T.C

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA İLİNİ DİYARBAKIR - AKÇAKALEYE BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TOPRAKLARDA MOTORLU TAŞITLARDANKAYNAKLANAN BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİNBELİRLENMESİ

Rukiye OCA

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

T.C

HARRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA İLİNİ DİYARBAKIR - AKÇAKALEYE BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TOPRAKLARDA MOTORLU TAŞITLARDANKAYNAKLANAN BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİNBELİRLENMESİ

Rukiye OCA

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ danışmanlığında, Rukiye OCA'nın hazırladığı "Şanlıurfa ilini Diyarbakır- Akçakaleye bağlayan karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan bazı ağır metal kirliliğinin belirlenmesi"konulu bu çalışma 13/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

Üye : Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Üye :Prof. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN

Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: 19109

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇİNDEKİLER ..... **ii**

TEŞEKKÜR ..... **v**

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ ..... **vi**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **vii**

ÇİZELGE LİSTESİ viii

1. GİRİŞ **1**

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR **6**

3. MATERYAL VE METOD **14**

3.1. MATERYAL **14**

3.1.1. COĞRAFİ ÖZELLİK **14**

3.1.2. İKLİM **15**

3.2. METOD **16**

3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması **17**

3.2.2. Toprak Analizlerinin Yapılması **18**

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR **22**

4.1.Çalışma Alanının Toprak Özellikleri **22**

4.2.Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları **22**

5. SONUÇ VE ÖNERİLER **37**

KAYNAKÇA **39**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA İLİNİ DİYARBAKIR - AKÇAKALEYE BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TOPRAKLARDA MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Rukiye OCA

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

Yıl:2021, Sayfa:40

Bu çalışmanın amacı Şanlıurfa Diyarbakır ve Şanlıurfa Akçakale karayolları güzergâhındaki tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinin yapılan analiz sonuçları ile trafikten kaynaklanan ağır metal kirliliğinin boyutunu belirlemektir. Karayolundan uzaklaşma mesafesine göre kirliliğin değişimini gözlemlemektir. Bu amaçla yolları sağı ve solu olmak üzere iki taraflarında 50 m aralıklarla 4 ayrı bölgeden olmak üzere 0, 2, 15 ve 40 m yola mesafe ile 0-30 cm derinlikte toplamda 64 örnek alınmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre toprakta bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), krom (Cr), nikel (Ni), kurşun (Pb) manganez (Mn) ve demir (Fe) ağır metalleri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak toprakta bulunan ağır metal konsantrasyonları izin verilebilir sınır değerlerine yaklaşmamış olmasıyla birlikte yola uzaklık mesafesine göre azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı bölgede trafik kaynaklı ağır metal kirliliği mevcut olup tehlike arz edecek düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, toprak kirliliği, toprak, çevre kirliliği, trafik kaynaklı kirlilik

ABSTRACT

MScThesis

ŞANLIURFA İLİNİ DİYARBAKIR - AKÇAKALEYE BAĞLAYAN KARAYOLU KENARINDAKİ TOPRAKLARDA MOTORLU TAŞITLARDAN KAYNAKLANAN BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Harran University

Graduate School of Natural andAppliedSciences

Deparment of SoilScience

Supervisor: .Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ

Year:2021, Page:40

The aim of this study is to determine the extent of heavy metal pollution caused by traffic with the analysis results of soil samples recovered from agriculturall ands on the route of Şanlıurfa Diyarbakır and Şanlıurfa Akçakale highways. To observe the change of pollution according to the distance from the highway. For this purpose, a total of 64 samples were taken at 0-30 cm depth with a distance of 0, 2, 15 and 40 m to the road, with 4 separate recurrence at 50 m intervals on both sides, on the right and left of the roads. According to the analysis results, copper (Cu), zinc (Zn), cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni), lead (Pb), manganese (Mn) and iron (Fe) heavy metals have been observed. As a result, it was determined that the heavy metal concentrations in the soil did not approach the allowable limit values, but the rewas a decrease in the distance to the road. It has been observed that there is heavy metal pollution caused by traffic in the region where this study was conducted and it is not at a dangerous level.

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

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ ve tez çalışmamda bana yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans öğrencileri Nazlı PAMUK, Ahmet TOPTAN ve doktora öğrencisi olan Veysel GÖKMEN'e teşekkür ederim. Ayrıca her türlü emeğini ve desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

% : Yüzde

µs : 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

O.M. : Organik madde

Pb : Kurşun

pH : Power of hydrogen (Hidrojenin gücü)

ppm : Milyonda bir parça

Zn : Çinko

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Şanlıurfa ili ve ilçelerinin Güneydoğu Anadolu Bçlgesindeki Coğrafi Konumu .. 15
Şekil 3.2. Şanlıurfa ili iklim verileri 16
Şekil 3.3. Şanlıurfa Diyarbakır karayolu üzerindeki çalışma alanı haritası 17
Şekil 3.4. Şanlıurfa Akçakale karayolu üzerindeki çalışma alanı haritası 17
Şekil 3.5. Alınan toprak örneklerinin kurutulması..... 18
Şekil 3.6. Organik madde madde analizi 19
Şekil 3.7. Ağır metal analizi için toprak hazırlığı 20
Şekil 3.8. Ağır metal analizi için süzüğü alınmış örnekler 21
Şekil 3.9. Toprak örneklerinin ağır metal okumaları 21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Yönetmeliğe göre toprakta izin verilen bazı ağır metal miktarı sınırları 3
Ağır metallerin bitkilerde gösterdiği belirtiler ve ağır metallere duyarlı bazı bitkiler..... 4
Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum silt ve kil oranı 22
Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, kireç ve Organik Madde 23
Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cd ve Cr analiz sonuçları..... 25
Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cu analiz sonuçları..... 26
Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ni ve Mn analiz sonuçları..... 27
Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb ve Zn analiz sonuçları..... 29
Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum silt ve kil oranı..... 30
Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, kireç ve Organik Madd 31
Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cd ve Cr analiz sonuçları..... 32
Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cu analiz sonuçları..... 33
Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ni ve Mn analiz sonuçları..... 34
Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb ve Zn analiz sonuçları..... 36

1. GİRİŞ

Çoğalan dünya nüfusuna paralel olarak kent merkezinde hayatını devam ettiren nüfusun oranında da artış görülmüştür. Yaşamın hızlı döngüsü teknoloji ile hızlı yaşamaya yönlendirmiştir. Bu süreç pek çok sorunu da beraberinde getirmekle birlikte bu sorunların en önemlilerinin başında çevre ve bilhassa hava kirliliği gelmektedir (Sevik 2018). Hava kirliliği başlıca büyük bir sorun haline gelmiştir öyle ki dünya üzerinde her sene yaklaşık 6,5 milyon insanın hava kirliliği kaynaklı yaşamını kaybettiği belirtilmektedir.

Havası birçok ülkeye göre oldukça temiz olarak kabul edilen Türkiye'de bile 2016 yılında 29 bin kişinin hava kirliliği sebebiyle hayatını kaybettiği belirtilmektedir (Çetin, 2017). Dünyanın birçok yerinde hava kirliliği her gün artmakta ve daha ciddi bir boyuta ulaşmaktadır. Dünya'da havayı kirletici emisyonlarında 2030 yılına ulaşıncaya kadar beş katı seviyede bir artış olması ön görülmektedir (Cesur, 2019).Hava kirliliği, atmosfer üzerindeki birden çok kirleticinin bitkilerin, insanların ve hayvanların yaşayışına; ticari ya da kişisel eşyalar ile çevrenin kalitesine hasar verecek derecede mevcudiyetini koruması şeklinde açıklanabilir (Cetin, 2018).

Hava kirliliğinin artan nüfus ile ilişkili olduğu yapılan pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kent merkezlerinde, hava kirliliği en önemli sorunlardan birisidir (Mossi, 2018; Pınar, 2019). Yapılan çalışmalar, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kent merkezlerinde partikül madde, CO2 ve ağır metal gibi kirlilik etmenlerinin, nüfusun yoğunluğunun daha az olduğu bölgelere göre çok daha yüksek düzeylerde olduğunu ortaya koymaktadır.

Hava, su ve toprak kirliliği sirkülasyon içerisinde birbirine geçmekte ve birbirine paralel olarak etki etmektedir. Su ve hava kadar, canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olarak kabul edilen faktörlerden biri de toprak olarak adlandırılır. Toprak, bitkilerin beslenme merkezlerinin ana deposu şeklindedir.(Şahin, 2008)

Topraktaki üst katman insan ile başka canlı türlerinin beslenmesi için başlıca kaynak olarak kabul edilmektedir. Bir gram toprağın içeriğinde, milyonlarca canlı mikroorganizma bulunmaktadır bununla beraber ekosistemin devam etmesi için bu canlılar ayrı ayrı büyük önem arz etmektedir. Topraktaki kirlilik, bulaşan zararlı maddelerin toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal yapısını bozmasıdır (Şahin, 2008).

Toprak kirliliği, tarım alanları ve şehir yaşamının kesiştiği alanlarda daha yoğun olarak görülmektedir. Özellikle otoban, çevre yolu veya şehir içi yol kenarlarında kullanılan tarım arazileri maruz kaldığı kirlilik sonucu toprağın yapısında bozulmalar ve insan sağlığına zarar verecek ağır metal birikimleri görülmektedir.

Ağır metal kirliliği sadece toprakta değil, havada ve suda da kirliliğe sebep olmaktadır. Gelişen teknoloji ile artan sanayi kuruluşlarından çıkan gazlar çevreye yayılıp kirliliğe sebep olmaktadır. Ayrıca gelişen teknoloji ile hızlı akan insan yaşamına karşılık artan motorlu taşıtların egzoz gazlarından çıkan ve çevreye yayılan ağır metaller (kadmiyum, cıva, kuşun, çinko, bakır ve krom vb.), karbondioksit, karbon monoksit, azot oksit, partiküller vs. doğrudan toprak, bitki ve su yüzeyine birikmektedir.

Ağır metal kirliliği çok yoğun bir kirletici olduğundan az konsantrasyonla bile toksik etki yapmaktadır. Ağır metali tanımlayacak olursak metallerin fiziksel olarak yoğunluğunun 5 g/cm^3'ün üzerinde olması şeklinde tanımlanır. Ağır metal şeklinde krom, demir, kobalt, kurşun, kadmiyum, bakır, çinko, cıva ile nikel olacak şekilde 60'ın üzerinde metal bulunmaktadır. Var olan elementler doğallıkları gereğince yeryüzünde genel olarak karbonat, silikat ile sülfür şeklinde stabil bileşik yada silikatlar içerisinde bağlı şekilde bulunurlar (Kahvecioğlu ve ark, 2007). Az miktarda bile insan vücuduna büyük zarar vermektedir. Oluşumunda uzun yıllar gereken topraklar, üretimi olmayan ve yenilenmesi hemen hemen imkânsız olan bir kaynaktır. Ülkelerin gelişimi ve insanların yaşam standartlarının yükseltilmesi için, tarım topraklarının sürekli olacak biçimde kullanılıp yönetilmesi gereklidir. Çünkü

büyük bir hızla artış gösteren nüfus ve insan gereksinimleri zamanla çeşitlenip artmasına bağlı olarak tarım arazileri üzerindeki baskılar her gün değiştirerek artmaktadır. Bu sebeple, toprak kaynakları ile ilgili bilgilerin sürekli olarak değişmesine yol açmakta ve bu sebep dolayısıyla toprak kaynaklarının gerekli şekilde incelenmesini, tarım arazilerinin daha ayrıntılı sınıflandırılmasını ve takip çalışmalarının devamlı olmasını gerekli kılmaktadır.

Toprakta biriken ağır metaller, mikrobiyal canlıların faaliyetlerine, toprağın verimli olmasına, canlı türüne ve ürünlerdeki verimin azalmasına, bununla birlikte besin zinciri aracılığıyla zehirlenmeye dayanan çoğu çevre, bitki ile insan sağlığını etkileyen problem ve hususların meydana gelmesine sebep olabilmektedir.

Toprakta birikmeyle ağır metal elementleri, mikrobiyal canlıların aktivitelerine, toprağın verimlilik oranına, canlı çeşitlilik oranına ve ürünlerdeki verim zayiatlarına, hatta beslenme yoluyla zehirlenmelere kadar birçok çevresel, bitki, hayvan ve insan sağlığı açısından sorunlarının baş göstermesine neden olabilmektedir (Tok, 1997).

Toprakta ağır metal birikimi yüzeyden derinliklere doğru genellikle azalmaktadır (Tok, 1997).Yönetmeliğe göre toprak için izin verilen bazı ağır metal miktar oran sınırları aşağıdaki Çizelgede verilmiştir.

Çizelge -1.1. Yönetmeliğe göre toprakta kabul edilebilir bazı ağır metal miktarı sınırları

Ağır Metal	**PH £ 6** **mg/kg Fırın Kuru Toprak**	**PH>6** **mg/kg Fırın Kuru Toprak**
Kurşun	**50 ****	**300 ****
Kadmiyum	**1 ****	**3 ****
Krom	**100 ****	**100 ****
Bakır *	**50 ****	**140 ****
Nikel *	**30 ****	**75 ****
Çinko *	**150 ****	**300 ****
Civa	**1 ****	**1,5 ****

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

Bu yönetmeliğe göre ürünlerdeki ağır metaller için belirlenen sınır değerleri, canlılar ve çevre sağlığını korumak için ppm (mg/kg) cinsinden yukarıda belirtilen değerleri geçmemelidir.

Bitkinin toprak içerisinde olan kök kısmına bulaşan ve biriken ağır metallerden Zn, Mn, Cu ve Mo bitki gelişiminde rolü büyük iken, Co ve Ni ise bazen bazı durumlarda gereklidir. Al, V, As, Hg, Pb, Cd ve Se ise genelde bitkide toksik etki yapmaktadır. Bitki bünyesinde muhakkak bulunması gereken veya gerekli olmayan ağır metal elementlerinin bitki doku ve organlarında aşırı birikimi vejetatif ve generatif gelişimi olumsuz olarak etkilemektedir (Gür ve ark, 2004).

Ağır metaller bu toksik etkileri nedeniyle bitkilerde transpirasyon, stoma hareketleri, su absorbsiyonu, fotosentez, enzim aktivitesi, çimlenme, protein sentezi, membranstabilitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik olayın bozulmasına neden olmaktadırlar (Asri ve Sönmez, 2006).

Çizelge 1.0-2. Ağır metallerin bitkilerde gösterdiği belirtiler ve ağır metallere duyarlı bazı bitkiler

Ağır Metaller	Bitkide görülen belirtiler	Duyarlı bitkiler
Cd	Yaprak kenarlarında kahverengileşmesi, klorosis, Kırmızımsı damarlar, gelişmemiş kök sistemi	Sebzeler
Cr	Genç yapraklarda klorosis, dengesiz kök gelişimi	Tüm Bitkiler
Cu	Koyu yeşil yaprak, kısa ve ince kök sistemi, kötü kardeşlenme	Tahıllar, sebzeler ve Narenciye
Fe	Koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdenin bodurlaşması, bazı bitkilerde koyu kahverengi ile mor arasında değişen yaprak rengi (çeltikteki bronzlaşma)	Çeltik ve tütün
Mn	Yaşlı yapraklarda klorosis ve nekrosis, yaprak uçlarında kuruma, bodur kök sistemi	Tahıllar, sebzeler, Patates ve lahana
Ni	Genç yapraklarda damarlar arası sararma, grimtırak yeşil yaprak	Tahıllar
Pb	Yaslı koyu yeşil yapraklarda kıvrılma, bodurlaşma ve Kök gelişiminde arazlar	
Zn	Yaprak uçlarında klorosis ve nekrosis, genç Yapraklarda damarlar arası sararma, bitkinin genelde geç büyümesi, dengesiz kök sistemi	Tahıllar ve ıspanak

Yapılan bu çalışmada ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi, kırsal kesime ulaşım ve şehirlerin birbiri arasındaki bağlantı yolu olma sebebi ile yoğun bir ulaşım potansiyeline sahip Şanlıurfa-Diyarbakır ve Şanlıurfa-Akçakale karayolları kenarındaki tarım topraklarının araç egzozlarından çıkan egzoz gazından kaynaklanan ağır metal kirliliğinin belirlenmesi ile ilgilidir. Bu çalışma araç egzozlarından kaynaklı ağır metal kirliliğinin önlenmesi ve bu yönde yapılacak çalışmalara örnek teşkil etmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Erdoğan (2017), yapmış olduğu çalışmada toprak ağır metal kirliliğinin en önemli etkenlerinden biri, nüfusun sürekli artmasına bağlı olarak meydana gelen motorlu taşıtların artışını bildirmiştir. Motorlu araçların çıkardıkları egzoz gazı, yağ ve yakıt atıkları, gürültü kirliliği gibi birçok kirliliğe neden olduğundan bahsetmiştir. Bu kirlenme hem insanları hem doğayı hem de diğer canlıları olumsuz olarak etkilemektedir. Bu yapılan çalışmada Bingöl ili Diyarbakır-Muş karayolunun şehrin bitiminde bulunan tarım arazilerinin yolun kenarlarından alınan toprak örnekleri ile ilgili analizler yapmıştır. Bingöl-Elazığ ve Bingöl-Diyarbakır otoban güzergâhındaki tarım arazilerinde trafik kaynaklı egzoz gazından ortaya çıkan ağır metal kirlenmesi hangi seviyede olduğunu belirlemek, tarım arazilerinde biriken ağır metal elementleri oranının otoyol ile uzaklaşma mesafesine bağlı olarak artış veya azalış oranını ortaya koyabilmek amacıyla yapmıştır. Bu sebeple otoyolun iki tarafından 2'şer km'lik 5 farklı noktadan 0, 2, 15 ve 40 m mesafelerle 0-15 cm derinlikten dört tekerrürlü olarak toplam 80 toprak örneği almıştır. Sonuç olarak, topraklarda bulunan ortalama ağır metal içerikleri, kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), krom (Cr) ve bakır (Cu)'dır.

Çizelge 2.1. Çalışmanın ağır metal analiz sonuçları

BİNGÖL ve DİYARBAKIR YOL KENARI SONUÇLARI																		
	Co		**Cd**		**Cr**		**Cu**		**Fe**		**Mn**		**Ni**		**Zn**		**Pb**	
	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol
0	21,4	17,8	1,4	13,6	25,9	25	6,5	7,7	5,3	3,9	107	122	105	123	31,2	26,2	22,4	31,7
5	18,7	20,3	14,7	13,8	23,2	25,1	5,2	8,9	4,6	3,6	110	131	115	125	26,7	26,6	24,3	31,6
15	20,3	15	14,5	13,7	25,1	25,4	6,8	7,2	4,4	3,6	121	120	109	137	22,1	25,7	24,6	32,2
40	18,9	17,2	14,6	14	27,3	22,6	7,5	7,4	4,3	3	116	117	86	119	27,6	26,6	25,7	32
ort.	19,8	1,6	14,5	13,8	25,4	24,5	6,5	7,8	4,7	3,5	114	122	103	126	26,9	26,2	24,3	31,8
BİNGÖL ve ELAZIĞ YOL KENARI SONUÇLARI																		
	Co		**Cd**		**Cr**		**Cu**		**Fe**		**Mn**		**Ni**		**Zn**		**Pb**	
	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol	sağ	sol
0	10	10,4	12,2	13,1	5	4,3	5,4	5,2	5	4,3	10	10,4	40,3	48	5	4,3	5,4	5,2
5	12,8	9,9	12,3	13,2	4,8	4,7	6,4	7,2	4,8	4,7	12,8	9,9	41,9	52,9	4,8	4,7	6,4	7,2
15	10,7	9	12,5	12,9	4,7	4,4	5,5	6,4	4,7	4,4	10,7	9	44,1	51,3	4,7	4,4	5,5	6,4
40	10,9	11,4	12,6	13	4,9	4,5	6	5,6	4,9	4,5	10,9	11,4	47,5	50,4	4,9	4,5	6	5,6
ort.	11,1	10,2	12,4	13,1	4,8	4,5	5,8	6,1	4,8	4,5	11,1	10,2	43,4	50,7	4,8	4,5	5,8	6,1

Erdoğan (2017)'nin yapmış olduğu çalışmada sonuçlar değerlendirildiğinde Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu gibi tüm ağır metallerin konsantrasyonları topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine yaklaşamamalarına rağmen, mesafeye bağlı olarak otoyoldan uzaklaşma mesafesiyle ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı gözlemlemiştir. Bu çalışma alanındaki topraklarda gözlemlenen ağır metal birikiminin trafikteki araçların egzoz gazı kökenli olduğunu düşündürmektedir. Bu ağır metallerle kirlenen tarım ürünlerinde yüksek oranlarda ağır metal birikebilir ve besin zincirlerine dolayısıyla canlı vücuduna karışabilir, bu durum canlıların sağlıkları açısından tehlike arz ettiğini bildirmiştir. Erdoğan (2017), çalışmasında çayır ve meraların olduğu bölgelerde, ağır metaller genelde en üstteki birkaç santimetrelik katmanda biriktiğini aktarmıştır. Bu ağır metaller, otlatılan hayvanlar tarafından topraktan doğrudan kendi bünyelerine alındığını aktarmıştır. Ağır metaller canlılar için zehirlidir ve topraktaki canlılık faaliyetleri ve etkileşimlerini engel teşkil ettiğini bildirmiştir. Bu ağır metaller, toprakta çok uzun yıllar varlığını sürdürebilir, ağır metallerin salınımının azaltılması ve bu konuda önlemler alınması, bunların atmosferde ya da toprakta birikmesini önlemenin en kolay yollarından biri olduğunu söylemiştir. Örneğin, günümüzde otomobil kullanımının büyük oranda artışına karşın kurşunsuz benzin tercih edilmesi durumunda kurşun salınımında azalmaya katkıda bulunacağı ile ilgili öneride bulunmuştur. Yaşadığımız çevrede üreten ve çevreye iyi veya kötü yönde katkıda bulunan insandır, öyleyse etkilediği çevreyi koruyabilmelidir (Keleş 1997). İnsanlar olarak sorumluluklarımızı sadece mevcut haklarımızın bilincine vararak kavrayabiliriz ve bilinçlenmekte düzenli bir eğitim sürecinden geçmesiyle olacağı konusunda öneride bulunmuştur.

Elaltuntaş (2017), yapmış olduğu çalışmada otoyollar, insanın çevresel ilişkilerinde en önemli mühendislik gerektiren yapılarındandır ve yerleşim alanlarını, yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği için birbirleriyle bağlantı halinde sosyoekonomik ve kültürel olarak etkin bir rol oynadığını aktarmaktadır. Karayolları kenarındaki tarım arazilerinde, ağır metal varlıkları, araç egzozlarından ve araçların metal parçalarının yıpranmasından kaynaklı çevreye yayılmasından dolayı yüksek olduğunu belirtmektedir. Bu ağır metal kirliliklerinin engellenmesi ve metallerin

topraktan arındırılmasının güç olması nedeniyle, toprak kirliliği önemli bir boyutta çevresel kirlilik sorununa yol açtığını bildirmiştir. Elaltuntaş (2017)'nin yapmış olduğu bu çalışmada, Bingöl-Erzurum ve Bingöl-Muş çevre illerine bağlayan karayolu kenarlarındaki tarım topraklarında motorlu taşıtlardan kaynaklanan çevre kirliliği araştırılmıştır. Ağır metallerin karayolunun sağ ve sol olmak üzere yolun kenarındaki tarım arazilerine etkileri gözlemlenip motorlu araçların tarımsal faaliyetlerin yapıldığı topraklara verdiği zarar kimyasal analizler yapılarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu için bahsedilen ağır metal elementlerinin tarım arazilerinde varlıkları kabul edilebilir sınır değerlerine uzak olmalarına rağmen, otoyol kenarından uzaklaşma mesafesiyle ters orantılı olarak yoldan uzaklaştıkça ağır metal oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile örneklerin alındığı alandaki topraklarda gözlemlenen ağır metal birikmenin trafik kaynaklı olduğunu düşündürmektedir.

Elatuntaş (2017), yapmış olduğu bu çalışmada toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre biriken ağır metal incelendiğinde, elde edilen verilerin hepsinde toprakta izin verilir ağır metal bulunma sınır seviyelerden düşük olması, günümüz için çalışmanın yapıldığı alanda sorun teşkil edecek boyutta trafik kaynaklı ağır metal kirlenmesinin olmadığını belirtmiştir. Toparlamak gerekirse bu çalışma sonucu ortaya konulan Pb, Cd, Ni, Cr, Cu ve Zn gibi ağır metallerin varlıkları çalışmanın yapıldığı topraklarda izin verilebilir sınır seviyelerinden düşük olmasına rağmen, Zn, Pb, Cd, Cr, Cu ve Ni gibi ağır metal oranlarında otoyoldan uzaklaşma mesafesine bağlı olarak miktarda azalmalar görülmüştür. Yapılan bu çalışmanın analiz sonuçlarına bakıldığında, ağır metal miktarlarının bütün elementlerin hepsinde yol kenarında sıfırıncı mesafenin olduğu noktalarda en fazla konsantrasyonlar gözlemlenirken, yoldan uzaklaşmaya bağlı olarak ağır metal miktarında azalma gözlemlenmiş ve en düşük değerler 50 m mesafelerde gözlemlenmiştir. Bu verilere bakılınca çalışmanın alanı topraklarında görülen ağır metal birikiminin trafikten kökenli olduğu bildirilmiştir. Her türlü ağır metal kirliliği tüm canlılar için büyük risk teşkil etmekte olup canlılar için tehlikeli olduğu aktarılmıştır.

Pak (2011)'a göre günümüzde gelişen sanayi sektörünün olumlu olan yönlerinin yanında olumsuz yönleri de vardır. Bununla birlikte olumsuz yönlerinden başlıca canlılara ve çevreye olan zararlı etkileri görülmektedir. Endüstriyel faaliyetlerin artışıyla birlikte ortaya çıkan toprak, su ve hava kirlenmesi insan yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Gelişme gösteren sanayi sektörünün ardından artan çevresel kirlenmeler bilhassa 2. Dünya savaşından sonra tüm dünya ülkelerine hızla yayıldığı aktarılmıştır. Endüstriyel aktivitelerde ve ortaya çıkan ürünlerde ağır metal içerikli madde kullanım ve miktarı son dönemlerde hızla artmış göstermiş ve bunanla beraber insanlar için tehlike teşkil edecek seviyelere ulaştığı bildirilmiştir. Günümüzde çok fazla ağır metal barındıran ürün kullanılmaktadır. Kısa vadede bu ağır metal içerikli ürünlerden kaynaklı kirlilik etkisinde olmamamız mümkün gözükmediğini bildirilmiştir. Araçların egzoz gazlarından ortaya çıkan yüksek miktarda ağır metal elementleri içme sularına, tarım arazilerine, tüketilen bitkisel ve hayvansal gıdalara bulaşmakta ve buna bağlı olarak insan bünyesinde birikmekte olduğu aktarılmıştır. Ağır metal grubunda bulunan kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko öne çıkan olmak üzere altmıştan küsur metal doğaları gereği, yerküre üzerinde genel olarak karbonat, oksit, silikat ve sülfür şeklinde kararlı bileşik olarak ya da silikatlar içinde absorbe olarak bulunduğunu söylemiştir. Pak (2011), çalışmasını Kırklareli ili sınır dâhilinde olan TEM Otoyolu kenarındaki tarımsal faaliyetlerin yapıldığı arazilerin bazı taşıt kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesi sebebiyle yapmıştır. Bu çalışmada Kırklareli'nin Lüleburgaz ve Babaeski ilçelerinden 50 farklı tarım arazilerinden alınan toprak örnekleri ile çalışılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre toprak örneklerinin hepsinin hafif alkali pH 'da olduğu gözlemlenmiştir. Toprak tekstürleri genelde Kil (C) tekstür sınıfında olup, kireç potansiyeli bakımından "Orta Kireçli" sınıfında bulunduğu bildirilmektedir. Toprakta bulunan organik madde konsantrasyonu "Az" düzeyde, toprakta bulunan yarayışlı P potansiyelleri "Az" sınıfında bulunmuştur. Toprak örneklerinin değişebilir K potansiyelleri ise "Yeterli" olarak değerlendirilmiştir. Toprak örneklerinin bitkiler için yarayışlı Fe, Zn ve Mn potansiyelleri "Yetersiz" düzeyde, toprakların Cu potansiyelleri ise "Yeterli" düzeyde olarak bulunmuştur. Topraklarda yapılan analiz sonuçlarına göre Cd, Co, Cr ve Ni kirliliği gözlemlenmemiştir. Fakat toprak örneklerinde Pb kirliliği

gözlemlenmiştir. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve ağır metal içerikleri ile aralarında önemli olan bazı istatistiksel ilişkiler gözlemlenmiştir

Daşdemir (2017), çalışmasında içinde bulunduğumuz 21. yy'da artan endüstriyel faaliyetleri, insan nüfusu ve ticarete doğru orantılı olarak artan motorlu taşıt yoğunlukları gelişme gösteren insanların yaşamsal faaliyetleri çevre ile uyumlu olarak gidiliyor mu sorusunu ortaya çıkardığından bahsetmiştir. Bu soruya cevap bulmak amacı ile çeşitli araştırma ve analizler yapılarak cevap aranmaya çalışılmıştır. Çok küçük çapta olan ağır metal partikülleri hızlıca çökmemekte, havada yükselip uzaklaşarak çevreye dağılmakta olduğundan bahsetmiştir. Havada asılı olarak kalan parçacıkları çöktüren en önemli mekanizma ise yağmur olarak belirtmiştir. Ağır metaller tarafından kirlenmiş havadaki Kurşun, Nikel gibi metallerin yağmurla çökelmesi durumunda bitkiler bu kirlenmeden etkilemekte olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada trafik ve taşıtların yoğunluğu, rüzgâr şiddeti ve yönü ile diğer atmosferde gerçekleşen olaylar havada var olan kurşun ve nikel konsantrasyonunu etkilediği tespit edilmiştir (Suchodoller 1967). Yapılan bu çalışma İstanbul Avrupa Yakası Hadımköy ve Tekirdağ İl sınırları dâhilinde kalan TEM Otobanının kenarlarında yani sağ ve sol tarafında olan tarımsal faaliyetlerin yapıldığı arazilerinin bir kısım ağır metal kirliliğinin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Çalışma için İstanbul'un Büyükçekmece ve Silivri ilçelerinden 40 ayrı noktadan yani tarım arazisinden toprak örnekleri alınmıştır. Yapılan analizlerin sonuçlara göre örneklerin alındığı arazi topraklarının organik madde konsantrasyonları örnekler arasında farklılık göstermekle birlikte ortalama % 1.19 oranında olup % 0.44 ile % 1.74 oranları arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Deneme alanı toprak içerikleri incelenirken kireç içeriği ise % 0.00 ile % 31.61 arasında farklılık göstermiştir. Alınan toprak örneklerinin pH'ı incelendiği zaman ortalama olarak 7.49 olduğu gözlemlenmiştir. Toprak örneklerinde K miktarları ise % 97,5 ''Yeterli'' ve % 2,5'i '' Fazla'' olduğu saptanmıştır. Alınan toprak örneklerinin P oranları % 25'i ''Çok Az'', % 67,5'i ''Yeterli'' ve % 7,5'i ise ''Fazla'' olduğu saptanmıştır. Toprak örneklerinin N konsantrasyonları ise % 87,5'inin ''Az'', % 12,5'inin ise ''Eksik'' olarak belirlenmiştir. Toprakların bitkiler için yarayışlı olan Fe baktığımız zaman %

90'ının ''Yüksek'' düzeyde olduğu, başka bir elemente bakıldığında Mn bakımından % 72,5'inin ''Az'' seviyede olduğu, Zn bakımından incelenince % 62,5'inin ''Az'' seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Toprakların Cu konsantrasyonlarının ise "Yeterli" seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Otoyol kenarından alınan toprak örneklerinde yapılan çalışma döneminde Cd, Ni ve Pb miktarlarının 'İzin Verilebilir'' seviyede olduğu gözlemlenmiş fakat aynı analiz sonuçlarına göre Co kirliliğinin % 25 ve Cr kirliliğinin ise % 5 seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir.

Çilali (2012)'ye göre hemen hemen ülkemizin her yerinde doğal olarak yetişen kuşburnu, toplumun ilgi duyduğu bitkilerdendir. Yüksek C vitamini ve diğer özellikleriyle birlikte birçok alanda kullanım imkânına sahip olan kuşburnu doğadan toplanarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte kuşburnu bitkisi karayolu ağaçlandırmalarında ve arazi sınır bitkisi olarak da kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca endüstriyel kirleticilerin doğal alanlara doğru ilerlemesi sebebiyle doğal beslenelim derken ağır metallerle bulaşık ürünlerden zarar görme durumu söz konusudur. Çilali (2012) yapmış olduğu bu çalışma, kuşburnunun yaprak ve meyvesinde söz konusu kirlenmenin olup olmadığı, olması durumunda ise ne düzeyde olduğunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Yapılan bu çalışma Amasya-Tokat arasındaki karayolunun 15 ile 21'nci km'leri arasında doğal olarak insan müdahalesiz yetişen kuşburnu bitkilerindeki meydana gelen ağır metal kirliliğini ortaya koymak amacı ile 2010 yılında yapılmıştır.

Çilali (2012) Bu çalışmada; otoyolun kenarındaki 0, 25, 50, 100, 200, 500, 1000 m mesafelerde doğal olarak yetişen kuşburnu bitkilerinin yaprakları, meyvesi ve bitkinin taç izdüşümünde bulunan topraklardan örnekler alınmıştır. Toplanan bu örneklerin analizleri yaş yakma yöntemi ile ekstrakte edilerek; kadmiyum, kobalt, krom, bakır, demir, mangan, nikel, kurşun ve çinko ağır metalleri ICP (PerkinelmerInc. Optima 2100 DV) cihazında okunmuştur. Yapılan bu çalışma sonunda kuşburnunun karayoluna olan mesafelere bağlı olarak çevre kirlenmesinden etkilenmediği sonucu gözlemlenmiştir. Endüstriyel gelişmeler ve artan refah düzeyiyle birlikte çevreye verilen zararlar (evsel atıklar, şehir çöpleri, egzoz veya baca gazları, tarımsal girdiler) artarak devam ettiği bildirilmiştir. Özellikle insan

beslenmesinde kullanılan gıdaların bu kirleticilerden olumsuz etkileneceği, gıdalar nedeniyle insan bünyesine alınabilecek ağır metaller, başta bebekler ve çocuklar olmak üzere her yaş grubundaki insanlara geri dönüşü olmayan ağır hasarlar verebileceğinden bahsedilmiştir. Bu bağlamda çalışma değerlendirildiğinde genel olarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1) Kuşburnu bitkisinin bulunduğu yerin karayoluna uzaklığı, ağır metal birikim miktarını önemli derecede etkilememektedir.

2) Ağır metal birikimi veya kontaminasyonu kuşburnu yaprak ve meyvesinde farklı olabilmektedir. Yaprakta ağır metal birikimi meyveye göre daha fazladır.

3) Her bir ağır metal miktarlarının toprak, yaprak ve meyvedeki miktarlarına ayrı ayrı bakıldığında;

a) Toprakta kromun yaprak ve meyveye göre fazla olması sebebiyle, bitkiye krom geçişinin toprak kaynaklı olabileceği;

b) Yaprakta, meyve ve toprağa göre bakır (100 ve 200 m hariç), demir, mangan ve çinkonun fazla olması bunların toprak hariç çevresel kaynaklı olabileceği ve meyvedeki birikimin yaprak kaynaklı olabileceği;

c) Kuşburnu bitkisinin yaprak ve meyvesinde ağır metal birikimlerinin insan sağlığına etki edebilecek seviyelerin çok altında olduğu (demir hariç) ve Tokat ilinden elde edilen kuşburnu ürünlerinin güvenle tüketilebileceği sonuçlarına varılabileceği bildirilmiştir.

Ayrıca Çilali (2012) aktarmış olduğu gibi ülkemizin birçok yerinde doğal olarak yetişen kuşburnu bitkisinde; sanayisi gelişmiş ve trafik yoğunluğu fazla olan şehirlerde bu gibi çalışmaların yapılması tüketicilerin bilinçlendirilmesi bakımından faydalı olabileceği önerilmiştir.

Çömeten (2019)'e göre artan nüfus ve sanayileşme, hava kirliliğini de beraberinde getirmiş, hava kirliliği bazı şehirlerde insan sağlığını tehdit edecek düzeyde artmış ve günümüzün gündem konularından birisi haline gelmiştir. Zira ağır metaller doğada bozulmadan uzun süre kalabilmekte ve çevredeki konsantrasyonu da sürekli artmakta olduğunu belirtmiştir. Ayrıca var olan ağır metal elementlerinin yapı bakımından biyolojik birikme yatkın olmasından kaynaklı ağır metal elementlerinin bulunduğu ortamdaki konsantrasyonunu, risk teşkil eden bölgelerin ve risk seviyesinin belirlenmesi açısından çok büyük etkiye sahip olduğundan bahsetmiştir. Ağır metallerin sebep olduğu kirliliğin atmosferde mevcut olan konsantrasyonunun değişimini ortaya koyan en önemli faktör biyomonitörler olduğunu aktarmıştır. Yapılan bu çalışmada trafikten kaynaklanan ağır metal içeriğinin gözlemlenmesinde Sarıçam (Pinussylvestris)'in biyomonitor olarak kullanılabilme potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çömeten (2019) bu çalışmanın amacı doğrultusunda Türkiye'nin en yoğun otoyollarından olan Ankara-İstanbul otobanı güzergâhında bulunan sarıçamların orta kaldırım, yol kenarı, yolun 3 m, 10 m, 30 m, 50 m ve 100 m mesafesindeki bireylerinden numuneler alınmış, alınan numunelerin dal ve ibrelerinin bir kısmı ayrıca yıkama işlemine tabi tutularak bu numuneler üzerinde Ni, Cr, Zn, Cu, Pb ve Cd konsantrasyonlarının değişimi belirlenmiştir. Çömeten (2012) yapmış olduğu bu çalışma sonucunda bu ağır metallerin konsantrasyonlarının yola olan mesafe, organ ve yıkanma durumuna bağlı değişimleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda bütün elementlerin organ bazında önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca Cd ve Cr konsantrasyonunun yola olan mesafe ile ters orantılı olarak değiştiği dolayısıyla sarıçamın özellikle Cd ve Cr konsantrasyonunun değişiminin izlenmesi amacıyla kullanılabilecek iyi bir biyomonitor olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Coğrafi Özellik

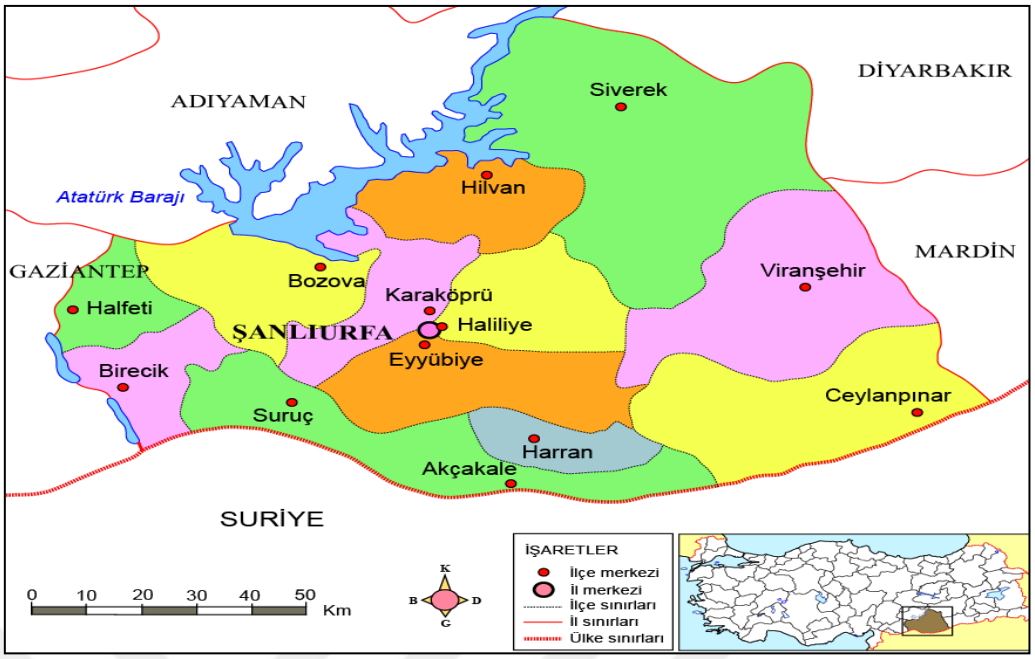
Türkiye'nin 7 bölgesinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Şanlıurfa, doğu tarafında Mardin, batı tarafında Gaziantep, kuzeybatıda Adıyaman, kuzeydoğuda Diyarbakır illeriyle çevrelenmiştir.

Şehrin güney tarafında 789 km'lik Türkiye-Suriye arasında ki sınır mevcuttur. Toplam yüzölçümü 18.584 kilometre karedir. Fiziksel olarak düz olmasından dolayı bir ova görünümündedir. Şehir merkezinin rakımı 518 m'dir.

Şanlıurfa ili, bulunduğu konum olarak Arap yarımadasının kuzey bölgesi ile Güneydoğu Torosların orta kısmının güney tarafları üzerinde bulunmaktadır. Şehrin kuzeyinde bulunan dağların yükseklikleri düşüktür. Dağların arasında geniş yer kaplayan ovalar yer almaktadır. İl'deki başlıca dağlar; Karacadağ (1938 m), Tektek (449 m), Susuz (801 m), Takur Tukur, Germuş (771 m), Nemrut (800 m), Şebeke (750 m) ve Arat (840 m) Dağlarıdır.

Şehrin en önemli akarsuyu üzerinde baraj bulunan Fırat Irmağı'dır. Şehirde bulunan diğer akarsulardan bazıları Cülap, Çeltik, Pınar, Pamuk, Zengeçur, Aslanlı, Karabağ, Bahçecik, Hamdun, Necarik, Titriş, Zadeli, Giresav, Halfeti, Pınarbaşı, Süleyman, Mizar, Bamya suyu, Kehriz, Germuş, Açık Su, Halilürrahman, Direkli ve Mercihan gibi akarsulardır.

Şanlıurfa kent merkezinde göl olarak isimlendirilen Halilürrahman ve Aynızeliha olmak üzere iki göl mevcuttur. Hz. İbrahim'in ateşe düştüğü yer olarak bahsedilen bu iki göl il merkezinin güneybatısında bulunmaktadır. GAP Projesi Atatürk barajı dâhilinde oluşturulan yapay Atatürk Baraj Gölü Türkiye'de bulunan en büyük baraj gölü olup, Şanlıurfa il sınırları içinde yer almaktadır.



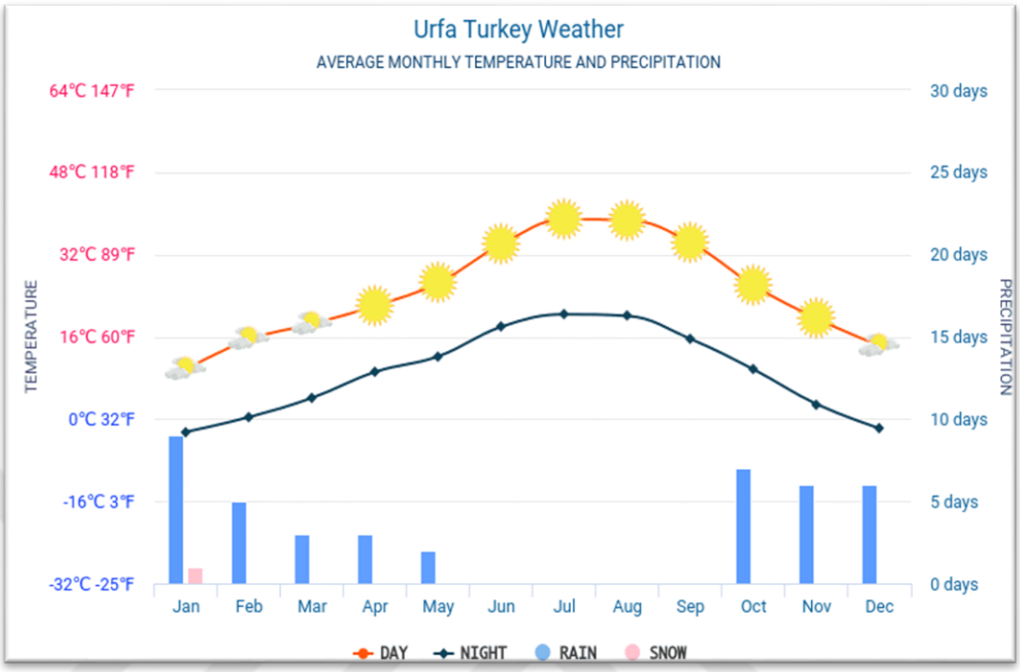
Şekil 3.1. Şanlıurfa ili ve ilçelerinin Güneydoğu Anadolu Bçlgesindeki Coğrafi Konumu (https://coğrafyaharita.com, 2020)

3.1.2. İKLİM

Şanlıurfa ili iklimsel yapısı karasal iklim olarak nitelendirile bilinir. Şanlıurfa'nın matematik konum dolayısıyla Ekvatora daha yakındır. Deniz den uzak olduğu için denizellik etkisinden uzak bir bölgede bulunmaktadır. Yaz ayları çok uzun ve çok sıcak, kış ayları ise çok soğuk geçer. Yaz ve kış sıcaklığı ile gece ve gündüz arasında ısı farkı çok fazladır. Nemlilik oranı az olduğundan Türkiye'nin yaz aylarında en sıcak ili olmasına karşın, havalar boğucu etkiye sahip değildir. Yıllık ortalama yağış 402 mm ile yağış oranı yetersiz olarak değerlendirilmektedir. Yıl içerisinde 25 günün sıcaklığı 0°C'nin altında olmaktadır.

Türkiye'de ölçülen en yüksek sıcaklık Şanlıurfa ilinin Ceylanpınar ilçesinde 46.5 C (Temmuz) olarak ölçülmüştür. 2 Ağustos 1957 tarihinde Şanlıurfa il sınırları içerisinde sıcaklık +46,5°C seviyelerine çıkarak, Türkiye de sıcaklık rekoru kırılmıştır. Şanlıurfa'da en soğuk hava derecesi -12.4 C (Şubat) ölçülmüştür. Senelik ısı farkı 40 derece dolaylarındadır. Yıl içerisinde ortalama sıcaklık 18.6 C, buharlaşma oranı 2048 mm, rüzgâr hızı yaklaşık 2.8 mĞsn'dir. Yıl içerisinde karlı ve

don olan günlerin sayısı çok azdır. Şanlıurfa ilinde hâkim rüzgâr kuzeybatı ve batı yönlerinden esmektedir.



Şekil 3.2. Şanlıurfa ili iklim verileri (https://tr.climate-data.org/ , 2020)

3.2. METOD

Toprak örnekleri, ilk önce Şanlıurfa-Diyarbakır karayolu üzerinden alındı. Örneklerin alındığı bölge şehrin 15 km çıkışında yolun sağ ve sol tarafından olmak üzere iki ayrı araziden alındı. Yola sıfır alınmaya başlanılan örnekler 0-2-15-40 m olmak üzere 0-30 cm derinlik 50 m aralıklarla 4 farklı yerden toplamda 32 örnek olacak şekilde alınmıştır.

İkinci olarak Şanlıurfa-Akçakale yolu üzerinden aynı şekilde şehrin çıkışında yolun sağ ve solunda 0-2-15-40 m aralıklarla 0-30 cm derinlikte 50 m aralıklı olarak 4 farklı şerit halinde toplamda 32 örnek olacak şekilde alınmıştır. Toplamda 64 örnek alınmıştır.

3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Alınan örnekler laboratuvar ortamına getirilerek kurutulmak üzere serildi. Kuruyan topraklar dövülerek elenecek hale getirildi. Örnekler 2 mm elekten geçirilerek analize hazır hale getirildi.



Şekil 3.3. Şanlıurfa Diyarbakır karayolu üzerindeki çalışma alanı haritası



Şekil 3.4. Şanlıurfa Akçakale karayolu üzerindeki çalışma alanı haritası



Şekil 3.5. Alınan toprak örneklerinin kurutulması

3.2.2. Toprak Analizlerinin Yapılması

3.2.2.1. Fiziksel analizler

Tekstür (bünye) Analizi

Toprağı oluşturan kil silt ve kum taneciklerin kendi aralarında olan etkileşimlerini yok ederek tekselhale getirmek amacı ile hazırlanan süspansiyonun yoğunluğunun bouyoucos hidrometre ile ölçülmesi ve ölçüm değerlerinden kil silt ve kum taneciklerinin yüzde oranlarının bulunması ile uygulanan metodun prensibini meydana getirmektedir.

3.2.2.2. Kimyasal Analizler

Toprak reaksiyonu (pH)

Jakson (1962) çalışmaları sonucu ortaya konulan 1:2.5 toprak-su karışımında çözelti kullanılarak belirlenmiştir.

Elektriksel iletkenlik (EC)

Hazırlanan saturasyon çamuru 24 saat hava almayacak biçimde kapalı bir kap içerisinde bekletilmektedir.Toprağın elektriksel iletkenliği ölçmek amacı ile 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 toprak örneğinin seyreltilmiş hidroklorik asitle reaksiyona girmesi ve bu reaksiyon sonucunda karbonatlardan açığa çıkan CO_2 gazının kapalı bir boruda tutularak açığa çıkan gazın hacminin ölçülmesi ve bu hacim varlığından yararlanılarak toprağın kireç konsantrasyonunun hesaplanması prensibine dayanır (Allison 1965).

Organik Madde Tayini

Güncellenmiş Walkey Black prensibi yöntemine göre belirlenmiştir (Walkley 1947).



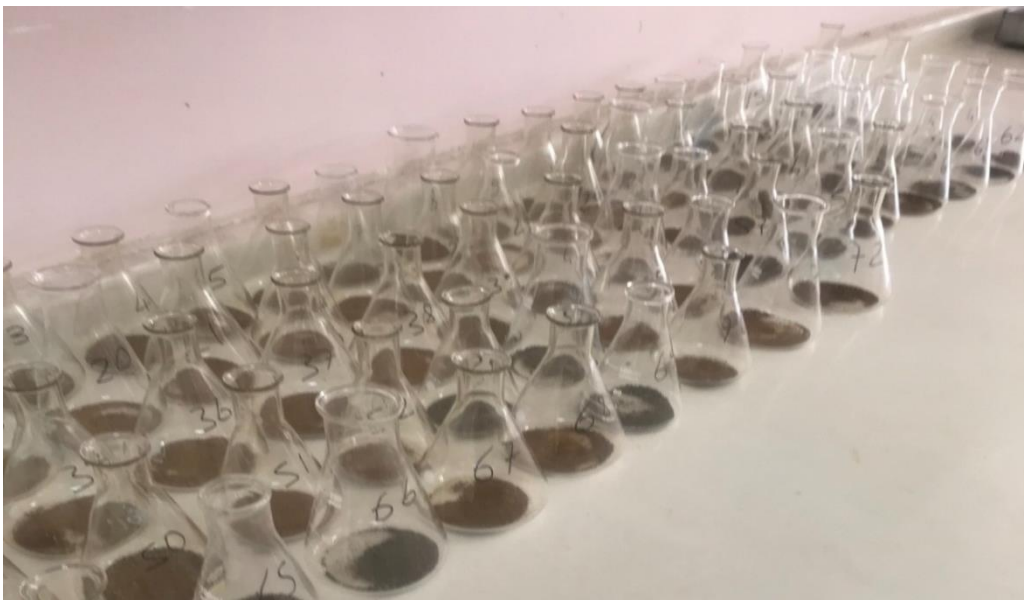
Şekil 3.6. Organik madde analizi

Ağır Metal Analizleri

1 gr toprak tartılarak 50 ml'lik balon jojelere konuldu. Balon jojelere bırakılan toprak üzerine 3 ml HCI (Hidro Klorik Asit) ve 1 ml HNO3 (Nitrik Asit) eklenmiştir. Daha sonra mikro dalga fırınına konularak 1 saat yakılmıştır. Mikro dalgadan çıkarılan örneklerin üzerine 25 ml ultra saf su konularak 50 ml'lik falcon tüplerine bırakılıp analize hazır hale getirilmiştir. Ağır metal elementleri analizi (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cr, Cd) Perkin Elmer Marka AAS 800 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ve her element için gerekli lambalar ve standartlar kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS 24 paket programında tesadüf bloklarında bölünen parseller deneme desenine göre 2 yön (Sağ ve sol) x 4 mesafe (0– 2 – 15 – 40 m) x 4 tekerrür ile istatistik yapılmıştır ve istatistiksel olarak farklı bulunan gözlemlerin ortalamalarının karşılaştırılmasında $P<0.05$ olacak şekilde DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Ağır metal analizi için toprak hazırlığı



Şekil 3.8. Ağır metal analizi için süzüğü alınmış örnekler



Şekil 3.9. Toprak örneklerinin ağır metal okumaları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMALAR

4.1. Çalışma Alanının Toprak Özellikleri

Bu çalışma Şanlıurfa-Diyarbakır ve Şanlıurfa-Akçakale istikametinde, şehrin bitiminden sonraki yol kenarında bulunan tarım arazilerinden 0 m, 2 m, 15 m ve 40 m aralıklar ile 0-30 cm derinlikte toprak örneği alındı. Aynı şekilde 50 m aralıklar ile dört farklı sıra olacak biçimde toplamda 16 örnek alındı. Yolun doğu ve batısında aynı işlem yapıldı. Toplamda 32 Diyarbakır yolu 32 Akçakale yolu olmak üzere 64 örnek elde edildi. Elde edilen örneklerin fiziksel, kimyasal, ağır metal ve istatistik analizleri yapıldı.

4.2. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Şanlıurfa Akçakale karayolu kenarında sağ ve sol olmak üzere iki ayrı yönde belirli aralıklarla 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin yapılan analizlerinin sonucuna göre kum yüzdesi 22,49 ile 26,59 arasında değişmektedir. Karayolu kenarından alınan toprak örneklerinin yapılan tekstür analizine göre kil içeriği %35,80 ile %40,81 arasında, toprağın silt içeriği ise 35,82 ile 38,24 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.1. Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum silt ve kil oranı

TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Mesafe	Kum(%)			Kil (%)			Silt (%)		
(m)									
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
0	27,61	25,57	26,59	36,23	35,37	35,80	36,16	39,06	37,61
2	21,23	23,75	22,49	42,17	39,44	40,81	36,60	36,81	36,70
15	24,78	22,96	23,87	35,62	40,15	37,88	39,60	36,89	38,24
40	22,62	25,32	23,97	39,06	41,36	40,21	38,32	33,32	35,82
Ort.	24,06	24,40		38,27	39,08		37,67	36,52	

Şanlıurfa Akçakale karayolunun kenarındaki tarım arazilerinin toprak özelliklerinin gözlemlemek amacı ile yapılan analiz sonuçlarına göre toprağın pH derecesi 7,85 ile 8,10 arasından değişmektedir. Bu sonuçlara göre toprak alkali özellik göstermektedir. Toprağın elektriksel iletkenliğini incelediğimizde 0,425 ile 0,746 arasında değişmektedir. Toprağın elektriksel iletkenliği ile ilgili analiz sonuçlarına göre hafif tuzlu olduğu gözlemlenmiştir. Karayolunun kenarından alınan toprak özelliklerini incelediğimizde organik madde en düşük 1,10 olup en yüksek 1,70 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre topraktaki organik madde miktarının yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Toprakta bulunan kireç oranı ise en yüksek 25,82 en düşük 20,67 olarak gözlemlenmiştir. Buna göre Akçakale yol kenarındaki tarım arazisinden alınan toprak örneklerinin kireç içeriği fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2-1.2. Yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, kireç ve Organik Madde

TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Mesafe	**pH**			**EC (µS cm)**			**% O. M.**			**KİREÇ**		
(m)												
	Sağ	**Sol**	**Ort.**	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**
0	7,84	8,10	7,97	0,601	0,738	0,669	1,60	1,20	1,40	25,82	24,79	25,30
2	7,92	7,89	7,90	0,589	0,617	0,603	1,40	1,10	1,25	24,36	24,91	24,63
15	7,95	7,91	7,93	0,746	0,571	0,658	1,70	1,60	1,65	22,88	23,65	23,26
40	7,93	7,95	7,94	0,425	0,535	0,480	1,10	1,50	1,30	20,67	21,57	21,12
Ort.	7,91	7,96		0,590	0,615		1,45	1,35		23,43	23,73	

Deneme tesadüf bloklarında bölünen parseller deneme desenine göre 0 –30 cm derinlikten alınan toprakların analiz sonuçlarına göre 2 yön (Sağ ve sol) x 4mesafe (0 – 2 – 15 – 40 m) x 4 tekerrür ile istatistik yapılmıştır ve istatistiksel olarak farklı bulunan gözlemlerin ortalamalarının karşılaştırılmasında $P<0.05$ olacak şekilde DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.Deneme verileri tesadüf bloklarında bölünen parseller deneme desenine göre 0 - 30 cm derinlikten alınan toprakların analiz sonuçlarına göre 1 derinlik (0-30) x 4 mesafe (0 – 2 – 15 – 40 m) x 8 tekerrür ile istatistik yapılmıştır ve istatistiksel olarak farklı bulunan gözlemlerin

ortalamalarınınkarşılaştırılmasında $P<0.05$ olacak şekilde DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Akçakale-Şanlıurfa karayolunun sağ ve sol kenarından alınan toprak örneklerinde kadmiyum (cd) konsantrasyonu incelendiğinde 1,2 ppm ‘den düşük olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır Aynı toprak örneklerinde, analiz sonuçlarına göre krom (cr) miktarları incelendiğinde, en düşük 5,6 ppm ve en yüksek 11,5 ppm şeklinde belirlenmiştir. Yoldan uzaklıklaşma mesafesine göre yapılmış olan analizlerin örnekleme alanının sağ, sol ve mesafe olacak şekilde en düşük ve en yüksek değerin sayısal verilerinin ortalamaları ise yine en yüksek 9,2 ppm en düşük 8,2 olarak belirlenmiştir. Yola yakınlık ile uzaklık mesafesine göre değerlendirildiğinde yoldan uzaklaştıkça krom içeriği artmıştır. Bingöl-Elazığ karayolunun yol kenarından alınan örneklerde 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.(Erdoğan, 2017)

Şanlıurfa Akçakale güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Cr içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.3’te verilmiştir. Toprakların toplam Cr içerikleri ileyapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyol Şanlıurfa Akçakale güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla)mesafeye göre toplam Cr içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cd ve Cr analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

mesafe	**Total Cd (ppm)**				**Total Cr (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**				**Yol Kenarı**			
	sağ	sol	ort	***P<0.05***	sağ	Sol	ort	***P<0.05***
0	<1,2	<1,2	<1,2		10,9	7	8,9	
2	<1,2	<1,2	<1,2		11,4	6,8	9,1	
15	<1,2	<1,2	<1,2		11,5	7	9,2	
40	<1,2	<1,2	<1,2		10,8	5,6	8,2	
Ort.	<1,2	<1,2		-	11,1	6,6		0. 628ns
P<0.05		3	-				0.386ns	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Akçakale-Şanlıurfa karayolunun sağ ve sol kenarından alınan toprak örneklerinde bakır (Cu) miktarları incelendiğinde en düşük 2,2 ppm ve en yüksek 4,7 ppm şeklinde belirlenmiştir. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılmış olan analizlerin örnekleme alanının sağ, sol ve mesafe olacak şekilde en düşük ve en yüksek değerin sayısal verilerinin ortalamaları ise yine 4,3 ppm olarak belirlenmiştir. Yola uzaklık mesafesine göre bakır oranında bir azalma olduğu saptanmıştır. Ahmad, (2017)'nin yapmış olduğu çalışmada Cu içeriği kirlilik kaynağından uzaklaştıkça 37.16 ppm, 28.97 ppm, 24.78 ppm olarak azalma göstermiştir.

Şanlıurfa Akçakale güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Cu içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.4'te verilmiştir. Toprakların toplam Cu içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyol Şanlıurfa Akçakale güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Cu içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cu analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

mesafe	Total Cu (ppm)			
(m)	Yol Kenarı			
	sağ	**sol**	**ort**	***P<0.05***
0	4,5	3,1	4,3	
2	4,6	2,9	3,5	
15	4,5	3,1	4,3	
40	4,7	2,2	3,4	
Ort.	4,5	2,8		0.453ns
P<0.05			0.791ns	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Karayolunun sağ ve sol kenarlarından alınan toprak örneklerinde analiz sonuçlarına göre nikel (Ni) miktarları incelendiğinde en düşük 32,5 ppm ve en yüksek 49,6 ppm şeklinde belirlenmiştir. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılmış olan analizlerin örnekleme alanının sağ, sol ve mesafe olacak şekilde en düşük ve en yüksek değerin sayısal verilerinin ortalamaları ise yine en yüksek 41,5 ppm en düşük 40,9 olarak belirlenmiştir. Yola uzaklık mesafesine göre değerlendirildiğinde yoldan uzaklaştıkça nikel içeriği artmıştır. Bingöl-Erzurum karayolu kenarından alınan örneklerde nikel (Ni) içerikleri tüm yönler ve yoldan uzaklıklara göre en düşük 30,1 ppm ile en yüksek 36,8 ppm olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara doğrultusunda uzaklığa göre nikel (Ni) içeriği azaldığı tespit edilmiştir.(Elaltuntaş, 2017)

Şanlıurfa Akçakale güzergahında otoyolun sağından vesolundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Ni içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Toprakların toplam Ni içerikleri ileyapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Akçakale güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Ni içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir

Aynı toprak örneklerinde analiz sonuçlarına göre manganez (Mn) miktarları incelendiğinde en düşük 66,7 ppm ve en yüksek 111,9 ppm şeklinde belirlenmiştir. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılmış olan analizlerin örnekleme alanının sağ, sol ve mesafe olacak şekilde en düşük ve en yüksek değerin sayısal verilerinin ortalamaları ise yine en yüksek 99,8 ppm en düşük 89,3 ppm olarak belirlenmiştir. Yola uzaklık mesafesine göre değerlendirildiğinde yoldan uzaklaştıkça nikel içeriği azalmıştır. Buna benzer yapılan çalışmada Bingöl-Diyarbakır karayolu kenarından alınan örneklerde mangan(Mn) içeriklerine bakıldığında en düşük 116 ppm ile en yüksek 131 ppm olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre yola yakınlık ve uzaklığa göre mangan (Mn) içeriğinn azaldığı tespit edilmiştir.(Erdoğan, 2017)

Şanlıurfa Akçakale güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Mn içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Toprakların toplam Mn içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Akçakale güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla)mesafeye göre toplam Mn içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ni ve Mn analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

mesafe	**Total Ni (ppm)**				**Total Mn (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**				**Yol Kenarı**			
	sağ	**sol**	**ort**	***P<0.05***	**sağ**	**Sol**	**ort**	***P<0.05***
0	44,3	37,5	40,9		102,5	81,9	92,2	
2	49,6	32,5	41,5		111,6	88	99,8	
15	49,3	32,5	40,9		109,8	84,9	97,3	
40	46,4	32,5	40,9		111,9	66,7	89,3	
Ort.	48,1	33,7		0.141ns	108,9	80,4		0.854ns
P<0.05			0.134ns				0.023*	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Akçakale-Şanlıurfa karayolunun sağ ve sol kenarından alınan toprak örneklerinde kurşun (Pb) miktarları incelendiğinde en düşük 4,7 ppm ve en yüksek 7,2 ppm şeklinde belirlenmiştir. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılmış olan analizlerin örnekleme alanının sağ, sol ve mesafe olacak şekilde en düşük ve en yüksek değerin sayısal verilerinin ortalamaları ise yine en yüksek 5,1 ppm en düşük 4,7 olarak belirlenmiştir. Yola uzaklık mesafesine göre bakır oranında bir azalma olduğu saptanmıştır. Kurşun kirlilik kaynağına göre değerlendirildiğinde kirletici olarak ciddi bir düzeyde kirlenme gözlemlenmemiştir. Ancak kurşun konsantrasyonu, kirletici kaynaktan uzaklaştıkça azalma meydana gelmiştir. Bu azalma 0.2 km, 2 km ve 10 km uzakta 21.22 ppm, 14.55 ppm, 10.42 ppm olarak azaldığı gözlemlenmiştir..

Şanlıurfa Akçakale güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Pb içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.6'te verilmiştir. Toprakların toplam Pb içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Akçakale güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Pb içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir

Aynı toprak örneklerinde analiz sonuçlarına göre çinko (Zn) miktarları incelendiğinde en düşük 37,8 ppm ve en yüksek 62 ppm şeklinde belirlenmiştir. Yoldan uzaklıklarına ve mesafeye göre yapılmış olan analizlerin örnekleme alanının sağ, sol ve mesafe olacak şekilde en düşük ve en yüksek değerin sayısal verilerinin ortalamaları ise yine en yüksek 53,6 ppm en düşük 48,3 olarak belirlenmiştir. Yola yakınlık ile uzaklık mesafesine göre değerlendirildiğinde yoldan uzaklaştıkça çinko içeriği azalmıştır. Yapılan bu çalışmaya benzer bir denemede Viranşehir-Kızıltepe arası karayolu kenarından alınan toprak örneklerinin çinko içerikleri bütün yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların ortalama Zn içeriklerine bakıldığında en düşük 0.14 ppm ile yola en uzak mesafede ve yola en yakın mesafede 0.32 ppm olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre yoldan uzaklaşma mesafesine bağlı olarak çinko konsantrasyonunda azalma gözlemlenmiştir. (Bilge, 2010)

Şanlıurfa Akçakale güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Zn içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.6'te verilmiştir. Toprakların toplam Zn içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Akçakale güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Zn içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli birfarkın bulunmadığı belirlenmiştir

Çizelge 4.6. Şanlıurfa Akçakale yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb ve Zn analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

mesafe	**Total Pb (ppm)**				**Total Zn (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**				**Yol Kenarı**			
	sağ	**sol**	**ort**	***P<0.05***	**sağ**	**Sol**	**Ort**	***P<0.05***
0	5,7	4,9	5,3		56,8	49	52,9	
2	7,2	5	6,1		59,9	41,6	50,7	
15	6,6	5,1	5,9		62	45,3	53,6	
40	6,9	4,7	5,8		58,9	37,8	48,3	
Ort.	6,6	4,9		0.613ns	59,4	43,4		0.495ns
P<0.05			0.592ns				0.683ns	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Şanlıurfa Diyarbakır istikametinin sağ ve sol olarak 2 farklı noktadan alınan toprak örneklerinin sağ taraftan alınan örneklere göre kum içerikleri sağ ve sol ortalaması mesafeye göre %24 ile %28 arasında değişmektedir. Silt içerikleri ise sağ sol ortalaması mesafeye göre ise %32 ile %35 arasında değişmektedir. Kil içerikleri sağ ve sol ortalaması mesafeye göre ise %37 ile %44 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Genel olarak toprak örneklerini incelediğinde bölge toprakları orta ince bünyeli, bünye sınıfı killi tın olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.7. Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre kum silt ve kil oranı

Bünye Analizi

Mesafe	**% Kum**			**% Silt**			**% Kil**		
(m)	**Yol Kenarı**			**Yol Kenarı**			**Yol Kenarı**		
	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.	Sağ	Sol	Ort.
0	23	25	24	30	34	32	47	41	44
2	31	22	26	33	32	32	36	46	41
15	27	29	28	35	30	32	38	41	39
40	30	26	28	35	35	35	35	39	37
Ort.	28	25		33	32		39	42	

Şanlıurfa Diyarbakır karayolu kenarındaki tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinin toprak özelliklerini incelemek amacıyla yapılan analiz sonuçlarına göre toprağın pH bakımından en yüksek 8,15 en düşük 7,69 olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre örneklerin aldığı toprak orta alkali olarak değerlendirilmiştir. Toprak örnekleri tuzluluk bakımından en yüksek 0,602 en düşük 0,525 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre örnek alınan bölge toprakları hafif tuzlu olarak değerlendirilmiştir. Diyarbakır yolu kenarındaki tarım arazilerinden alınan örnekleri organik madde bakımından incelediğimizde en yüksek 2,10 en düşük 1,70 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre örnek alınan bölge toprakları organik madde bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Aynı toprak örneklerinin kireç varlığını incelediğimizde en yüksek 31,51 en düşük 30,27 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre örnek alınan bölge toprakları çok fazla kireçli olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.8. Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ph, EC, kireç ve Organik Madde

	Toprak Özellikleri											
Mesafe	**pH**			**EC (µS cm)**			**% Organik Madde**			**Kireç**		
(m)	**Yol Kenarı**			**Yol Kenarı**			**Yol Kenarı**			**Yol Kenarı**		
	Sağ	**Sol**	**Ort.**	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**
0	7,69	7,92	7,80	0,578	0,584	0,581	1,80	1,70	1,75	30,27	32,51	31,39
2	7,83	8,01	7,92	0,525	0,579	0,552	1,70	1,80	1,75	30,86	32,43	31,64
15	7,98	8,15	8,06	0,561	0,581	0,571	1,90	2	1,95	31,25	31,68	31,46
40	7,85	7,96	7,90	0,602	0,563	0,582	2	2,10	2,05	31,63	30,71	31,17
Ort.	7,84	8,01		0,568	0,577		1,85	1,90		31,01	31,83	

Şanlıurfa Diyarbakır karayolu üzerinde şehrin bitiminde sağ ve sol olmak üzere tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinin yapılan ağır metal analiz sonuçlarına göre Kadmiyum (Cd) miktarı 1,2 den düşük olduğu için okunamayıp değerlendirmeye alınmamıştır.

Toprakta bulunan Krom (Cr) en yüksek oran 5,7 en düşük oran ise 2,7 olarak gözlemlenmiştir. Ortalamaları incelediğimiz zaman en yüksek ortalama 4,9 en düşük ise 3,4 olarak gözlemlenmiştir. Genel olarak incelediğimizde topraktaki Krom miktarı yoldan sağ ve sol yönde uzaklaşma mesafesine göre artış görülmektedir. Bingöl-Muş karayolu kenarında yapılan örnek bir çalışmada oldan 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.(Elaltuntaş, 2017)

Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Cr içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.9'te verilmiştir. Toprakların toplam Cr içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Cr içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cd ve Cr analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

Mesafe	**Total Cd (ppm)**				**Total Cr (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**				**Yol Kenarı**			
	Sağ	Sol	Ort.	***P<0.05***	Sağ	Sol	Ort.	***P<0.05***
0	<1,2	<1,2	<1,2		4,6	2,7	3,6	
2	<1,2	<1,2	<1,2		3,6	3,2	3,4	
15	<1,2	<1,2	<1,2		5,7	4,2	4,9	
40	<1,2	<1,2	<1,2		4,1	4,1	4,1	
Ort.	<1,2	<1,2		-	4,5	3,5		0.813ns
P<0.05			-				0.549ns	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Kara yolu kenarından alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre Bakır (Cu) miktarı 1,2 ile 5,7 arasında değişmektedir. Toprakta bulunan bakır miktarının ortalamaları en yüksek 4,1 olup en düşük 1,5 olarak gözlemlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre yoldan uzaklaşma mesafesine paralel olarak bakır miktarında artış gözlemlenmiştir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cu birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Sezgin ve ark. 2003; Möller ve ark. 2004).

Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Cu içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.10'te verilmiştir. Toprakların toplam Cu içerikleri ileyapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Cu içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Cu analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

Mesafe	**Total Cu (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**			
	Sağ	Sol	Ort.	***P<0.05***
0	1,9	1,2	1,5	
2	3,6	1,4	2,5	
15	5,7	1,5	3,6	
40	4,1	4,1	4,1	
Ort.	3,8	2,1		0.472ns
P<0.05			0.015*	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Şanlıurfa-Diyarbakır karayolu kenarından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre toprakta bulunan nikel (Ni) miktarı en yüksek 30,6 olup en düşük oran 15,5 olarak gözlemlenmiştir. Nikel konsantrasyonu ortalamalarını incelediğimizde en yüksek ortalama 25,9 en düşük ortalama 17,9 olarak gözlemlenmiştir. Genel olarak sonuçları değerlendirdiğimizde nikel miktarı yoldan uzaklaşma mesafesine göre artış olduğu belirlenmiştir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Ni birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Çınar ve Dilek, 2001; Tam ve ark. 1987).

Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Ni içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.11'te verilmiştir. Toprakların toplam Ni içerikleri ileyapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Ni içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir

Topraktaki manganez miktarı ile ilgili analiz sonuçlarını incelediğimiz zaman en yüksek oran 107,7 olup en düşük oran 44,3 olarak gözlemlenmiştir. Topraktaki manganez konsantrasyonunun ortalamalarını incelediğimizde oranının 86,2 ile 58,5

arasında değiştiği gözlemleniştir. Örnek alınan bölge topraklarının manganez konsantrasyonununda yoldan uzaklaşma mesafesine bağlı olarak azalma olduğu gözlemlenmiştir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cu birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Sezgin ve ark. 2003; Möller ve ark. 2004).

Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Mn içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.11'te verilmiştir. Toprakların toplam Mn içerikleri ileyapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Mn içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir

Çizelge 4.11. Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Ni ve Mn analiz sonuçları

	Ağır Metal Konsantrasyonu							
Mesafe	**Total Ni (ppm)**				**Total Mn (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**				**Yol Kenarı**			
	Sağ	**Sol**	**Ort.**	***P<0.05***	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**	***P<0.05***
0	20,1	16,1	18,1		77,8	44,7	61,2	
2	20,3	15,5	17,9		72,7	44,3	58,5	
15	30,6	21,3	25,9		107,7	64,8	86,25	
40	22,8	21,1	21,9		81,5	51,5	66,5	
Ort.	23,5	18,5		0.135ns	84,9	51,3		0.875ns
P<0.05			0.161ns				0.022*	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

Kara yolu kenarından alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre kurşun (Pb) miktarı 1,7 ile 24,7 arasında değişmektedir. Toprakta bulunan kurşun miktarının ortalamaları en yüksek 14,4 olup en düşük 1,2 olarak gözlemlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre yoldan uzaklaşma mesafesine paralel olarak kurşun miktarında artış gözlemlenmiştir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Pb birikiminin azaldığı bildirilmiştir.(Bilge, 2010)

Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Pb içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.13'te verilmiştir. Toprakların toplam Pb içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Pb içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir

Aynı toprak örneklerinde analiz sonuçlarına göre topraktaki çinko (Zn) miktarı en yüksek 67,9 olup en düşük miktar 23,5 olarak gözlemlenmiştir. Topraktaki çinko miktarının ortalamalarına bakıldığı zaman en yüksek oran 48,8 olup en düşük oran 37,5 olarak gözlemlenmiştir. Tüm verileri incelediğimiz zaman çinko konsantrasyonunda yoldan uzaklaşma mesafesine bağlı olarak azalma görülmektedir. 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.(Elaltuntaş, 2017)

Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında otoyolun sağından ve solundan uzaklaşarak alınan toprak örneklerinin toplam Zn içeriklerini belirten istatistiklere ait veriler Çizelge 4.13'te verilmiştir. Toprakların toplam Zn içerikleri ile yapılan varyans analizi sonuçlarına göre otoyolun Şanlıurfa Diyarbakır güzergahında yolun sağ – sol tarafı arasında ve otoyoldan uzaklaşan (dik açıyla) mesafeye göre toplam Zn içerikleri arasında istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir

Çizelge 4.13. Şanlıurfa Diyarbakır yol kenarından alınan topraklarda karayolu uzaklıklarına göre Pb ve Zn analiz sonuçları

Ağır Metal Konsantrasyonu

Mesafe	**Total Pb (ppm)**				**Total Zn (ppm)**			
(m)	**Yol Kenarı**				**Yol Kenarı**			
	Sağ	**Sol**	**Ort.**	***P<0.05***	**Sağ**	**Sol**	**Ort.**	***P<0.05***
0	4,1	1,7	2,9		56,4	24,3	40,3	
2	3,2	1,7	1,2		52,7	23,5	38,1	
15	6,1	2,6	2,4		67,9	29,7	48,8	
40	4,2	24,7	14,4		48,6	26,5	37,5	
Ort.	4,4	7,8		0.571ns	56,4	26		0.418ns
P<0.05			0.618ns				0.592ns	

ns: İstatistiksel olarak önemsiz. *: % 5 önem düzeyinde önemli. **: % 1 önem düzeyinde önemli

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dünya üzerinde gelişen teknoloji, artan nüfus ve birçok etkenden kaynaklı canlı döngüsünün ana karakterlerinden biri olan toprak maruz kaldığı ağır metal kirliliği önemli sorunlardan biridir. Gerekli önlemlerin alınmaması ve bu doğrultuda teknolojik üretim yapılmadığından bu sorun artarak devam etmektedir. Tarım arazilerinde ağır metal kirliliğine araçların egzoz gazları ve bu gazdan açığa çıkan parçacıklar, motor yağları ve araç lastiklerinin aşınmasıyla etrafa saçılan lastik parçacıkları kirliliğe sebep olmuştur.

Bu çalışmada Diyarbakır Şanlıurfa ve Akçakale Şanlıurfa karayolları kenarındaki tarım arazilerinin yapılan analiz sonuçlarına göre toprakta bulunan ağır metal konsantrasyonuna bakıldığında, değerlerin tümünde kabul edilebilir ağır metal sınırının altında olması, çalışma yapılan bölge topraklarında ciddi bir trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin olmadığını gözlemlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde çalışmada incelenen kurşun (Pb), çinko (Zn), manganez (Mn), krom (Cr), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) ve nikel (Ni) gibi ağır metal konsantrasyonları örnek alınan bölgede izin verilebilir değerlerden düşük olmasına karşın kurşun (Pb), çinko (Zn), manganez (Mn), klor (Cl), krom (Cr), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) ve nikel (Ni) gibi ağır metal konsantrasyonları karayolunun sağı ve solunda yoldan sağ ve sol yönde uzaklşma mesafesine doğru orantılı olarak azalma gözlemlenmiştir. Şanlıurfa Diyarbakır ve Şanlıurfa Akçakale karayolları sağ ve solundaki tarım arazilerinin trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin olmadığı yapılan çalışma ile ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak çevresel faktörlerden kaynaklı kurşun (Pb), çinko (Zn), manganez (Mn), krom (Cr), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) ve nikel (Ni) gibi ağır metallere maruz kalan toprak ve tarım ürünleri yüksek miktarda ağır metal birikebilir ve canlı döngüsüne zarar teşkil edebilir. Bu durum canlı döngüsü için tehlikelidir. Tarım alanlarında bitki üzerine birikerek tüketim sırasında insan vücuduna geçerek sağlık tehdit etmektedir. Çayır ve bozkırların olduğu bölgelerde, ağır metaller daha çok üst tabakada birikmektedir. Bu metaller otlanan hayvanlar tarafından toprak ve çayırdan doğrudan alınır. Hayvanlar için ve hayvansal gıda tüketen insanlar için tehlike içermektedir. Ağır metaller zehirlidir ve canlı bünyesinde toksik etki yapmaktadır.

Topraktaki canlılık etkileşimini olumsuz etkilemektedir. Ağır metaller toprakta uzun yıllar varlığını sürdürebilir. Bu çevresel sorunun önlenmesi ve azaltılması için ağır metal salınımı azaltılmalıdır. Bununla ilgili gerekli tedbirler alınmalı bu ağır metal kirliliği ve birikimini engellemenin en önemli 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).

Doğayı tüketen her türlü aktiviteyi canlının geleceğini düşünerek engellemek gerekmektedir. Bu kendimiz ve tüm canlılara karşı sorumluluğumuz olarak algılanmalıdır. Bu doğrultuda insanlar bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

ALBASEL, N. ve COTTONİE, A. 1985. Heavy metal contamination near major highways, industrialand urban areas in BelgianGrassland. Water, Airand Soil Pollution, 24: 103109

ALTWİCKER ER., CANTER, L.W., CHA, S. C., Chaung K.T., LİU, D.H.F., RAMACHANDIRAN G., RAUFER, R.K., REİST P.C., SANGER, A.R., TURK, A., WAGNER, C.P.,1999. Pollutants: Sorces, Effects, andDispersionModelling, Chapter 5, EnvironmentalEngineer'sHandbook, ed. D.H.F. Liu, B.G. Liptak, CRC Press LLC

BİLGE,U.2010.Viranşehir-Kızıltepe karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği.Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

CAN, B.DARENDE,B,N,.OCAK,S.,2018.,Hava ve toprakta ağır metal kirliliği.Ulusal çevre bilimleri araştırma dergisi.1(2):91-103.

ÇAĞLAK,S. ÖZLÜ, T. GÜNDÜZ, S.,2016. Şanlıurfa ili iklim özelliklerinin enterpolasyon teknikleri ile analizi.Uluslararası sosyal araştırmalar dergisi.9(45):360-372

ÇELİK A, KARTAL,A, AKDOĞAN,A, KAKSA,Y.2004.Determining theheavy metal pollution in Denizli (Turkey) byusingRobiniopseudoacacia L. Environment International 31: 105-112

ÇINAR, T. ve DİLEK, A., 2001. Determination Of Heavy Metals In Bio – Collectors As Indicator Of Environmental Pollution. Intern. J. Environ. Anal. Chem, 82: 321- 329

ÇİLALİ, E., 2012. Amasya-Tokat karayolu çevresinde doğal olarak yetişen kuşburnunda (Rosaspp) mesafeye bağlı olarak ağır metal kirliliğinin belirlenmesi.GaziosmanpaşaÜniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi

ÇÖMETEN, H., 2019. Trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin izlenmesinde sarıçam (Pinussylvestris L.) ibrelerinin biyomonitor olarak kullanılabilirliği.KastamonuÜniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi

DAŞDEMİR, A.,2015.İstanbul Avrupa Yakası otoban kenarlarındaki tarım arazilerinde ağır metal kirliliğinin araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

ELALTUNTAŞ, E.2017.Bilgöl ilini Erzurum Muş çevre illerine bağlayan karayolu kenarındaki tarım topraklarında motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği.Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

ERDOĞAN, S.2017.Bilgöl ilini Diyarbakır Elazığ çevre illerine bağlayan karayolu kenarındaki tarım topraklarında motorlu taşıtlardan kaynaklı ağır metal kirliliği.Bingöl Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü,Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

FATOKİ , S.,2002.Lead, cadmium zinc accumulation on soil and vegational ong somes elected major-roads of Eastern Cape. Intern. J. Environ. Studies 60(2): 199-204

HAKTANIR, K., ARCAK, S., ERPUL, G., 1995. Yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal birikimi. Engineering and Science 19: 423-431

JACKSON, M.L., 1958. Soilchemicalanalysis. EnglewoodCliffs, NJ: Prentice- Hall. Inc 27

KADİ MW., 2009. Soil pollution hazar dous to environment; A casestudy on the chemical composition and correlation to automobile traffic of the road side soil of Jeddahcity, SaudiArabia. JournalHazardousMaterials 168: 1280-1283

KAHVECİOĞLU Ö., KARTAL, G., GÜVEN, A., TİMUR, S., (2007) Metallerin Çevresel Etkileri–I. (erişim adresi: www.metalurji.org.tr /dergi /dergi 136 /d136_4753.pdf)

KARABAŞ,H., 2019. Toprak ve Sulardaki Ağır Metal Kirliliğinin Fitoremediasyon Yöntemiyle Giderilmesi.Apelasyon Dergisi,69.

MOHAMMED, M,M,D,. 2016.Süleymaniye-Kerkük, Süleymaniye-Arbat, ve Süleymaniye-Mergapan karayolu kenarında trafikten kaynaklı ağır metal kirliliği.Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

MÖLLER, A., MÜLER, H. W., ABDULLAH, A., ABDELGAWAD, G., UTERMAN, J., 2004. Urban soil pollution in Damascus Ghovta. Geoderma, 124: 63-71.

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

PAK, O., 2011.Kırklareli sınırların içerisindeki otoban kenarlarında bulunan tarım arazilerinde bazı ağır metal kirliliğinin araştırılması.Namık Kemal Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü.Yüksek lisans tezi

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

SEZGİN, N., ÖZCAN, H. K., DEMİR, G., NEMLİOĞLU, S., BAYAT, C., 2003. Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Đstanbul E-5 Highway. Environment International, 29: 973-985.

TAM, N. F. Y., LIU, W. K., WONG, M.H., WONG, Y.S., 1987, Heavy metal pollution in roadside urban parks and gardnes in hong kong. The Science of the Total Environment, 59: 325-328.

VAROL, Z., 2019.Tekirdağ Çerkezköy-Çorlu güzergahından geçen Çorlu Deresi suyunda ve yakın çevresi topraklarında ağır metal kirliliğinin araştırılması. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

YILDIZ, N., 2001.Toprak kirletici bazı ağır metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co ve Ni) belirlenmesinde kullanılan yöntemler.Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,32(2):207-213.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:**Rukiye OCA