

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNGÖL İLİNİ ERZURUM MUŞ ÇEVRE İLLERİNE  
BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TARIM  
TOPRAKLARINDA MOTORLU TAŞITLARDAN  
KAYNAKLANAN AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELİF ELALTUNTAŞ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. ABDÜLKADİR SÜRÜCÜ

BİNGÖL-2017

## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yürütülmesinde bana her konuda bilgi ve deneyimleriyle yardımcı olan desteğini esirgemeyen fikirleriyle beni aydınlatan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Abdülkadir SÜRÜCÜ'ye teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar şartlarında tüm imkânlardan faydalanmamı sağlayan Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL ve Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKİRAN'a her konuda yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Yasin DEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Azize DEMİR'e lisans ve yüksek lisansım boyunca bana hep destek olan Öğr. Gör. Ömer Faruk ELALTUNTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarında toprakları almamda yardımcı olan Sadullah ERDOĞAN'a tez çalışmaları sırasında bana yardımcı olan kıymetli arkadaşlarım Ayfer ŞANLI, Tuba ELALTUNKARA, Canan ELHAKAN, Adil KAYAOKAY, Tülay ÇAĞRIBAY, Muaz KAYA ve Semih BAHADIR'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılmasında gerekli desteği sağlayan Bingöl Üniversitesi Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimime (BAP-ZF.2016.00.004) teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansım boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen değerli ağabeyim Fikret ELALTUNTAŞ'a ayrıca annem ve ailenin bütün fertlerine teşekkürü bir borç bilirim.

**Elif ELALTUNTAŞ**

**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 .....	10
3.1 Materyal .....	10
3.1.1 İlin Coğrafî Durumu .....	10
3.1.2 İklim .....	11
3.2 Metod .....	12
3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması .....	13
3.2.2. Toprak Analizlerinin Yapılması .....	14
3.2.2.1. Fiziksel Analizler .....	14
3.2.2.2. Kimyasal Analizler .....	14
3.2.2.3. Ağır Metal Analizleri .....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR .....	17
4.1.Çalışma Alanının Toprak Özellikleri .....	17
4.1.2 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları .....	17
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	30

KAYNAKLAR .....	32
ÖZGEÇMİŞ .....	36



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
μs	: Mikrosimens
CaCO <sub>3</sub>	: 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 .....	11
Şekil 3.2. Erzurum yolu çalışma alanının yol haritası .....	12
Şekil 3.3. Muş yolu çalışma alanının yol haritası .....	13
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılacak toprakların kurutulma işlemi .....	13
Şekil 3.5. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre tekstür analizi çalışması .....	14
Şekil 3.6. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kireç tayini .....	15
Şekil 3.7. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Zn analizi .....	15
Şekil 3.8. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre ağır metal analizleri .....	16
Şekil 4.1. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb çalışması .....	21
Şekil 4.2. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cu çalışma .....	29

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	Ağır metal standart lambalar ve dalga boyu split aralığı .....	16
Tablo 4.1.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum, silt, kil varyans analizi sonuçları .....	17
Tablo 4.2.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre pH, Ec, kireç, organik madde varyans analizi .....	18
Tablo 4.3.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe, Cr, Zn varyans analizi sonuçları .....	19
Tablo 4.4.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb, Cd varyans analizi sonuçları .....	20
Tablo 4.5.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu, Ni varyans analizi sonuçları .....	22
Tablo 4.6.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre teksür varyans analizi sonuçları .....	23
Tablo 4.7.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, Ec, organik madde, kireç varyans analizi sonuçları .....	24
Tablo 4.8.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe, Cr, Zn varyans analizi sonuçları .....	25
Tablo 4.9.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb, Cd varyans analizi sonuçları .....	26
Tablo 4.10.	Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu, Ni varyans analizi sonuçları .....	27

# BİNGÖL İLİNİ ERZURUM-MUŞ ÇEVRE İLLERİNE BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TARIM TOPRAKLARINDA MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

## ÖZET

Karayolu, insan-çevre ilişkilerinde en önemli mühendislik yapılarından ve yerleşim alanlarını birbirine bağlayarak sosyal, ekonomik ve kültürel yaşamda etkili rol oynamaktadır. Karayolu kenarlarındaki topraklarda, ağır metal konsantrasyonları, araç egzozlarından ve araçların metal parçalarının yıpranmasından dolayı yüksektir. Bu ağır metallerin topraktan uzaklaştırılmasının zor olması nedeniyle, toprak kirliliği önemli bir kirlilik sorununa neden olmaktadır.

Bu çalışmada, Bingöl-Erzurum ve Bingöl-Muş çevre illerine bağlayan karayolu kenarlarındaki tarım topraklarında motorlu taşıtlardan kaynaklanan çevre kirliliği araştırılmıştır. Ağır metallerin yol kenarındaki tarım topraklarına etkileri incelenip motorlu taşıtların tarım topraklarına verdiği zarara yapılacak kimyasal analizlerle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu için tüm ağır metallerin konsantrasyonları topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine yaklaşamamalarına 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, toprak analizi, çevre kirliliği, karayolu, motorlu taşıt.



# **HEAVY METAL POLLUTION CAUSED BY MOTOR VEHICLES IN AGRICULTURAL GROUNDS ON THE CONNECTING HIGHWAYS OF BINGÖL AND ERZURUM-MUŞ**

## **ABSTRACT**

Highways are the most important engineering structures in human-environment relations and play an effective role in social, economic and cultural life by linking settlement areas. In the soils on the edges of the highway, heavy metal concentrations are high due to vehicle exhausts and wear of metal parts of vehicles. Because of the difficulty of removing these heavy metals from the soil, soil pollution causes a significant pollution problem.

In this study, the environmental pollution caused by motor vehicles was investigated in the agricultural lands of the roads connecting Bingöl-Erzurum and Bingöl-Muş environmental districts. The effects of heavy metals on agriculture soils on the roadside will be examined and determined by the chemical analysis of the motor vehicles to the agricultural land. 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, soil analysis, environmental pollution, highway, motor vehicle.

## 1. GİRİŞ

Doğayı kirleten unsurlardan biride ağır metallerdir. Yüzyıllar boyunca insanlar ağır metallerin etkilerini bilmeden takı, silah, su borusu vb çeşitli amaçlar için kullanmışlardır. Sanayileşme ile birlikte ağır metal içeren kömürlerin yakılmaya başlanması ile endüstri bölgelerinde ve her geçen gün artan trafik yoğunluğuna maruz kalan dünyamız ve ülkemizde birçok kirleticiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarlarının artması sonucunda ağır metal kirliliği aşırı boyutlara ulaşmıştır.

20. Yüzyılın başlarından itibaren gelişen ekonomi teknolojik gelişmeler sanayileşme ve artan nüfus nedeniyle çevre sorunlarını da birlikte getirdi. Ekosistemdeki canlılarda çevre sorunlarından son derece etkilendi. Çevre şartlarındaki en önemli etkisi de çevre kirliliğiydi (Ramade 1974 ).

Ülkemizin gerek hızla sanayileşmesi ve gerekse her geçen gün artan trafik yoğunluğuna maruz kalması diğer birçok kirleticiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarlarını arttırır. Bu durum özellikle aktif hareket etme yeteneği olmayan bitkilerde başta ürün kaybı olmak üzere birçok olumsuzluğa neden olmaktadır (Munzuroğlu ve Gür 2000).

Son yıllarda insan yaşamının kalitesini yükseltmek için birçok faaliyet beraberinde çevre kirliliği ile ilgili birçok çalışmalar yapılmıştır. Hava kirliliği atmosferin doğal yapısında bulunmayan ve insan sağlığına, bitkilere, hayvanlara veya materyallere zarar verebilecek yapıların uzun süre havada bulunması olarak tanımlanır (Altwicker vd. 1999).

Motorlu taşıtlar tarafından kaynaklanan önemli kirleticiler, uçucu organik bileşikler (VOC), karbon monoksit (CO), azot oksitler (NOx) ve partikül maddeler (PM)'dir.

Atmosfere salınan emisyonlar, özellikle şehir merkezlerinde ve ana caddelerde dönemsel olmayıp tüm yıl boyunca etkili olan hava kirleticileridir. CO ve VOC'lar genellikle

benzinli taşıtlardan kaynaklanmaktadır. NO<sub>x</sub> emisyonları ise hem benzinli hem de dizel yakıtlı araçlardan atmosfere salınmaktadır. PM emisyonları ise genellikle dizel yakıt kullanımı ile ilişkilidir (Winther 1998).

Bu kirletici gazların bir başka özelliği de güneş ışığı altında fotokimyasal tepkimeler vererek atmosferde ikincil kirletici olan troposferik ozon (yer seviyesi ozonu) oluşumuna yol açmalarıdır. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan VOC, CO, NO<sub>x</sub> ve PM gibi kirleticilerin insan sağlığı üzerinde doğrudan ya da dolaylı olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Hava kirliliğinin tarım ürünlerine verdiği zararın %90'ını tek başına ozon gerçekleştirir. Ayrıca troposferik ozon kuvvetli bir sera gazıdır ve iklim değişikliği sürecinde önemli rol oynamaktadır. Ozon oluşumuna sebep oldukları için VOC, NO<sub>x</sub> ve CO dolaylı sera gazları olarak adlandırılmaktadırlar. Tüm bu nedenlerden dolayı motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyon miktarlarının belirlenmesi zorunluluk haline gelmiştir.

Troposferik ozona maruz kalan insanlarda, gözlerde ve boğaz bölgesinde tahriş, baş ağrısı, göğüs ağrısı, öksürük, akciğer fonksiyonlarında azalma ve astım atakları görülmektedir. Troposferik ozon konsantrasyonundaki artış tarım ürünlerini ve ormanlık alanlardaki ağaçları da ciddi şekilde etkilemektedir. (Pierce vd. 1997; Nanhatson 1999; Jain ve Hayhoe 2003).

Endüstrileşme ve kentleşmenin doğada meydana getirdiği en önemli sorunlardan birisi çevre kirliliği olarak kabul edilmektedir (Bayçu 1997). Son dönemlerde madenlerin, metal ve kimya fabrikalarının çok yaygın olarak kullandıkları metal içeren mantar ilaçları ile ahşap koruyucuları, büyük sanayi komplekslerinin yaydığı gaz ve tozların toprak ve bitkileri kirlettiği belirtilmektedir (Peterson 1993).

Metaller doğal çevrede ve kayalarda, toprakta, bitkiler ve hayvanlarda bulunur. Metaller suda çözünen iyonlar şeklinde, gazlar şeklinde veya kayalar, kum ve topraklarda mineraller veya tuzlar formundadır. Organik veya inorganik moleküllere de bağlı veya havadaki partiküllere bağlıdır. Hem doğal hem de antropojenik prosesler ve kaynaklar su, hava içerisinde metallerin yayılmasına sebep olur.

Bitkiler ve hayvanlar mikro besin olarak bazı metallere ihtiyaç duyarlar. Ayrıca, bazı metallerin belirli formları oldukça küçük miktarlarda bile toksik etki yapabilir ve bu yüzden hayvanlar ve insanların sağlığı için bir risk oluşturur. Bazı metallerin miktarlarına maruz kalmanın etkileri iyi bilinmezken, meydana gelmiş birçok olay, özellikle kadmiyum ve metil civa gibi bazı metallere yüksek seviyelerde maruz kalmanın ciddiyetini gösterir.

Kirlilik günümüzde devam etmekle birlikte geçmişten beri var olan bir olaydır. Özellikle hızla gelişen endüstri ile kirlilikte büyük çapta gelişmekte olup doğanın dengesinin bozulmasına sebep olmuştur. Endüstriyel atıklar; araç egzoz gazları baca dumanları çevreye büyük ölçüde zarar vermektedir. En çokta kış günlerinde büyük şehirlerin ve yerleşim yerlerin sorunlarından biri olan hava kirliliğidir.

Hava kirliliği en çok sanayinin gelişmesi ve artan nüfus sebep olmuştur. Türkiye de hava kirliliği ısınmada kullanılan yakıtın kalitesinin düşmesi ve trafikteki etkisi ise mevsimsel olmayıp her dönemde etki etmektedir (Gündüz 1994).

Her yıl milyonlarca kirleticiler nedeniyle atmosfer kirlenmektedir. Bunların %50 si motorlu taşıtlar oluşturmaktadır. (Nrigau 1979; Seaward ve Richardson 1989)

Bu kirlenmenin %60'ını benzindeki Pb ve Ni oluşturmaktadır (Nrigau 1979; Roderer 1984). Cd araç lastiklerinin aşınması, yanan motor yağı ve en çok dizel yakıtlardan havaya karışır (Lagerwerf 1971).

Zn da ise araç lastiklerinin aşınmasından havaya karışır. (Seaward ve Richardson 1989) Ayrıca diğer bir yakıt olan kömürün yanması sonucu da bu ağır metaller kirletici olarak atmosfere karışmaktadır (Onar ve Temizer 1987).

Özellikle şehirlerdeki kişi başına düşen motorlu taşıt sayısı artmasıyla motorlu taşıtlar hava kirliliğinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Son yıllarda teknolojik gelişmeler ve toplum ihtiyaçlarına paralel olarak trafiğe katılan motorlu taşıt sayısında önemli derecede artmaktadır. Sayıları hızla çoğalan motorlu taşıtların getirdiği en büyük dezavantaj ise kullanımına bağlı olarak taşıtlarda kaynaklanan çevre kirliliğidir.

Karbonmonoksit, karbondioksit, hidrokarbonlar, azot oksit, kükürt oksit (İlkılıç ve Behçet 2006) (viran şehir) ile kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) gibi ağır metaller trafiğe bağlı olarak doğaya salınan belli başlı çevre kirleticileridir. (Li ve Liu 2001).

Trafikten kaynaklanan kirletici ağır metallerin başında ise kurşun (Pb), nikel (Ni), civa (Hg), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), krom (Cr) ve bakır (Cu) gelir. Kurşun (Pb) motorlu araçlarda vurutuyu önlemek üzere benzine katılan Tetra Etil Kurşun (TEK)'dan, nikel (Ni) ise daha çok dizel yakıtından ve motor yağlarından kirletici olarak açığa çıkar.

Kadmiyum (Cd) ve çinko (Zn) ise en çok dizel yakıtından olmak üzere, araç lastikleri, yağlar ve diğer araç donanımlarından kaynaklandığı biliniyor (Li & Liu 2001).

Ülkemizde ve yurt dışında yapılan çalışmalara bakıldığında, trafiğin yoğun olduğu park veya yol kenarlarından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda; Pb, Cd, ve Cu gibi ağır metallerin birikiminin topraklarda normal seviyelerinin çok üstünde olduğu ancak, Ni birikiminin ise, Cu ve Pb'ye oranla daha düşük seviyede olduğu ve bu durumun motorlu taşıt yoğunluğuna bağlı olarak arttığı birçok çalışmada belirlenmiştir. (Haktanır et al 1995; Carlosena et al 1997; Li & Liu 2001; Chen et al 2004; Çelik et al 2004).

Bu çalışmada Bingöl-Muş ve Bingöl-Erzurum karayolunda her geçen gün artan trafik yoğunluğu ve buna bağlı olarak motorlu taşıtların egzozlarından çıkan ağır metallerin yol kenarındaki tarım topraklarına etkileri incelenmek amacıyla yapılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

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 önlenebileceği ile ilgili olarak çok sayıda araştırmalar yapılmıştır (Kor 1974).

Belçika'da endüstriyel ve Şehirsel alanlara yakın yol kenarlarındaki toprak ve çimenlerde Zn, Cu, Mn ve Pb kirliliği araştırılmış ve önemli boyutta Zn ve Pb kirliliğine, bazen de Mn kirliliğine rastlanmıştır. Yoldan uzaklaştıkça kirliliğin hızlı bir şekilde azaldığı gözlenmiş ve yolun çok yakınındaki bitkilerde de ağır metal birikimi saptanmıştır (Albasel ve Cottenie 1985).

Ülkemizde ve yurt dışında yapılan çalışmalara bakıldığında, trafiğin yoğun olduğu park veya yol kenarlarından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda; Pb, Cd, ve Cu gibi ağır metallerin birikiminin topraklarda normal seviyelerinin çok üstünde olduğu ancak, Ni birikiminin ise, Cu ve Pb'ye oranla daha düşük seviyede olduğu ve bu durumun motorlu taşıt yoğunluğuna bağlı olarak arttığı bir çok çalışmada belirtilmiştir (Haktanır et al 1995; Carlosena et al 1997; Li & Liu 2001; Chen et al 2004; Çelik et al 2004).

Benzer olarak Sezgin et al (2003), İstanbul'un Topkapı-Avcılar güzergâhı üzerindeki E-5 karayolunun 18 km'lik alanında, 22 farklı noktadan toprak alarak yürüttükleri çalışmada; Pb, Cu ve Zn konsantrasyonlarının normal seviyelerinin çok üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Ankara'da Etimesgut-Ankara karayolunda Pb, Cd ve Cu ağır metallerinin kirliliği araştırılmışlardır. Yol boyunca uzanan topraklarda üst 0-5 cm toprak katında yüksek

düzeide Pb zenginleşmesi bulmuşlardır. Ağır metal kirliliğinin yol kenarından olan mesafe ile azaldığı ve 40 m'den sonra 500 m'ye doğru normal değerlere indiğı belirtilmiştir (Haktanır, 1995).

Uğur B & Kerim M (2013) Viranşehir-kızıltepe karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğı Çalışma alanında belirlenen ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında, bu değerlerin tümünün topraklarda kabul edilebilir ağır metal sınır düzeylerinin altında belirlenmiş olması, bugün için çalışma alanında ciddi bir trafik kaynaklı ağır metal kirlenmesinin olmadığını göstermektedir.

Fakat çalışmada belirlenen Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu gibi tüm ağır metallerin konsantrasyonları bu topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine hali hazırda yaklaşmamalarına rağmen, Pb, Cd, Cr, Cu ve Ni gibi ağır metal konsantrasyonlarında mesafeye bağılı olarak karayolundan uzaklaştıkça azaldıkları belirlenmiştir.

İskenderun'da motorlu araçlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin topraktaki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada motorlu taşıtların emisyonlarıyla kirlenmiş topraktaki ve ayrıca kirlenmemiş topraktaki bazı ağır metal konsantrasyonlarının tespit edilmeye çalışılmış ve bunu ortaya koymak amacıyla temiz bir alanda egsoz gazları için test istasyonu kurulup analiz süresince 6500 motorlu aracın emisyonu ölçülmüştür. Bu emisyonların etkisinde kalan bölgeden çok sayıda toprak örneğı alınarak topraktaki ağır metal konsantrasyonu, motorlu taşıtların sayısı ve toprak derinliğine bağılı olarak tespit edilmiştir. Sonuçta önemli miktarda Ni ve Pb'nin motorlu taşıtlardan kaynaklandığı ve yağmurla birlikte toprak yüzeyinden uzaklaştığı görülmüştür.

Ağır metallerin toprak yüzeyinde biriktiğı toprak derinliklerine inildikçe azaldığı gözlenmiştir. Buradan hareketle toprak alt tabakalarında önemli bir kirliliğın olmadığı sonuçlanmıştır (Örnektekin 1997).

Adana'da karayolu kenar topraklarında kuşun kirlenmesi araştırılmıştır. Yol kenarındaki kurşun seviyesinin 424 mg/kg'a kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu değer normal değerlerden 20 kat fazla olduğu belirlenmiştir. Yoldan uzaklaştıkça Pb değerlerinde

azalma gözlenmiş ancak 40 m'den sonra bile kirliliğin olduğu bildirilmiştir (Yaman 1995).

Şanlıurfa-Viranşehir E-90 Karayolu, tarihi ipek yolu olmasının yanında, Habur Sınır Kapısının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması nedeniyle yoğun bir trafik akışı meydana gelmektedir. Bu sebepten dolayı trafik kaynaklı kirliliğin boyutları artmıştır.

Denemede hesaplanan ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında, elde edilen değerlerin hepsinde toprakta kabul edilebilir ağır metal miktarlarının altında bulunmuştur. Duncan testine göre en yüksek değerler yola sıfır ve 15 metre mesafede bulunmuştur.

Çalışma sonucunda belirlenen Cu, Ni, Cr, Zn, Cd, ve Pb gibi tüm ağır metallerin içerikleri topraklarda izin verilebilir değerlerine yaklaşmalarına rağmen Zn hariç diğer ağır metallerde mesafeye bağlı olarak karayolundan yakınlaştıkça ağır metal içeriklerinin arttığı görülmüştür. Bunun sonucunda da deneme alanındaki topraklarda belirlenen ağır metallerin birikiminin trafik kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu elementler topraklarda şimdilik her ne kadar kirlilik yaratacak düzeylere ulaşacak kadar birikmemiş olsalar da bulunan değerler ağır metal içeriklerinin insan, hayvan ve bitki sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşmadan önlem alınması gerektiğini göstermektedir (Öztemel ve ark. 2016).

Metal kirlenmesinde, kirleticilerin yayılması genellikle sınırlıdır. Mesela, otomobil egzozlarından çıkan partiküller hemen yol kenarlarında ve 30-50m kadar uzaklıkta çok yoğun olarak ölçülmüştür (Lagerwerf 1971).

Ağır metallerin toprak bünyesine girmiş bulunan en tehlikeli yanı, bunların bitki yapısına katılarak ve besin zinciri yolu ile diğer canlılara geçmeleridir. Ayrıca ağır metaller serbest iyon haline geçerek taban suyuna sızarak içme sularına karışmakta ve dolayısıyla suların niteliğini bozmaktadır. Bununla beraber toprak canlılara zarar vererek olumsuz yönde canlıları etkilemektedirler (Çepel 2003).

Kadmiyum, civa, kurşun, krom önemli ağır metallere aittir. 1951 yılında Japonya'nın Minimata Körfezi kıyısına kurulan plastik fabrikasının körfeze bıraktığı atıklar ve içindeki civa, gıda zinciri yoluyla, iki yıl sonra, bölgede çok sayıda insanda kısmi felç,



körlük gibi ciddi hastalıkların görülmesine neden olmuştur. “Minimata Trajedisi” adı verilen bu olayda çok sayıda insan zarar görmüştür. Dünya üzerinde bu derece ciddi halk sağlığı ve çevre sorunlarının ortaya çıkması; çevre kirliliği olayının tanınmasını ve tehlike boyutlarının anlaşılmasına neden olmuştur (Budak 2008).

Ağır metaller insan vücudunda belli bir dozda bulunan metallerdir. Ancak konsantrasyonları belli bir değerin üzerine çıktığında toksik etki yapmaktadır. Özellikle motorlu taşıtlar, inorganik gübreler, fabrika atıkları havada, toprakta ve suda ağır metal konsantrasyonunun artmasına ve dolayısıyla canlı bünyesine girmesine neden olabilmektedir (Şahin 2008).

Harran Ovası’ndaki toprak serilerinin yarayışlı çinko kapsamalarının 0,16–1,20 ppm, yarayışlı demir kapsamalarının 2,68-6,40 ppm, yarayışlı bakır kapsamalarının 0,65-8,18 ppm ve yarayışlı mangan kapsamalarının 2,62-13,05 ppm arasında değiştini belirtip, bunların ortalama değerlerinin sırası ile 0,43, 4,72, 1,60 ve 6,67 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada toprak serilerinin %80’inin çinko kapsamı, %40’ının da demir kapsamı kritik seviyenin altında belirlenmiştir. Başka bir araştırmada, mikro elementleri incelemek üzere Türkiye topraklarını temsilen 1511 adet toprak örneği alınmış, demir için 4,5 ppm, bakır için 0,2 ppm, çinko için 0,5 ppm, mangan için ise 1,0 ppm kritik değeri aldıklarında, buna göre Türkiye topraklarının %50’inde çinko, %27’sinde demir, %0,7’inde mangan eksikliği bulunmuştur.

Bu, yaklaşık 14 milyon hektarda çinko, 7,5 milyon hektar alanda demir, 200 bin hektar alanda mangan eksikliği olabileceğini, bakırla ilgili eksiklik sorunun bulunmadığını göstermektedir (Eyüpoğlu ve ark. 1995).

Kızılgöz ve ark. (1998), Harran Ovası yaygın toprak serilerinde DTPA ile ekstrakte edilebilir mikro element içeriklerini ve bazı toprak özellikleriyle ilişkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada 0–20 cm toprak derinliğinde ortalama mikro element içeriklerinin 18,66 ppm Fe, 28,39 ppm Mn, 4,01 ppm Cu ve 0,80 ppm Zn düzeyinde olduğunu belirlemişlerdir.

Saraçoğlu ve ark. (2013) Şanlıurfa İli Hilvan İlçesi kuru alanlardaki toprakların bitki besin elementi kapsamının belirlenmesi adlı çalışmada, Hilvan ilçesi topraklarının kil bünyeli, kireçli, organik madde bakımından yetersiz, bitkiye yararışlı Fe bakımından %65 yüksek, Zn bakımından %18 yüksek, Mn, Cu, ve K<sub>2</sub>O bakımından ise %100 yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırmanın amacı, Şanlıurfa İli Halfeti İlçesinin topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini analiz ederek toprakların verimlilik durumlarını genel olarak ortaya koymak olmuştur.



## **3. MATERYAL VE METOD**

### **3.1 Materyal**

#### **3.1.1 İlin Coğrafi Durumu**

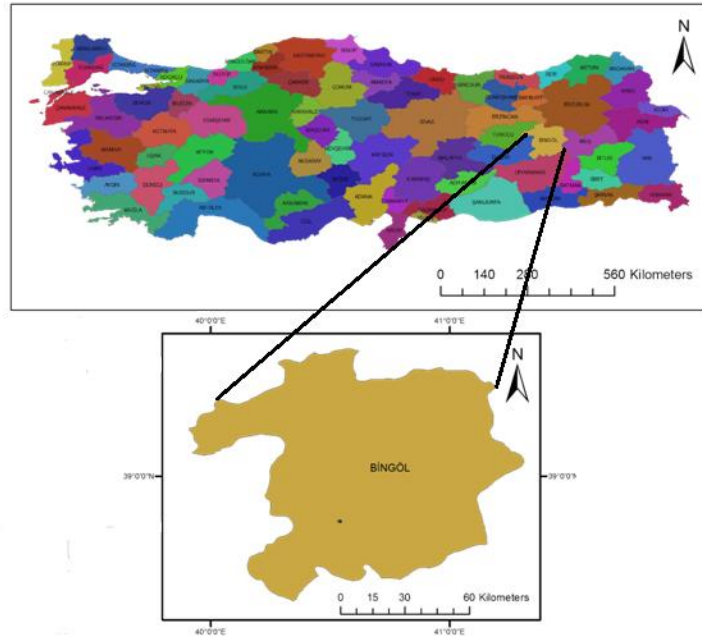
Bingöl İli Doğu Anadolu Bölgesi Yukarı Fırat bölümünde yer alır. Doğusu Muş, kuzeyi Erzurum ve Erzincan, Batısı Tunceli ve Elazığ, Güneyi ise Diyarbakır İlleri ile çevrilidir. Bingöl İli 41°-20 ve 39°-56° doğu boylamları ile 39°-31 ve 36°-28° kuzey enlemleri arasında yer alır.

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 yükseltiyeye sahip olan tepelik alanların 3. jeolojik zamanda 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.

İlin Merkez dışında Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere ve Yedisu olmak üzere 7 İlçesi bulunmaktadır. İl Merkezi denizden 1151 metre yükseklikte Çapakçur ovasının kuzeybatı köşesinde Murat suyuna Genç İlçesi civarında kavuşan Göynük suyunun bir koluna hâkim düzlük üzerinde kurulmuştur. Elazığ–Tatvan yolu üzerindeki Bingöl, daha önceleri burada vadi içinde kurulu iken şehrin 1950'lerden sonra hızla gelişmesi sonucunda hâkim olan düzlüğe taşınır.

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 (URL-1).



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. 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.

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 eserler.

### 3.2 Metod

Bu çalışmada Bingöl ili Erzurum-Muş 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 sağlı sollu toplam 80 adet toprak örnekleri alınarak oda sıcaklığında kurutulup 2 mm'lik elekten geçirilerek kapalı kaplarda muhafaza edilip fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış.



Şekil 3.2. Erzurum yolu çalışma alanının yol haritası



Şekil 3.1 Muş yolu çalışma alanının yol haritası

### 3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Yol kenarından alınan örnekler laboratuvar ortamına getirilerek 1 m<sup>2</sup>'lik kâğıtlar üzerine serilmiş ve hava kurusu hale gelene kadar kurutulmuştur. Kuruyan toprak örnekleri havanda dövülerek 2 mm'lik eleklerden elenmiş ve analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılacak toprakların kurutulma işlemi

### 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 3.3. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre tekstür analizi çalışması

#### 3.2.2.2. Kimyasal Analizler

**Toprak reksiyonu (pH):** Jakson (1962) tarafından bildirilen 1:2.5 toprak-su karışımında belirlenmiştir.

**Elektriksel iletkenlik (EC):** Satrasyon 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 CO<sub>2</sub> gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi ve bu hacimden yararlanılarak toprağın kireç içeriğinin hesaplanması prensibine dayanır (Allison 1965).

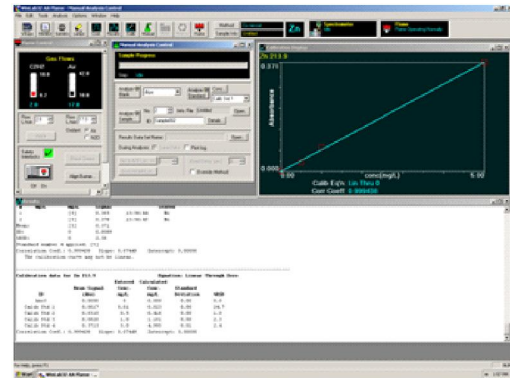


Şekil 3.4. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kireç tayini

**Organik Madde Tayini:** Modifiye edilmiş Walkley 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 HNO<sub>3</sub> (Nitrik Asit ) te yakılır. Daha sonra mikro dalgaya konularak 1 saat bekletilir. Mikro dalgadan çıkarılan örneklerin üzerine 25 ml ultra saf su konularak 50 ml'lik falcon tüplerine bırakılıp analize hazır hale getirildi. Ağır metal analizleri (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Co, Cd) Perkin Eleman Marka AAS 800 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ve her element için gerekli lambalar ve standartlar kullanıldı.



Şekil 3.7. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Zn analizi



Tablo 3.1. Ağır metal standart lambalar ve dalga boyu split aralığı

Lamba Türü	Element	Dalga Boyu (nm)	Split Aralığı
HCL	Fe	248.3	0.2
HCL	Cu	324.8	0.7
HCL	Zn	213.9	0.7
HCL	Mn	279.5	0.2
EDL	Pb	283.3	0.7
HCL	Ni	232.0	0.2
HCL	Co	240.7	0.2
EDL	Cd	228.8	0.7

HCL: Hallow Catod Lamb (Oyuklu Katod Lamba), EDL: Electodeless Dischage Lamb.

Her bir element için 5 noktalı standart grafiği hazırlandı. Standart çözeltiler stok çözeltilerden alınırken %2'lik HNO<sub>3</sub> (nitrik asit) içerisinde çözüldü. %2'lik HNO<sub>3</sub> (nitrik asit) kral suyu blank olarak standart grafiği çiziminde kullanıldı.



Şekil 3.8. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre ağır metal analizleri

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

### 4.1.Çalışma Alanının Toprak Özellikleri

Bingöl-Erzurum ve Bingöl-Muş karayolunda 50 m aralıklarla 2, 5, 15, 40 m uzaklıkla 4 farklı yerden, karayolundan 5 farklı mesafeden alınan yüzey toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri bölgelere göre aşağıdaki gibidir.

### 4.1.2 Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Bingöl-Erzurum istikametinin Sağ ve Sol doğrultusundan farklı noktadan alınan toprak örneklerinin sağ taraftan alınan örneklere göre kum içerikleri %50,5 ile %39,3 arasında değişmekte sol tarafta ise %51,8 ile %34,5 arasında değişerek sağ ve sol ortalaması mesafeye göre %45,3 ile %50,4 arasında değişir. Silt içerikleri ise sağ taraftan alınan örneklerin içerikleri %34,5 ile %44,7 arasında değişerek sol tarafta ise 35,7 ile %51,8 arasında değişmekte olup sağ sol ortalaması mesafeye göre ise %37,1 ile %47,6 arasında değişmektedir. Kil içerikleri sağ taraf %5,3 ile %21 arasında değişerek sol taraftan alınan örneklerin içerikleri ise %9 ile %18 arasında değişmekte olup sağ ve sol ortalaması mesafeye göre ise %6,8 ile 16,5 arasında değişerek orta bünyeli olarak bulunmuştur.

Tablo 4.1. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum,silt,kil varyans analiz

Kimyasal Analizler									
Mesafe (m)	%Kum			%Silt			%Kil		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	39,3	51,3	45,3	39,8	39,8	39,8	21	9	15
5	50,5	40,8	45,6	43,5	51,8	47,6	6	7,5	6,8
15	50,5	42,3	46,4	34,5	39,8	37,1	15	18	16,5
40	50,1	50,4	50,2	44,7	35,7	40,2	5,3	14	9,6
Ort.***	47,3	46,6		40,2	41,1		12,5	12,3	

Bingöl-Erzurum karayolunun sağ ve sol yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan analizlerin sağ tarafının pH ları %6,7 ile %7,0 arasında değişerek nötr reaksiyonlu olup sol tarafın %6,7 ile %6,9 olup nötr reaksiyonlu sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri i pH, EC, kireç ve organik maddenin analiz sonuçları se %6,7 ile %6,9 olup nötr içeriklidir. Kireç içerikleri ise sağ tarafın %0,76 ile %0,93 arasında değişerek az kireçli, sol tarafın %1,12 ile %1,37 içerikleri ise kireçli olup sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri %1,02 ve %1,09 kireçlidir. Tuz içerikleri ise sağ tarafın %0,014 ile %0,019 arasında değişerek tuzsuz sınıfında, sol tarafın ise %0,013 ile %0,020 arasında değişerek hafif tuzlu sınıfında sağ ve sol ortalamasının ise %0,014 ile 0,018 arasında değişerek hafif tuzludur. Organik madde içerikleri sağ tarafın %2,19 ile %2,53 arasında değişerek organik madde bakımından orta sınıfına girer. Sol içerikleri ise %2,08 ile %2,50 arasında değişerek orta sınıfa girer. Sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %2,14 ile %2,49 arasında değişerek organik bakımdan zengin sınıfa girer.

Tablo 4.2. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre pH, EC, kireç ve organik maddenin analiz sonuçları

Toprak Özellikleri												
Mesafe (m)	pH			EC ( $\mu\text{S cm}$ )			%O.M			KİREÇ		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	7,066	6,706	6,886	0,015	0,013	0,014	2,484	2,506	2,495	0,816	1,297	1,057
5	6,71	6,746	6,728	0,014	0,014	0,014	2,536	2,224	2,38	0,815	1,371	1,093
15	7,002	6,834	6,918	0,019	0,017	0,018	2,196	2,084	2,14	0,76	1,316	1,038
40	6,883	6,867	6,875	0,017	0,02	0,018	2,491	2,27	2,38	0,931	1,121	1,026
Ort.***	6,939	6,771		0,016	0,016		2,414	2,286		0,829	1,259	

Bingöl-Erzurum karayolunun sağ ve sol yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan demir (Fe), krom (Cr), çinko (Zn) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tabloda verilmiştir. Tablonun 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. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe,Cr ve Zn'nin analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe (m)	Total Fe (%)			Total Cr (ppm)			Total Zn (ppm)		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	1,5	1,4	1,5	27,5	29,6	25,3	8,6	10,7	9,7
5	1,7	1,4	1,5	26,1	21,9	26,6	8,5	10,2	9,4
15	1,6	1,5	1,5	28,5	28,6	26,1	9,3	10	9,7
40	1,6	1,5	1,5	22,1	22,6	26,1	7,7	10,4	9
Ort.***	1,6	1,4		28,7	29,2		8,7	10,3	

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde demir (Fe) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların demir (Fe) içeriklerine bakıldığında en düşük %1.4 ile en yüksek %1.6 olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise %1,4 ile %1,5 arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre Fe içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde krom (Cr) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların krom (Cr) içeriklerine bakıldığında en düşük 21,9 ppm ile en yüksek 29,6 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 25,3 ppm ile 26,6 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre krom (Cr) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde çinko (Zn) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların çinko (Zn) içeriklerine bakıldığında en düşük 7,7 ppm ile en yüksek 10,7 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 9 ppm ile 9,7 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre çinko (Zn) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Erzurum karayolunun Kuzey ve Güney yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan kobalt (Co), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd)

değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tabloda verilmiştir. Tablonun incelenmesinde anlaşılacağı üzere toprakta kobalt (Co), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) birikimine örnekleme noktaları ve yola istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.4. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb, Cd'nin analiz sonuçları

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

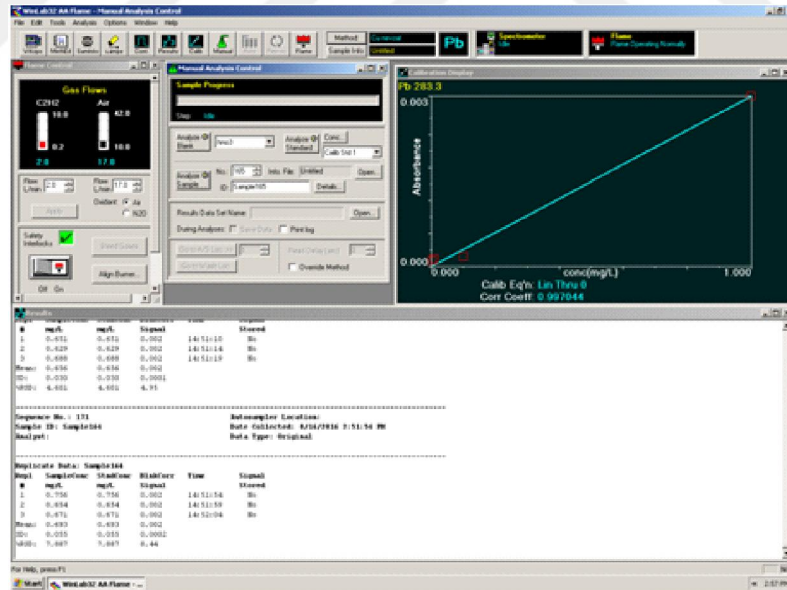
Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde kobalt (Co) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kobalt (Co) içeriklerine bakıldığında en düşük 6,4 ppm ile en yüksek 7,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 6,5 ppm ile 7,9 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kobalt (Co) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde kobalt (Co) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kobalt (Co) içeriklerine bakıldığında en düşük 6,4 ppm ile en yüksek 7,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 6,5 ppm ile 7,9 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kobalt (Co) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde kurşun (Pb), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kurşun (Pb), içeriklerine bakıldığında en düşük 10,6 ile en yüksek 11,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve

en yüksek ortalamaların oranları ise 10,8 ppm ile 11,4 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kurşun (Pb), içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer olarak yapılan çalışmada farklı yerlerden alınan topraklarda Pb içeriklerinin yoldan uzaklaştıkça topraklardaki Pb içeriğinin de azaldığı bildirilip azalmanın trafik kaynaklı olduğu da kanısına varılmaktadır (Karaca 1997; Al-Saleh and Taylor 1994).

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde kadmiyum (Cd) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kadmiyum (Cd) içeriklerine bakıldığında en düşük 9,2 ppm ile en yüksek 10,7 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 9,4 ppm ile 10,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kadmiyum (Cd) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer yapılan çalışmalarda farklı yerlerde alınan topraklar da Cd birikiminin yoldan uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiş olup trafik kaynaklı olduğu da düşünülmektedir (Rodriguez ve ark. 1982; Haktanır ve ark. 1995).



Şekil 4.1. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb çalışması

Bingöl-Erzurum karayolunun sağ ve sol yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan mangan (Mn), bakır (Cu), nikel (Ni) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tabloda verilmiştir. Tablonun incelenmesinde

anlaşılabacağı üzere toprakta mangan (Mn), bakır (Cu), nikel (Ni) birikimine örnekleme noktaları ve yola istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.5. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu, Nikelin 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	889,8	959,6	924,7	23,1	27,4	25,3	30,1	36,8	33,5
5	1135,4	1095,2	1115,3	23,2	30	26,6	31,8	35,9	33,8
15	1086,7	994,5	1040,6	22,2	29,9	26,1	31,1	33,8	32,5
40	1071,9	955,5	1013,7	24,8	27,5	26,1	31,8	33	32,4
Ort.***	1044,4	995,7		23,3	28,6		30,9	35,1	

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde mangan (Mn), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların mangan (Mn), içeriklerine bakıldığında en düşük 889,8 ppm ile en yüksek 1135,4 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 924,7 ppm ile 111,3 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre mangan (Mn) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde bakır (Cu), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların bakır (Cu), içeriklerine bakıldığında en düşük 22,2 ppm ile en yüksek 30 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamalarının en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 25,3 ppm ile 26,6 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre bakır (Cu) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cu birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Sezgin ve ark. 2003; Möller et al. 2004).

Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde nikel (Ni) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların nikel (Ni) içeriklerine bakıldığında en düşük 30,1 ppm ile en yüksek 36,8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 30,9 ppm ile 35,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre nikel (Ni) içeriği azaldığı tespit edilmiştir Yapılan benzer çalışmada farklı yollarda alınan topraklarda Ni içeriklerinin yoldan uzaklaştıkça topraklarda Ni birikiminin azaldığı tespit edilmiştir (Çınar ve Dilek 2001; Tam ve ark. 1987).

Bingöl-Muş istikametinin sağ ve sol doğrultusundan farklı noktadan alınan toprak örneklerinin sağ taraftan alınan örneklere göre kum içerikleri %54,3 ile %69,3 arasında değişmekte sol tarafta ise %58 ile %64,4 arasında değişerek sağ ve sol ortalaması mesafeye göre %57,6 ile %65,5 arasında değişir. Silt içerikleri ise sağ taraftan alınan örneklerin içerikleri %20,3 ile %36,8 arasında değişerek sol tarafta ise 26,3 ile %29,3 arasında değişmekte olup sağ sol ortalaması mesafeye göre ise %23,3 ile %31,5 arasında değişmektedir. Kil içerikleri sağ taraf %8,9 ile %13,5 arasında değişerek sol taraftan alınan örneklerin içerikleri ise %7,5 ile %12,8 arasında değişmekte olup sağ ve sol ortalaması mesafeye göre ise %8,2 ile 13,1 arasında değişerek orta bünyeli olarak bulunmuştur.

Tablo 4.6. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre teksür analiz sonuçları

Kimyasal Analizler									
Mesafe (m)	%Kum			%Silt			%Kil		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	57,3	58	57,6	29,3	29,3	29,3	13,5	12,8	13,1
5	69,3	61,8	65,5	20,3	26,3	23,3	10,5	12	11,3
15	54,3	63,3	58,8	36,8	26,3	31,5	9	10,5	9,8
40	59,4	64,4	61,9	31,7	28,1	29,9	8,9	7,5	8,2
Ort.***	59,6	62,2		29,6	27,3		10,8	10,6	

Bingöl-Muş karayolunun sağ ve sol yönlü yol kenarlarından alınan toprak örneklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan analizlerin sağ tarafının pH ları %6,72 ile %7,93



arasında değişerek hafif alkali olup sol tarafın %7,80 ile %7,91 olup hafif alkalidir. Sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %7,79 ile %7,93 olup hafif alkalidir. Kireç içerikleri ise sağ tarafın 1,02 ile %1,09 arasında değişerek kireçli, sol tarafın %1,12 ile %1,37 içerikleri ise kireçli olup sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri %1,02 ve %1,09 kireçlidir.

Tuz içerikleri ise sağ tarafın %0,014 ile %0,013 arasında değişerek tuzsuz sınıfında, sol tarafın ise %0,013 ile %0,016 arasında değişerek hafif tuzlu sınıfında sağ ve sol ortalamasının ise %0,011 ile %0,014 arasında değişerek hafif tuzludur. Organik madde içerikleri sağ tarafın %2,40 ile %2,88 arasında değişerek organik madde bakımından orta sınıfına girer. Sol içerikleri ise %2,44 ile %3,18 arasında değişerek organik madde bakımından iyi sınıfına girer. Sağ ve sol ortalamasının mesafeye göre içerikleri ise %2,42 ile %2,92 arasında değişerek organik bakımından orta sınıfa girer.

Tablo 4.7. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, Ec, organik madde, kirecin analiz sonuçları

Toprak zellikleri												
Mesafe (m)	pH			EC ( $\mu$ 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	7,93	7,806	7,868	0,013	0,016	0,014	2,615	2,631	2,623	1,057	1,297	1,057
5	7,774	7,858	7,816	0,013	0,013	0,013	2,885	2,522	2,704	1,093	1,371	1,093
15	7,72	7,866	7,793	0,014	0,012	0,013	2,675	3,183	2,929	1,038	1,316	1,038
40	7,951	7,919	7,935	0,013	0,01	0,011	2,406	2,443	2,425	1,026	1,121	1,026
Ort.**	7,826	7,87		0,013	0,012		2,662	2,667		0,829	1,259	

Bingöl-Muş karayolunun sağ ve sol yönlü yol kenarlarından alınan toprak neklerinin yoldan uzaklıklarına göre yapılan demir (Fe), krom (Cr), inko (Zn) değerlerine ait varyans analiz sonuçları tabloda verilmiştir. Tablonun incelenmesinde anlaşılacağı üzere toprakta demir (Fe), krom (Cr), inko (Zn) birikimine örnekleme noktaları ve yola istatistiği olarak %0,1 düzeyinde önemli etki saptanmıştır.

Tablo 4.8. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Fe, Cr, Zn'nin analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe (m)	Total Fe (%)			Total Cr (ppm)			Total Zn (ppm)		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	1,8	2,8	2,3	23,1	21,7	22,4	19,3	20,3	19,8
5	2	2,7	2,3	21,3	20,9	21,1	17,7	16,6	17,2
15	1,8	2,9	2,3	23,9	20,9	22,4	18,2	16,7	17,5
40	1,9	2,6	2,2	25,4	21,9	23,6	15,8	17,9	16,8
Ort.***	1,9	2,7		23,4	21,3		18	18	

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde demir (Fe) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların demir (Fe) içeriklerine bakıldığında en düşük %1,8 ile en yüksek %2,9 olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise %1,9 ile %2,7 arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre Fe içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde krom (Cr) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların krom (Cr) içeriklerine bakıldığında en düşük 20,9 ile en yüksek 25,4 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 21,1 ppm ile 23,6 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre krom (Cr) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer olarak Viranşehir-Kızıltepe karayolunda yapılan çalışmada mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça Cr içeriklerinin birikiminin azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde çinko (Zn) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların çinko (Zn) içeriklerine bakıldığında en düşük 15,8 ile en yüksek 19,8 ppm olarak bulunmuştur.

Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 16,8 ppm ile 19,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre çinko (Zn) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

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

Tablo 4.9. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Co, Pb, Cd'nin analiz sonuçları

Ağır Metallerin Konsantrasyonu									
Mesafe (m)	Total Co (ppm)			Total Pb (ppm)			Total Cd (ppm)		
	Yol Kenarı			Yol Kenarı			Yol Kenarı		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
2	6	6,1	6	18,3	18,6	18,5	5,2	7,4	6,3
5	4,3	5,7	5	16,8	14,8	15,8	5,8	7,5	6,7
15	6,5	5,2	5,8	17,2	17,2	17,2	5,8	8	6,9
40	4,5	5,4	5	17	18,3	17,6	6	8	7
Ort.***	5,4	5,6		17,5	17,3		5,7	7,7	

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde kobalt (Co) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kobalt (Co) içeriklerine bakıldığında en düşük 4,3 ppm ile en yüksek 6,5 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 5 ppm ile 6 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kobalt (Co) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde kurşun (Pb), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kurşun (Pb), içeriklerine bakıldığında en düşük 14,8 ile en yüksek 18,6 ppm olarak bulunmuştur.

Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 15,8 ppm ile 18,5 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kurşun (Pb), içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer olarak yapılan çalışmada farklı yerlerden alınan topraklarda Pb içeriklerinin yoldan uzaklaştıkça topraklardaki Pb içeriğinin de azaldığı

bildirilip azalmanın trafik kaynaklı olduğu da kanısına varılmaktadır (Karaca 1997; Al-Saleh and Taylor 1994).

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde kadmiyum (Cd) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların kadmiyum (Cd) içeriklerine bakıldığında en düşük 5,8 ppm ile en yüksek 8 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 5,7 ppm ile 7,7 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre kadmiyum (Cd) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer yapılan çalışmalarda farklı yerlerde alınan topraklar da Cd birikiminin yoldan uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiş olup trafik kaynaklı olduğu da düşünülmektedir (Rodriguez ve ark., 1982-Haktanır ve ark., 1995).

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

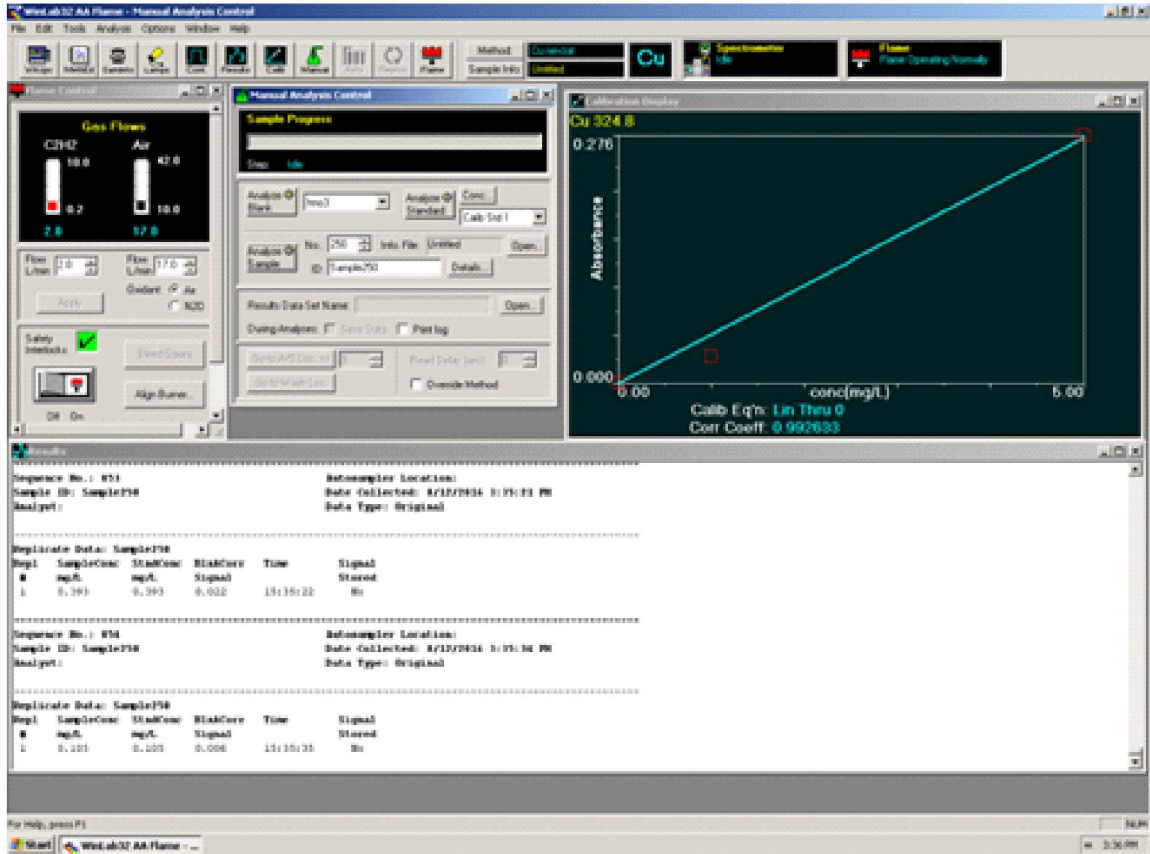
Tablo 4.10. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Mn, Cu ve Nikelin analiz sonuçları

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	1024,5	979,1	1001,8	5,5	4,8	5,1	53,3	57,3	55,3
5	1038,2	1080,7	1059,4	4,7	6,9	5,8	53,1	55,8	54,4
15	1031,5	1024,1	1027,8	5,7	4,5	5,1	55,5	61,7	58,6
40	1088,3	1068	1078,1	5,1	5,9	5,5	54	61,9	57,9
Ort.***	1039,9	1041,5		5,3	5,6		54,1	59,5	

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde mangan (Mn), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların mangan (Mn), içeriklerine bakıldığında en düşük 979,1 ppm ile en yüksek 1088,3 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 1001,8 ppm ile 1078,1 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre mangan (Mn) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde bakır (Cu), içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların bakır (Cu), içeriklerine bakıldığında en düşük 4,7 ppm ile en yüksek 6,9 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 5,1 ppm ile 5,8 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre bakır (Cu) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cu birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Sezgin ve ark. 2003; Möller ve ark. 2004).

Bingöl-Muş karayolu kenarından alınan örneklerde nikel (Ni) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların nikel (Ni) içeriklerine bakıldığında en düşük 53,1 ppm ile en yüksek 61,9 ppm olarak bulunmuştur. Yoldan uzaklıklara ve mesafe göre yapılan analizlerin örnekleme noktalarının sağ, sol ve mesafe ortalamaların en düşük ve en yüksek ortalamaların oranları ise 54,1 ppm ile 59,5 ppm arasında değişim göstererek yola yakınlık ve uzaklığa göre nikel (Ni) içeriği azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan benzer çalışmada farklı yollarda alınan topraklarda Ni içeriklerinin yoldan uzaklaştıkça topraklarda Ni birikiminin azaldığı tespit edilmiştir (Çınar ve Dilek 2001; Tam ve ark. 1987).



Şekil 4.2. Çalışma alanında alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cu çalışması

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve Ülkemizde sanayileşmenin ve teknolojik gelişmelerin bir sonucunda trafiğe bağlı olarak ortaya çıkan taşıt sayısının artışı ile gün geçtikçe trafik kaynaklı kirlilik hızla artmasına neden olmaktadır. Artan motorlu araç sayısının motorlu taşıtlardan kaynaklı kirliliğin artmasına neden olması kaçınılmazdır. Ağır metal kirliliğinde trafik yoğunluğu ve egzozla bağlı metal kirliliğinde kurşunun yanında, motor yağlarının da ve oto lastiğinin katkı maddesi olarak kullanılan Cd ve Zn, motor alaşımlarının aşınmasından ortaya çıkan Cu ve Ni ağır metal kirliliğinin ana unsurları olmuştur.

Sonuç olarak, çalışmada belirlenen 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 yaklaşamamalarına rağmen, Zn, Pb, Cd, Cr, Cu ve Ni gibi ağır metal konsantrasyonlarında mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça azalmalar saptanmıştır. Bir diğer ifade ile çalışmada, ağır metallerin hepsinde de karayoluna sıfır olan noktalarda en fazla konsantrasyonlar belirlenirken, yoldan uzaklaştıkça tedricen azalarak, en düşük değerler 50 m uzaklıklardan elde edilmiştir. Bu durum çalışma alanındaki topraklarda gözlenen ağır metallerin birikiminin trafik kaynaklı olduğunu düşündürmektedir. Ağır metal kirliliği insanları ve tüm canlıları büyük riske sokmakta olup tehlike ve risk oluşturmaktadır. İnsanların bağışıklık, direnç, beslenme, yaş gibi özellikle kanser hastalıklarına sebep olmakta bu durumu en aza indirmek için 1 Dünyada ve ülkemizde acil önlemler alınmalıdır. Ağır metal kirliliği toprakta yok edilememektedir. Bu durumda öncelikle ağır metal maden işletmeciliği ve diğer endüstri üretimleri veya diğer toprak kirliletiçi faaliyetler ve üretim yöntemleri toprak kirliliğine en az zarar verecek hatta hiç zarar vermeyecek koşullarda yapılmalıdır.

Ağır metaller küresel kirlilik faktörleri olarak insan ve tüm canlı yaşamında tehlike ve risk oluşturmaktadır. Maruz kalınan doz, genetik, kişinin bağışıklık direnci ve genel sağlık hali, yaş, beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda en başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Gıda zincirinden başka, solunum ve deri yoluyla canlılara geçerek zarar verdikleri açık ve nettir. Dünyada ve ülkemizde tehlike oluşturan ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliğini en aza indirmek için acil önlemler alınmalıdır. Dünyada tarıma elverişli toprak miktarı çok düşük düzeydedir. Ağır metal kirliliği topraklar yitirilmiş topraklar anlamına gelir. Kirli toprakta sağlıklı yetişen bitkisel ürünler ise insan ve hayvan hayatını doğrudan olumsuz etkilemektedir. Ağır metal toprak kirliliği doğadan yok edilememekte sürekli kalabilmektedir, Bu durumda öncelikle ağır metal maden işletmeciliği ve diğer endüstri üretimleri ve/veya diğer toprak kirlenici faaliyetler ve üretim yöntemleri toprak kirliliğine en az zarar verecek hatta hiç zarar vermeyecek koşullarda yapılmalıdır.



## KAYNAKLAR

Albasel N and Cottenie A (1985) Heavy metal contamination near major highways, industrial and urban areas in Belgian Grassland. *Water, Air and Soil Pollution*, 24: 103-109

Altwickler ER, Canter LW, Cha S C, Chaung KT, Liu DHF, Ramachandran G, Rauffer RK, Reist PC, Sanger AR, Turk A, Wagner CP (1999) Pollutants: Sources, Effects, and Dispersion Modelling, Chapter 5, *Environmental Engineer's Handbook*, ed. D.H.F. Liu, B.G. Liptak, CRC Press LLC

Bilge U, Çimrin KM (2013) Viranşehir-Kızıltepe karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği

Budak B (2008) İlköğretim kurumlarında çevre eğitiminin yeri ve uygulama çalışmaları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir

Carlosena A, Andrade JM, Tomas X, Fernandez E, Prada D (1997). Classification of edible vegetables affected by different traffic intensities using potential curves. *Talanta* 48: 795-802

Chen T, Zheng Y, Lei M, Huang Z, Wu H, Chen H, Fan K, Wu X, Tian Q (2004). Assessment of heavy pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. *Chemosphere* 60: 542-551

Çağlar KÖ (1949) Toprak bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:10

Çelik A, Kartal AA, Akdoğan A, Kaksa Y (2004) Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudoacacia L. *Environment International* 31: 105-112

Çepel N (2003) Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜB\_TAK Popüler Bilim Kitapları, 3. Baskı, Ankara

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

Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S (1995) Türkiye topraklarının bitkiye yararlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı. Yayın No: 98 Ankara

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

Gündüz T (1994) Çevre sorunları. A.Ü. Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Ankara s: 200

Kızılgöz İ, Kızılkaya R, Kaptan H, Sürücü A, (1998) Harran Ovası yaygın toprak serilerinin DTPA ile ekstrakte edilebilir mikroelement içerikleri ve bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. Harran Üniv. Zir. Fak. Dergisi 2(4): 27-34

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

Lagerwerff JW (1976) In agriculture and quality of our environment. NC Brady, Ed. Amere. Assoc. Avdan. Sci. Washington 85: 343-364

Li X, Liu PS (2001) Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. Applied Geochemistry 16: 1361-1368

Möller A, Müler HW, Abdullah A, Abdelgawad G, Uterman J, (2004) Urban soil pollution in Damascus Ghovta. Geoderma 124: 63-71

Munzuroğlu Ö and Geçkil H (2002) Effects of metals on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in Triticum aestivum and Cucumis sativus. Environ. Cont.and Toxi. 43: 203-213

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

Nrigau JO (1979) Zinc in the environment. Canada 39-71

Onar AH, Temizer A, (1987) Çevre kirliliğinin etkisinin ölçüsü olarak Cd ve Pb derişimlerinin idrarda tayini. Doğa Türk Müh. ve Çevre Derneği 11(2): 254-267

Örnektekin S (1997) A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effects on soil in Ğskenderun, North-East Mediterranean. 21: 45-79

Öztemel Z, Tüfenkçi Ş, Çakmakçı T (2016) Motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağırmetal kirliliğinin belirlenmesi: Şanlıurfa-Viranşehir Karayolu Örneği

Patterson JBE (1971) Metal toxicities arising from industry. In Trace Elements In Soils And Crops. MAFF Technical Bull. No. 21 Her Majesty's Stationery Office, London Pages: 193-207

Peterson PJ (1993) Plant adaptation to environmental stress: metal pollution tolerance. Fowden L, Mansfield T, Stoddart J, Chapman&Hall p: 171-188

Pierce JJ, Vesilind PA, Weiner RF (1997) Environmental pollution and control. Elsevier Science & Technology Books 4th Edition

Roderer G (1984) On the toxic effects of tetraethyl lead and its derivatives on the chrysophyte poteriochromonas molhamensis. Environ. Exp. Bot. 17-24

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

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

Saraçoğlu M, Anlağan Taş M, Koşar İ, Aydoğdu M, Kara H, Sürücü A, Oğur Özkan N. (2013) Şanlıurfa ili Hilvan ilçesi kuru alanlardaki toprakların bitki besin elementi kapsamlarının belirlenmesi. 6. Ulusal Bitki Besleme ve Gübreleme Kongresi. 3-7 Haziran 2013. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Nevşehir

Seaward MRD, Richardson DHS (1989) Atmospheric sources of metal pollution an effects on vegetation. Florida

Sezgin N, Ozcan HK, Demir G, Nemlioğlu S, Bayat C (2003). Determination of heavy metal concentrations in street dusts in İstanbul E-5 Highway. Environment International 29: 973-985

Soil Survey Division Staff (1993) Soil survey manual, U.S. Dept. Agri. Soil Conservation Services. U.S. Gov. Printing Office Washington DC

URL-1 <http://www.bingolkultur.gov.tr/TR,56989/ilin-cografi-konumu.html> 24.01.2016

USDA (1954) Salinity laboratory staff, diagnosis improvement of saline and alkaline soils. Agri Handbook No: 60

Ülgen N, Ateşalp M (1972) Toprakta organik madde tayini. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınlar Serisi No: 23, Ankara

Ülgen N, Yurtsever N (1995) Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara

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

Winther H (1998) Petrol passenger car emissions calculated with different emission models. The Science of the Total Environment 224: 149-160

## ÖZGEÇMİŞ

1988 Yılında Diyarbakır'da doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Liseyi Diyarbakır da tamamladı. 2009 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi lisans eğitimine başladı. 2013 yılında eğitimini tamamladı. 2013 yılında Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Programına başladı.

