

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİNGÖL İLİNİ DİYARBAKIR ELAZIĞ ÇEVRE İLLERİNE
BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TARIM
TOPRAKLARINDA MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN
AĞIR METAL KİRLİLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SADULLAH ERDOĞAN

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. ABDÜLKADİR SÜRÜCÜ**

BİNGÖL-2017

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her konuda bilgi ve tecrübesini aktararak desteğini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan danışmanım Sn. Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ'ye teşekkürlerimi sunarım. Değerli hocalarım, Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL, Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN, Yrd.Doç. Dr. Yasin DEMİR, Yrd. Doç. Dr. Azize DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım. Tez aşamasında bana her konuda destek olan arkadaşım Elif ELALTUNTAŞ, Yunus BURULDAY, Hüsamettin TOKUŞ, Emrah YETKİN, Muaz KAYA, Semih BAHADIR, Ahmet ERTONGA, Demet BOZKURT'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yapılmasında gerekli desteği sağlayan Bingöl Üniversitesi Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP-ZF.2016.00.003) teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca benden desteğini esirgemeyen değerli ağabeyim Mehmed ERDOĞAN'a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Sadullah ERDOĞAN

Bingöl 2017

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD	8
3.1 Materyal	8
3.1.1 İlin Coğrafî Durumu.....	8
3.1.2 İklim	9
3.2 Yöntem.....	10
3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	12
3.2.2. Toprak Analizlerinin Yapılması.....	12
3.2.2.1. Fiziksel Analizler	12
3.2.2.2. Kimyasal Analizler	13
3.2.2.3. Ağır Metal Analizleri.....	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR	15
4.1.Çalışma Alanının Toprak Özellikleri.....	15
4.1.2 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	15
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	25

KAYNAKLAR	26
ÖZGEÇMİŞ	28

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
μ s	: Mikrosimens
CaCO ₃	: Kireç
Cd	: Kadmiyum
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
EC	: Elektriksel iletkenlik
Fe	: Demir
g	: Gram
Mn	: Mangan
Mg	: Magnezyum
Ni	: Nikel
OM	: Organik madde
Pb	: Kurşun
pH	: Power of hydrogen (Hidrojenin gücü)
ppm	: Milyonda bir parça
Zn	: Çinko

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Çalışma alanının il haritası	9
Şekil 3.2.	Diyarbakır yolu çalışma alanının yol haritası	11
Şekil 3.3.	Elazığ yolu çalışma alanının yol haritası	11
Şekil 3.4.	Çalışmada kullanılacak toprakların kurutulması	12
Şekil 3.5.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre tekstür analizi çalışması	12
Şekil 3.6.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kireç tayini	13
Şekil 3.7.	Çalışma alanından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb analizi	14
Şekil 3.8.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ni çalışması	14

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum, silt ve kil analiz sonuçları	15
Tablo 4.2.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, kireç ve Organik Madde analiz sonuçları	16
Tablo 4.3.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe, Cr, Zn analizi	17
Tablo 4.4.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb, Cd analizi	18
Tablo 4.5.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu, Ni analizi	19
Tablo 4.6.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, organik madde ve kireç analiz sonuçları	20
Tablo 4.7.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre tekstür analiz sonuçları	21
Tablo 4.8.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe, Cr, Zn analizi	21
Tablo 4.9.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb, Cd analizi	22
Tablo 4.10.	Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu, Ni analizi	24

BİNGÖL İLİNİ DİYARBAKIR-ELAZIĞ ÇEVRE İLLERİNE BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TARIM TOPRAKLARINDA MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

ÖZET

Çalışmanın amacı, Bingöl-Elazığ ve Bingöl-Diyarbakır karayolu güzergâhındaki topraklarda trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin boyutlarını belirlemek, topraktaki ağır metal miktarının kara yoluna olan mesafeye bağlı olarak değişimini ortaya koyabilmektir. Bu amaçla karayolunun sağ ve sol tarafından 2'şer km'lik 5 farklı noktadan 0, 2, 15 ve 40 m uzaklıklarla 0-15 cm derinlikten dört tekrarlamalı olarak toplam 80 toprak örneği alınmıştır. Sonuç olarak, toprakların ortalama ağır metal içerikleri, kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), krom (Cr) ve bakır (Cu)'dır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu için tüm ağır metallerin konsantrasyonları topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine yaklaşamalarına rağmen, mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür. Bu durum çalışma alanındaki topraklarda gözlenen ağır metal birikiminin trafik kökenli olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, trafiğe bağlı kirlilik, toprak kirliliği, çevre kirliliği, karayolu.

HEAVY METAL POLLUTION CAUSED BY MOTOR VEHICLES IN AGRICULTURAL GROUNDS ON THE CONNECTING HIGHWAYS OF BINGÖL AND DIYARBAKIR-ELAZIG

ABSTRACT

The purpose of the study is to determine the dimensions of traffic-sourced heavy metal pollution in the soil of Bingöl-Elazığ and Bingöl-Diyarbakır highway routes and to be able to reveal the distance of the heavy metal amount in the soil with the distance from the land route. For this purpose, a total of 80 soil samples were taken from the both sides of the highway and 5 different spots of 2 kilometers distance at 0, 2, 15 and 40 m distances with four repetitions from 0-15 cm depth. As a result, the average heavy metal contents of soils, lead (Pb), cadmium (Cd), nickel (Ni), chromium (Cr) and copper (Cu). Though concentrations in the soil did not approach the permissible limit values, it was observed that as the distance moved away from the highway, heavy metal concentrations decreased. This suggests that the heavy metal accumulation observed in the soil in the working area is of traffic origin.

Keywords: Heavy metal, traffic-related pollution, soil pollution, environmental pollution, highway.

1.GİRİŞ

İnsanlık tarihinin varoluşundan beri yaşam, çevreyle ve doğayla sürekli bir etkileşim içerisinde devam etmektedir. Yaşanan bu etkileşim sonucunda insanın gerek doğada yaptığı değişimler ve gerek hayatı kolaylaştırmak için teknolojiyi ileri boyutlara taşıması doğaya büyük oranlarda zarar vermektedir. Bu zararlar başta toprak kirliliği olmak üzere su ve havada büyük ölçüde görülmektedir.

Sanayi kuruluşlarının artması, petrol maddelerinin hayatın her alanında kullanılması, kömürün –bilinçsizce- filtreler kullanılmadan yakılması, tarım ilaçlarının –bilinçsizce- aşırı bir şekilde kullanılması ve en önemlisi insanın doğadaki canlı organizmaları ve doğada kirliliğe karşı filtre görevi gören ağaç ve bitkileri yok edip yaşam alanlarının kısıtlanması sonucu doğa(hava, su ve toprak) kirliliğe maruz kalmaktadır.

Hava, su ve toprak kirliliği sirkülasyon içerisinde birbirine geçmekte ve birbirine paralel olarak etki etmektedir. Hava ve su gibi, canlıların yaşaması için vazgeçilmez unsurlardan bir diğeri de topraktır. Toprak, bitki örtüsünün beslendiği kaynakların ana deposudur. Toprağın üst tabakası insanların ve diğer canlıların beslenmesinde temel kaynak teşkil etmektedir. Bir gram toprağın içerisinde, milyonlarca canlı bulunmakta ve ekosistemin devamı için bunların hepsinin ayrı önemi bulunmaktadır. Toprak kirliliği, toprağa bırakılan zararlı maddelerin toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini bozmasıdır.(Şahin 2008)

Günümüzde toprak kirliliğinin küresel bir sorun haline geldiği bir gerçektir. Başlıca toprak kirleticileri, ağır metaller, pestisitler, hormonlar, organik bileşikler ve radyoaktif hidrokarbon yanma ürünleri olmak üzere birçok olduğu ve bunların giderek büyük bir sorun haline geldiği bildirilmektedir.

Ağır metal, daha çok çevresel problemler olduğunda ortaya çıkmakta ve nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal olarak tarif edilmektedir. Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³ 'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu grubun içine kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60'tan fazla metal girmektedir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunurlar. (Kahvecioğlu ve ark. 2007)

Ağır metal kirliliği, hava, toprak ve su ortamlarının hepsinde görülebilen bir kirlenme çeşididir. Özellikle sanayi devrimi ile gelişen endüstriyel faaliyetler sonucu açığa çıkan atıklar ağır metal kirliliğine neden olmaktadır. Doğada bulunan bazı ağır metaller dozundan fazla canlı bünyesine katıldığında ölümlere varan olumsuzluklarla sonuçlanmaktadır. Bunların başında kadmiyum, civa, kurşun, çinko, bakır ve krom gelmektedir. 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 toprağa ulaşabilmektedir (Çağlarırnak ve Hepçimen 2010)

Oluşumu binlerce yıl süren tarım toprakları, üretilemeyen ve yenilenmesi neredeyse mümkün olmayan tek kaynaktır. Ülkelerin gelişmesi ve insanların hayat seviyelerinin yükseltilmesi için, tarım topraklarının sürdürülebilir biçimde kullanılıp yönetilmesi mecburiyeti vardır. Çünkü hızlı nüfus artışı ve insan ihtiyaçlarının zaman içinde çeşitlenip artmasına bağlı olarak, tarım ürünlerine duyulan ihtiyacın artması sonucunda, tarım alanları üzerindeki baskılar her gün şekil değiştirerek artmaktadır. Bu durum, toprak kaynaklarına ait bilgilerin sürekli değişmesine neden olmakta ve dolayısıyla toprak kaynaklarının yeterli şekilde incelenmesini, tarım alanlarının daha ayrıntılı olarak tanımlanmasını ve izleme çalışmalarının sürekli olmasını gerekli kılmaktadır.

Gerçek anlamda bir tarımsal arazi planlamasının hayata geçirilebilmesi için bölgeye ait ekolojik ve sosyo-ekonomik bilgilerin yanı sıra öncelikle sağlıklı toprak verilerine gereksinim duyulmaktadır. Böylece arazinin en rasyonel ve ekonomik kullanım altında değerlendirilebilmesi için, yetiştirilecek bitkinin ekolojik uygunlukları ile toprak istekleri

belirlenmekte ve bunlar eşleştirilerek, üreticinin ekonomik koşulları da dikkate alınmak suretiyle en uygun arazi değerlendirilmesi yapılabilmektedir (Özyazıcı ve ark. 1991).

Hızlı kentleşme ve sanayileşme ile birlikte nüfus artışı doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmakta, buna bağlı olarak arazi kullanımına yönelik sürdürülebilir faaliyetlerin planlanması ve uygulanması önem kazanmaktadır. Kalkınma için atılan her adım, aynı zamanda çeşitli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir.

21. yüzyılın özellikle son çeyreğinde çevre kirliliği, ekolojik dengeyi ve yaşayan her türlü canlının sağlığını ciddi bir şekilde tehdit eder hale gelmiştir. Pek çok dünya ülkesinde olduğu gibi, ülkemizde de çevre kirliliği konusu, temiz ve sağlıklı bir gelecek açısından en büyük ortak endişe haline gelmiştir. Artan insan nüfusu ile birlikte hızlı kentleşme ve insan faaliyetlerinin tarımsal ve endüstriyel alanda giderek yoğunlaşması, bu faaliyetleri çevre kirlenici unsurlar haline getirmektedir. Bu faaliyetler bir yandan insan hayatını kolaylaştırırken, diğer yandan insan hayatının sağlıklı ve güvenli bir şekilde devamını tehdit eder duruma getirmektedir.

Toprak ağır metal kirliliğinin en önemli etkenlerinden biri, nüfusun sürekli artmasına bağlı olarak meydana gelen motorlu taşıtların artışıdır. Motorlu taşıtlar çıkardıkları egzoz dumanı, yağ ve yakıt atıkları, gürültü kirliliği gibi pek çok kirliliğe neden olmaktadır. Bu kirlilik hem insanları hem doğayı hem de diğer canlı varlıkları olumsuz yönde etkilemektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2017 Ocak ayı sonu itibarıyla trafiğe kayıtlı toplam 21 milyon 211 bin 701 adet araç bulunmaktadır. 2017 Ocak ayında geçen yılın aynı ayına göre trafiğe kaydı yapılan taşıt sayısında %15,9 artış gerçekleşmiştir. Bu oranlar, her geçen yıl artmaya devam etmekte ve bu artışa oranla toprakta biriken ağır metallerde artmaktadır. Şehir trafiğindeki araçların; teknik bakımlarının yeterince yapılmaması, bilinçsiz kullanımı ve bir kısmının çok eski oluşları nedeniyle kirlenici özellikleri bir kat daha artmakta ve araçlar önemli kirlenici kaynak durumuna gelmektedir.

Ağır metallerin toprakta birikmesinin sadece toprak verimliliği ve ekosistem fonksiyonları üzerinde değil aynı zamanda besin zinciri yoluyla hayvan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri vardır. Bu ağır metaller bitki dokularında birikerek gıda zinciri içerisinde hayvan yemi ve gıdalara girmektedir. Ağır metal bulaşan bitkiler de hayvanların besin zincirine katılmakta ve canlı organizmaya etki etmektedir.

Tarımda istenilen miktar ve kalitede ürünün elde edilmesinin birinci şartı toprakların verimliliklerinin artırılmasıdır. Toprak verimliliğini artırmada en önemli faktörlerden biri de bitki besin elementleridir. Besin elementleri, bitki gelişiminin önemli bir parçası olup bir veya daha fazlasının noksanlığı verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Topraklardan en uygun verimi alabilmek için ise dengeli gübreleme yapmak ve bitki besin elementlerinin noksanlıklarını gidermek şarttır. Bundan dolayı toprakların besin element durumlarının bilinmesi zorunlu hale gelmektedir. Bu amaçla ülkemizde birçok araştırma yürütülmüştür (Güzel ve ark. 1991).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Denizli ilinin trafiğın yoğun olduğu bölgelerden alınan toprak örneklerinde; Pb ve Cu içeriğinin trafiğın yoğun olmadığı alanlara göre çok yüksek seviyelerde olduğu belirtilmiştir (Çelik ve ark. 2004).

İstanbul'un Topkapı-Avcılar güzergahı üzerindeki E-5 karayolunun 18 km'lik alanında, 22 farklı noktadan toprak örneklerinde, Pb, Cu ve Zn konsantrasyonlarının normal seviyenin çok üzerinde olduğu belirtilmiştir (Sezgin ve ark. 2003).

Türkiye'nin Van şehrinde trafik yoğunluğunun farklı olduğu 3 farklı bölgeden, yol kenarı başlangıç noktası kabul edilip 15 m ve 30 m'lerden alınan toprak örneklerinde, Pb ve Cd içeriğinin yoldan uzaklaştıkça azaldığını belirtmişlerdir (Gülser ve Eraydın 2004).

Trafik kirliliğini belirlemek amacı ile yapılan bir başka çalışmada, Sivas ilinde trafiğın yoğun olduğu 4 farklı alandan toprak örneği alınıp, ağır metal analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, toprakların Pb, Cu, Ni, Zn ve Cd oranlarının normal topraklara göre çok yüksek düzeylerde olduğu bildirilmiştir (Çınar ve Dilek 2001).

Karaca (1997), topraklarda kurşun konsantrasyonunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, Erzurum ve çevresinde bazı yol kenarlarındaki topraklarda kurşun miktarlarının normal değerinin çok üzerinde olduğu, rüzgarın kurşun birikimini önemli derecede etkilediği, yoldan uzaklaştıkça ve derinlik arttıkça kurşun konsantrasyonunun hızla azaldığı tespit edilmiştir.

Türkiye'deki Tunçbilek Termal Santralının 10 km'lik ekim alanından alınan toprak ve bitki örneklerinde; bitkilerin çevreye yayılan gazlardan etkilendiği, toprakta ise yoğun olarak ağır metallerin biriktiği belirtilmiştir (Çiçek ve Koparal 2004).

Puerto Rico’da bazı yol kenarlarında kurşun ve kadmiyum kirliliğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, topraktaki kurşun ve kadmiyum miktarının normal değerlerinin üstünde olduğu ve yoldan uzaklaştıkça kurşun ve kadmiyum değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca rüzgar yönünün yolun her iki tarafındaki kirlilik değerlerini etkilediği tespit edilmiştir (Rodriguez-Flores andd Rodriguez-Castellon 1982).

Riyadh’da (Suudi Arabistan) yapılan çalışmada, haftanın belli günlerinde 13 farklı bölgeden alınan toprak örneklerinde, kurşun miktarının trafik yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Al-Saleh and Taylor 1994).

İtalya’nın Palermo şehrinde park ve yeşil alanlarda 70 farklı noktadan 0-15 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ile yapılan çalışmada, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Co, Mn ve Hg konsantrasyonlarının trafik kirliliğinden dolayı normal değerlerinin üstünde olduğunu bildirilmiştir (Daniel et al. 2002).

Trafik yoğunluğunun farklı olduğu iki şehirde yapılan çalışmada, topraktaki çinko, kurşun ve kadmiyum yoğunluklarının fazla olduğu, en yüksek ağır metal oranlarının ise karayollarına yakın olan 5 ile 20 m’lik alanlarda olduğu tespit edilmiştir (Viard et al. 2004).

Cidde’de (Suudi Arabistan) yapılan çalışmada, şehir merkezinde trafik yoğunluğunun farklı olduğu yollardan alınan toprak örneklerinde trafik kökenli ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda; Co, Cr, Ni, Pb, Sb ve Zn birikimlerinin yüksek olduğu ve özellikle yüksek Zn konsantrasyonunun ana yollar üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada yüksek Zn konsantrasyonunun trafik kaynaklı olduğu ve araç lastiklerinden kaynaklandığı öne sürülmüştür (Kadi 2009).

Hava, toprak ve su arasında kurulmuş doğal bir denge bulunur. Herhangi birinde görülen kirlilik, diğerlerini de etkiler ve doğal dengenin tamamen bozulmasına sebep olur. Hava ve su da kirlilik olması toprakta da kirliliğin oluşmasına sebep olur. Bu kirliliğin boyutunun ne olduğu, kirliliğin hangi kaynaklardan geldiği, kirliliğin nasıl önlenileceği ile ilgili olarak çok sayıda araştırmalar yapılmaktadır (Kor 1974).

Pakistan'ın Rawalpindi şehrinde trafik kökenli ağır metal kirliliğinin toprakta ve bitkideki Pb birikimlerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, farklı trafik yoğunluğuna sahip üç bölgede 20 m, 220 m, 420 m, 620 m ve 820 m'den alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda; 1 ve 2 no'lu bölgelerdeki Pb miktarı 3 no'lu bölgeden daha yüksek olduğu ve en düşük seviyesine bütün bölgeler için 820 m'de olduğu tespit edilmiştir (Lone et al. 2006).

Haktanır ve ark. (1995)'nin yürüttüğü çalışmada, topraklarda Pb, Cu ve Cd birikimlerinde yola olan uzaklığın artışıyla olan değişimler saptamışlardır. Çalışma sonucunda mesafeye bağlı olarak azalan kurşun miktarının ancak yoldan 500 m uzaklıkta normal değere düştüğü tespit edilmiştir. Kadmiyum ve bakır kirliliğinde de benzer bir azalma gözlenmiştir.

Yaman (1995), yoğun karayolu trafiği altında kalan Adana-Ceyhan karayolunun kenarındaki topraklarda yaptığı çalışmada, trafik kirliliğinin etkisiyle, kurşun seviyesinin yol kenarlarında 424 ppm'e kadar çıktığı gözlenmiştir. Araştırmacı, bu değer normal topraklara göre 20 kat daha fazla olduğunu ayrıca, yoldan uzaklaştıkça Pb miktarının azaldığını belirtmiştir. Çalışmada yoldan 40 metreye kadar uzaklıktaki topraklarda Pb konsantrasyonunun normalin üzerinde olduğu vurgulanmıştır.

Eastern Cape kentinde trafik yoğunluğunun fazla olduğu 3 önemli caddeden alınan toprak örneklerinde; Pb, Cd ve Zn ağır metal birikiminin normal değerlerinin çok üstünde olduğu belirtilmiştir (Fatoki 2002).

Polonya'da farklı bölgelerde trafik kökenli ağır metal kirliliğinin bitki ve topraktaki birikimini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, şehir merkezine uzak olan bölgelerdeki ağır metal kirliliği trafik açısından oldukça uzakta olan Bela Crkva bölgesinden alınan örneklerle karşılaştırılmış ve şehir merkezine yakın olan bölgelerde alınan örneklerdeki Pb, Ni, Zn, ve Mn konsantrasyonlarının daha yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Knezevic et al. 2009).

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

3.1.1. İlin Coğrafi Durumu

Ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan illerimizden biri olan Bingöl iline, coğrafyası, iklimi, yüzölçümü ve nüfusu bakımından kısaca göz atalım:

41° 20' ve 39° – 56° doğu boylamları ile 39° – 31' ve 36° – 28° kuzey enlemleri arasında yer alan Bingöl ilinin komşuları Muş, Erzurum, Erzincan, Tunceli, Elazığ, Diyarbakır'dır. Bingöl Yukarı Fırat Bölümünde yer alır. Bingöl'ün merkezi dahil 8 ilçesi bulunmakta. Bunlar Merkez, Genç, Karlıova, Kiğı, Adaklı, Yayladere, Solhan ve Yedisu'dur. İl Merkezi denizden 1151 metre yükseklikte Çapakçur ovasının kuzeybatı köşesinde Murat suyuna Genç İlçesi civarında kavuşan Göynük suyunun bir koluna hakim düzlük üzerinde kurulmuştur. Elazığ – Tatvan yolu üzerindeki Bingöl, daha önceleri burada vadi içinde kurulu iken şehrin 1950'lerden sonra hızla gelişmesi sonucunda hakim olan düzlüğe taşınır.

İl sınırları içinde arazi oldukça engebeli ve yüksek olup, denizden yüksekliği 1250 metreyi aşar Dağlar ve tepelik alanlar çok geniş bir yer kaplar. Yükseklikleri 2000 metreyi aşan dağlık alanlar ise 1500-2000 metre arasında yükseltiye sahip olan tepelik alanların 3. jeolojik zaman (meozoik tersiyer) da tektonik hareketler sonucunda meydana geldiği tespit edilmiştir. Bingöl dağlarının yapısında genellikle bazalt ve andezitler bulunur. Kuzey-Batı Güney-Doğu yönünde uzanan Bingöl dağlarının kuzey yamaçları hafif eğimli olduğu halde güney kesimleri oldukça sarpıtır.



Şekil 3.1. Çalışma alanının il haritası

3.1.2. İklim

Kuzeyden sokulan nemli-serin hava kütlelerine açık olması ve yükselti faktörü sebebiyle Bingöl ve çevresi yazları sıcak, kışları soğuk geçmektedir.

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Bingöl'de yıllık ortalama sıcaklık 12,1 derecedir. Yıllık yağış tutarı 873,7 mm. kadar olup, kar yağışlı gün sayısı 24,5 gün, donlu gün sayısı ise 94,1 gün kadardır. İlimizde belli başlı yaylalar ise; Bingöl Yaylası, Şerafettin Yaylaları, Genç'te Çötele (Çotla) Yaylası, Karlıova'da Hırhal ve Çavreş Yaylası, Kiğı'da Kiğı Yaylası ve Dağın Düzü Yaylaları, Adaklı'da Karer Yaylası'dır. Hayvancılık için de çok elverişli olan bu yaylalar, Beritan aşireti (Bertyan) ve çevre köyler için vazgeçilmez özelliklere sahiptir.

Yine bu yaylalarda yapılan arıcılıktan elde edilen bal yurdun her tarafından aranır duruma gelmiştir. Kuzeyden sokulan nemli-serin hava kütlelerine açık olması ve yükselti faktörü

sebebiyle Bingöl ve çevresi yazları sıcak, kışları soğuk geçmektedir. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün verilerine göre Bingöl’de yıllık ortalama sıcaklık 12,1 derecedir. Yıllık yağış tutarı 873,7 mm. kadar olup kar yağışlı gün sayısı 24,5 gün, donlu gün sayısı ise 94,1 gün kadardır.

Doğu Anadolu’nun en zengin orman alanlarına sahip olan İllerden biri olan Bingöl’de ağaç türü olarak meşenin meydana getirdiği ormanlar yaygındır. Bu ormanlar 1900 m. Yüksekliğe kadar yayılış gösterir.

Ancak ormanların uzun süre tahrip edilmesi sonucunda ve ormanların tam anlamıyla yok edildiği yerlerde bozkır (Step) bitki örtüsü görülür. İlin toplam arazisi 812,537 hektar olup bu arazinin kullanım durumu şöyledir: %7,28’i tarım arazisi, %27,92’si orman, %10,25’i ağaçlandırma alanı, %51’i mera, %2,2’si çayır ve %1,3’ü diğerleridir.

İlkbaharla birlikte hava ısınmaya başlasa da çevredeki dağların yüksekliği sebebiyle dağlık kısımların nispeten soğuk olur. Ova ve dağlar arasında görülen basınç farkından ötürü ovaya doğru bir hava akımı görülür. Sonbahar ve kış mevsiminde ise Sibiry’a’daki yüksek basınç merkezi Bingöl’ü de etkisi altına alır. İlde hâkim olan rüzgârlar genellikle batı –kuzeybatı istikametinden esenlerdir.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada Bingöl ili Diyarbakır-Muş karayolunun şehir bitimindeki tarım arazilerinin yol kenarlarından alınan toprak örnekleri ile ilgili analizler yapılmıştır. Yol kenarından alınan toprak örnekleri 2, 5, 15, 40 m uzaklıklarla 0-30 cm derinlikten 50 m aralıklarla 4 farklı yerden 2 farklı bölgeden sağlıklı sollu örnekler şeklinde alınmıştır. Alınan örnekler oda sıcaklığında kurutulup 2 mm’lik elekten geçirilerek kapalı kaplarda muhafaza edilmiş ve analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.2. Diyarbakır yolu çalışma alanının yol haritası



Şekil 3.3. Elazığ yolu çalışma alanının yol haritası

3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Yol kenarından alınan örnekler laboratuvar ortamına getirilerek 1 m²'lik kağıtlar üzerine serilmiş ve hava kurusu haline gelene kadar kurutulmuştur. Kuruyan toprak örnekleri havanda dövülerek 2 mm'lik eleklerden geçirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılacak toprakların kurutulması

3.2.2. Toprak Analizlerinin Yapılması

3.2.2.1. Fiziksel Analizler

Toprak tekstür tayini (bünye): Bouyoucus (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre tekstür analizi çalışması

3.2.2.2. Kimyasal Analizler

Toprak reaksiyonu (pH): Jakson (1962) tarafından bildirilen 1:2,5 toprak-su karışımında belirlenmiştir.

Elektriksel iletkenlik (EC): Saturasyon çamuru bir gün hava almayacak şekilde kapalı bir kap içerisinde bekletilmiş ve EC metre ile elektriksel iletkenlik (EC) değeri ölçülmüştür. Okunan direnç elektriksel iletkenliğe çevrilip ardından hesaplama yoluyla tuzluluk yüzdesi belirlenmiştir (Richards 1954).

Karbonat (kireç) tayini: Scheibler kalsimetresinde toprağın seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona girmesi ile karbonatlardan çıkan CO₂ gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi ve bu hacimden yararlanılarak toprağın kireç içeriğinin hesaplanması prensibine dayanır (Allison and Moodie 1965).



Şekil 3.6. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kireç tayini

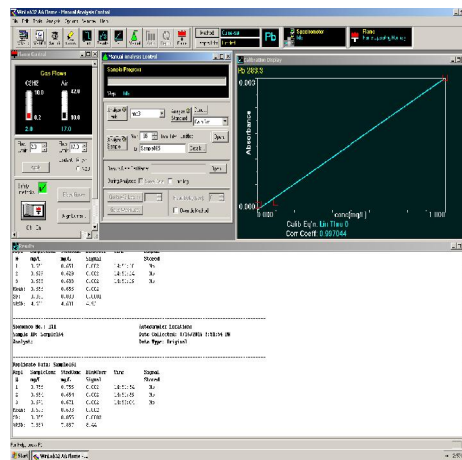
Organik madde tayini: Modifiye edilmiş Walkey Black yöntemine göre belirlenmiştir (Walkley 1947).

3.2.2.3. Ağır Metal Analizleri

1 gr toprak tartılarak 50 ml'lik balon jodelere konuldu. Üzerine 3 ml HCl (Hidro Klorik Asit) ve 1 ml HNO₃ (Nitrik Asit) te yakıldı. Daha sonra mikro dalgaya konularak 1 saat bekletildi. Her gün 40 tane örnek mikro dalgaya konuldu. Mikro dalgadan çıkarılan örneklerden kalan örneklerin üzeri 25 ml ultra saf su ile 50 ml'lik falcon tüplerine bırakılarak analize hazır hale getirildi.



Şekil 3.7. Çalışma alanından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb analizi



Şekil 3.8. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ni çalışması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR

4.1.Çalışma Alanının Toprak Özellikleri

Bu çalışmada Bingöl ili Diyarbakır-Elazığ karayolunun şehir bitimindeki tarım arazilerinin yol kenarından alınan toprak örnekleri 2, 5, 15, 40 m uzaklıklarla 0-30 cm derinlikten 50 m aralıklarla 4 ayrı yerden 2 farklı bölgeden sağ sol toplam 80 adet toprak örnekleri alınarak fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

4.1.2 .Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Bingöl-Elazığ istikametinin Kuzey ve Güney doğrultusundan 2 farklı noktadan alınan toprak örneklerinin sağ taraftan alınan örneklere göre kum içerikleri sağ ve sol ortalaması mesafeye göre %38,6 ile %41,2 arasında değişir. Silt içerikleri ise sağ sol ortalaması mesafeye göre ise %29,4, ile %38,1 arasında değişmektedir. Kil içerikleri sağ ve sol ortalaması mesafeye göre ise %22,8 ile %31,9 arasında değişerek orta bünyeli olarak bulunmuştur.

Tablo 4.1. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum, silt ve kil analiz sonuçları

Kimyasal Analizler									
Mesafe	%Kum			%Silt			%Kil		
(m)	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	47,4	35,0	41,2	32,8	34,6	33,7	19,6	30,2	24,9
5	43,4	35,4	39,4	40,0	36,2	38,1	17,0	28,6	22,8
15	43,2	34,0	38,6	33,0	25,8	29,4	23,8	40,0	31,9
40	44,6	35,0	39,8	34,2	28,4	31,3	21,4	36,4	28,9
Ort.***	44,7	34,9		35,0	31,3		20,5	33,8	

Bingöl-Elazığ karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan analizlerin sağ tarafının pH ları sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %6,8 ile %6,7 olup nötr içeriklidir. Kireç içerikleri ise sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri %0,34 ile %0,92 az kireçlidir. Tuz içerikleri ise sağ ve sol ortalamasının ise %0,24 ile %0,28 arasında değişerek hafif tuzludur. Organik madde içerikleri sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %2,47 ile %3,34 arasında değişerek organik bakımdan iyi sınıfına girer.

Tablo 4.2. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, kireç ve Organik Madde analiz sonuçları

Toprak Özellikleri												
Mesafe (m)	pH			EC (μ S cm)			%O.M.			KİREÇ		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	6,690	6,788	6,739	0,254	0,249	0,252	3,560	3,120	3,340	0,463	0,296	0,380
5	6,944	6,718	6,831	0,278	0,270	0,274	3,140	2,740	2,940	0,334	0,352	0,343
15	6,682	6,616	6,649	0,308	0,253	0,280	2,920	2,020	2,470	0,315	0,445	0,380
40	6,846	6,722	6,784	0,249	0,242	0,245	3,160	3,060	3,110	1,631	0,223	0,927
Ort.***	6,791	6,711		0,272	0,253		3,195	2,735		0,686	0,329	

Bingöl-Elazığ karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan demir (Fe), krom (Cr), çinko (Zn) değerlerine ait analiz sonuçları çizelgede verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde anlaşılacağı üzere toprakta demir (Fe), krom (Cr), çinko (Zn) birikimine örnekleme noktaları ve yola istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.3. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe,Cr ve Zn analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe	Total Fe (%)			Total Cr (ppm)			Total Zn (ppm)		
(m)	Yol Kenarı*			Yol Kenarı*			Yol Kenarı*		
	Sağ	Sağ	Ort.	Sağ	Sağ	Ort.	Sağ	Sağ	Ort.
2	5,0	4,3	4,6	5,0	4,3	4,6	5,0	4,3	4,6
5	4,8	4,7	4,8	4,8	4,7	4,8	4,8	4,7	4,8
15	4,7	4,4	4,5	4,7	4,4	4,5	4,7	4,4	4,5
40	4,9	4,5	4,7	4,9	4,5	4,7	4,9	4,5	4,7
Ort.***	4,8	4,5		4,8	4,5		4,8	4,5	

Bingöl-Elazığ karayolunun yol kenarından alınan örneklerde demir (Fe) içerikleri, tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların demir (Fe) içeriklerine bakıldığında en düşük %4,3 ile en yüksek %5 olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise %4,5 ile %4,8 arasında değişim göstererek demir (Fe) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Krom (Cr) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların krom (Cr) içeriklerine bakıldığında en düşük 25,8 ile en yüksek 30,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 28,0 ppm ile 30,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre krom (Cr) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Çinko (Zn) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların çinko (Zn) içeriklerine bakıldığında en düşük 25,8 ile en yüksek 31,5 ppm olarak bulunmuştur.

Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 28,0 ppm ile 30,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre çinko (Zn) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Elazığ karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan kobalt (Co), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) değerlerine ait analiz sonuçları çizelgede verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde anlaşılacağı üzere toprakta kobalt (Co), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) birikimine

örnekleme noktaları ve yola yakınlık istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.4. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb ve Cd analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe (m)	Total Co(ppm)			Total Pb (ppm)			Total Cd (ppm)		
	Yol Kenarı*			Yol Kenarı*			Yol Kenarı*		
	Sağ	Sağ	Ort.	Sağ	Sağ	Ort.	Sağ	Sağ	Ort.
2	10,0	10,4	10,2	5,4	5,2	5,3	12,2	13,1	12,6
5	12,8	9,9	11,4	6,4	7,2	6,8	12,3	13,2	12,8
15	10,7	9,0	9,8	5,5	6,4	5,9	12,5	12,9	12,7
40	10,9	11,4	11,1	6,0	5,6	5,8	12,6	13,0	12,8
Ort.***	11,1	10,2		5,8	6,1		12,4	13,1	

Bingöl-Elazığ karayolu kenarından alınan örneklerde kobalt (Co), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kobalt (Co) içeriklerine bakıldığında en düşük 9,0 ppm ile en yüksek 12,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 9,0 ppm ile 12,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kobalt (Co) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 9,8 ppm ile 11,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kobalt (Co) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Kurşun (Pb), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kurşun (Pb), içeriklerine bakıldığında en düşük 5,2 ppm ile en yüksek 7,2 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 5,3 ppm ile 6,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kurşun (Pb) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Kadmiyum (Cd) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kadmiyum (Cd) içeriklerine bakıldığında en düşük 12,2 ppm ile en yüksek 13,2 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve

en yüksek ortalamaların oranları ise 12,6 ppm ile 13,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kadminyum (Cd) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Elazığ karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan mangan(Mn), bakır(Cu), nikel(Ni) değerlerine ait analiz sonuçları çizelgede verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle anlaşılacağı üzere toprakta mangan(Mn), bakır(Cu), nikel(Ni) birikimine örnekleme noktaları ve yola yakınlık istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.5. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu ve Ni analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe	Total Mn (ppm)			Total Cu(ppm)			Total Ni (ppm)		
(m)	Yol Kenarı*			Yol Kenarı*			Yol Kenarı*		
	Sağ	Sağ	Ort.	Sağ	Sağ	Ort.	Sağ	Sağ	Ort.
2	10,0	10,4	10,2	5,4	5,2	5,3	40,3	48,0	44,1
5	12,8	9,9	11,4	6,4	7,2	6,8	41,9	52,9	47,4
15	10,7	9,0	9,8	5,5	6,4	5,9	44,1	51,3	47,7
40	10,9	11,4	11,1	6,0	5,6	5,8	47,5	50,4	48,9
Ort.***	11,1	10,2		5,8	6,1		43,4	50,7	

Bingöl-Elazığ karayolu kenarından alınan örneklerde mangan(Mn), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklarına göre toprakların mangan (Mn) içeriklerine bakıldığında en düşük %9,0 ppm ile en yüksek %12,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise %9,8 ppm ile %11,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre mangan(Mn) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Bakır(Cu), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların bakır(Cu), içeriklerine bakıldığında en düşük %5,2 ppm ile en yüksek %7,2 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise %5,3 ppm ile %6,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre bakır(Cu) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Nikel (Ni) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların nikel(Ni) içeriklerine bakıldığında en düşük %40,3 ppm ile en yüksek %52,9 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise %44,1 ppm ile %52,7 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre nikel (Ni) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, organik madde ve kireç analiz sonuçları

Toprak Özellikleri												
Mesafe	pH			EC (μ S cm)			%O.M			KİREÇ		
(m)	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	7,20	7,18	7,19	0,41	0,40	0,40	2,83	2,83	2,83	1,69	1,15	1,42
5	7,31	7,13	7,22	0,43	0,42	0,43	3,41	3,17	3,29	1,32	0,59	0,95
15	7,44	7,27	7,36	0,49	0,43	0,46	3,05	2,91	2,98	1,32	0,72	1,02
40	7,41	7,43	7,42	0,46	0,43	0,45	3,20	3,07	3,14	1,22	0,35	0,79
Ort.***	7,34	7,25		0,45	0,42		3,12	3,00		1,39	0,70	

Bingöl-Diyarbakır karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan analizlerin sağ tarafının pH'ları sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %7,1 ile %7,4 olup nötr içeriklidir.

Kireç içerikleri ise sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri %0,35 ile %1,69 kireçlidir. Tuz içerikleri ise sağ ve sol ortalamasının ise %0,40 ile %0,49 arasında değişerek orta tuzludur. Organik madde içerikleri sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %2,83 ile %3,41 arasında değişerek organik bakımdan iyi sınıfına girer.

Tablo 4.7. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre tekstür analiz sonuçları

Kimyasal Analizler									
Mesafe	%Kum			%Silt			%Kil		
(m)	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	43,2	34,4	38,8	30,6	42,8	36,7	26,8	23,0	24,9
5	65,4	43,8	54,6	14,0	33,0	23,5	20,6	23,0	21,8
15	45,0	37,0	41,0	34,0	44,8	39,4	21,4	18,8	20,1
40	36,8	39,6	38,2	46,2	37,4	41,8	16,8	23,0	19,9
Ort.***	47,6	38,7		31,2	39,5		21,4	22,0	

Bingöl-Diyarbakır istikametinin Kuzey ve Güney doğrultusundan 2 farklı noktadan alınan toprak örneklerinin sağ taraftan alınan örneklere göre kum içerikleri sağ ve sol ortalaması mesafeye göre %38,7 ile %54,6 arasında değişir. Silt içerikleri ise sağ sol ortalaması mesafeye göre ise %23,5 ile %39,5 arasında değişmektedir.

Kil içerikleri sağ ve sol ortalaması mesafeye göre ise %19,9 ile %24,9 arasında değişerek orta bünyeli olarak bulunmuştur.

Tablo 4.8. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe,Cr ve Zn analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe	Total Fe (%)			Total Cr (ppm)			Total Zn (ppm)		
(m)	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	5,3	3,9	3,9	25,9	25	25,4	31,2	26,2	28,7
5	4,6	3,6	4,1	23,2	25,1	24,2	26,7	26,6	26,7
15	4,4	3,6	4,1	25,1	25,4	25,2	22,1	25,7	23,9
40	4,3	3,0	4,2	27,3	22,6	25	27,6	26,6	27,1
Ort.**	4,7	3,5		25,4	24,5		26,92	26,2	

Bingöl-Diyarbakır yol kenarından alınan örneklerde demir (Fe) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklarına göre toprakların demir (Fe) içeriklerine bakıldığında en düşük %3,0 ile en yüksek %5,3 olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en

yüksek ortalamaların oranları ise %3,5 ile %4,2 arasında değişim göstererek demir (Fe) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Krom (Cr) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların krom (Cr) içeriklerine bakıldığında en düşük 22,6 ppm ile en yüksek 27,3 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 24,2 ppm ile 25,4 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre krom (Cr) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çinko (Zn) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların çinko (Zn) içeriklerine bakıldığında en düşük 22,1 ile en yüksek 31,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 23,9 ppm ile 26,9 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre çinko (Zn) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Diyarbakır karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan kobalt (Co), kurşun (Pb), kadmilyum (Cd) değerlerine ait analiz sonuçları çizelgede verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde anlaşılacağı üzere toprakta kobalt (Co), kurşun (Pb), kadmilyum (Cd) birikimine örnekleme noktaları ve yola istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.9. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb ve Cd analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe	Total Co(ppm)			Total Pb (ppm)			Total Cd (ppm)		
(m)	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	21,4	17,8	19,6	22,4	31,7	27,0	14,1	13,6	13,9
5	18,7	20,3	19,5	24,3	31,6	27,9	14,7	13,8	14,3
15	20,3	15,0	17,6	24,6	32,2	28,4	14,5	13,7	14,1
40	18,9	17,2	18,1	25,7	32,0	28,8	14,6	14,0	14,3
Ort.**	19,8	17,6		24,3	31,8		14,5	13,8	

Bingöl-Diyarbakır karayolunun yol kenarından alınan örneklerde kobalt (Co) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kobalt (Co) içeriklerine bakıldığında en düşük 15 ppm ile en yüksek 21,4 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 17,6 ppm ile 19,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kobalt (Co) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Kurşun (Pb), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kurşun (Pb), içeriklerine bakıldığında en düşük 22,4 ppm ile en yüksek 32,2 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 24,3 ppm ile 28,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kurşun (Pb) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Kadmiyum (Cd) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kadmiyum (Cd) içeriklerine bakıldığında en düşük 13,6 ppm ile en yüksek 14,7 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 13,8 ppm ile 14,5 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kadmiyum (Cd) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Elazığ karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan mangan (Mn), bakır (Cu), nikel (Ni) değerlerine ait analiz sonuçları çizelgede verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle anlaşılacağı üzere toprakta mangan (Mn), bakır (Cu), nikel (Ni) birikimine örnekleme noktaları ve yola istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.10. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu ve Ni analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe (m)	Total Mn (ppm)			Total Cu(ppm)			Total Ni (ppm)		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	107	122	114	6,5	7,7	7,1	105	123	114
5	110	131	121	5,2	8,9	7,1	115	125	120
15	121	120	120	6,8	7,2	7	109	137	123
40	116	117	117	7,5	7,4	7,4	86	119	103
Ort.**	114	122		6,5	7,8		103	126	

Bingöl-Diyarbakır karayolu kenarından alınan örneklerde mangan(Mn), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların mangan (Mn) içeriklerine bakıldığında en düşük 116 ppm ile en yüksek 131 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 114 ppm ile 122 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre mangan (Mn) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bakır (Cu), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların bakır (Cu), içeriklerine bakıldığında en düşük 5,2 ppm ile en yüksek 8,9 ppm olarak bulunmuştur.

Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 6,5 ppm ile 7,4 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre bakır (Cu) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Nikel (Ni) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların nikel (Ni) içeriklerine bakıldığında en düşük 86 ppm ile en yüksek 137 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 103 ppm ile 126 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre nikel (Ni) içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada tarım topraklarının maruz kaldığı sorunlardan biri de ağır metal kirliliğidir. Ağır metal kirliliği daha çok trafiğe bağlı olarak ortaya çıkmış olup gün geçtikçe artmaktadır. Toprak kirliliğine neden olan araçlardan çıkan egzoz gazları, motor yağları ve lastiklerin aşınmasıyla kirliliğe neden olmuştur.

Çalışmada verilen ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında, bu değerlerin tümünde de topraklarda kabul edilebilir ağır metal sınır düzeylerinin altında belirlenmiş olması, bugün için çalışma alanında ciddi bir trafik kaynaklı ağır metal kirlenmesinin olmadığını göstermektedir. Başka bir ifade ile çalışmada belirlenen Pb, Cd, Ni, Cr, Cu ve Zn gibi tüm ağır metallerin konsantrasyonları bu topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine hali hazırda yaklaşmamalarına rağmen, Zn, Pb, Cd, Cr, Cu ve Ni gibi ağır metal konsantrasyonlarında mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça azalmalar saptanmıştır. Bingöl-Diyarbakır-Elazığ yolunda yapılan çalışmada ciddi bir trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin olmadığı analiz çalışmaları yapılarak ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, bu metallere maruz kalan tarım ürünlerinde yüksek miktarlarda ağır metaller birikebilir ve besin zincirlerine karışabilir. Bu durum da canlıların sağlığı açısından tehlikelidir. Çayır ve bozkırların olduğu alanlarda, ağır metaller daha çok en üstteki birkaç santimetrelilik bölümde birikir. Bu metaller, otlayan hayvanlar tarafından topraktan doğrudan alınır. Ağır metaller zehirlidir ve topraktaki canlılık etkileşimlerini engeller. Bu metaller, toprakta onlarca hatta yüzlerce yıl kalabilir. Ağır metallerin salınımının azaltılması, bunların atmosferde ya da toprakta birikmesini önlemenin en kolay yoludur. Örneğin, otomobil kullanımının büyük ölçüde artmasına karşın kurşunsuz benzinin tercih edilmesi kurşun salınımında azalmaya katkıda bulunur. Yaşadığımız çevreyi üreten insandır, öyleyse ürettiği çevreyi koruyabilmelidir (Keleş 1997). İnsan olarak sorumluluğumuzu ancak haklarımızın bilincine vararak algılayabiliriz. Bilinçlenmenin yolu da düzenli bir eğitim sürecinin tamamlanmasıyla olacaktır.

KAYNAKLAR

Al-Saleh IA, Taylor A (1994) Lead concentration in the atmosphere and soil of Riyadh, Saudi Arabia. *The Science of the Total Environment* 141: 261-267

Allison LE, Moodie CD (1965) Carbonate In: C.A. Black (Ed.) *Methods of soil analysis. Part 2, Agronomy* 9, ASA, SSSA, WI, USA pp: 1379-1400

Anonim: <http://www.neyiilemeshur.com/bingol/bingol-ilinin-cografyasi-yuzolcumu-nufusu-ve-iklimi-2883.html>

Çağlarırnak N, Hepçimen AZ (2010) Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi* 8(2): 31-35

Çınar T, Dilek A (2001) Determination of heavy metals in bio-collectors as indicator of environmental pollution. *Intern. J. Environ. Anal. Chem* 82: 321-29

Çiçek A, Koparal AS (2004) Accumulation of sulfur and heavy metals in soil and tree leaves sampled from the surround of tuncbilek thermal power plant. *Chemosphere* 57: 1031-1036

Daniel S, Massimo A, Bellanca A, Neri R, Sprovieri M (2002) Heavy Metals in urban soils: a case study from the city Palermo (Sicily), Italy. *Chemosphere* 57: 1031-1036

Fatoki OS (2002) Lead, cadmium and zinc accumulation on soil and vegetation along some selected major-roads of Eastern Cape. *Intern. J. Environ. Studies* 60(2): 199-204

Haktanır K, Arcak S, Erpul G (1995) Yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal birikimi. *Engineering and Science* 19: 423-431

Jackson ML (1958) *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall. Inc

Kadi MW (2009) Soil pollution hazardous to environment; A case study on the chemical composition and correlation to automobile traffic of the roadside soil of Jeddah city, Saudi Arabia. *Journal Hazardous Materials* 168: 1280-1283

Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S (2007) Metallerin Çevresel Etkileri–I. (erişim adresi: www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf)

Karaca A (1997) Erzurum topraklarında motorlu araç emisyonlarından kaynaklanan ağır metal kirliliği (Yayınlanmamış). Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum

Keleş R (1997) Çevre, yurttaş, sorumluluk, insan, çevre, toplum. İmge Kitabevi 2. Baskı s: 416

Kor MN (1974) Çevre sağlığı ve teknolojisi. Cilt 2, İstanbul

Knezevic M, Stankovic D, Krstic B, Nikolic MS, Dragica (2009) Concentrations of heavy metals in soil and leaves of plant species *Paulownia elongata* S.Y.Hu and *Paulownia fortunei* Hemsl. *African Journal of Biotechnology* 8(20): 5422-5429

Lone MI, Raza SH, Muhammad S, Naeem MA, Khalidi M (2006) Lead Content in soil and wheat tissue along roads with different traffic loads in Rawalpindi district. *Pak. J. Bot* 38(4): 1035-1042

Şahin B (2008) Çevre Bilimi (Çevre için Eğitim). Ra Kitabevi, 1. Baskı, Trabzon

Richards LA (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils (moisture retention curve). *Dept. of Agri Handbook, USA* Page: 60

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

Viard B, Pihan F, Promeyrat S, Pihan J (2004) Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Gramineae and Land Snails. *Chemosphere* 55: 1349-1359

Yaman S (1995) Karayolu kenar topraklarında kurşun kirlenmesi (Ceyhan-Adana). *Tr J. of Engineering and Environmental Sciences* 19: 303-306

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Bingöl ilinde doğdum. İlkokul, ortaokul ve liseyi Bingöl'de tamamladı.

2008 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesinde lisans eğitimine başladı.

2013 yılında Bingöl Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalında Yüksek Lisan Programına başladı.