



**İĞDIR-NAHÇİVAN KARAYOLU GÜZERGÂHINDA
TARIM ARAZİLERİNİN (TOPRAKLARIN)
MİKROELEMENT VE AĞIR METAL
İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Cemal KÜÇÜK
Yüksek Lisans Tezi

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit KARAOĞLU
Ortak Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Adil AYDIN
2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**IĞDIR-NAHÇIVAN KARAYOLU GÜZERGÂHINDA TARIM ARAZİLERİNİN
(TOPRAKLARIN) MİKROELEMENT VE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN
BELİRLENMESİ**

Cemal KÜÇÜK

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

IĞDIR

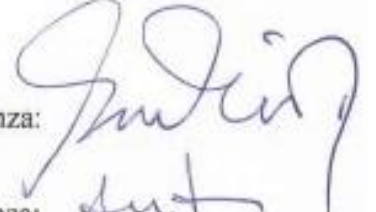
2019

Her hakkı saklıdır

Dr. Öğr. Üyesi Mücahit KARAOĞLU danışmanlığı ve Dr. Öğr. Üyesi Adil AYDIN ortak danışmanlığında Cemal KÜÇÜK tarafından hazırlanan bu çalışma 30/04/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

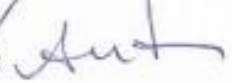
Üye: Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL

İmza:



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Adil AYDIN

İmza:



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit KARAOĞLU

İmza:



Üye: Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK

İmza:



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Serdar SARI

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 21/06/2019 tarih ve 2019/166 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(imza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Cemal KÜÇÜK

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyonu Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2017-FBE-L16

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

İĞDIR-NAHÇIVAN KARAYOLU GÜZERGÂHINDA TARIM ARAZİLERİNİN (TOPRAKLARIN) MİKROELEMENT VE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

KÜÇÜK, Cemal

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit KARAOĞLU

Tez Ortak Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Adil AYDIN

Nisan 2019, 45 sayfa

Dünya üzerinde yer alan litosfer ve bunun üzerinde şekillenen pedosfer temel olarak elementler kümesinden oluşmaktadır. Bitki besin elementleri, bitkinin büyümesi ve gelişmesi için toprakta mutlak bulunması gereken elementlerdir. Ancak mikro besin elementlerinin bazıları belli bir düzeyin üzerine çıktığı zaman zehir etkisi yapmaktadır. Bazı toksik elementler de bazı mikro besin elementlerinin azlığı veya bitkiler tarafından tarafından alınma güçlüğü yaşandığı durumlarda bitkiler tarafından besin elementi gibi alınabilmektedir. Bunun yanı sıra yetiştiricilik yapılan tarım alanlarında, özellikle sanayi ve karayolu geçen bölgelerde salınan gazlardan ağır metal yayılımı olmakta, bu gazlar içerisindeki metaller toprak ve bitki bünyesinde birikmektedir. Bu çalışmada 080 Devlet Yolu'nun geçtiği Tuzluca-İğdir-Nahçıvan güzergahı boyunca çapraz bir şekilde 5 km aralıklarla, yoldan içeriye dik olarak 0-10-30 metre uzaklıklarda ve 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin tekstür sınıfları, pH, kireç ve organik madde miktarları ile ağır metallerin (Pb, Cd) toplam miktarları ve mikro besin elementlerinin (Zn, Cu, Ni, Fe, Mn) toplam ve alınabilir miktarları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İğdir-Nahçıvan Karayolu, toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri, mikro elementler, ağır metaller.

ABSTRACT

DETERMINATION OF MICROELEMENT AND HEAVY METAL CONTENT OF AGRICULTURAL LAND (SOILS) ON THE İĞDIR-NAKHCHIVAN HIGHWAY

KÜÇÜK, Cemal

Master Thesis, Soil Science and Plant Nutrition Main Discipline

Thesis Adviser: Assist. Prof. Dr. Mücahit KARAOĞLU

Thesis Co-Adviser: Assist. Prof. Dr. Adil AYDIN

April 2019, 45 pages

The lithosphere in the earth and the pedosphere formed thereon are basically composed of a set of elements. Plant nutrients are essential elements for growing of plants. However, some of the micronutrients have a toxic effect when they exceed a certain level. Some toxic elements can also be taken as nutrients by plants when there is a lack of some micronutrients or difficulty in getting them by the plants. In addition, heavy metal emission is carried out in the cultivated agricultural areas, especially in the industrial and highway zones, and the metals in these gases accumulate in the soil and in the plant. In this study, soil samples were taken along the Tuzluca-İğdir-Nahçivan route, crossing 080 State Highway, at a distance of 0-10-30 meters from the Highway, and at 0-20 cm soil depth. The texture classes, pH, lime, organic matter amounts with the total amount of heavy metal (Pb, Cd) and the total and available amount of micro nutrients (Zn, Cu, Ni, Fe, Mn) of these samples was determined.

Key words: İğdir-Nakhchivan highway, physical and chemical properties of soil, micro elements, heavy metals.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çevre kirliliği ve çevre içinde en sessiz ve savunmasız olan toprak kirliliği ve toprağı kirleten her türlü atıklar, pestisit kullanımı, egzoz gazları ve sera gazları ile toprağı ulaşan ağır metaller ve mikro besin elementlerinin belli bir miktarın üzerinde toksik etki yapması sanayileşmenin bir bedeli olarak karşımızda durmaktadır. Iğdır ovası gibi drenaj problemi olan taban arazilerde bu durum daha ciddi boyutlardadır. Bu tez çalışmasında, Iğdır ilini Batı-Doğu yönünde geçen ve Dilucu'nda Nahçıvan ile birleşen 080 Devlet Yolu kenarında yer alan tarım arazilerinden alınan toprak örneklerindeki ağır metal (kurşun, kadmiyum, çinko, bakır, nikel, demir ve mangan) birikimleri belirlenmiştir.

Bu tez çalışması Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi tarafından desteklenen 2017-FBE-L16 numaralı “Iğdır-Nahçıvan karayolu güzergâhında tarım arazilerinin (toprakların) mikroelement ve ağır metal içeriğinin belirlenmesi” adlı proje tarafından desteklenmiştir. Laboratuvar çalışmaları Iğdır Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Başkanlığı Laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Bu tez çalışmasının tamamlanmasında bana bilimsel desteklerini esirgemeyen; Iğdır Üniversitesi Rektörlüğüne, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne, Iğdır Üniversitesi BAP Koordinasyon birimine, Iğdır Üniversitesi Iğdır Ziraat Fakültesi Dekanlığına, Iğdır Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Başkanlığına, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Başkanlığına, Karakoyunlu Tarım İlçe Müdürlüğü İdari yönetimi ve personeline, Tez Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mücahit KARAOĞLU'na Tez Ortak Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Adil AYDIN'a, tez jüri başkanı Doç. Dr. Müdahir ÖZGÜL'e, Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK'e, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kazım KARA'ya, Araştırma Görevlisi Fatih GÖKMEN'e, Araştırma Görevlisi Erhan ERDEL'e, Çalışmalarım süresince bana manevi desteklerini esirgemeyen aileme, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Cemal KÜÇÜK

Nisan, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve METOT	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Tez Çalışma Alanının Tanımı.....	12
3.1.2. Elementler.....	13
3.1.3. Ağır Metaller.....	14
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Toprak Tekstürü.....	16
3.2.2. Toprak Reaksiyonu (pH).....	16
3.2.3. Kalsiyum Karbonat (Kireç).....	16
3.2.4. Organik Madde (OM).....	17
3.2.5. Elektriki İletkenlik (EC).....	17
3.2.6. Ağır Metallerin (Pb, Cd, Ni, Fe, Mn, Cu, Zn) Toplam Miktar Tayini.....	17
3.2.7. Bitkiye Yararışlı Nikel, Demir, Mangan, Çinko ve Bakır Tayini.....	17
3.2.8. İstatistiksel analiz.....	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	20
4.1. Çalışma Alanının Toprak Özelliklerine Ait Bulgular.....	20
4.2. Ağır Metal Analiz Bulguları.....	22

4.3. Mikro Element Analiz Bulguları.....	24
4.4. İstatistiksel Değerlendirme.....	27
4.4.1. Ağır Metal Birikiminin Yoldan Uzaklıkla Etkileşimleri.....	27
4.4.2. Ağır Metal Birikiminde Rüzgar Etkileri.....	29
4.4.3. Ağır Metal Birikiminde Toprak Özelliklerinin Etkileri.....	30
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	31
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	45

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
CaCO ₃	Kireç
cm	Santimetre
da	Dekar
dS	DeciSiemens
g	Gram
kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
mmhos	Milimhos
°C	Santigrad derece
pH	Toprak reaksiyonu
Pb	Kurşun
Cd	Kadmiyum
Zn	Çinko
Cu	Bakır
Ni	Nikel
Fe	Demir
Mn	Mangan
OM	Organik madde
EC	Elektriksel iletkenlik
F	F testi
p	Önem seviyesi
ppb	Milyarda kısım ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
ppm	Milyonda kısım ($\mu\text{g g}^{-1}$)
SL	Kumlu tın

SCL	Siltli killi tın
CL	Killi tın
C	Kil

Kısaltmalar

KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Çalışma alanı haritası örnekleme noktaları.....	12



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Iğdır 080 Devlet Yolunun trafik yoğunluğu.....	13
Çizelge 3.2. Yeryüzünde en fazla bulunan elementler.....	13
Çizelge 3.3. Topraktaki ağır metal ve mikro besin elementleri için değerler.....	16
Çizelge 3.4. Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler.....	18
Çizelge 3.5. Toprak analizleri değerlendirme ölçü standartları.....	19
Çizelge 4.1. Örneklenen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz değerleri	21
Çizelge 4.2. Örneklenen toprakların ağır metal (Pb, Cd ve Ni) içerikleri (ppm).....	23
Çizelge 4.3. Örneklenen toprakların ağır metal (mikrobesin elementi) Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri (ppm).....	25
Çizelge 4.3.'ün devamı Örneklenen toprakların ağır metal (mikrobesin elementi) Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri (ppm).....	26
Çizelge 4.4. Yoldan uzaklık ile ağır metal birikimi istatistiksel analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.5. Ağır metal birikiminde örnek-yön ilişkileri.....	29
Çizelge 4.6. Toprak özellikleri-ağır metal ilişkileri regresyon analizi.....	30

1. GİRİŞ

Çevre kirliliği ve daha da önemlisi toprak kirliliği ve kirletici etkenlerin besin zinciri yoluyla canlılara ve en son insana ulaşması en önemli problemlerimizden birisidir. Çevre ve toprak kirliliği sanayileşme ile birlikte artmaya devam etmektedir. Bu durum bir çok sağlık problemini de ortaya çıkarmaktadır. Çevre ve toprak kirliliğinde önemli bir yer tutan ağır metallerin sebep olduğu kirlilik tüm dünyanın dikkatini çeken bir konu olmayı başarmıştır. Aslında uzun zamandır var olan bu olay araştırmacıların bu konuya yönelmesi ile birlikte sayısal olarak da ortaya konmuştur. Çevre kirliliği konusunda ekosistemleri birbirinden ayrı değerlendirmek doğru bir yaklaşım değildir. Bütün ekosistemler ve biz insanlar yeryüzünün litosfer tabakasında yaşıyoruz ve yeryüzündeki her bir olumsuzluk tüm canlıları doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir.

Çevre kirliliği hava, toprak ve su kirliliği olarak üçlü bir çember içerisinde doğada oluşmakta ve sonuçta insanın da dahil olduğu tüm ekosistemi etkilemektedir. Toprak kirliliği ise doğada giderilemeyen ve dönüşümü olmayan kirliliktir. Kirli toprakta tarım yapılamamakta, bu tür topraklar atıl kalmaktadır. Toprak kirliliği gerek hava kirliliği, gerekse su kirliliğinin çevrede son noktasını oluşturmaktadır (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010).

Toprak ekosfer, biyosfer ve litosferin çok çeşitli bir bileşenidir çünkü kirleticilerin toplandığı jeokimyasal bir yer olmasının dışında kimyasal elementlerin aynı zamanda atmosfer, hidrosfer ve biyosfere taşınmasını da kontrol eden doğal bir bariyerdir (Çelenk, 2015). Ancak, toprağın en önemli özelliği, insanların yaşamını devam ettirebilmesi için hayati değer taşıyan üretkenliğidir. Bu sebeple toprağın ekolojik ve tarımsal işlevlerinin devamını sağlamak insanların sorumluluğundadır (Kabata-Pendias, 2011). Etkileşim halinde olduğu su ve hava ortamlarında bulunan kirletici maddeler için nihai depolama yeri olan toprak, diğer yandan karasal ekosistemin taşıyıcı bir bileşeni olup kalitesindeki değişim, gerek doğal ve gerekse tarım ekosisteminin verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle toprağın hangi kaynaklar tarafından ve hangi bileşenlerle kirletilebileceğinin

bilinmesi, bu konuda alınacak tedbirlere karar verilmesi açısından oldukça önemlidir (Toröz, 2009).

Ağır metallerin sebep olduğu çevre kirliliği; su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine yol açan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010) trafikte egzoz gazları salınımı, madencilik, yanardağ faaliyetleri, tarımsal gübre ve ilaçlar ile kentsel atıklar (Stresty and Madhava Rao, 1999; Halim ve ark., 2003; Samarghandi *et al.*, 2007) ve çalışma alanımızın bulunduğu bölge trafiğindeki araçlarda ve tarım araçlarında ucuz akaryakıt (benzin, mazot) kullanımı ve tüketimidir. Sonuçta ağır metaller, kirlenmiş topraklarda yapılan bitkisel üretimler ve meraların da kirlenmesi ile gıda zincirine dahil olmakta, tüm canlı sistemlerini etkilediği gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir.

Artmaya devam eden dünya nüfusu ile birlikte insanların gıda tüketiminin artması birim alandan elde edilen ürün miktarının da artmasını gerektirmektedir. Çünkü artan dünya nüfusuna karşı, toprak aynı kalmakta hatta yanlış kullanımlar sebebiyle elden çıkmaktadır. Entansif tarımda birim alandan daha fazla ürün almak için daha fazla kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu durum bir yandan çözüm sağlarken diğer yandan başta çevre ve toprak kirliliği olmak üzere farklı problemleri ortaya çıkarmaktadır. Doğal ve yapay yollarla ortama katılan ağır metaller, kolayca birikip çevrede ve toprakta karmaşık yapılar oluşturmaları nedeniyle tehlikeli kirleticiler olarak tanımlanmaktadır.

Ekosfere yayılan mikro elementler veya ağır metallere çinko (Zn), mangan (Mn), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni) ve molibden (Mo) bitki gelişimi için mutlak gerekli iken alüminyum (Al), vanadyum (V), arsenik (As), cıva (Hg), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve selenyum (Se) toksik (zehir) etkilidir. Toprağın yapısında bulunan maddeler, belli bir sınır değeri aştığında kirlilik oluşturlar (Mater, 2004).

Zn, Cu, Pb, Cd ve Ni gibi ağır metaller toprağın biyoelverişliliği üzerine fazlasıyla olumsuz etkide bulunmaktadır. İnsan aktiviteleri sonucu atmosfere metal veya bileşik olarak yayılan Pb, toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik meydana getiren ve ekolojik

sisteme zarar veren ilk metal özelliği taşıyan en önemli ağır metallerdendir (Çepel, 1997; Kahvecioğlu ve ark., 2003; Altınbaş ve ark., 2008).

Ağır metaller ve iz elementlerin topraktaki miktarının artması bitkisel üretimin miktarı ve kalitesini düşürmektedir (Kızıloğlu ve Bilen, 2005). Bitki doku ve organlardaki aşırı ağır metal birikimi bitkilerin vejetatif ve generatif organlarının gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Çepel, 1997; Gür ve ark., 2004).

Ağır metallerin topraktaki miktarı genellikle 1 ila 100000 mg kg⁻¹ arasında değişir. Ağır metal fazlalığı, toprak kalitesini, ürün verim ve kalitesini olumsuz yönde etkilemekte (Long *et al.*, 2002) ve sonuç olarak tüm canlılar için tehlikeli olmaktadır (Blaylock and Huang, 2000).

Toksisite (zehir etkisi), metalden metale değişebildiği gibi, organizmadan organizmaya da değişiklik gösterebilmektedir. Olumlu veya olumsuz etkiler sadece elementin çeşidi ve miktarına bağlı olmayıp değişik türlerin genetik esaslı fizyolojik davranışları ile de ilgilidir (Haktanır ve Arcaç, 1998). Bitki direncinin bilinebilmesi için ağır metallerin tür ve miktarı, yarayışlılığı, zararın şiddeti ve türü ayrıca zarar oluşum süreci dikkate alınmalıdır. Bu özelliklerin bilinmesi, bitkilerin gelişimi ve canlılığı açısından oldukça önemlidir (Paschke *et al.*, 2005).

Ağır metallerin toprak kolloidleri tarafından tutulması, ağır metallerin toprak profili içerisindeki hareketine etki etmekte (Uluocak, 2006) ve yavaşlatmaktadır. Ağır metaller, toprakta kolloidal adsorbsiyon ve iyon değişimi yolu ile tutularak birikirler. Ağır metallerin topraktan uzaklaştırılması oldukça güçtür. Günümüzde bu konu ilgili çok sayıda yöntem geliştirilmeye çalışılmış (Kocaer ve Başkaya, 2003) olmasına rağmen uygulamada oldukça zor ve maliyetli olan bu yöntemlerin kullanılmasından daha çok toprakların ağır metal kirlenmesinden korunması daha önemli olarak görülmüştür (Yağdı ve ark., 2000).

Topraktaki ağır metallerin bitkilerin yapısına girmeleri ve besin zinciri yoluyla da diğer canlıların bünyesine geçerek dolaylı olarak zarar vermeleri, hareketli hale geçtiklerinde yani serbest iyon haline geldiklerinde ise taban suyuna karışarak suyun

niteliğini bozmaları, mikroorganizmalara zarar vermeleri en tehlikeli sonuçlarıdır (Çepel, 1997).

Gelişen endüstri ile birlikte, karayolu taşımacılığı ülkemizde ve dünyanın pek çok yerinde daha ekonomik olması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yaygın kullanım önemli çevresel problemleri de doğurmaktadır. Bunların en önemlisi ise trafiğe bağlı olarak ağır metallerin hava yoluyla toprakta birikmesidir. Trafik yoğun olduğu bir çevrede Pb, Zn, Cu, Ni, Cd ve Krom (Cr) en çok karşılaşılan ağır metaller olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu maddeler çevreye, taşıtlardaki yakıt yayılımları, araç aşınımları ve sızmalar gibi birçok yoldan yayılmaktadır (Şişman, 1999). Trafikğin sebep olduğu yayılımlar sonucu ağır metallerden Pb, vuruntuyu önlemek amacıyla benzine eklenen tetra-etil ve tetra-metil-kurşunun yanmasından kaynaklanmaktadır (Çepel 1997; Öztürk 2004).

Araçlardan yayılan Pb, ekosfer, litosfer ve biyosferdeki tüm canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Yola yakın toprakların ağır metal kirliliğinden etkilenme oranları, trafik yoğunluğu, yola uzaklık, rüzgar, bitki örtüsü ve yağmur gibi farklı etkenlere bağlıdır (Şişman, 1999). Kurşun en az hareketliliğe sahip metaldir. Toprak çözeltisindeki düşük Pb yoğunlukları, ağır metaller arasında kurşunun en az hareketliliğe sahip olduğunun göstergesidir. Kurşun toprağa çok çeşitli ve kompleks bileşikler halinde girdiğinden dolayı gösterdiği reaksiyonlar geniş alanlarda farklılıklar gösterebilmektedir (Kabata-Pendias, 2011).

Bu tez çalışmasında, Iğdır 080 Devlet Yolunun Batı (080-05) ve Doğu (080-06) bölümlerinin her iki tarafından, yolun kuzey ve güneyinden 5 km aralıklarla çapraz bir şekilde ve yoldan dik olarak içeriye doğru 0, 10 ve 30 m mesafeden alınan toprak örnekleri üzerinde ağır metaller Pb, Cd için toplam; mikro besin elementleri Ni, Fe, Mn Zn, Cu için toplam ve elverişli miktarları belirlenmiş ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çelenk (2015), Sakarya ili Erenler ilçesi D100 karayolunun kenarındaki tarım yapılan topraklarda muhtemel Pb ve Cd kirliliğini incelemek için karayolunun her iki tarafından 4,5 km²'lik alanda 500 m aralıklarla yola dik olacak şekilde 10 hat üzerinde yola paralel 1, 5, 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 metre mesafelerinden toplam 160 toprak örneği almış ve Pb ve Cd miktarlarını ICP-OES ile belirlemiştir. Araştırmacı sonuç olarak, araç yoğunluğunun fazla olduğu D100 karayolu etrafında yerleşimlerin bulunması, tarım uygulamaları ve küçük çapta sanayi kuruluşlarının varlığı sebebiyle Pb ve Cd kirliliği meydana geldiğini ve karayolunun güneyindeki topraklarda Pb ve Cd birikimindeki artışta hakim rüzgar yönünün etki ettiğini ve ağırlıklı olarak trafikten kaynaklandığını bildirmiştir.

Cu, Cr, Ni, Cd ve Pb ağır metalleri ilgili olarak sanayileşme, şehirleşme ve tarım faaliyetlerinin sonucu ortaya çıkan ağır metal kirliliğinin belirlenmesi için Perlis-Malezya arazilerinde yürütülen çalışmada, toprak örnekleri 0-15 cm derinlikten alınmış ve ICP-MS ile analiz edilmiştir. Ağır metal yoğunlukları sırasıyla 0.38-240.59, 0.642-3.921, 0.689-2.398, 0-0.63 ve 0.39-27.47 mg kg⁻¹ bulunmuştur. Ağır metal yoğunlukları çoktan aza doğru Cu>Pb>Cr>Ni>Cd şeklinde sıralanmıştır (Ripin *et al.*, 2014).

TEM otoyolunun Kırklareli il sınırları içerisinde kalan kısmının kenarlarındaki tarım arazilerinde yapılan çalışmada, toprak örneklerinin hafif alkalin pH'da olduğu, tekstürleri genellikle "kil" tekstür sınıfında olup, kireç içeriği bakımından "orta kireçli" olduğu belirlenmiştir. Topraklarda Cd, Co, Cr ve Ni kirliliği belirlenememiş, fakat Pb kirliliği belirlenmiş olup toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ağır metal içerikleri arasında önemli bazı istatistiksel ilişkiler olduğu ortaya konmuştur (Adiloğlu ve ark., 2013).

Polonya'da 400 km uzunluktaki E 75 yolu boyunca toprak ve bitkilerdeki Pb, Cu, Ni, Hg elementleri incelenmiştir (Pivić *et al.*, 2013). Yolu her iki yanından 8 km arayla ve yola dik 10, 30, 50 ve 400 m mesafeden toprak ve bitki örnekleme yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre kirlilik kaynağı antropojendir. Pestisit ve gübrenin aşırı kullanımı ve yolun

belli bölümlerindeki trafik kirliliği ve hava kirliliği bazı ağır metallerin aşırı yüksek konsantrasyonlarına sebep olmuştur.

Viranşehir-Kızıltepe karayoluna sınır olan topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal kirliliği araştırılmış ve Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu için ölçülen yoğunluklar, topraklarda izin verilebilir sınır değerlerinden fazla olmasına rağmen, mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça ağır metal yoğunluklarının azaldığını belirlenmiş ve topraklarda ölçülen ağır metal birikiminin trafik kökenli olduğu açıklanmıştır (Bilge ve Çimrin, 2013).

İstanbul'da sahil bölgesi, sanayi bölgesi, şehir içi, kırsal alan, yol kenarı ve kenar mahalle olmak üzere 6 farklı alandan vejetasyon süresi içerisinde örnekleri alınan biber (*Capsicum annuum L*), fasulye (*Phaseolus vulgaris L*), ve patlıcan (*Solanum melongena*) bitkilerindeki ağır metal içeriklerini belirlemek için Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn seviyelerinin araştırıldığı bir çalışmada, kuru ve yaş yapraklar ile toprak örnekleri ICP-OES yöntemiyle analiz edilerek sanayi bölgeleri ile yol kenarlarındaki sebzelerde ağır metal içerikleri daha yüksek bulunmuştur (Osma ve ark., 2013).

Sümer ve ark. (2013) Karamenderes havzası topraklarında bazı ağır metallerin (Cr, Ni, Pb) kirliliğini araştırmışlar ve Çanakkale-Karamenderes havzası tarım alanlarında 80 farklı noktadan alınan toprak örneklerinde ekstrakte edilebilir Cr, Ni ve Pb düzeylerinin analizini yapmışlar ve topraklarda Pb kirliliği belirlemişlerdir.

Manisa-Akhisar ilçesinde sulu şartlarda bağ, pamuk ve mısır yetiştiriciliği yapılan tarım arazilerinde örnekleme yapılmıştır. Toprak örneklerinde alınabilir miktarları belirlenmek üzere Hg, Co, Cd, Cr, Pb, Sb, As ve Se elementleri analiz edilmiş ve bulgular sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. İnceleme konusu olan ağır metaller yönünden toprakların herhangi bir kirlilik sorunu göstermedikleri belirlenmiştir (Zincircioğlu, 2013).

Almanya'da AVUS (115) otobanına sınır olan topraklardan belirli aralıklarla transektler oluşturularak alınan toprak örneklerinde Pb, Cd, Cu ve Zn ağır metallerinin birikimini incelemiş ve Cd, Pb ve Zn değerleri yoldan uzaklaştıkça azalırken toprak çözeltisindeki konsantrasyonların bir metre ileride arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni

olarak pH değerleri ve toprağın yüksek adsorpsiyon kapasitesi olduğu açıklanmıştır (Kluge and Wessolek, 2012).

Amasya-Tokat karayolunun 15-21 km arasında doğal kuşburnu bitkilerindeki ağır metal birikimini belirlemek amacı ile karayoluna yakın belirli mesafelerde yaprak, meyve ve bitki ta izdşmlerindeki topraktan alınan örnekler üzerinde yapılan ağır metal analizlerinde kuşburnu bitkisinin mesafelere paralel olarak ortam kirlenmesinden etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır (ilali, 2012).

Ağır metal birikiminde trafiğin ve motorlu araçların potansiyel etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, trafiğin yoğun olduğu İran'ın Kerman şehri caddelerine sınır olan topraklardan 0-5 ve 15-20 cm derinliklerinden alınan 86 adet toprak örneğinde ağır metaller ile bazı makro elementlerin analizi yapılmıştır (Hamzeh *et al.*, 2011). Çalışmada CBS teknolojisinden yararlanarak jeokimyasal haritalar oluşturulmuş ve yoğun kirlilik alanları; benzin istasyonları, yol kavşakları ve araçların yoğun olarak geçtiği alışveriş merkezleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen diğer bir sonuç, Kerman topraklarında kil minerallerinin fazla olması ve orta seviyede alkalın pH özelliği göstermesinin ağır metal hareketliliğinin düşük olmasına sebep olmuştur.

Duru ve ark. (2011), Karadeniz sahil yolu zerindeki Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon ve Rize illeri ile Hopa ilçesinden topladıkları sığır kuyruğu (*Verbascum sinuatum L.*) bitkisinin yapraklarında trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin boyutlarını araştırmışlar ve sırasıyla Pb>Zn>Cr>Ni>Cu>Cd ağır metallerini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yapraklardaki ağır metal birikiminin trafik yoğunluğu ile arttığını ve sığır kuyruğu (*V. Sinuatum*) türünün bu birikimin tespitinde biyolojik bir belirleyici olarak kullanılabileceğini bildirmışlerdir.

Beyşehir-Isparta karayolu kenarında yapılan bir çalışmada yol kenarından itibaren 10, 20, 40, 60 ve 80 metre uzaklıktaki beş noktadan alınan buğdaylardaki Pb ve Cd içerikleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca karayolundan uzaklık ve buğdaylardaki Pb ve Cd kirlilik düzeyi arasındaki korelasyonun sırasıyla -0,938 ve -0,918

olduğunu bildirilmiş ve karayolu kenarında yetiştirilen buğdayların ağır metal kirlenmesine maruz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Ertugay ve ark., 2010).

E-100 karayolunun Erzincan-Tercan İlçesi arasında, karayoluna 0-250 m, 251-500 m, 501-750 m, 751-1000 m ve 1000 m üzeri uzaklıklardaki köylerden alınan tavuk yumurtalarının ağır metal yoğunlukları araştırılmış ve karayollarından uzaklıkların yumurtadaki demir, bakır, çinko ve kurşun içeriğine etkisi önemsiz ($P>0,05$), karayollarından uzaklığın yumurta mangan içeriğine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu çalışmada trafik kaynaklı çevre kirliliğinin yumurtadaki ağır metal içeriğine etkisinin önemli olmadığı belirtilmiştir (Şekeroğlu ve Akmaz, 2009).

Çavuşoğlu ve ark. (2009), Giresun-Ordu karayolunda trafik kaynaklı kurşun (Pb) kirliliğini araştırmışlardır. Karayolu kenarında mevcut pullu köpek liken (*Peltigera praetextata* Zopf) türü üzerinde çalışan araştırmacılar Giresun ve Ordu illerinin yakınında yer alan istasyonlardan toplanan örneklerdeki Pb kirliliği, diğer istasyonlara göre daha yüksek bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre, pullu köpek liken (*P. Praetextata*) türünün Pb kirliliğinin belirlenmesi için biyolojik bir belirteç olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Edirne ve çevresinde otoban kenarlarındaki topraklarda bazı ağır metal kirliliğini araştıran Sarı (2009), Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki ekstrakte edilebilir Pb miktarının 1.212 ile 5.560 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve %42,85'e ulaşan Pb kirliliğinin ciddi bir problem olduğunu ortaya koymuştur.

1 km aralıklı, trafiğin yoğun olduğu şehirlerarası yol ile trafiğin daha az yoğun olduğu yol olmak üzere 17 yabancı hindiba (*Cichorium intybus* L.) bitkisinde Pb oranları ölçülmüştür (Yakupoglu ve ark., 2008). İstatistiksel analizlere göre, iki yol kenarı örnekleri arasında bitkilerin Pb oranı açısından anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Buna karşılık yoğun trafikten uzakta bulunan çevredeki bitkilerin bile yüksek Pb değerlerine sahip olması, söz konusu bitkilerin tüketilmesi sonucu besin zincirine yüksek oranda Pb girme riskinin olduğu kanısına ulaşılmıştır.

Kırıkkale-Kırşehir karayolunda trafik kaynaklı Pb kirliliğinin araştırıldığı bir çalışmada karayolu kenarından toplanan yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.) bitkisinin

yaprak aksamında kurşun kirliliği incelenmiş ve kontrol grubu ile karşılaştırılarak tüm istasyonlardaki Pb miktarlarının istatistiksel açıdan önemli olduğu ortaya konmuştur (Çavuşoğlu ve ark., 2008). Araştırmacılar ayrıca yabancı hardal (*Sinapis arvensis L.*) türünün kurşun kirliliğinin tespitinde biyolojik bir belirleyici olabileceğini bildirmişlerdir.

“Sakarya bölgesindeki topraklardaki inorganik kirleticilerin araştırılması” adlı çalışmada Sakarya ilinde tarımsal alanlarında inorganik kirleticilerin sebep olduğu kirlilik incelenmiş ve Cr, Ni gibi bazı elementlerde kirlilik olduğu ortaya konmuştur (Ok, 2008).

Kırıkkale’de petrol rafineri ve silah fabrikaları civarında otlatılan küçükbaş hayvanların farklı dokuları ile yem, toprak ve sularda bazı ağır metal miktarlarını belirlenmeyi amaçlayan Beşkaya ve ark. (2008), yürüttükleri çalışmada kadmiyum miktarı ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulmamıştır. Sanayi bölgesine en yakın bölgedeki yeşil bitki örneklerinin kurşun düzeyleri, diğer örneklere göre iki kat fazla belirlenmiştir. Araştırmacılar sanayi bölgesindeki toprakta kurşun birikimini, kontrol örneklerinden anlamlı bir şekilde yüksek belirlemişlerdir.

Konya’da Alaaddin Tepesi, Alaaddin Keykubat Kampüsü ve 6 farklı şehirlerarası yol güzergahı üzerindeki çam ağaçları ve toprak örnekleri üzerinde Pb, Zn, Cu, Co, Ni içeriklerini araştıran Keleş (2007), Atomik Adsorbsiyon Spektrofotometresinde ağır metallerin, yoğun trafiğin olduğu şehir merkezinde, kavşak noktalarının ve trafik lambalarının bulunduğu yerlerdeki toprağa göre bitki bünyesinde daha yüksek olduğunu gözlemiştir.

Manzak (2006), Kayseri-Adana karayolunun (D805) Niğde il sınırları boyunca yer alan toprakların B horizonundan aldığı toplam 180 örnekte trafiğe bağlı kirlenmenin içeriğini ve büyüklüğünü incelemiş ve yoldan içeriye doğru ilk 20 m’lik bölümünü başta Pb, Zn, Cu ve Cd olmak üzere ağır metaller yönünden oldukça riskli alanlar olarak belirlemiştir.

İstanbul Anadolu yakası E-5 otoyolunda Pendik-Levent arası yol boyunca alınan tozlardaki ağır metal kirliliğini ve geçen taşıt sayısı ile kirlilik arasındaki korelasyonu

araştıran Tosyalı (2006), Pb, Cu gibi ağır metallerin kirlilik meydana getirecek seviyede olduğunu bildirmiştir.

Karadeniz Bakır işletmeleri İzabe Tesisi, Samsun Gübre Sanayi Tesisi ve Samsun Organize Sanayi Bölgesi tesisleri ve çevresinde, bu tesislerin çevrelerine yaptığı etkilerini ortaya koymak amacıyla araştırma yapan Çubukçu ve Tüysüz (2005), civardaki su, bitki ve topraklar üzerinde ağır metal (Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Cd ve S) analizleri yapmıştır. Araştırmacılar topraklarda Cu, Pb, Zn, Fe ve Mn kirliliği belirlemiş ve sebebinin tesisler olduğunu, araştırma alanındaki bitkilerden tütün, lahana ve mısırdaki daha fazla kirlenme görüldüğünü açıklamışlardır.

Massadeh *et al.* (2004), Ürdün'ün İbrid şehrinde yürüttükleri araştırmada ana yolların kenarından topladıkları 260 örnek üzerinde Pb ve Cd içeriklerini analiz etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, ağır metal kirliliğinin trafikteki motorlu araçların emisyonlarından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Fransa, A31 otoyoluna yakın yoğun trafik olan yerlerden, 1-320 m mesafeden alınan toprak, doğal yetişen *Graminaceae* bitkisi ve *Helix asper* sasalyangozları üzerinde Zn, Pb ve Cd yoğunlukları incelenmiştir (Viard *et al.*, 2004). Sonuçlar otoyolun aşırı seviyede ağır metal birikimine sebep olduğunu göstermiştir. En yüksek konsantrasyon değerleri 5-20 m arasında bulunmuş ve yoldan uzaklaştıkça kirliliğin azaldığı ve en önemli trafik kirliliğinin kurşun birikimi olduğu belirtilmiştir.

İstanbul'da Topkapı-Avcılar hattında E-5 karayolunun 18 km'lik bölümünde, 22 farklı noktadan toprak alarak yaptıkları çalışmada Sezgin ve ark. (2003), Pb, Cu ve Zn konsantrasyonlarının normal seviyelerinin çok üzerinde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ankara-İstanbul karayolunda gölgede yetişen belirli bitki türlerindeki Pb konsantrasyonları araştırılmış ve bu bitkilerdeki Pb içerikleri ve bitki cinsleri arasındaki ilişki belirlenerek en çok Pb tutan bitki cinsleri tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan bitkiler kök, gövde ve yapraklar şeklinde bir bütün olarak değerlendirilmiş ve biyolojik belirteç olarak en uygun bitkiler kara pazı (*Atriplex spp.*) ve domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium*) seçilmiştir (Muhammet, 2000).

Erzurum-İlica karayolunda trafik kaynaklı kurşun kirliliğini araştıran Ata (2000), yoldan uzaklığın ve topraktaki derinliğin Pb kirliliği üzerindeki etkisini ortaya koymuş ve kurşun kirliliğinin önemli düzeyde olduğunu açıklamıştır.

Ürdün-Umman otoyolunun her iki kenarındaki yüzey toprağı, bitki ve hava örneklerinde Cu, Pb, Cd ve Zn içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrometresinde analiz edilmiş ve yolun batı ve doğusunda çıkan sonuçlar sınır değerlere göre oldukça yüksek ölçülmüştür. Yolun doğusunda örnek alınan kısımdaki kirlilik değerlerinin fazla olması batı yönlü esen rüzgarlara bağlanmıştır. Ağır metal konsantrasyonlarının yoldan içeriye doğru azalması, kirliliğin trafik kaynaklı olduğunu göstermiştir (Jaradat and Momani, 1999).

TEM otoyolunun Sapanca kesiminde yürütülen ağır metal kirliliği çalışmasında, otoyol kenarındaki topraklarda çevre kirliliğine sebep olan bazı ağır metallerin (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr) yoğunluklarını araştıran Şişman (1999), Pb ve Cu için birikimlerin sınır değerlerin üzerinde kirlilik oluşturduğunu bildirmiştir. Zn, Ni, ve Cr için bulduğu sonuçlar dünya standartlarının altında iken Cd için nicel değerler elde etmemiştir.

Haktanır ve ark. (1995), topraklarda Pb, Cu ve Cd konsantrasyonlarının, karayoluna olan uzaklığın artmasıyla olan değişimlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda uzaklığa bağlı olarak azalan Pb içeriğinin ancak yoldan 500 m uzaklıkta normal değere düştüğünü ve ayrıca Cd konsantrasyonlarında da benzer bir azalma olduğunu ortaya koymuşlardır.

E-5 karayolunun Bolu-Ankara mevkiinde orman toprak ve ağaçlarına trafiğin etkileri araştırılmış ve yoğun trafikten kaynaklanan egzoz gazı emisyonunun yol kenarındaki orman ağaçları ve orman toprakları üzerinde önemli miktarda zararlı etkileri olduğu Sarıgül ve Kazan (1994) tarafından bildirilmiştir.

Pourte Rico'da yol kenarlarındaki toprak ve bitkilerde Pb ve Cd kirliliğinin araştırıldığı bir çalışmada ağır metal yoğunluklarının normal değerlerin oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durumun trafik yoğunluğu, uzaklık, hakim rüzgar yönü, topografik özellikler ile örnek alma zamanına göre değişim gösterdiği bildirilmiştir. Toprak ve bitkideki kurşun konsantrasyonlarının yoldan uzaklaştıkça azaldığı ve 33 m'de normal konsantrasyona düştüğü bildirilmiştir (Rodriguez-Flores and Rodriguez-Castellon, 1982).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Tez Çalışma Alanının Tanımı

Doğu Anadolu Bölgesinin tipik özelliği olan yüksek platolar ve dağlık bölgelerin arasında bulunan Iğdır ili ve ovası (922 km²) Aras nehrinin birtakım birleşme boğazları ile birbirlerine bağladığı depresyonlardan (çöküntülerden) birisini oluşturur. Bu çöküntü alanı, Aras nehri ve bu nehrin yatağını takip eden Türkiye-Ermenistan sınırı tarafından ikiye bölünmüştür. Sınırlarımız dışında kalan Erivan (Revan) ovası ile Iğdır Ovası'nın birlikte oluşturduğu bu çöküntü bölgesinin tümüne "Sürmeli çukuru" adı verilir. Fakat yörede bu çukurluğun sınırlarımız içerisinde kalan kısmına "Sürmeli Çukuru", Ermenistan sınırları içerisinde kalan bölümüne ise "Sahat çukuru" adı verilmektedir (Anonim, 2019).

Çalışma alanı; Iğdır İlinden Nahçıvan sınırına kadar devam eden 080 Devlet Yolunun, Iğdır ilinin batısında yer alan Tuzluca ilçesinin batı girişinden (40°04'-43°64') Iğdır iline (39°92'-44°07') kadar olan 080-05 bölümü ile Iğdır ilinin doğusunda yer alan Aralık ilçesinin Dilucu çıkışına (39°65'-44°79') kadar olan 080-06 bölümünde yer almaktadır (Şekil 3.1). Çalışma alanını oluşturan ve Iğdır-Nahçıvan arasında yer alan 080 Devlet Yolu, Iğdır ilinin üç ülkeye sınır olması sebebiyle yoğun bir trafiğe ve araç yoğunluğuna sahiptir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı haritası örnekleme noktaları

Yıllara göre yolun batı ve doğu bölümlerindeki araç sayısı dağılımı Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Iğdır 080 Devlet Yolunun trafik yoğunluğu (Anonim, 2019)

Araç tipi	Iğdır’ın batısı (080-05)				Iğdır’ın doğusu (080-06)			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Otomobil	3241	4392	4709	4930	6433	7492	7966	7958
Orta ticarî	724	674	692	962	1265	1433	1450	1958
Otobüs	77	66	68	70	137	127	168	200
Kamyon	1100	879	849	688	1359	1990	1675	1615
Tır	620	660	708	734	746	1028	1502	1833
Toplam	5762	6671	7026	7384	9940	12070	12761	13564

3.1.2. Elementler

Tüm atomları eşit proton (Z) ve elektron sayısından oluşan ve kimyasal olarak daha basit maddelere ayrışamayan basit ve temel maddeler olarak tanımlanan elementler, metallere ve ametallere olarak iki gruba ayrılır. Lavoisier (1789) 31, Mendeleev (1869) 67 doğal elementi tanımlamıştır. Bugün bu sayı 92’ye yükselmiştir. Uzun ömürlü yapay elementlerle 103’e, kısa ömürlü elementler de buna eklendiğinde 115’e ulaşmaktadır.

Yer Kabuğunun % 99’unu 8 element oluşturur (Çizelge 3.2) ve bunlardan oksijen elementi ağırlık olarak yaklaşık %47’sini, hacim olarak ise yaklaşık %92’sini meydana getirir. Elementlerin doğal varoluş oranlarından söz ederken, litosferde eşit bir şekilde dağılmadığını ve çoğunun bileşikler halinde bulunduğunu gözden uzak tutmamak gerekir.

Çizelge 3.2. Yeryüzünde en fazla bulunan elementler (Bear, 1965)

Element	Ağırlık (%)	Hacim (%)	Oksitler	Ağırlık (%)
O	46,6	91,77		
Si	27,7	0,88	SiO ₂	59,3
Al	8,1	0,76	Al ₂ O ₃	15,1
Fe	5,0	0,68	Fe ₂ O ₃	7,2
Ca	3,6	1,48	CaO	7,9
Na	2,8	1,6	Na ₂ O	3,8
K	2,6	2,14	K ₂ O	3,1
Mg	2,1	0,56	MgO	3,5

3.1.3. Ağır Metaller

Özgül ağırlıkları 5 gr cm^{-3} ve daha fazla, atom numarası 20 den büyük olan elementler ağır metaller olarak adlandırılır ve periyodik cetvelin geçiş elementleri olarak tanınan geniş bir grubuna dahildirler. Gerçekte ağır metal kavramı, literatüre çevre kirliliği ile girmiştir. Kirlilik ve toksik etkiyi tanımlamak için bir yan anlam olarak kullanılır (Yıldız, 2004). Ağır metaller kavramı, zayıf bir tanım olsa da, çalışma ve yazım işinde kullanılması tavsiye edilmektedir (Gündüz, 2008).

Bazı ağır metaller (Zn, Fe, Cu, Mn gibi), hem bitki hem de insan vücudu için iz miktarlarda da olsa mutlak gerekli olan elementlerdir. Örneğin Fe, anemiyi önler; Zn ise, 100'den fazla enzim reaksiyonlarında bir eş etken olarak görev yapar. Bu elementler düşük miktarlarda bulunan ve iz elementler veya mikro besin elementleri olarak da bilinen ağır metallerdir. Ancak, yüksek dozlarda, vücut için toksik etki gösterebilirler veya diğer iz elementlerin noksanlığına sebep olabilirler (Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Kacar ve Katkat, 2015).

Toprak ve bitkilerin kirlenmesinde etkili olan ağır metal ve ağır metalik bileşiklerin çevreye yayılmasına; her türlü yakıtlar, tekrar kullanılan atıklar, madencilik çalışmaları, tarımsal sulama amaçlı kullanılan atık sular (Peterson, 1993), tarımsal ilaçlar ile azot ve fosfatlı gübreler olmak üzere kimyasallar (Köleli ve Kantar, 2005; Sönmez ve ark., 2008; Barlas, 2013) sebep olmaktadır. Besin zinciri yoluyla, toprak, su kaynakları ve bitki örtüsünün kirlenmesiyle, insan ve hayvanların tükettiği gıdalar da bu kirleticilerden etkilenmektedir (Küçük ve Karaoğlu, 2018). Ağır metaller, iklim ve çevre etkilerine dirençlidir, yavaş hareket ederler ve bunun bir sonucu olarak, ekosistemlerde ve besinlerde birikirler (Harte *et al.*, 1991; Schüürmann and Markert, 1998; Sunlu ve Egemen, 1998; Dağhan, 2011).

Ağır metaller, kayalar ve mineraller içinde yer alır ve değişik yollarla topraklara ve sulara dağılırlar. Kabul edilen sınır değerlerinin üzerine çıktıkları zaman zararlı olurlar (Gündüz, 2008). Ağır metallerin çevreye olan emisyonları doğal çevrimlerden ziyade antropojenik eylemlerin neticesidir. Yıllık düzeyde doğal döngülerle 7600 t Cd, 18800 t As,

3600 t Hg, 332000 t Pb atmosfere salınırken; antropojenik eylemler sonucu bu değerler Cd için 8 kat, As için 3 kat, Hg için 6 kat, Pb için 6 kat daha fazla salındığı bildirilmiştir (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

Toprak kirliliğine sebep olan süreçler farklı ekosistemlerdeki kirliliğin topraklara ulaşması ve aşırı kültürel faaliyetler sonucu meydana gelen antropojen kirlilik olarak açıklanabilir (Çepel, 2000). Petrol türevleri ve mineral yağlar, radyasyon yayan maddeler, evsel atıklar, her türlü uçucu küller, kışın yollara atılan tuzlar gibi maddeler de önemli ölçüde toprak kirlenmesine sebep olur. Atık çamurları toprağa organik madde kazandırırken aynı zamanda fitotoksik etki yapabilecek Cu, Ni ve Cd ağır metallerini de toprağa ilave etmektedir (Yağdı ve ark., 2000).

Topraktaki toplam ağır metal konsantrasyonları içinde, jeolojik süreçlerde ana materyalden gelen mineraller ile antropojenik süreçlerdeki atıklar vardır. Ağır metal içerikli yağmur damlalarının toprağa ulaşması, gaz formundaki ağır metaller, tarımdaki kültürel işlemler (gübreleme, ilaçlama), atık çamurları, evsel atıklar, maden atıkları, küller potansiyel toprak kirleticiler olabilmektedir (Alloway, 2013).

Kirli hava, bünyesindeki ağır metalleri ve zararlı gazları, temas sonucu toprağa bırakmaktadır. Trafikteki araçlardan meydana gelen emisyonlar ise, topraktaki toksik ağır metal kirliliğinin yaklaşık olarak yarısını oluşturur (Şişman, 1999). Bunun yanında tarımda kullanılan pestisitlerin bir kısmı bitki, toprak ve su ortamlarında uzun yıllar bozulmadan kalabilen ve besin zinciri ile yer değiştirebilen toksik maddelerdir (Güney, 2013). Bileşiminde Hg, As ve Pb bulunan önemli birçok pestisitlerin topraktaki organik madde ve genişleyebilir kil mineralleri tarafından güçlü bir şekilde tutulduğu ve uzun süre toprakta bozulmadan kalabildiği bildirilmektedir (Yılmaz ve Alagöz, 2008).

Havada emisyon halindeki ağır metal değerleri, trafikteki taşıt sayısı ile ilgili olup, yoğunlukları kentsel ve kırsal bölgeler arasında büyük farklılık gösterir. Kentlerde, kırsal alanlara kıyasla yoğunluk çok daha yüksektir. Kentlerde yoğun trafik olan caddelerdeki Pb seviyesi $71 \mu\text{g m}^{-3}$ olarak ölçülmüş ve kirleticili kaynaktan uzaklaştıkça Pb miktarında azalma belirlenmiştir (Bingöl ve ark., 2010).

Kirli havadaki kurşun, nikel gibi ağır metaller çökelme sonucu toprağa ve bitkilere etki ederler. Toprakta bulunan ve yağış ile toprağa ulaşan partikül halindeki küçük çaplı ağır metaller genellikle inorganik bileşikler, organik maddeler, killer veya demir, manganez ve alüminyumun hidroksitleri şeklindedir (Bingöl ve ark., 2010).

Topraklarda bulunan ağır metallere kurşun (Pb) ve kadmiyumun (Cd) toplam, ortalama ve üst sınır; mikro besin elementlerinden çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), demir (Fe), manganın (Mn) toplam, ortalama, üst sınır ve alınabilir miktarları, farklı kaynaklar ve farklı araştırmacılara göre, Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Topraktaki ağır metal ve mikro besin elementleri için değerler (ppm)

Ağır metaller	Toprakta	Ortalama³	Üst sınır⁴	Bitkide kritik değer⁵
Kurşun (Pb)	150 ¹	16	300	-
Kadmiyum (Cd)	0,06 ¹	0,2	3	-
Mikro elementler				
Çinko (Zn)	300 ¹	48	300	0,54
Bakır (Cu)	20 ¹	17	140	0,20
Nikel (Ni)	40 ¹	13	75	10,0 ⁶
Demir (Fe)	-	18000	-	4,50
Mangan (Mn)	3000 ²	600	-	14,0

¹He ve ark., 2005; ²Fageria, 2009; ³Sposito, 2008.

⁴pH>6 için; Resmî Gazete, 2005. ; ⁵Kacar, 2019. ; ⁶Gardea-Torresday ve ark., 2005.

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak Tekstürü

Denemede kullanılan toprakların tekstürü Bouyoucos Hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir (Gree and Bauder, 1986).

3.2.2. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak örneklerinin pH’ları 1:2,5 toprak su karışımında potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH-metre ile tayin edilmiştir (McLean, 1982).

3.2.3. Kalsiyum Karbonat (Kireç)

Deneme sahası yol hattı boyunca alınan toprak örneklerinin kireç içerikleri Scheibler kalsimetre yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson, 1982).

3.2.4. Organik madde (OM)

Alınan toprak örneklerinin organik madde içerikleri Walkley-Black yöntemi ile belirlenmiştir (Walkley, 1947).

3.2.5. Elektriki iletkenlik (EC)

Elektriki iletkenlik değerleri, $dS\ cm^{-1}$ veya $mmhos\ cm^{-1}$ olarak 1:2,5 sulandırma oranında EC-metre ile tayin edilmiştir (Dellavalle, 1992).

Örneklenen topraklar üzerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.4 ve 3.5 de verilen standartlara göre sınıflandırılmıştır.

3.2.6. Ağır Metallerin (Pb, Cd, Ni, Fe, Mn, Cu, Zn) Toplam Miktar Tayini

Araştırmaya konu olan kurşun kadmiyum ve nikel gibi ağır metalleri ile demir, mangan, çinko ve bakır gibi mikro besin 3 M HCl+1 M HNO₃ asit ile ekstrakte edildikten sonra ICP-OES de okunarak ppb düzeyinde belirlenmiş ve ppm'e çevrilmiştir (Anonim, 2012).

3.2.7. Bitkiye Yararışlı Nikel, Demir, Mangan, Çinko ve Bakır Tayini

Deneme topraklarının bitkiye yararışlı Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri pH'sı 7.32'e ayarlı 0,005 M DTPA+0.01 M CaCl₂+0.1 M TEA karışımı ekstraksiyon çözeltisiyle ekstrakte edildikten sonra atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunmak suretiyle belirlenmiştir (Lindsay ve Norwell, 1969; Sağlam, 1994).

3.2.8. İstatistiksel Analiz

Örnekleme noktalarından alınan topraklardaki toplam ve elverişli ağır metal birikimlerinin yoldan içeriye doğru değişimini istatistiksel olarak açıklamak için varyans analizi; hâkim rüzgarın ağır metal birikimine etkisini ve önem derecesini belirlemek için varyans analizi ve örneklenen topraklara ait fiziksel ve kimyasal özellikler ile ağır metal birikimleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için regresyon analizi yapılmıştır. İstatistik analizler SPSS (Version 19) paket programın kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Toprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan standart değerler
(Ülgen ve yurtsever 1974; Aydın ve Sezen 1995; Güçdemir, 2008)

Sınıf Değeri	Sınır Değerler						
pH (1:2.5)	Kuvvetli asit <5,5	Orta asit 5,5-6,0	Hafif asit 6,0-6,6	Nötr 6,6-7,4	Hafif alkalin 7,4-7,9	Orta alkalin 7,9-8,4	Kuvvetli alkalin >8,4
Doygunluk (%)	Kum 0-30	Tın 30-50	Killi tın 50-70	Kil 70-110	Ağır kil >110		
Kireç (%)	Az kireçli 0-1	Kireçli 1-5	Orta kireçli 5-15	Fazla kireçli 15-25	Çok fazla kireçli >25		
EC.10³ (dS m⁻¹)	Tuzsuz 0-2	Hafif tuzlu 2-4	Orta tuzlu 4-8	Yüksek tuzlu 8-15	Çok fazla tuzlu >15		
Organik madde (%)	Çok az 0-1	Az 1-2	Orta 2-3	İyi 3-4	Yüksek >4		
Elverişli P₂O₅ (kg da⁻¹)	Çok az <3	Az 3-6	Orta 6-9	Fazla 9-15	Çok fazla >15		
Değişebilir K₂O (kg da⁻¹)	Az <20	Yeter 20-60	Fazla 60-100	Çok fazla >100			

Çizelge 3.5. Toprak analizleri değerlendirme ölçü standartları (Anonim, 2016)

Analiz cinsi	Analiz metodu	Standart ölçü	Anlamı
Toprak Bünyesi	%Saturasyona göre bünye	0-30	Kum
		30-50	Tın
		50-70	Killi tın
		70-110	Kil
		110-	Ağır kil
Toprak Reaksiyonu	Saturasyon çamurunda pH (Cam elektrod ile)	<4.5	Kuvvetli asit
		4.6-5.5	Orta derecede asit
		5.6-6.5	Hafif derecede asit
		6.6-7.5	Nötr
		7.6-8.5	Hafif alkali
Toprak Tuzluluğu	Saturasyon çamurunda elektrik geçirgenliği (% Toplam tuz)	8.5+	Kuvvetli alkali
		0.0-0.15	Tuzsuz
		0.15-0.35	Hafif tuzlu
		0.35-0.65	Orta tuzlu
		0.65+	Çok tuzlu
Organik Madde	Walkey-Black (Islak oksidasyon) % Organik Madde	0-1	Çok az
		1-2	Az
		2-3	Orta
		3-4	İyi
		4+	Yüksek
Toprakta Fosfor	Olsen (Sodyum Bikarbonatta Eriyebilen Fosfor) P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	0-3	Çok az
		3-6	Az
		6-9	Orta
		9-12	İyi
		12+	Yüksek
Toprakta Potasyum	Amonyum Asetat K ₂ O kg da ⁻¹	0-20	Az
		20-30	Orta
		30-40	Yeter
		40+	Fazla
Toprakta Kireç	Schreibler % Kireç (CaCO ₃)	0-1	Az kireçli
		1-5	Kireçli
		5-15	Orta kireçli
		15-25	Fazla kireçli
		25+	Çok fazla kireçli

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Çalışma Alanının Toprak Özelliklerine Ait Bulgular

Iğdır ilinde, genellikle Doğu-Batı yönünde uzanan 080 Devlet Yolu üzerinde, 24 noktadan, çapraz bir şekilde 5 km aralıklarla, yoldan dik olarak 0, 10 ve 30 m içeri doğru ve pulluk derinliğinden alınan 72 toprak örneğine ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ait değerler Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Örnekleme alanından alınan toprak örneklerinin mekanik yapıları (tekstürleri) kumlu tın (SL), killi tın (CL), siltli killi tın (SCL) ve kil (C) olarak dağılım göstermektedir. Analiz edilen toprak örneklerinden 1, 2, 3, 4, 13, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23 ve 24 numaralı toprak örnekleri kum yüzdeleri yüksek ve hafif bünyeli; 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15 ve 18 numaralı toprak örneklerinin kil ve silt yüzdeleri nispeten yüksek olup, orta bünyeli ve 12 numaralı toprak örneğinin kil yüzdesi oldukça yüksek olup, ağır bünyelidir (Demiralay, 1993).

Araştırmada analiz edilen toprak örneklerinin pH değerleri 7,4 ile 10,5 arasında değişmekte olup, deneme toprakları nötr ve alkalın (hafif alkalın, orta derecede alkalın, kuvvetli alkalın, çok kuvvetli alkalın) sınıfına girmektedir (Aydın ve Sezen, 1995).

Kireç (CaCO_3) değerleri, örneklenen topraklar için %1,4-15,2 arasında değişim göstermektedir. Bu değerlere göre çalışma alanına ait topraklar az kireçli, orta kireçli ve kireçli içeriğe sahiptir (Kacar, 2009).

Örneklenen topraklardaki organik madde içerikleri %0,1-1,7 arasında değişmekte olup, organik madde içeriği yönünden çok az ve az sınıfına girmektedir (Aydın ve Sezen, 1995).

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 2,3-18,4 dS m^{-1} arasında değişmekte olup, analiz sonuçlarına göre çalışma sahası toprak örnekleri çok hafif tuzlu ile çok kuvvetli tuzlu sınıfları arasında değişmektedir (Aydemir, 1992).

Çizelge 4.1. Örneklenen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz değerleri

Toprak özelliği	Tekstür sınıfı			pH (1:2,5)			Kireç (CaCO ₃) (%)			Organik madde (%)			EC (dS m ⁻¹)		
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
Örnek1	SL	SL	SL	8,1	7,8	8,1	7,3	7,7	8,0	0,3	0,2	0,2	3,3	2,6	3,0
2	SL	SL	SL	8,2	8,0	8,1	10,4	7,0	3,7	0,3	0,2	0,2	2,6	2,3	3,1
3	SL	SL	SL	8,2	8,6	8,8	8,7	6,2	5,8	0,2	0,2	0,2	9,3	8,7	14,6
4	SL	SL	SL	8,0	8,0	7,8	9,9	9,0	6,1	0,4	0,4	0,4	11,7	14,0	14,9
5	CL	CL	SCL	8,3	8,0	8,6	6,8	7,2	11,2	0,4	0,4	0,5	13,5	13,0	15,3
6	SCL	SCL	SCL	8,4	8,2	8,1	6,6	5,6	11,0	0,6	0,6	0,6	13,2	13,9	13,1
7	CL	CL	CL	8,3	7,9	7,9	10,7	10,9	11,9	1,1	1,1	1,1	17,2	15,7	16,1
8	CL	CL	CL	8,2	8,2	8,2	12,8	12,6	12,5	1,2	1,4	1,3	10,7	9,0	11,7
9	CL	CL	CL	8,3	8,4	8,3	11,8	9,9	11,4	1,2	1,2	1,2	12,8	12,2	11,0
10	CL	CL	CL	8,2	8,1	8,3	13,1	12,7	11,7	1,3	1,4	1,7	13,3	13,1	12,0
11	CL	CL	CL	8,5	8,5	8,2	8,7	9,4	10,0	1,0	1,1	1,1	12,2	11,5	13,2
12	C	C	C	8,3	8,0	8,0	9,3	10,4	11,7	1,4	1,4	1,4	6,0	4,6	2,7
13	SL	SL	SL	9,1	8,7	8,2	10,5	11,7	12,8	0,7	0,7	0,7	4,8	5,2	2,4
14	CL	CL	CL	9,6	10,5	10,0	10,0	11,9	13,1	1,1	1,1	1,1	15,0	14,5	12,2
15	CL	CL	CL	8,2	8,6	8,2	12,0	12,3	15,0	1,6	1,5	1,4	14,2	15,7	15,5
16	SL	SL	SL	8,7	8,9	8,9	1,6	1,6	1,4	0,5	0,5	0,5	3,8	6,2	6,6
17	SL	SL	SL	8,0	8,1	8,0	1,8	1,8	1,8	0,3	0,3	0,3	12,4	10,6	8,8
18	CL	CL	CL	8,2	7,4	8,4	15,2	15,1	14,7	0,5	0,4	0,5	9,0	6,4	7,5
19	SL	SL	SL	8,3	8,9	8,7	15,0	14,1	13,4	1,1	1,2	1,2	12,0	9,4	12,9
20	SL	SL	SL	7,6	8,1	8,5	13,3	11,6	11,5	0,2	0,1	0,2	14,6	15,7	17,2
21	SL	SL	SL	8,4	8,3	8,6	15,0	14,6	14,2	0,1	0,1	0,2	14,6	17,6	17,9
22	SL	SL	SL	8,2	8,3	8,3	11,6	12,1	11,9	0,1	0,2	0,2	12,9	15,3	18,4
23	SL	SL	SL	8,7	8,2	8,3	13,2	13,5	13,6	0,1	0,2	0,1	14,0	13,6	17,3
24	SL	SL	SL	8,2	8,1	8,3	12,0	12,4	12,5	0,1	0,1	0,2	14,1	13,6	17,9

4.2. Ağır Metal Analiz Bulguları

Iğdır ilinde, genellikle Doğu-Batı yönünde uzanan 080 Devlet Yolu üzerinde, 24 noktadan, çapraz olarak 5 km aralıklarla, yoldan içeri doğru dik olarak 0, 10 ve 30 m ve pulluk derinliğinden alınan toprak örneklerinde biriken toplam Pb, Cd ve toplam ve elverişli Ni ağır metallerine ait bulgular Çizelge 4.2 de yer almaktadır. 080 Devlet Yolunun kuzeyinden alınan toprak örneklerinin analiz bulguları tek sayılı (1, 3, 5, ...23.) satırlar; güneyinden alınan toprak örneklerinin analiz bulguları çift sayılı (2, 4, 6, ...24.) satırlardır.

080 Devlet Yolunun kuzeyinden alınan toprak örneklerinde kurşun (Pb) değerleri 3,62-20,82 ppm; yolun güneyinden alınan toprak örneklerinde kurşun (Pb) değerleri 2,00-19,76 ppm olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.3'de verilen topraklarda ortalama 16 ppm kurşun değerinden (Sposito, 2008) yüksek olan değerler Çizelge 4.2'de koyu olarak gösterilmiştir. Bütün toplam kurşun değerleri ÇŞB üst sınır değerinin altında ölçülmüştür.

080 Devlet Yolunun kuzeyinden alınan toprak örneklerinde kadmiyum (Cd) değerleri 0,09-0,54 ppm; yolun güneyinden alınan toprak örneklerinde kadmiyum (Cd) değerleri 0,03-0,42 ppm olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.3'de verilen topraklarda ortalama 0,2 ppm kadmiyum değerinden (Sposito, 2008) 22 toprak örneği yüksek çıkmıştır. Bütün toplam kadmiyum değerleri ÇŞB üst sınır değerinin altında ölçülmüştür.

Çizelge 4.2'de yolun kuzeyinden alınan toprak örneklerinde toplam nikel (Ni) değerleri 20,55-220,41 ppm; yolun güneyinden alınan toprak örneklerinde nikel (Ni) değerleri 20,97-224,92 ppm olarak ölçülmüştür. Alınabilir nikel değerleri 0,04-2,97 ppm arasında değişmektedir. Çizelge 3.3'de bitkiler için kritik değer olan 10,0 (Gardea-Torresday ve ark., 2005) değerinden bütün değerler daha düşük ölçülmüştür.

Çizelge 4.2. Örneklenen toprakların ağır metal (Pb, Cd ve Ni) içerikleri (ppm)

Ağır metaller	Kurşun (Pb) Toplam			Kadmiyum (Cd) Toplam			Nikel (Ni) Toplam			Nikel (Ni) Çözünebilir		
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
Yola uzaklık (m)												
Örnek 1	13,27	7,86	3,62	0,26	0,23	0,19	83,69	64,71	64,29	0,90	1,93	0,27
2	11,06	8,55	5,60	0,42	0,13	0,15	84,60	70,48	63,08	0,04	1,35	0,76
3	20,82	14,12	9,88	0,54	0,25	0,19	138,69	113,77	105,20	0,89	0,12	0,90
4	10,58	10,03	13,63	0,24	0,24	0,19	168,78	164,41	119,80	0,74	0,96	0,82
5	8,91	6,40	8,89	0,20	0,08	0,15	220,41	136,06	114,56	0,06	0,57	0,43
6	10,99	7,95	7,93	0,22	0,19	0,18	158,42	148,96	121,90	0,90	1,14	0,87
7	5,51	7,22	6,56	0,20	0,16	0,12	140,76	134,29	107,21	0,27	1,18	2,97
8	5,97	4,71	2,00	0,11	0,10	0,03	137,63	110,82	87,06	0,96	0,33	0,65
9	8,55	8,05	8,25	0,21	0,20	0,20	172,16	163,30	123,95	1,36	0,73	0,67
10	8,44	5,70	7,57	0,21	0,13	0,18	184,12	140,48	134,96	1,13	1,24	0,05
11	8,74	6,96	5,92	0,18	0,13	0,10	94,70	108,92	87,07	1,17	0,24	0,93
12	19,76	11,79	13,50	0,16	0,14	0,11	111,67	100,68	99,88	0,71	1,24	1,83
13	8,73	4,30	4,63	0,16	0,14	0,09	124,95	125,67	91,20	0,57	0,12	0,57
14	12,48	7,62	5,58	0,26	0,17	0,18	224,92	162,16	120,20	0,83	0,33	0,64
15	8,53	7,60	4,95	0,24	0,17	0,18	174,70	133,97	127,10	0,95	0,74	0,47
16	5,80	4,94	4,59	0,05	0,03	0,04	21,99	20,97	21,04	0,06	0,78	2,62
17	12,44	7,06	4,20	0,32	0,22	0,09	26,74	20,55	19,89	0,57	0,97	0,52
18	8,40	6,18	6,86	0,26	0,23	0,13	187,66	151,93	139,32	0,44	0,62	0,15
19	7,87	7,96	6,18	0,17	0,18	0,13	209,61	151,58	119,01	0,08	1,12	0,41
20	10,85	6,82	6,05	0,25	0,17	0,12	164,99	147,80	140,60	1,03	1,09	0,61
21	7,46	7,36	8,74	0,26	0,23	0,20	189,94	181,36	126,74	0,32	0,82	0,09
22	6,65	6,57	6,74	0,25	0,14	0,14	163,55	152,67	131,87	1,18	0,68	1,26
23	15,11	9,27	9,30	0,26	0,19	0,13	194,83	161,74	138,14	0,98	0,66	0,23
24	12,16	10,57	9,04	0,26	0,18	0,15	205,16	175,27	152,07	1,05	0,70	0,19

4.3. Mikro Element Analiz Bulguları

Iğdır ilinde, genellikle Doğu-Batı yönünde uzanan 080 Devlet Yolu üzerinde, 24 noktadan, çapraz olarak 5 km aralıklarla, yoldan içeri doğru dik olarak 0, 10 ve 30 m ve pulluk derinliğinden alınan toprak örneklerinde biriken toplam ve bitkiler tarafından alınabilir Zn, Cu, Fe, Mn mikro besin elementlerine ait bulgular Çizelge 4.3'de görülmektedir. 080 Devlet Yolunun kuzeyinden alınan toprak örneklerinin analiz bulguları tek sayılı; güneyinden alınan toprak örneklerinin analiz bulguları çift sayılı satırlardır.

Çizelge 4.3'de yolun kuzeyinden alınan toprak örneklerinde toplam demir (Fe) değerleri 7722,8-32317,3 ppm; yolun güneyinden alınan toprak örneklerinde demir (Fe) değerleri 6653,6-31678,6 ppm olarak ölçülmüştür. Alınabilir demir değerleri 0,38-5,89 ppm arasında değişmektedir. Çizelge 3.3'de bitkiler için kritik değer olan 4,5 (Kacar, 2019) değerinden 4 noktada değerler daha yüksek ölçülmüştür. Bu değerler koyu gösterilmiştir.

Çizelge 4.3'de yolun kuzeyinden alınan toprak örneklerinde toplam mangan (Mn) değerleri 142,8-892,1 ppm; yolun güneyinden alınan toprak örneklerinde mangan (Mn) değerleri 126,0-875,8 ppm olarak ölçülmüştür. Alınabilir mangan değerleri 0,80-28,22 ppm arasında değişmektedir. Çizelge 3.3'de bitkiler için kritik değer olan 14,0 (Kacar, 2019) değerinden 13 noktada değerler daha yüksek ölçülmüştür. Bu değerler koyu gösterilmiştir.

Çizelge 4.3'de yolun kuzeyindeki toplam çinko (Zn) değerleri 47,04-114,10 ppm; yolun güneyindeki çinko (Zn) değerleri 45,11-125,78 ppm olarak belirlenmiştir. Alınabilir çinko değerleri 0-1,40 ppm arasında değişmektedir. Çizelge 3.5'de bitkiler için kritik değer olan 0,54 (Kacar, 2019) değerinden 9 örnekleme noktasında daha yüksek değerler ölçülmüştür. Bu değerler koyu gösterilmiştir.

Çizelge 4.3'de yolun kuzeyinden alınan toprak örneklerinde toplam bakır (Cu) değerleri 3,38-55,39 ppm; yolun güneyinden alınan toprak örneklerinde bakır (Cu) değerleri 6,86-55,25 ppm olarak ölçülmüştür. Alınabilir bakır değerleri 0,18-6,71 ppm arasında değişmektedir. Çizelge 3.3'de bitkiler için kritik değer olan 0,20 (Kacar, 2019) değerinden 1 örnekleme noktası dışındaki bütün değerler daha yüksektir.

Çizelge 4.3. Örneklenen toprakların ağır metal (mikrobesin elementi) Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri (ppm)

Ağır metaller	Demir (Fe) Toplam			Demir (Fe) Elverişli			Mangan (Mn) Toplam			Mangan (Mn) Elverişli		
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
Yola uzaklık (m)												
Örnek 1	18055,6	14626,6	8320,2	2,27	2,71	1,98	379,8	367,8	310,8	14,63	6,48	4,49
2	23370,8	19899,1	6808,9	0,38	1,95	2,01	370,8	329,3	309,6	2,04	9,62	5,44
3	23689,1	19275,4	7722,8	2,21	4,46	4,70	782,3	707,8	630,6	14,01	1,90	7,57
4	25629,7	20432,1	7717,7	1,55	2,97	1,77	676,3	664,8	544,8	6,44	3,70	13,73
5	26815,1	23499,6	8013,3	2,55	1,16	1,10	786,6	675,6	531,4	0,80	4,76	5,11
6	25722,8	23820,3	6065,1	1,47	2,45	1,10	679,0	644,7	467,2	7,89	12,98	7,13
7	22765,2	20305,3	10156,4	1,24	2,06	3,96	650,5	588,9	615,9	5,39	6,11	18,75
8	25486,2	21655,2	9198,9	1,70	1,01	1,46	653,7	533,7	126,4	3,90	3,50	3,03
9	27319,6	26815,8	12332,2	5,79	1,69	2,97	745,1	667,3	470,8	6,19	4,65	11,4
10	31678,6	24683,2	14389,2	1,89	2,18	1,78	780,4	597,1	518,2	9,13	11,28	5,07
11	30970,8	24627,6	15347,3	1,91	1,12	1,86	461,5	415,8	423,6	6,59	5,48	5,45
12	31206,8	25517,6	13336,3	1,63	2,27	2,57	231,2	150,6	217,3	3,45	16,77	28,22
13	30891,6	25218,4	14505,9	1,16	4,71	1,29	583,6	597,4	215,9	4,78	2,97	2,54
14	33843,8	28429,2	20831,3	1,61	1,15	2,80	875,8	641,1	564,1	7,59	4,16	2,57
15	29507,5	25676,4	23118,3	1,82	1,38	2,55	756,6	644,2	603,6	10,65	27,66	9,90
16	7347,8	6653,6	7036,1	1,21	2,39	3,58	135,3	157,1	126,0	3,42	6,27	17,54
17	9718,5	7101,5	8193,1	1,65	2,67	2,98	161,2	142,8	156,1	3,28	11,46	6,86
18	22932,1	16381,8	14110,2	1,28	0,99	0,81	713,2	686,9	628,7	37,24	5,58	4,41
19	26212,2	24563,9	17883,4	2,12	5,89	1,07	742,9	637,5	714,4	1,38	10,78	4,11
20	27922,5	25680,3	23859,7	2,49	2,95	1,89	771,7	668,3	618,5	20,93	12,84	3,37
21	32317,3	28611,4	25702,4	1,20	1,59	1,10	892,1	807,0	765,8	3,58	24,20	1,40
22	27571,7	25470,9	26984,2	1,87	1,56	2,21	731,9	691,1	714,6	14,51	3,24	14,28
23	28371,9	26808,7	17717,2	2,06	3,27	1,55	746,1	711,9	741,7	14,06	2,77	2,23
24	27307,8	23403,5	22641,8	2,56	1,58	1,77	694,7	734,3	677,5	8,28	11,08	4,19

Çizelge 4.3.'ün devamı Örneklenen toprakların ağır metal (mikrobesin elementi) Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri (ppm)

Ağır metaller	Çinko (Zn) Toplam			Çinko (Zn) Elverişli			Bakır (Cu) Toplam			Bakır (Cu) Elverişli			
	Yola uzaklık (m)	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
Örnek1		74,43	74,98	62,03	0	0	0	27,06	26,03	17,97	4,86	3,74	2,47
2		104,01	88,80	56,14	0	0,22	0,33	27,28	26,54	27,13	0,49	2,09	4,21
3		109,54	64,50	56,66	0,11	0	1,25	30,35	29,81	28,62	4,91	0,51	2,87
4		107,80	85,10	98,12	0,37	0,18	0,26	37,04	35,87	27,17	2,60	3,46	2,71
5		114,10	96,17	64,19	0,07	0,46	0,36	48,11	26,99	22,18	0,18	1,55	1,92
6		125,78	104,45	88,42	0,52	0	0,19	42,12	34,80	39,74	3,05	2,62	2,15
7		107,58	72,71	54,08	0,52	0,47	0,63	30,71	34,15	34,51	1,41	3,01	6,71
8		73,74	56,63	62,79	0,39	0	0	31,87	27,55	6,86	3,02	1,20	2,26
9		114,84	115,47	99,04	0	0	0,04	41,05	37,99	51,92	2,28	2,96	4,27
10		106,75	97,77	77,21	0,42	0,06	0	36,96	29,62	26,80	3,76	2,49	2,05
11		87,75	66,26	54,28	0,35	0	0	26,73	31,49	23,31	3,11	2,47	2,56
12		107,75	91,69	97,30	0	0,10	0,28	50,46	70,28	48,03	1,67	4,06	4,93
13		50,65	47,04	51,16	0,02	0,03	0	28,04	25,63	13,18	1,56	0,35	1,84
14		118,24	64,35	45,11	0	0	0,87	55,25	40,96	27,40	2,77	1,21	3,07
15		74,16	72,26	72,50	0,12	0	0	46,69	35,62	31,54	4,26	2,70	3,44
16		96,15	76,39	67,76	0,06	0,34	0,45	25,00	7,85	8,11	0,60	2,63	5,78
17		74,17	67,81	65,25	0	0,03	0	16,20	3,93	3,38	2,19	2,98	2,56
18		95,24	86,91	89,82	0	0,36	0	44,75	29,26	33,25	1,75	0,89	0,65
19		100,71	81,69	59,98	0	0,25	0	39,83	38,32	41,92	0,26	3,29	1,21
20		101,06	80,02	56,87	0,25	0,80	0,07	39,73	34,87	31,59	3,13	2,28	2,45
21		79,80	75,02	81,78	0,29	1,40	0,10	49,33	40,95	41,24	0,89	2,46	1,24
22		68,80	59,01	62,48	1,18	0,72	0,90	38,55	34,56	36,49	2,53	2,25	2,72
23		91,36	59,06	69,66	0,80	0,24	0,14	55,39	38,13	51,19	3,05	3,02	3,41
24		89,40	83,11	53,78	0,15	0,05	0,11	50,03	54,06	38,25	2,98	3,78	1,15

4.4. İstatistiksel Değerlendirme

4.4.1. Ağır Metal Birikiminin Yoldan Uzaklık ile Etkileşimleri

Örnekleme noktalarından alınan topraklardaki toplam ve elverişli ağır metal birikimlerinin yoldan içeriye doğru değişimini istatistiksel olarak açıklamak için varyans analizi uygulanmış, varyanslar homojen olduğu için Fisher'in F testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir. Tüm toplam ağır metal birikimleri yoldan içeriye doğru azalarak devam etmiş ve ölçülen ağır metal birikimlerinin trafik kaynaklı olduğunu göstermiştir. Yoldan içeriye doğru ağır metal birikimindeki azalma, Cd, Fe, Zn için çok çok önemli ($p < 0.001$); Pb ve Ni için çok önemli ($p < 0.01$); Mn ve Cu için önemli ($p < 0.05$) değere çok yakın bulunmuştur. Tüm elverişli ağır metal birikimlerinin yoldan içeriye doğru değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Yoldan uzaklık ile ağır metal birikimi istatistiksel analiz sonuçları

Bağımlı değişkenler	Yoldan uzaklık	Ortalama	Standart sapma	Örnek sayısı	F değeri	Önem seviyesi
Pb (T)	0	10,3783	3,93164	24	7,731	0,001
	10	7,7329	2,23158	24		
	30	7,0921	2,79745	24		
Cd (T)	0	0,23500	0,095781	24	9,039	0,000
	10	0,17125	0,056975	24		
	30	0,14792	0,061360	24		
Ni (T)	0	149,3613	55,58074	24	5,285	0,007
	10	126,7729	44,09270	24		
	30	106,5058	35,04050	24		
Ni (E)	0	0,7163	0,40163	24	0,226	0,798
	10	0,8192	0,43126	24		
	30	0,7879	0,73489	24		
Fe (T)	0	26110,6250	6572,39813	24	21,446	0,000
	10	22464,8912	6024,94571	24		
	30	14249,6625	6665,24051	24		
Fe (E)	0	1,9008	0,97499	24	0,997	0,374
	10	2,3400	1,24848	24		
	30	2,1192	0,98677	24		
Mn (T)	0	625,0958	217,23033	24	3,014	0,054
	10	560,9583	193,73493	24		
	30	487,2292	204,95054	24		
Mn (E)	0	8,7567	7,89201	24	0,129	0,880
	10	8,7600	6,63197	24		
	30	7,8663	6,50021	24		
Zn (T)	0	94,7421	18,59786	24	14,590	0,000
	10	77,8000	16,32231	24		
	30	68,6004	15,98360	24		
Zn (E)	0	0,2342	0,29852	24	0,014	0,986
	10	0,2379	0,33985	24		
	30	0,2492	0,34310	24		
Cu (T)	0	38,2721	10,50684	24	3,281	0,051
	10	33,1358	12,83755	24		
	30	29,6575	13,27468	24		
Cu (E)	0	2,3879	1,34859	24	1,008	0,370
	10	2,4167	1,01607	24		
	30	2,8596	1,46360	24		

T: toplam; E: elverişli.

4.4.2. Ağır Metal Birikiminde Rüzgar Etkileri

Tez çalışmasında örnekleme çapraz bir şekilde yürütülmüş ve 24 örnekleme noktasının 12 tanesi yolun kuzeyinde, 12 tanesi yolun güneyinde yer almıştır. Şekil 3.1’de çalışma alanında kaydedilen hâkim rüzgar yönleri gösterilmiştir. Hâkim rüzgarın ağır metal birikimine etkisini ve önem derecesini belirlemek için için varyans analizi uygulanmış, varyanslar homojen olduğu için Fisher’in F testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.5’te verilmiştir. Elverişli Fe değerleri dışında, bütün ağır metallerin toplam ve elverişli değerleri istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. 080 Devlet Yolunun kuzeyindeki elverişli Fe değerleri $p < 0.05$ önem seviyesinde hakim rüzgarların etkisiyle daha yüksek bulunmuştur. Toplam çinko değerleri anlamsız olmakla birlikte önemli seviyesine yakın bir değer ($0.069 > 0.05$) elde edilmiştir. Buna göre toplam çinko değerleri yolun kuzeyinde 2762,67 ve yolun güneyinde 3024,75 ppm olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında hakim rüzgarların kuzeyli olması yolun güneyindeki değerlerin yüksek olmasına sebep olmuştur.

Çizelge 4.5. Ağır metal birikiminde örnek-yön ilişkileri

Bağımlı değişkenler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ort.	Standart sapma	F değeri	Önem seviyesi
Pb (T)	0,083	1	0,083	3,34775	0,009	0,926
Cd (T)	0,005	1	0,005	0,08134	0,926	0,339
Ni (T)	558,003	1	558,003	48,36317	0,265	0,609
Ni (E)	0,245	1	0,245	0,53790	0,826	0,327
Fe (T)	6875416,882	1	6875416,882	8068,29315	0,164	0,686
Fe (E)	4,993	1	4,993	1,07745	4,520	0,037
Mn (T)	31542,347	1	31542,347	210,40453	0,744	0,391
Mn (E)	50,753	1	50,753	6,94920	1,026	0,315
Zn (T)	953,971	1	953,971	19,99973	3,413	0,069
Zn (E)	0,053	1	0,053	0,32320	0,488	0,487
Cu (T)	104,137	1	104,137	12,60675	0,689	0,409
Cu (E)	4,147	1	4,147	1,29027	2,548	0,114

T: toplam; E: elverişli

4.4.3. Ağır Metal Birikiminde Toprak Özelliklerinin Etkileri

Örneklenen topraklara ait fiziksel ve kimyasal özellikler ile ağır metal birikimleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Toplam ağır metal değerlerinde, toprak özellikleri ile kurşun arasında önemli bir korelasyon bulunmamıştır. Kadmiyum ile % kum değerleri arasında önemli seviyede ($p<0.05$) pozitif; organik madde ile çok önemli seviyede negatif bir korelasyon mevcuttur. Nikel ile % kireç ve EC arasında çok çok önemli seviyede ($p<0.001$) pozitif; % kum ile önemli seviyede ($p<0.05$) negatif bir korelasyon çıkmıştır. Demir ile % kireç arasında çok çok önemli seviyede ($p<0.001$) pozitif; EC ile önemli seviyede ($p<0.05$) pozitif bir korelasyon elde edilmiştir. Mangan ile % kireç ve EC arasında çok çok önemli seviyede ($p<0.001$) pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Çinko ile % kum ve pH değerleri arasında önemli seviyede ($p<0.05$) negatif bir korelasyon bulunmuştur. Bakır ile % kireç arasında çok çok önemli seviyede ($p<0.001$) pozitif; EC ile çok önemli seviyede ($p<0.01$) pozitif bir korelasyon belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Toprak özellikleri-ağır metal ilişkileri regresyon analizi

Ağır metaller	Toprak özellikleri				
	Kum (%)	pH (1:2,5)	Kireç (%)	OM (%)	EC (dS m ⁻¹)
Pb	0,110	-0,061	-0,060	-0,143	-0,026
Cd	0,216*	-0,112	0,116	-0,301**	0,106
Ni (T)	-0,198*	0,080	0,676***	0,062	0,534***
Ni (E)	-0,054	-0,192	-0,149	0,081	-0,041
Fe (T)	-0,085	0,160	0,490***	0,100	0,244*
Fe (E)	0,183	0,056	-0,150	0,016	-0,026
Mn (T)	-0,028	0,101	0,599***	-0,107	0,637***
Mn (E)	-0,089	-0,184	0,100	0,044	0,021
Zn (T)	-0,259*	-0,200*	-0,040	0,107	0,016
Zn (E)	0,167	0,049	0,078	-0,289**	0,336**
Cu (T)	-0,188	0,046	0,519***	0,116	0,297**
Cu (E)	-0,028	-0,160	-0,144	0,111	0,001

* $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

XVIII ve XIX.Yüzyıl Sanayi Devrimi ile başlayan hızlı şehirleşme ve kaynakların aşırı ve hızlı bir şekilde tüketilmesi ve her türlü tüketim sonucu ortaya çıkan atıkların çevreyi kirletmesi gerçeği çok geç fark edilmiştir. Ancak 1960'lı yıllarda küresel ve bilimsel anlamda sıkça tartışılmaya başlanmış ve ekosistem ve ekonomik hayatın sürdürülebilmesi için çevre problemlerinin en kısa sürede çözüme kavuşturulması gerekliliği vurgulanmaya başlamıştır (Hacıoğlu, 2009). Çevre kirliliğinin en çaresiz ve savunmasız ögesi topraktır. Toprak hemen her şeyi kabul eder, ancak zararlı maddelerden kolay kurtulamaz. Sanayileşme döneminin topraklara etkisi aşırı derecede ağır metal birikimleri olmuştur.

Tez çalışma konusu olarak seçilen Pb ve Cd ağır metallerinin tüm canlılar üzerinde olumsuz etkileri vardır. Antropojenik etkiler sonucu ekosfere zarar veren ilk ağır metal olan ve atmosfere metal veya bileşik şeklinde salınan Pb, zehir etkisine sahip olduğundan çevre kirliliğine sebep olan en önemli ağır metaldir (Çepel, 1997; Kahvecioğlu ve ark., 2003) ve Pb bileşikleri topraklarda birikme ve uzun süre toprakta kalabilme özelliğine sahiptir (Alloway, 2013).

Çalışma alanı toprakları genellikle, kumlu tekstüre sahip kaba ve geçirgen; pH değerleri hafif alkalın ile çok kuvvetli alkalın arasında değişen bazik; kireç miktarları az ve orta kireç seviyesinde; organik madde seviyesi çok düşük ve düşük değerlerde; elektriksel iletkenlik değerlerine göre çok hafif tuzlu ile çok tuzlu arasında değişen topraklardır.

Çalışmada ölçülen toplam Pb ve Cd değerlerinin tümünün ÇŞB sınır değerlerinin altında olması olumlu bir durumdur. Bunun en önemli sebebi trafikteki araçların çoğunluğunun motorin kullanan araçlar olmasıdır (Çizelge 3.1). Ancak Pb ve Cd için her ölçüm değeri potansiyel bir toksik etkidir. İstatistiksel olarak Pb ve Cd değerlerinin yoldan içeriye doğru azalmasının çok çok önemli bulunması ve yolun hemen kenarından alınan örneklerde daha yüksek Pb ve Cd değerleri ölçülmesi, mevcut ağır metal birikimlerinin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Bitkilerin mikro düzeyde ihtiyaç duyduğu bitki besin elementlerinden Ni, Fe, Mn, Zn, ve Cu miktarları belli bir seviyenin üzerine çıktığında toksik etki yaparak zararlı olmaktadır. Toplam nikel değerlerinin yoldan içeriye doğru azalmasının çok önemli bulunması ve yolun hemen kenarından alınan örneklerde daha yüksek nikel değerleri ölçülmesi, mevcut nikel birikimlerinin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir. Elverişli nikel değerlerinin tümü kritik değerinde çok altında ölçülmüştür çalışma alanında nikel açısından bir toksik etki söz konusu değildir.

Demir değerlerinin bir bölümü ortalama kabul edilebilir değerlerin üzerinde ölçülmüştür. Ancak çalışma alanı toprakları düşük ve orta kireç ile yüksek pH değerlerine sahip olduğundan bitkiler tarafından alım güçlüğü söz konusudur (Özkan, 2009). İstatistiksel olarak Fe değerlerinin yoldan içeriye doğru azalmasının çok çok önemli bulunması ve yolun hemen kenarından alınan örneklerde daha yüksek Fe değerleri ölçülmesi, mevcut ağır metal birikimlerinin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir. Elverişli demir değerleri sadece 4 noktada kritik değer üzerinde çıkmıştır

Toplam Mn için yoldan içeriye doğru azalma istatistiksel olarak önemli değere yakın bulunmuştur ($0.054 > 0.05$). Mangan değerlerinin trafik kaynaklı olduğunu söylemek mümkündür. Elverişli mangan değerleri 13 ölçüm noktasında kritik değer üzerinde bulunmuştur. Mn hem azlığı hem de fazlalığı arzu edilmeyen bir mikro elementtir (Kacar, 2019). Çalışma alanında manganın toksik etkileri görülebilecektir.

Türkiye topraklarının hemen yarısında eksikliği hissedilen Zn (Eyüpoğlu ve ark., 1996) için yoldan içeriye doğru azalma istatistiksel olarak çok çok önemli bulunması ve yolun hemen kenarından alınan örneklerde daha yüksek Zn değerleri ölçülmesi, mevcut Zn birikimlerinin trafik kaynaklı olduğunu göstermektedir. Elverişli Zn değerleri 9 ölçüm noktasında kritik değer üzerinde bulunmuştur. Çalışma alanında çinkonun toksik etkileri görülebilecektir.

Toplam bakır için yoldan içeriye doğru azalma istatistiksel olarak önemli değere yakın bulunmuştur ($0.051 > 0.05$). Bakır değerlerinin trafik kaynaklı olduğunu söylemek

mümkündür. Elverişli bakır değerleri 1 ölçüm noktası dışında tümü kritik değerin üzerinde bulunmuştur. Çalışma alanında bakırın toksik etkileri oldukça riskli ve yüksektir.

Çalışma alanı 080 Devlet Yolunun kuzey ve güneyinden alınan örneklerdeki ağır metal birikimlerinde hakim rüzgarların etkisinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre, elverişli demir değerlerinin önemli ve toplam çinko değerlerinin önemli değere yakın çıkması dışında diğer tüm ağır metaller için önemsiz bulunmuştur ve çalışma alanındaki ağır metal birikimlerinde hakim rüzgar etkisi görülmekle birlikte istatistiksel olarak anlamsızdır.

Regresyon analizleri sonuçlarına göre toplam kurşun değerleri dışında diğer tüm toplam ağır metal değerleri ile toprak özellikleri arasında önemli, çok önemli ve çok çok önemli seviyede korelasyonlar bulunmuştur. Özellikle, % kum, % kireç ve EC değerleri ile ağır metaller arasında pozitif ve negatif yönde önemli, çok önemli ve çok çok önemli korelasyonlar belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Adiloğlu, A., Pak, O., Adiloglu, S., Karaman, M.R., 2013. An investigation of some heavy metal pollution along the TEM motorway soils in Kırklareli, Turkey. *1st Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition*, 1-3 October, Bishkek, Kyrgyzstan, Soil Water Journal, ISSN: 2146-7072, 2(2): 1897-1994.
- Alloway, B. J., 2013. *Heavy metals in soils trace metals and metalloids in soils and their bioavailability*. Springer, Third Edition, pp 396.
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2008. *Toprak bilimi (3. Baskı)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557. İzmir.
- Anonim, 2012. T.C. Ekonomi Bakanlığı, *Altın Mücevherat Sektör Raporları*. Ankara.
- Anonim, 2019. <https://atilagirgin.weebly.com/toprak-analizleri-de287erlendirmemoullccediluuml-ve-standartlar305.html> Erişim tarihi (22.03.2019).
- Anonim, 2019. Iğdır ili jeolojik yapısı. <http://www.igdir.gov.tr/jeolojik-yapisi/> Erişim Tarihi (13.02.2019).
- Anonim, 2019. 18. Bölge Devlet Yolları hacim haritaları. <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/TrafikHacimHaritasi>. Erişim tarihi (08.02.2019).
- Ata, S., 2000. *Erzurum Ilıca Karayolu güzergahında motorlu taşıtlardan kaynaklanan kurşun kirliliği*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. 66.
- Aydemir, O., 1992. *Bitki besleme ve toprak verimliliği*. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734, Erzurum.
- Aydın, A., Sezen, Y., 1995. *Toprak kimyası laboratuvar kitabı*. E.A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 174, 146 sayfa, Ofset tesisi, Erzurum.

- Barlas, N., 2013. *Küresel krizlerden sürdürülebilir topluma çağımızın çevre sorunları*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 304 sayfa, İstanbul.
- Bear, F.E., 1965. *Chemistry of the soil*. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Beşkaya, A., Yıldız, K., Başalan, M., Us, M.F., 2008. Kırıkkale’de endüstri bölgesi civarında toprak, yem, su ve bu yörede yetiştirilen koyunlar ile parazitlerinde bazı ağır metallerin (Cd, Cu, Pb, Zn) belirlenmesi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 19, 39-46.
- Bilge, U., Çimrin, K.M., 2013. Viranehir-Kızıltepe karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği. *Tarım Bilimleri Dergisi, Journal of Agricultural Sciences*, 19, 323-329.
- Bingöl, M.Ü, Geven, F., Güney, K., Ketenoğlu, O., Erdoğan, N., 2010. Egzoz gazlarının bitkilere etkileri ve koruma önerileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2), 63-67.
- Blaylock, M.J., Huang, J.W., 2000. *Phytoextraction of metals*. In: Raskin, I. ve Ensley, B.D. (eds.), *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean-up the Environment*. Wiley, New York, pp. 53-70.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Savaşçı, S., Paslı, N., 2001. *Ekoloji-II (Toprak)*. Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Çağlarırnak, N., Hepçimen, A.Z., 2010. Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda*, 8(2), 31-35.
- Çavuşoğlu, K., Budak, A., Arıca Çakır, Ş., 2008. Kırklareli-Kırşehir karayolunda taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliğinin araştırılması. *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 223-231.
- Çavuşoğlu, K., Kınalıoğlu, K., Yapar, K., Türkmen, Z., Yalçın, E., Duyar, Ö., Özdoğan, S., 2009. Giresun-Ordu karayolunda taşıt trafiğinin sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1), 54-59.

- Çelenk, F., 2015. *Erenler ilçesi D 100 karayolu boyunca uzanan topraklardaki ağır metal (Pb ve Cd) kirliliğinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile gösterilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya. 97.
- Çepel, N., 1997. *Toprak kirliliği, erozyon ve çevreye verdiği zararlar*. TEMA Vakfı Yayınları, No: 14, İstanbul.
- Çepel, N., 2000. *Toprak ile söyleşi tanımı, sorunları ve koruma çareleri*. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıklarını Koruma Vakfı yayınları 31, İstanbul.
- Çilali, E., 2012. *Amasya-Tokat karayolu çevresinde doğal olarak yetişen kuşburnunda (Rosa spp) mesafeye bağlı olarak ağır metal kirliliğinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat. 45.
- Çubukçu, A., Tüysüz, N., 2005. KBİ İzabe, Tügsaş ve OSB tesislerinin (Samsun, Tekkeköy) çevresel etkileri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 29(1), 44-72.
- Dağhan, H., 2011. Doğal kaynaklarda ağır metal kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkileri. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 15-25.
- Dellavalle, N. B., 1992. *Determination of specific conductance in supertanat 1:2 Soil: Water solution in handbook on reference methods for soil analysis*. Soil and Plant Analysis Council, Inc. Athens, GA.
- Demiralay, İ., 1993. *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum.
- Duru, N., Türkmen, Z., Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., Yapar, K., 2011. Verbascum Sinuatum L. (Scrophulariaceae) (Sığırkuyruğu) türü kullanılarak Karadeniz sahil şeridinde taşıtların sebep olduğu ağır metal kirliliğinin araştırılması. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 15(2), 89-96.

- Ertugay, M.F., Başlar, M., Sallan, S., 2010. Determination of contamination levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in wheat grown around Beysehir-Isparta Highway. *1st International Congress on Food Technology*; November 03-06, Antalya.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1996. *Türkiye topraklarının bitkiye yararlı çinko bakımından genel durumu*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, S:72, Ankara.
- Fageria, N.K., 2009. *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press, 430 pp, Taylor and Francis Groups, New York
- Gardea-Torresdey, J. L., Peralta-Videa, J. R., de la Rosa, G., 2005. Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. *Coordination Chemistry Reviews*, 249, 1797-1810.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Second Edition. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383-441.
- Güçdemir, İ.H., 2008. Toprak, Su ve Bitki Analizi İçin Numune Alınması. Gübreler, Toprak Analizlerine Dayalı Gübreleme. Tarım El Kitabı Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No: 68, Çiftçi Yayınları No: 3, ANKARA.
- Gündüz, T., 2008. *Çevre kimyası*. Gazi Kitabevi, 1. baskı, 939 sf. ISBN: 9786055804107 Ankara.
- Güney, E., 2013. *Genel ortam kirlenmesi*. Nobel Yayın Dağıtım, ISBN: 978-605-133-702-9, 280 sayfa, Ankara.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D., 2004. Ağır metal iyonlarının (Cu^{+2} , Pb^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2}) Clivia sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.

- Güzel, N., Gülüt, K.Y., Büyük, G., 2004. *Toprak verimliliği ve gübreler*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Hacıoğlu Deniz, M., 2009. Sanayileşme perspektifinde kentleşme ve çevre ilişkisi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi*, 19, 95-105.
- Haktanır, K., Arcak, S., 1998. *Çevre kirliliği*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üniversitesi. Yayın No: 1503, Ders Kitabı: 457, Ankara.
- Haktanır, K., Arcak, S., Erpul, G., 1995. Yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal birikimi. *Engineering and Science*, 19, 423-431.
- Halim, M., Conte, P., Piccolo, A., 2003. Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils by exogenous humic substances. *Chemosphere*, 52, 265.
- Hamzeh, M.A., Aftabi, M.M., Mirzaee, M., 2011. Assessing geochemical influence of traffic and other vehicle related activities on heavy metal contamination in urban soils of Kerman city, using a GIS-based approach. *Environ Geochem Health*, 33, 577-594.
- Harte, G., Lewis, L., Owen, D., 1991. Ethical investment and the corporate reporting function. *Crit. Perspect. Accounting*, 2, 227-253.
- He, Z.L., Yang, X.E., Stoffella, P.J., 2005. Trace elements in agroecosystems and impact on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19, 125-140.
- Jaradat, Q. M., Momani, K.A., 1999. Contamination of roadside soil, plants, and air with heavy metals in Jordan. *A Comparative Study, Turkish Journal of Chemistry, TÜBİTAK*, 23, 209-220.
- Kabata-Pendias, A., 2011. *Trace Elements in soils and plants*. CRC Press, 4th Edition, 505 pp. New York.

- Kacar, B., 2019. *Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri*. Nobel Yayınevi, 708 sayfa, 1. Baskı.
- Kacar, B., 2009. *Toprak analizleri*. Nobel Yayınevi, No: 1387, 467 sayfa, 2. Baskı.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2015. *Bitki besleme*. Nobel Yayınevi, 678 sayfa, 6. Baskı.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003. Metallerin Çevresel Etkileri-I. *TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Dergisi*, 136, 47-53.
- Keleş, C.T., 2007. *Konya şehir merkezi yol ve parklarında ağır metal kirliliği*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 63.
- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., 2005. Toprak Kirlenmesi ve Biyolojik Çevre. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 83-88.
- Kluge, B., Wessolek, G., 2012. Heavy metal pattern and solute concentration in soils along the oldest highway of the world-the AVUS Autobahn. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(11), 6469-6481.
- Kocaer, F.O., Başkaya, H.S., 2003. Metallerle kirlenmiş toprakların temizlenmesinde uygulanan teknolojiler. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8(1), 121-131.
- Köleli, N., Kantar, Ç., 2005. Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu. *Ekoloji Dergisi*, 55, 1-5.
- Küçük C., Karaoğlu, M., 2018. Elementler ve ağır metaller. *II. International Iğdır Symposium 9-11 Ekim 2017-Iğdır, Proceedings Book*, 27-36.
- Lavoisier, M., 1789. *Traite elementaire de Chimie (Kimyanın temelleri)*. A Paris, Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente, M. DCC. LXXXIX.
- Lindsay, W. L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.

- Long, X.X., Yang, X.E., Ni, W.Z., 2002. Current status and perspective on phytoremediation of heavy metal polluted soils. *Journal of Applied Ecology*, 13, 757-762.
- Manzak, B., 2006. *Niğde yakın civarı otoyol kenarı topraklarının trafik kaynaklı kirliliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Niğde.
- Massadeh, A. M., Tahat, M., Jaradat, Q.M., Al-Momani, I.F., 2004. Lead and cadmium contamination in roadside soils in Irbid city, Jordan: A Case Study. *Soil & Sediment Contamination*, 13, 347-359.
- Mater, B., 2004. *Toprak Coğrafyası*. Çantay Kitabevi, İstanbul, p. 220.
- McLean, E. O., 1982. Soil Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 199- 224
- Mendeleev, D., 1869. *The principles of chemistry*. Journal of Chemistry, St. Petersburg, which contains its periodic table of elements.
- Muhammet, S., 2000. *Bazı doğal bitkilerde kurşun adsorpsiyonunun incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Nelson, R. E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 191- 197.
- Ok, G., 2008. *Sakarya bölgesindeki topraklardaki inorganik kirleticilerin araştırılması*. Yüksek Lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Osma, E., Serin, M., Leblebici, Z., Aksoy, A., 2013. Assessment of heavy metal accumulations (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, and Zn) in vegetables and soils. *Pol. J. Environ. Stud.*, 22(5), 1449-1455.

- Özkan, G., 2009. *Endüstriyel bölge komşuluğunda kıyusal kırsal alandaki hava kalitesi; Muallimköy’de partikül maddede ve topraktaki ağır metal kirliliği*. Yüksek Lisans Tezi, GYTE, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 9,12-22.
- Öztürk, M., 2004. *Kurşunlu benzin tüketimi kurşunun etkileri*. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, 19 sf. Ankara.
- Paschke, M.W., Valdecantos, A., Redente, E.F., 2005. Manganese toxicity thresholds for restoration grass species. *Environmental Pollution*, 135, 313-322.
- Peterson, P.J., 1993. *Plant adaptation to environmental stress: Metal pollution tolerance*. Fowden, L., Mansfield, T., Stoddart, J., Chapman&Hall, p:171-188.
- Pivić, R. N., Stanojković Sebić, A.B., Jošić, D., 2013. Assessment of soil and plant contamination by select heavy metals along a major European highway. *Pol. J. Environ. Stud.*, 22(5), 1465-1472.
- Resmî Gazete, 2005. *Toprak Kirliliği Yönetmeliği, EK 1-A Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerleri, Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (31.05.2005 tarih ve 25831 Sayılı Resmi Gazete).
- Ripin, S.N.M., Hasan, S., Kamal, M.L., Hashim, N.M., 2014. Analysis and pollution assessment of heavy metal in soil, Perlis. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 18(1), 155-161.
- Rodriguez-Flores, M., Rodriguez-Castellon, E., 1982. Lead and cadmium levels in soil and plants near highways and their correlation with traffic density. *Environmental Pollution*, 4, 281-290.
- Sağlam, M. T. 1994. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 189, Yardımcı ders Kitabı No:5, Tekirdağ.
- Samarghandi, M.R., Nouri, J., Mesdaghinia, A.R., Mahvi, A.H., Nasserli, S., Vaezi, F., 2007. Efficiency Removal of Phenol, Lead and Cadmium by Means of

UV/TiO₂/H₂O₂ Processes. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4, 19-25.

Sarı, T., 2009. *Edirne ve çevresinde otoban kenarlarındaki topraklarda bazı ağır metal kirliliğinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Sarıgül, M., Kazan, T.K., 1994. *Egzoz gazlarının E-5 karayolunun Bolu-Ankara kesiminde orman toprağı ve ağaçlarına etkileri üzerine araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 243.

Schüürmann, G., Markert, B., 1998. *Ecotoxicology, ecological fundamentals, chemical exposure, and biological effects*. John Wiley & Sons, Inc. and Spektrum Akademischer Verlag, pp. 900.

Sezgin, N., Özcan, H.K., Demir, G., Nemlioğlu, S., Bayat, C., 2003. Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 Highway. *Environment International*, 29, 979-985.

Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliğı üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Bati Akdeniz Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2), 24-34.

Sposito, G., 2008. *The chemistry of soils*. Oxford University Press, 2nd Edition, ISBN 978-0-19-531369-7, 329 pp.

Stresty, T.V.S., Madhava Rao, K.V., 1999. Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea. *Environ. Exp. Bot.*, 41, 3-13.

Sunlu, U., Egemen, Ö., 1998. Homa Dalyanı ve İzmir Körfezinin (Ege Denizi) farklı bölgelerindeki kirlenme durumu ile bazı ekonomik balık türlerinde ağır metal düzeylerinin araştırılması. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(3-4), 241-261.

- Sümer, A., Adiloğlu, S., Çetinkaya, O., Adiloğlu, A., Sungur, A., Akbulak, C., 2013. Karamenderes havzası topraklarında bazı ağır metallerin (Cr, Ni, Pb) kirliliğinin araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 10(1), 83-89.
- Şekeroğlu, A., Akmaz, Y., 2009. Karayolarından uzaklığın yumurta ağır metal içeriklerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2),103-107.
- Şişman, İ., 1999. *Sapanca bölgesinde tem otoyolundan kaynaklanan ağır metal kirliliği*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya. 2-3.
- Toröz, İ., 2009. *Çevre Görevlisi Eğitim Programı*. TC. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları.
- Tosyalı, K., 2006. *Araç egzozlarından kaynaklanan ağır metallerin tayini*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 3-5.
- Uluocak Güzel, E., 2006. *Ağır metallerin bitkilerce alımı*. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. 5.
- Ülgen, N. ve N. Yurtsever, 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi No:28, Kemal Matbaası, Ankara
- Walkley, A., 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63, 251-263.
- Viard, B., Pihan, F., Promeyrat, S., Pihan, J.C., 2004. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: Bioaccumulation in soil, Graminaceae and land snails. *Chemosphere*, 55, 1349-1359.
- Yağdı, K., Kacar, O., Azkan, N., 2000. Topraklardaki ağır metal kirliliği ve tarımsal etkileri. *OMÜ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 15(2), 109-115.
- Yakupoğlu, D., Güray, T.I., Yurtsever Sarıca, D., Kaya, Z., 2008. Kent ortamında yetişen Cichorium intybus L. de atmosferik kurşun kirliliğinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Botany, TÜBİTAK*, 32, 319-324.

Yıldız, N., 2004. *Toprak ve bitki ekosistemindeki ağır metaller*. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.

Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2008. Topraklarda kolloid pestisit ilişkisi. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 69-78.

Zincircioğlu, N., 2013. Manisa-Akhisar Yöresinde bulunan kimi tarım arazilerinin ağır metal içeriklerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 333-339.

ÖZGEÇMİŞ

22.01.1992 tarihinde Kayseri Melikgazi ilçesinde doğdu, ilk, orta ve lise öğrenimini Kayseri’de tamamladı. Üniversite eğitimini 2014 yılında Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde tamamladı. 2016-2017 Eğitim-Öğretim yılı güz döneminde Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başladı.

