, Ni ve Pb içerikleriyle pH değerleri, kireç içerikleri, organik madde miktarları ve kil miktarları arasında % 5 düzeyinde önemli bazı istatistiksel korelasyonlar belirlenmiştir.

Çizelge 4. 20. Toprakların ağır metal içerikleriyle bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler.

	pH	Kireç	Org. Madde	Kil
Cd	-0.09	-0.21	0.39*	0.49*
Co	0.24*	-0.12	-0.19	0.60*
Cr	0.37*	0.39*	0.31*	0.47*
Ni	0.34*	0.49*	0.51*	0.53*
Pb	0.12	0.46*	-0.17	0.38*

Çizelge 4. 20.'ye göre toprakların pH değerleriyle Co, Cr ve Ni içerikleri arasında; kireç içerikleriyle Cr, Ni ve Pb miktarları arasında; organik madde miktarlarıyla Cd, Cr ve Ni içerikleri arasında ve kil miktarlarıyla Cd, Co, Cr, Ni ve Pb miktarları arasında % 5 düzeyinde önemli korelasyonlar saptanmıştır.

Toprakların ekstrakte edilebilir Cd içerikleri kireç miktarı ve pH değerinin artışı ile birlikte azalmakta organik madde miktarının artışıyla artmaktadır (Kacar 1995).

Sarı (2009)'a göre toprakların ekstrakte edilebilir Co içeriklerinin kireç miktarının ve organik madde miktarının artışıyla azalmakta, pH değerinin ve kil miktarının artışıyla artmaktadır.

Toprakların ekstrakte edilebilir Cr ve Ni içerikleri pH değeri ve kil miktarının artışıyla artmaktadır (Baralkiewicz ve Siepak 1999).

Toprakların ekstrakte edilebilir Pb miktarlarıyla toprak pH değeri, kil miktarı ve kireç içeriği arasında John (1972)'ye göre doğrusal bir ilişki mevcuttur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Başta ayçiçeği ve buğday olmak üzere birçok tarım ürününün yoğun bir şekilde üretiminin yapıldığı Kırklareli İl'inin sınırları içerisinde kalan yük ve yolcu taşımacılığı hacmi bakımından ülkemizin önemli karayollarından biri olan TEM otoyolu'nun kenarlarındaki tarım arazilerinden alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda aşağıdaki bulgular saptanmıştır.

Çalışma yapılan arazi topraklarının organik madde içerikleri tüm ülke topraklarında olduğu gibi yetersiz düzeydedir. Bunun en büyük nedenleri bölge çiftçilerinin yoğun bir şekilde toprak işlemeli tarım yapmaları ve çiftlik gübresi kullanmak yerine kimyasal gübre kullanmayı tercih etmeleridir. Ayrıca tarım ilaçlarının aşırı kullanılması toprak organik maddesinin önemli kaynaklarından biri olan toprak canlılarının ekolojik dengesini bozmakta ve hasattan sonra arazi yüzeyinde kalan ürün artıklarının (anız, sap vs.) yakılması suretiyle ortadan kaldırılması toprak organik maddesinin azalmasına sebep olmaktadır. Toprak organik madde içeriğini zenginleştirmek için; uygun toprak işleme yöntemleri, ekim münavebesi uygulaması, çiftlik gübresi başta olmak üzere organik gübrelerin kullanımı gibi bazı kültürel önlemlerin alınması ve anızın yakılmaması konusunda yöre çiftçilerinin bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin temsil etmiş oldukları tarım arazilerin tamamında nötr reaksiyon sınıflamasına giren değerler bulunmuştur. Buna göre araştırma alanı toprakları, bölgede yetiştirilen başlıca tarım ürünleri olan ayçiçeği ve buğdayın yanı sıra bölgede yetiştiriciliği yapılan mısır, pancar, arpa gibi tarım ürünlerinin üretimi için uygun pH değerlerine sahiptir.

Araştırma alanı topraklarının yarısından fazlasının ise tekstür sınıfının "Kil" olduğu saptanmıştır. Kil içeriği yüksek toprakların verimliliğinin yüksek olabilmesi için bu koşullara uygun toprak işleme yöntemleri uygulanması gerekmektedir. Örneğin, kil içeriği yüksek topraklarda aşırı toprak işleme toprağın sıkışmasına neden olmakta ve bu nedenle aşırı toprak işlemeden kaçınılmalıdır. Ayrıca killi topraklarda yüzey alanı fazla olduğu için bitki besin elementlerinin bitki kökleri tarafından alımı zorlaşır ve optimum verimi alabilmek için uygulanması gereken gübre miktarı da artar. Bu nedenlerle kil tekstür sınıfına sahip olan tarım arazilerinde verimliliğin yüksek olması için farklı kültürel uygulamalar yapılmalıdır.

Araştırmanın yapıldığı toprakların kireç içerikleri bölgede yetiştirilen ürünler için genel olarak uygundur. Fakat bazı alanların içerikleri “Az Kireçli” ve “Fazla Kireçli” dir. Kireç miktarının düşük veya yüksek olması bazı bitkiler için uygun olmayabilir. Kalsiyum bitki hücre duvarlarının yapısında yer aldığı ve biyolojik aktiviteyi arttırdığı için kireç içeriğinin düşük olduğu yerlerde kireçleme yapılmalıdır. Kireç miktarının artması toprakta pH'yı yükseltir. Kireç oranı yüksek topraklarda Ca^{+2} kasyonu ortamdaki yarayıklı fosfor ile çözünemez bileşikler oluşturur ve bu bitki besin elementinin eksikliği gündeme gelebilir.

Araştırma alanında bulunan tarım arazilerinin yarısından fazlasının yarayıklı fosfor içeriğinin yetersiz düzeyde olduğu saptanmıştır. Bitki gelişimi ve ürün kalitesi üzerinde büyük etkisi olan fosfor eksikliğinin giderilmesi amacıyla toprak analizi sonuçlarına göre Kırklareli ili tarım arazilerinde fosforlu gübre kullanılmalıdır.

Araştırmanın yapıldığı tarım arazilerinin genelinde değışebilir potasyum içeriği ülkemiz topraklarının genelinde olduğu gibi bitki gelişimi için yeterli düzeydedir.

Araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğunda demir eksikliği görölmektedir. Toprakların büyük kısmında kireç içeriğinin fazla olması yarayıklı demir içeriğinin düşük olmasının nedenlerinden biridir. Çünkü kireç, bitkilere yarayıklı durumda bulunan az miktardaki demiri toprağı bağlamakta ve yarayıklı duruma getirebilmektedir. Demir eksikliğini gidermek için demirli gübreleme yapılmalıdır.

Araştırma alanı arazilerinde bitkilere yarayıklı bakır bakımında herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Toprakların içerdikleri yarayıklı Cu miktarları bitki gelişimi için yeterli düzeydedir.

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin temsil etmiş oldukları tarım arazilerinin büyük bir bölümünde bitkilere yarayıklı çinko ve tamamında mangan miktarlarının yetersiz düzeyde olduğu saptanmıştır. Özellikle çinko eksikliği, ülkemiz tarım arazilerinin çoğunda ve dünya tarım topraklarının genelinde önemli bir mikro element eksikliği olduğu bilinmektedir. Araştırma alanında yetiştiriciliğı yapılan tarımsal ürünlerde Zn ve Mn eksikliğinin giderilmesi için yaprak gübrelemesinde Zn ve Mn içeren gübrelere öncelik verilmelidir.

Araştırma alanı tarım arazileri ağır metal içeriklerine göre değerlendirildiğinde tarım arazilerinin tamamında kadmiyum (Cd), kobalt (Co), Krom (Cr), Nikel (Ni) içeriklerinin “İzin Verilebilir” sınır değeri içinde oldukları saptanmıştır. Bu elementler topraklarda şimdilik

her ne kadar kirlilik yaratacak düzeylere ulaşacak kadar birikmemiş olsalar da bulunan değerler ağır metal içeriklerinin insan, hayvan ve bitki sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşmadan önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda kurşun içeriği açısından kritik değer olan 4 mgkg^{-1} 'in üzerinde ve bu değere yakın kurşun (Pb) içerikleri saptanmıştır. Bunun başlıca nedeni karayolu ulaşımında kullanılan motorlu taşıtların egzozlarından çıkan gazlardır. Benzinli ve dizel motorlu taşıtlardan çevreye salınan kurşun güzergah boyunca kendini göstermekte bazı bölgelerde kritik değerın üzerine çıkarak Pb kirliliğine yol açmaktadır.

Araştırma alanının güney kesiminde kurşun içeriğinin kuzeye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Kurşun içeriğinin güney kesimlerde daha yüksek olmasında en etkili faktörünün bölgedeki hakim kuzey rüzgârları olduğunu söylenebilir.

Kritik değerın altındaki tarım arazilerinin kurşun içerikleri ise şimdilik insan, hayvan ve bitki sağlığı açısından bir tehdit unsuru oluşturmasa da elde edilen bulgular bu konuda önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma sonuçlarına göre, TEM otoyolunun Kırklareli il sınırları içinde kalan kısmının kenarlarındaki yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı tarım arazilerinde Kurşun (Pb) kirliliğinin mevcut olduğu ve önlem alınmadığı takdirde diğer ağır metallerin de yakın bir gelecekte kirliliğinin meydana gelebileceği bu araştırma ile ortaya konulmuştur. Diğer taraftan topraklarda belirlenen bu ağır metal kirliliğinin bitkilere de bulaşmış olması muhtemeldir. Yörede ağır metal kirliliğinin artışının önlenmesi için gerekli yasal ve kültürel önlemler vakit geçirilmeden alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Ağca N (1998). Atıksuların Toprak Ekosistemine Etkileri, Kayseri 1. Atıksu Eğitim Sempozyumu Bildiri Kitabı, s: 5-8, Kayseri.
- Ahmed S, and Evans HJ (1960). Cobalt: A micronutrient element fort he growth of soybeam plants under symbiotic conditions. Soil Sci. 90: 205-210.
- Alloway BJ (1995). Cadmium . In BJ Alloway (Ed.). Heavy metals in soils. Blackie, London.
- Alparslan M, Güneş A ve İnal A (1988). Deneme Tekniği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1501, Ankara.
- Anonim (2011). Kırklareli ili Tarım İl Müdürlüğü Çalışma Raporu. Kırklareli tarım İl Müd. Yayınları, Kırklareli.
- Anderson A. J, Meyer DR and Mayer FK (1973). Heavy metal toxicities. Levels of nickel, cobalt and chromium in the soil and plants associated with visual symptoms and variation in growth of an oat crop. Aust. Agric. Res. 24: 557-571.
- Asri FÖ ve Sönmez S (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi, Cilt 23 (2): 36- 45.
- Bailey LT and JS Mchargue (1943). Copper deficiency in tomatoes. Amer. Jour. Bot. 30:558-563.
- Bakış R ve Bilgin M (1998). Çöp Sızıntı Sularından Dolayı Topraklarda Meydana Gelen Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf: 167-170, Kayseri.
- Baralkiewicz D and Siepak J (1999). Chromium, nickel and cobalt in environment samples and existing legal norms. Polish J. Environ. Stud. 8: 201-208.
- Barnette RM and Warner JD (1935). Responses of chlorotic corn plants to the application of zinc sulfate to the soil. Soil Sci. 39: 145-159.
- Başar H ve Aydınalp C (2005). Heavy metal contamination in peach trees irrigated with water from a heavily polluted creek. J. of Plant Nutrition, 28 (11): 2049- 2063.
- Başkaya HS ve Teksoy A (1997). Topraklarda Ağır Metaller ve Ağır Metal Kirliliği, I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, s:763-771, Bursa.
- Benavides MP, Gellego SM and Tomaro ML (2005). Cadmium toxicity in plants. Braz. J. Plant Physiol. 17: 21-34.
- Bolle Jones EW, and 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.
- Brams E(1977). Relationships of soil cadmium and lead to the enviroment peripheral to industrial cities. p.369-382. in: Proccedings, International Seminar or soil Environments and Fertility Management in Intensive Agricultural (SEFMIA), Japan. 1977. Soc. of the Science of soil and Manure, Tokyo.
- Brümmer GW, Homburg V, Hiller DA, 1991. Schwer Metallbelastung von Böden. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkudl. Geselsch. 63, 31-42.
- Camelo LGL, Miguez SR and Margan L (1997). “Heavy Metals Input with Phosphate Fertilizers used in Argentina” Science of The Total Environment 204, 45-250.
- Carrigan RA and Erwin TC (1951). Cobalt determination in soils by spectrographic analysis following chemical preconcentration. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 15: 145- 149.
- Chapman HD (1971). Proc. Intern. Symp. Soil Fert. Evaln. New Delhi 1:927-947.
- Chow TJ (1970). Lead accumulation in roadside soil and grass. Nature (London) 225-295-296.
- Cvetkovic J, Arpadjan S, Karadjova I and Stafilov T (2006). Determination of cadmium in wine by electrothermal atomic absorption spectrometry. Acta Pharm. 56: 69-77.
- Dağdeviren Ş (2007). Çorlu ve civarındaki topraklarda ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi ve sonuçların yapay sinir ağları ile değerlendirilmesi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anadilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- 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 and Zengin M (2004). Heavy metal contents od pinus radiata trees of İzmit (Turkey). Asian J. of Chemistry, Vol: 16 (2): 1129- 1134.
- 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 Yararışlı Bazı Mikroelement (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.
- Fujimoto G and G. D. Sherman (1950). Cobalt content of typical soils and plants of the Hawaiian Island. Argon. Jour. 42: 577-581.

- Garrido ML, Munoz-Olivas R and Camara C(1998). Interference removal for cadmium determination in waste water and sewage sludge by flow injection cold vapour generation atomic absorption spectrometry. *J. Anal. Atomic Spectrom.* 13: 1145-1149.
- Gerendas JJ, C. Polacco C, Freyermuth SK and Sattelmacher B (1999). Significance of nickel for plant growth and metabolism. *J. Plant Nutr. Soil sci.* 162: 241-256.
- Hakerlerler H, Okur B ve Yağmur B (1995). Gediz Havzasında Yollara Yakın Arazilerde Motorlu Araç Trafığından Kaynaklanan Ağır Metal Kirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. 1. Gediz Havzası Erozyon ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 10-11 Ekim 1995, sf: 138-148.
- Hallsworth EG, Wilson SB and Greenwood EAN (1960). Copper and cobalt in nitrogen fixation. *Nature* 187: 79-80.
- Harvey RJ (1937). The denmark wasting disease cobalt status of some West Australian soils. *Jour. Dept. Agr. W.Australia* 14:386-393.
- Holmes RS (1943). Copper and zinc contents of certain United States soils. *Soil Sci.* 56: 359-370.
- Hossner LR, Loppert RH and Newton RJ (1998). Literature review: Phytoaccumulation of chromium, Uranium and plutonium in plant systems. Amarillo National resource Center for Plutonium. ANRCP-1998-3.
- John MK (1972). Lead availability related to soil properties and extractable lead. *J. Environ. Quality* 1 (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. ve İnal A (2008). Bitki Analizleri, Nobel Yayınları No: 1241.
- Kacar B ve Katkat AV (2007). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayınları No: 1119.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A ve 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.
- Kaytakoğlu S, Var F ve Öcal S (1995) Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Kirlilik ve Giderilme Yöntemleri. Yanma ve Hava Kirliliği 3. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Ankara.

- Lagerwerff JV (1971). Uptake of cadmium, lead and zinc by radish from soil and air. *Soil Sci.* 111: 129-133.
- Lindsay WL and Norvell WA (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc.Am.J.* 42:421- 428.
- Mater B. (1998). *Toprak Coğrafyası. Çantay Kitabevi, İstanbul.*
- Mertz W (1969). Chromium occurrence and function in biological systems. *Physiol. Rev.* 49: 163-239.
- Nelson DW and Sommers LE (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *Methods of Soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph no.9. (2nd Ed). ASA-SSSA, Madison, Wisconsin. USA.*
- Piper CS and Walkey A (1943). Cu, Zn, and Mn in some plants of agricultural interest. *Jour. Council Sci. Ind. Research. (Aust.)* 16: 217-234.
- Pratt PF (1966). Chromium. p. 136-141. in H. D. Chapman (ed.) *Diagnostic criteria for plants and soils. University of California Division of Agricultural Sciences, Berkeley, USA.*
- Proctor J and Woodell RJ (1975). The ecology of serpentine soils. *Adv. Ecol. Res.* 9: 255-366.
- Rickes EL, Brink NG, Koniuszy FR, Wood TR and K. Folkers (1948). Crystalline vitamin B₁₂, *Science* 107: 396-397.
- Ross RG and Stewart DKR (1969). Cadmium residues in apple fruit and foliage following a cover spray of cadmium chloride. *Can. J. Plant Sci.* 49:49-52.
- Rossiter RC, Curnaw DH and 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 and Das P (2003). Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. *Agronomie* 23: 3- 11.
- Sağlam MT (2008). *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.*
- Schroeder HA and Balasa JJ (1963). Cadmium: Uptake by vegetables from superphosphate by soil. *Science* 140:819-820.
- Sommer AL (1931). Copper as an essential element for plant growth. *Plant Physiol.* 6: 339-345.

- Sommer AL (1945). Copper and plant growth. Soil Sci. 60: 71-80.
- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez NK., Kaya H and Uz İ, 2006 a. High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. Sci. Agric.(Piracicaba, Braz.), 63(3);213-218.
- Strati S, Paoletti E, Barbolani E and Pirazzi R (1999). Root length and distribution of chromium in *Corylus avellana* with *Tuber albidum* mycorrhizas. Water Air Soil Pollot. 113: 33-41.
- Swaine DJ (1955). The trace element content of soils. Commonwealth Bur. Soil Sci. Tech. Comm. No.48, p.151. Herald Printing, York, England.
- Tandler CJ, Solari AJ (1969). Nucleolar Orthophosphate Ions-electronmicroscope and Diferaction studies, J. Cell Biol. 41.
- Tisdale SL, Nelson WL and 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 ve Karaman MR (1998). Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara.
- Tornabene TG and Edward HW (1972). Microbial uptake of lead. Science 176: 1334-1335.
- Ulrich B (1980). Chemical Changes due to acid precipitation in a losses-derived soil in central Europe. Soil Science. 130: 193-199.
- Yıldız N ve Bircan H (1991). Araştırma ve Deneme Metodları. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 305, Erzurum.
- Wallace A, Soufi SM, Cha JW and Romney EM (1976). Some effects of chromium toxicity on bush bean plants grown in soil. Plant Soil 44: 471-473.
- Zengin KF ve Munzuroğlu Ö (2005). Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. *Strike*) klorofil ve karotenoid miktarı üzerine bazı ağır metallerin (Ni^2 , Co^2 , Cr^3 , Zn^2) etkileri. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1): 164-172.
- Zimdahl RL, Koeppe DE (1977). Uptake by Plants in Lead in the Environment, National. <http://www.paylastr.org/kimya/110434-agir-metal-kirliligi-ve-insan-sagligina-etkileri.html>
Erişim Tarihi 12.02.2011
- <http://www.kureselcevre.com.tr/toprak.php>, Erişim Tarihi: 25.01.2011
- <http://www.lenntech.com/periodic>, Erişim Tarihi: 02.02.2011
- <http://www.kirklarelitarim.gov.tr>, Erişim Tarihi: 06.01.2011
- <http://www.trakyazoder.org>, Erişim Tarihi: 04.04.2011
- <http://www.food-info.net/tr/metal/lead.htm>, Erişim Tarihi: 12.03.2011

http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/kirklareliicd2006.pdf, Erişim Tarihi: 16.02.2011.

7. ÖZGEÇMİŞ

16 aralık 1986 yılında Lüleburgaz'da doğdu. İlk öğretimini Ahmetbey'de tamamladıktan sonra orta öğretim ve lise eğitimlerini 1998-2004 yılları arasında Lüleburgaz Anadolu Lisesi'nde tamamlayarak 2005 yılında girdiği Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nden 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılında çalışmaya başladığı S.S. 911 Sayılı Ahmetbey Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifi'nde iş hayatına devam etmektedir.