

**E - 80 ULUSLARARASI KARAYOLUNUN
GÜRBULAK HUDUT KAPISI – ERZURUM
BÖLÜMÜNDE TOPRAKTA TRAFİK KAYNAKLI
AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ergün TATAR

Y. Lisans Tezi

Fizik Anabilim Dalı

Doç. Dr. İbrahim HAN

2014

Her Hakkı Saklıdır

**AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Y. LİSANS TEZİ

**E - 80 ULUSLARARASI KARAYOLUNUN GÜRBULAK HUDUT KAPISI
– ERZURUM BÖLÜMÜNDE TOPRAKTA TRAFİK KAYNAKLI AĞIR
METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ergün TATAR

FİZİK ANABİLİM DALI

**AĞRI
2014**

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

**E - 80 ULUSLARARASI KARAYOLUNUN GÜRBULAK HUDUT KAPISI – ERZURUM
BÖLÜMÜNDE TOPRAKTA TRAFİK KAYNAKLI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. İbrahim HAN danışmanlığında, Ergün TATAR tarafından hazırlanan bu çalışma .../.../2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Fizik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: *İmza* :

Üye : *İmza* :

Üye : *İmza* :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

.....
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Y. Lisans Tezi

E-80 ULUSLARARASI KARAYOLUNUN GÜRBULAK HUDUT KAPISI – ERZURUM BÖLÜMÜNDE TOPRAKTA TRAFİK KAYNAKLI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ergün TATAR

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İbrahim HAN

Bu çalışmada E-80 uluslararası karayolunun Gürbulak hudut kapısı – Erzurum arasında kalan kısmında trafik kaynaklı olarak toprakta meydana gelebilecek ağır metal kirliliği araştırılmıştır. Bunun için Gürbulak hudut kapısından Erzurum’a kadar olan güzergâh üzerinde seçilen 15 farklı yerden otoyola 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan 5 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır.

Toplanan örnekler gerekli işlemlerden geçirildikten sonra ICP – MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) ile örneklerdeki element (B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Ba, Au, Hg ve Pb) konsantrasyonları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar her bir nokta için trafik yoğunluğu ve çevre koşulları dikkat alınarak birbirleriyle karşılaştırılmış ve ağır metal birikimleri için kabul edilebilir sınır değerleri üzerinde bir kirliliğin oluşup oluşmadığı araştırılmıştır.

2014, 109 sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak, Trafik, Ağır Metal, ICP – MS, E-80

ABSTRACT

MS Thesis

DETECTING HEAVY METAL POLLUTION THAT EMITTED FROM TRAFFIC IN THE SOILS OF THE E-80 INTERNATIONAL HIGHWAY LINE BETWEEN GÜRBULAK BORDER ENTRANCE AND ERZURUM.

Ergün TATAR

Ağrı İbrahim Çeçen University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Physics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim HAN

In this study, it was investigated heavy metal pollution that emitted from traffic in the soils of the E-80 International Highway line between Gürbulak Border Entrance and Erzurum. The soil samples were taken from 15 different locations selected at distances of 0, 10, and 20 meter away from highway and at a depth of 5 centimeter.

After the necessary process the concentrations of the elements of (B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Ba, Au, Hg, and Pb) in the soil samples collected were determined by using ICP – MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry). Data obtained for each location was compared based on traffic density and environmental conditions and it was investigated whether or not pollution above acceptable limits for the heavy metals.

2014, 109 Pages

Keywords: Soil, Traffic, Heavy Metal, ICP – MS, E-80

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın planlanması-yürütölmesi sırasında bilgisi ve tecrübesi ile her konuda ve her zaman destek veren, yardımlarını esirgemeyen tezimin her aşaması ile yakından ilgilenen, manevi desteği ile her zaman yol gösterici olan Kıymetli Hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim HAN' a őükranlarımı arz ederim.

Çalıőmalarım esnasında laboratuvar imkânlarını sağlayan Ağrı İbrahim een Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvar Müdürlüğüne ve toprakların analizlerine katkılarından dolayı sayın Uzman Hülya GÖÇER' e çok teşekkür ederim.

Tüm çalıőmalarım esnasında ilgilerini ve manevi desteklerini esirgemeyen başta eőim Medine TATAR olmak üzere tüm aileme teőekkürlerimi sunarım.

Ergün TATAR

Nisan 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
GRAFİKLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	11
2.1. Toprak.....	11
2.1.1. Toprağın tanımı	11
2.1.2. Toprağın oluşumu	11
2.1.3. Toprağın yapısı	13
2.1.4. Toprak profili.....	16
2.1.5. Toprakta bulunan elementler	17
2.1.6. Toprak kirliliği, sebepleri ve etkileri	19
2.2. Ağır Metaller	21
2.2.1. Ağır metal çevre ilişkisi.....	22
2.2.2. Ağır metal canlı ilişkisi.....	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM	30
3.1. Çalışmanın Yapıldığı Bölge	30
3.2. Numunenin Çözünürleştirilmesi.....	31
3.2.1. Asitle çözünürleştirme	32
3.2.2. Eritişle çözünürleştirme	35
3.3. Analizin yapılması	37
3.3.1. İndüktif Eşleşmeli Plazma – Kütle Spektrometre (ICP-MS)	37
3.3.2. ICP – MS in temel bileşenleri.....	42
3.4. Toprak Örneklerin Toplanması.....	44

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	48
4.1. B (Bor) İçin Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma.....	52
4.2. Al (Alüminyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	55
4.3. V (Vanadyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	57
4.4. Cr (Krom) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	60
4.5. Mn (Mangan) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	63
4.6. Fe (Demir) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	66
4.7. Ni (Nikel) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	69
4.8. Cu (Bakır) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	72
4.9. Zn (Çinko) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	75
4.10. As (Arsenik) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	78
4.11. Se (Selenyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	80
4.12. Mo (Mobilden) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	82
4.13. Cd (Kadmiyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	84
4.14. Sb (Antimon) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	87
4.15. Ba (Baryum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	90
4.16. Au (Altın) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	93
4.17. Hg (Civa) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma	95
4.18. Pb (Kurşun) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma.....	98
5. SONUÇ	101
KAYNAKLAR.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	110

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
Al	Alüminyum
As	Arsenik
Au	Altın
B	Bor
Ba	Baryum
Cd	Kadmiyum
CO ₂	Karbondioksit
Cr	Krom
Cu	Bakır
F	Flor
Fe	Demir
Hg	Civa
ICP - MS	İndüktif Eşleşmeli Plazma - Kütle Spektrometre
ICP - OES	İndüktif Eşleşmeli Plazma - Optik Emisyon Spektrometresi
K	Potasyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Sb	Antimon
Se	Selenyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Toprağın temel yapı maddelerinin yüzdelik dağılımları	14
Şekil 2.2. Toprağın tabakalarının genel görünümü.....	17
Şekil 2.3. Ağır metallerin doğaya yayılması	23
Şekil 2.4. Biyolojik olarak önemli olan elementler	25
Şekil 2.5. Canlı için gerekli elementlerin konsantrasyonu ile sağlık arasındaki ilişki.	26
Şekil 2.6. Yaşamsal ve yaşamsal olmayan elementlerin konsantrasyonu bağlı olarak ağır metallerin etkileri	27
Şekil 2.7. Ağır metalin insan vücuduna etkisi	28
Şekil 3.1. 2012 yılı yıllık ortalama günlük trafik değerleri.....	31
Şekil 3.2. ICP - MS’de elementlerin gözlenebilir sınır değerleri	41
Şekil 3.3. ICP - MS cihazı şematik gösterimi	42
Şekil 3.4. Kullandığımız ICP – MS cihazı.....	42
Şekil 3.5. Toprak numunelerinin alındığı noktalar	44
Şekil 3.6. Toprak toplama kabı	45
Şekil 3.7. Hassas terazide toprak ölçümü.....	45
Şekil 3.8. Teflon kaba asit eklenmesi.....	46
Şekil 3.9. Teflon kabın sıkıştırılması	46
Şekil 3.10. Mikrodalga fırın	46
Şekil 3.11. Numune seyreltme işlemi	47
Şekil 3.12. ICP – MS ile analizlerin yapılması	47

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 3.1. ICP- MS in kullanım alanları.....	38
Grafik 4.1. B için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	53
Grafik 4.2. B' un kalibrasyon grafiği.....	54
Grafik 4.3. Al için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	56
Grafik 4.4. Al' un kalibrasyon grafiği	56
Grafik 4.5. V için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	58
Grafik 4.6. V' un kalibrasyon grafiği	59
Grafik 4.7. Cr için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	61
Grafik 4.8. Cr' un kalibrasyon grafiği	62
Grafik 4.9. Mn için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	64
Grafik 4.10. Mn' ın kalibrasyon grafiği.....	65
Grafik 4.11. Fe için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	67
Grafik 4.12. Fe' in kalibrasyon grafiği	68
Grafik 4.13. Ni için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	70
Grafik 4.14. Ni' in kalibrasyon grafiği	71
Grafik 4.15. Cu için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	73
Grafik 4.16. Cu' ın kalibrasyon grafiği	74
Grafik 4.17. Zn için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	76
Grafik 4.18. Zn' nun kalibrasyon grafiği.....	77
Grafik 4.19. As için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	79
Grafik 4.20. As' in kalibrasyon grafiği.....	79
Grafik 4.21. Se için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	81
Grafik 4.22. Se' un kalibrasyon grafiği	81
Grafik 4.23. Mo için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	83
Grafik 4.24. Mo' in kalibrasyon grafiği.....	83
Grafik 4.25. Cd için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.....	85
Grafik 4.26. Cd' un kalibrasyon grafiği.....	86

Grafik 4.27. Sb için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	88
Grafik 4.28. Sb' in kalibrasyon grafiği	89
Grafik 4.29. Ba için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	91
Grafik 4.30. Ba' un kalibrasyon grafiği	92
Grafik 4.31. Au için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	94
Grafik 4.32. Au' n kalibrasyon grafiği	94
Grafik 4.33. Hg için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	96
Grafik 4.34. Hg' nm kalibrasyon grafiği	97
Grafik 4.35. Pb için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi	99
Grafik 4.36. Pb' un kalibrasyon grafiği	100

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Mikroorganizmaların topraktaki dağılımları.....	15
Çizelge 2.2. Topraktaki makro ve mikro element dağılımları	18
Çizelge 2.3. Toprakta bulunabilecek ağır metaller için sınır değerleri	19
Çizelge 3.1. Çalışma yaptığımız bölgeden geçen günlük taşıt sayıları.....	31
Çizelge 3.2. Kimyasal reaksiyonların olmadığı çözme işlemleri.....	35
Çizelge 3.3. Bazı eritici reaktifler	36
Çizelge 3.4. Bazı elementler için ICP-MS gözlenebilme sınırı	39
Çizelge 4.1. Çalışılan elementlerin fiziksel özellikleri	48
Çizelge 4.2. Yol kenarından (0 m) alınan toprak örnekler için ICP-MS ile analiz sonuçları	49
Çizelge 4.3. Yoldan 10 metre mesafeden alınan toprak örnekler için ICP-MS ile analiz sonuçları	50
Çizelge 4.4. Yoldan 20 metre mesafeden alınan toprak örnekler için ICP-MS ile analiz sonuçları	51
Çizelge 4.5. Analiz edilen örneklerde B için elde edilen konsantrasyonlar.....	52
Çizelge 4.6. Analiz edilen örneklerde Al için elde edilen konsantrasyonlar	55
Çizelge 4.7. Analiz edilen örneklerde V için elde edilen konsantrasyonlar	57
Çizelge 4.8. Analiz edilen örneklerde Cr için elde edilen konsantrasyonlar	60
Çizelge 4.9. Analiz edilen örneklerde Mn için elde edilen konsantrasyonlar.....	63
Çizelge 4.10. Analiz edilen örneklerde Fe için elde edilen konsantrasyonlar	66
Çizelge 4.11. Analiz edilen örneklerde Ni için elde edilen konsantrasyonlar	69
Çizelge 4.12. Analiz edilen örneklerde Cu için elde edilen konsantrasyonlar.....	72
Çizelge 4.13. Analiz edilen örneklerde Zn için elde edilen konsantrasyonlar.....	75
Çizelge 4.14. Analiz edilen örneklerde As için elde edilen konsantrasyonlar.....	78
Çizelge 4.15. Analiz edilen örneklerde Se için elde edilen konsantrasyonlar	80
Çizelge 4.16. Analiz edilen örneklerde Mo için elde edilen konsantrasyonlar.....	82
Çizelge 4.17. Analiz edilen örneklerde Cd için elde edilen konsantrasyonlar.....	84

Çizelge 4.18. Analiz edilen örneklerde Sb için elde edilen konsantrasyonlar	87
Çizelge 4.19. Analiz edilen örneklerde Ba için elde edilen konsantrasyonlar	90
Çizelge 4.20. Analiz edilen örneklerde Au için elde edilen konsantrasyonlar	93
Çizelge 4.21. Analiz edilen örneklerde Hg için elde edilen konsantrasyonlar	95
Çizelge 4.22. Analiz edilen örneklerde Pb için elde edilen konsantrasyonlar	98

1. GİRİŞ

Çevre, canlı gelişimini sağlayan ve canlıların sürekli olarak etkileri altında bulunan fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal faktörlerin birleşimidir. Canlıların her türlü etkileri sonucu, ekolojik dengenin bozulması ve aynı etkenlere bağlı olarak ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların meydana getirdiği kötü sonuçlara ise çevre kirliliği denir (Keleş 2007). Hızlı kentleşme, modern teknoloji ve artan enerji ihtiyacının sonucunda çevreye yayılan eser elementler, canlı hayatında önemli yeri olan hava, su ve toprağın kirlenmesine sebep olmaktadır (Deveciler 2005). Eskiden güç ve enerji elde etmek için kullanılan kaynakların azlığı toprakta ve diğer çevre faktörlerinde herhangi bir kirlenmeye sebep olmazken günümüzde nüfustaki artış ve endüstrileşmedeki hızlı artışa bağlı olarak topraktaki kirlilik artmaya başlamıştır. Toprak kirliliği ise tüm canlıları etkilemekte ve besin zincirinin son halkası olan insanları da ciddi anlamda tehdit etmektedir (Türkoğlu 2006).

Teknolojik gelişmelerin sanayileşme ve sosyal yaşamdaki zenginliğin insanlığa kazandırdığı sayısız faydalarının yanı sıra zararlı ve ekolojik dengeyi bozan etkileri de söz konusudur. Bu olumsuz etkenlerden biri olan ağır metal kirliliği her geçen gün giderek artmaktadır. Bu metallerin büyük bir bölümü biyolojik ortamda birikebilmekte ve çeşitli yollarla geçtikleri canlıların bünyesinde etkili dozlarında yoğunlaşarak ciddi hastalıklara hatta ölümlere bile yol açabilmektedir. Eser miktarları bile zehirlenmelere sebep olabilen metaller arasında; Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, V ve Zn gibi ağır metaller yer almaktadır (Karataş 2004).

Çevre kirliliğinin ulaştığı seviyeyi anlamak için en önemli gösterge topraktaki ağır metal seviyesidir. Çünkü ekolojide en zor ve en son kirlenen topraktır. Ağır metal kirliliğinin artmasının en önemli faktörleri fosil yakıtlar, trafik, madencilik, tarım ve ormancılıkta kullanılan gübreler, pestisitler vb. evsel ve sanayi kaynaklı atıklardaki artışlardır (Tolunay ve Bayçu 2009).

Dünyada ve ülkemizde ağır metal kirliliği nedenleri, seviyesi, etkileri ve alınabilecek tedbirler üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Belçika' nın Bürüksel - Ostend ve Antwerp - Ghent arasında bulunan karayollarından ve sanayi bölgesine yakın yerleşim alanlarından toprak ve çim örnekleri toplayarak Zn, Cu, Mn ve Pb konsantrasyonlarını tespit edilmiştir(Albasel ve ark. 1985). Sonuç da karayollarından alınan örneklerde Zn, Pb ve Mn konsantrasyonunun belirlenen değerlerin üzerinde çıktığı Mn nin Zn ve Pb oranla daha az konsantrasyonda olduğu ve karayolundan uzaklaştıkça konsantrasyonun azaldığını, yerleşim alanlarından alınan örneklerde Cu, Zn ,Pb ve Mn konsantrasyonunun belirlenen değerlerin üzerinde çıktığı, Mn nin ise Cu, Zn ve Pb ye göre daha az konsantrasyonlarda olduğunu yani karayollarından ve yerleşim alanlarından alınan örneklerde bir kirlenmenin söz konusu olduğu belirtilmiştir.

Bayçu (1992) saatte 2400 taşıtın geçtiği Edirne kapı – Atatürk hava limanı kavşağı (Çobançeşme) arasındaki karayolunun 20 km' lik kısmından 10 farklı noktadan A. Altissima (Kokarağaç) yaprakları ve A. Altissima ağacının iz düşümündeki toprak yüzeyinden 0 - 5 cm derinlikte örnekler alarak birinci çalışmasını yapmıştır. İkinci çalışmasını A. Altissima bitkisi tohumunu iklim odası koşullarında Cd konsantrasyonu uygulayarak yetiştirdiği A. Altissima' nın ağır metale karşı gösterebileceği semptomları incelemiştir. Doğal ortamdan toplanan toprak ve yapraklarda yoğun trafiğin olduğu otoyol ve çevredeki fabrikalara yakın olan bölgelerde Cd ve Pb miktarı diğer bölgelere göre fazla olduğu saptamıştır. Cd konsantrasyonunun toprağa nispeten yaprakta daha fazla bulunduğunu söylemiştir. İklim odasında yetiştirilen A. Altissima' ın fidelerine Cd uygulaması yapılmış kadmiyum birikimi büyükten küçüğe kök, gövde ve yapraklar olarak sıralamıştır. A. Altissima' a farklı Cd konsantrasyon uygulamasında damarlar arası hafif kloroz, bazı yaşlı yaprakların sararıp düşmesi yada uçlarında kuruyup kıvrılması, gövde internodyumlarının kısalması ve gövde büyümesinde indirgenme, yüksek konsantrasyonun olduğu A. Altissima da bazı yapraklarda sarı-kahve beneklerle bileşik yaprak oluşumu ve yaprak yüzeylerinde küçülme olduğu gözlemlemiştir.

Konya şehir merkezinde trafiğin yoğun olduğu park ve bazı yollardan 5 farklı ağaç türü (*Fraxinus excelsior* L., *Cedrus libani* A. Richard, *Platanus orientalis* L., *Thuia orientalis* L. ve *Aesculus hippocastanum* L.) ve Konya – Afyon çevre yolundan iki farklı bitki örnekleri (*Centaurea virgate* Lam. ve *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.) Desv.) toplayarak örneklerdeki Pb konsantrasyonlarını tespit etmiştir. Sonuç da şehir merkezindeki iki farklı noktada ve çevre yolu üzerindeki noktada yola yaklaştıkça Pb konsantrasyonunun arttığı bildirilmiştir (Şanda 1993).

Ankara – Eskişehir karayolu üzerindeki dört şeritli bulvarın her iki tarafından yola uzaklıkları 2, 10, 40 ve 500 metre mesafelerde 0 - 5 cm ve 5 - 15 cm derinlikten toprak örnekleri alarak çalışma yapılmıştır (Haktanır ve ark. 1995). Alınan toprak örneklerinde Pb, Cd ve Cu konsantrasyonlarının yoldan uzaklaştıkça ve derine indikçe azaldığı Cd ve Pb konsantrasyonlarını kıyasladıklarında Cd konsantrasyonunun Pb konsantrasyonundan çok daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Kılıçel (1996) Van şehir merkezinden yılın dört mevsiminde (Ocak, Mart, Haziran, Eylül) dokuz farklı noktadan ve şehir merkezi dışarısında iki farklı noktadan yüzeyden 10 – 15 cm derinlikte 44 örnek alarak Pb, Cd, Ni, Mn, Zn, Bi, Co ve Cu konsantrasyonlarını tespit etmiştir. Şehir merkezinden alınan örneklerde çevreye ve canlı sağlığına Pb, Cd, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonunun toksik etki edecek seviyede olduğu, Ni, Bi ve Co konsantrasyonlarının kirlilik oluşturabilecek seviyede olmadığını gözlemlemiştir.

Şişman (1999) tarafından Sapanca TEM otoyolu civarında bulunan topraklarda ağır metallerin (Pb, Cu, Zn, Ni, Cr ve Cd) konsantrasyonlarını araştırılmıştır. Numuneleri on bir ay boyunca iki ayda bir olmak üzere, otoyoldan 3, 10, 15 ve 20 metre uzaklıktan alarak çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda bazı noktalarda Pb ve Cu oranının belirlenen sınır değerlerin üzerinde, Zn, Ni ve Cr' un dünya standartlarının (max. 780 mg/kg) altında olduğu tespit etmiştir. Kadmiyum için nicel değerler elde edilememiş ve genel anlamda ciddi bir metal kirliliğinin olmadığını vurgulamıştır.

Trafikten kaynaklanan bitkilerdeki ağır metal kirliliğini tespit etmeyi amaçlayan bir diğer çalışma Madrid şehir merkezinde yetiştirilen *Petunia hybrida* L. bitkisinin üzerinde yapılmıştır (Casellas ve ark. 2002). Çalışma sonucunda *Petunia hybrida* L. bitkisinin kök ve yaprakları tarafından Fe, Al, Ni ve Pb emildiği kanaatine varılmıştır.

Özcan ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada İstanbul il sınırları içerisinde bulunan ve trafiğin en yoğun olduğu E - 5 karayolunun Avrupa yakasındaki Avcılar-Topkapı arasında kalan kısmında Mayıs 1999 ve Mart 2002 de yaklaşık 18 km lik mesafeden 13 ana bölge olmak üzere toplam 20 farklı noktadan 0,5 kg miktarında cadde tozu toplamışlardır. İncelemeler sonucunda Ni hariç Pb, Cu, Mn, Zn ve Cd metallerin toprakta bulunma sınırını aştığı, Pb, Cu ve Zn konsantrasyonların toprakta olması gereken maksimum konsantrasyonlardan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum konsantrasyonların aşıldığı noktalar da yoğun yerleşim bölgelerinin, küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşlarının bulunduğu ve araç yoğunluğunun diğer noktalara nazaran fazla olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Trakya Bölgesi Istranca dağlarının Kuzey-Güney kısımları arasında kalan 20x20 km² , lik yerleşim alanında, tali yollara en az 100 metre ve ana yola en az 500 metre uzaklıkta 17 farklı noktadan karayosunu, liken, çam iğnesi, çam kabuğu ve meşe kabuğu örnekleri toplayarak çalışma yapılmıştır (Belivermiş 2004). Sonuçlarda Cd konsantrasyonu değerlerinin Avrupa da ölçülen Cd konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğunu, Istranca dağlarının Kuzey yamaçlarında ağır metal birikiminin Güney yamaçlardaki ağır metal birikiminden fazla olduğu söylenmiştir.

Nasrudi ve ark. (2004) Macaristan M-3 otoyolu kenarından mera bitkileri ve yosun örneklerini 5, 10, 25, 50 ve 100 metre aralıklarla toplayarak örneklerdeki Pb, Zn ve Cd konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. ICP spektrofotometre ile ölçüm yapılarak 5m ve 10 m mesafelerinden alınan örneklerde konsantrasyon değişikliğinin olmadığını, ağır metal konsantrasyonunun mera bitkilerine göre yosunlarda daha yüksek olduğunu, örneklerin ölçülen değerlerin Macaristan standartlarının maksimum konsantrasyon değerlerini aşmadığını belirtmişlerdir.

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinin yakınından geçen yapımı henüz tamamlanmamış batı çevre yolunda Deveciler (2005) tarafından yapılan çalışmanın amacı ilerleyen süreçte çevre yolunda motorlu taşıtlara bağlı olarak ağır metal kirliliğinin olup olmayacağını tespit etmektir. Bu amaçla toprak örneklerini yüzeyden 0 – 30 cm derinlikte Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlardan 25 adet ve bahçe bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlardan 5 adet olmak üzere toplam 30 adet toprak toplanmıştır. İncelemeler neticesinde örneklerin tamamında Cu, Co, Cd, Zn ve Pb konsantrasyonları ölçülmüş ve belirtilen sınır değerlerin altında olduğunu dile getirmiştir.

İstanbul Anadolu yakasında trafik kaynaklı ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla ana arterlerde ve otoyol kenarında 20 farklı noktadan yüzeye 0 – 2 cm derinlikten toprak örneği ve yol kenarlarından toz örnekleri olarak bir çalışma yapılmıştır (Güney 2006). Ölçümler sonucunda ciddi düzeyde ağır metal kirliliği olduğunu gözlemlemiştir.

Tosyalı (2006) Pendik - Levent arasındaki E – 5 otoyolundan yol tozlarını alarak ağır metal kirliliği araştırılmıştır. Otoyolun altı farklı yerinden ve trafik olmayan bir kontrol noktasından elli numuneyi dört ay da iki haftada bir olmak üzere toplamıştır. Araştırma sonucunda numunelerde Pb, Ni, Cd ve Cu gibi ağır metallerin iyon miktarlarını araç sayısı ile orantılı olarak arttığını bildirmiştir.

Konya da yapılan bir diğer çalışmayı Keleş (2007) şehir merkezinden 3 farklı noktadan ve Konya'yı İstanbul, Ankara, Aksaray, Karaman, Antalya ve Bolu ya bağlayan şehirlerarası karayolundan 6 farklı noktadan, çam ağaçlarının taze filizlerini ve toprak örnekleri toplayarak ağır metal kirliliğini (Pb, Zn, Cu, Co ve Ni) araştırmıştır. Sonuçta Pb, Cu ve Co' nun topraktaki konsantrasyonu ile bitkideki konsantrasyonu karşılaştırıldığında topraktaki Pb, Cu ve Co konsantrasyonunun fazla olduğunu, topraktaki ağır metal kirliliğinin fazla görüldüğü noktalarda ise trafiğin yoğun olduğu kavşaklar ve trafik lambalarının olduğunu tespit etmiştir.

Demir (2008) tarafından yapılan çalışmada İstanbul Sarıyer ilçesi Büyükdere caddesinden (Hacıosman yolu olarak da adlandırılan bölgeden) iki ağaç türü (Pinus nigra – Karaçam ve Pinus pinaster – Sahil çamı), 10 farklı noktada yüzeyden 0 - 5 cm derinlikte yaklaşık 500 gr toprak numunesi ve ayrıca trafik yoğunluğunun olduğu 10 farklı yeşil alandan çim örnekleri alarak ağır metal kirliliği araştırmıştır. Sonuçta toprak örneklerinde Cr, Pb, Cd, Ni ve Zn konsantrasyonunun kirlilik arz edecek düzeyde olmadığı, Cu konsantrasyonunun kirlilik seviyesini geçtiğini, ağaç örneklerinde Cr konsantrasyonunun ağır metal kirliliği oluşturduğu ama Cd, Cu, Zn, Pb ve Ni konsantrasyonunun kirlilik derecesinde olmadığını ve çimlerde genel olarak Cr konsantrasyonunu hariç diğer ağır metallerin zararlı konsantrasyonlarda olmadığını tespit etmiştir. Fakat çim örneklerinin alındığı yeşil alanların 15 günde bir belediye işçileri tarafından biçildiği bundan dolayı da çim örneklerinde ağır metal konsantrasyonunu tespit edecek kadar yeterli zamanın geçmediğinin yorumunu yapmıştır.

Kocabaş (2008) Edirne şehir merkezinde yol kenarından mevsime göre sekiz ayrı bölgeden yola 1, 5 ve 10 metre mesafelerde yüzeyden 0 – 10 cm ve 10 – 30 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak örneklerdeki As, Cd, Pb, Fe, Hg, Mn, Cu, Ni, Cr ve Zn konsantrasyonlarını tespit etmiştir. Sonuçlar da bazı istisnalar haricinde trafik kaynaklı metallerin çevre kirliliğine sebep olduğunu ortaya koymuştur.

Karayolu taşımacılığında kaynaklanan havadaki ağır metal kirliliğinin tavuk yumurtaları üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla Erzincan – Tercan ilçesi arasındaki karayoluna 0 - 250m, 251 - 500m, 501 - 750m, 751 – 1000 m ve 1000 m uzaklıktaki köylerden topladığı yumurtalarda çalışma yapmıştır (Akmaz 2009). Çalışma sonucunda karayolundan alınan örneklerin uzaklık ile ağır metal içerikleri arasında istatistikî bir ilişki saptayamamış ve trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin yumurta içeriğine etkisinin önemsiz olduğunu ve insan sağlığına zarar verebilecek sınırların altında olduğunu gözlemlemiştir.

Erzurum şehir merkezinde trafik ve hava kirliliğinin yoğun olduğu 11 ayrı bölgeden gelişimini tamamlamış sarıçam bitkisi ve yüzeyden 20 cm lik derinlikte toprak numunesi olarak örneklerdeki Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb ve Ni konsantrasyonlarını tespit etmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda 100. Yıl parkından alınan toprak örneklerinde Fe, Cu ve Zn konsantrasyonunun normal seviyenin üzerinde olduğu ve sarıçam bitkisinde ise bitkinin yüzey kısmına bulaşan Fe, Cu, Zn, Pb ve Ni nin toksik düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Ağır metal salınımının ve emisyonunun genel olarak yüksek görüldüğü yerlerin kavşaklar olduğunu söylenmiştir (Bayar 2009).

Toprağın kalitesini belirlemeyi amaçlayan Chen ve ark. (2005) Çin' in Pekin şehir merkezinde bulunan 30 farklı kent parklarından toprak örnekleri olarak Cu, Zn, Pb ve Ni konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Sonuçlarda Cu ve Pb konsantrasyonunun kirlilik seviyesinin üzerinde, Zn konsantrasyonunun kirlilik seviyesinin altında olduğu ve Ni konsantrasyonunun kirlilik oluşturacak seviyede olmadığını belirlemişlerdir.

Karayolu taşımacılığında kaynaklanan topraktaki ağır metal kirliliğini belirlemeyi amaçlayan bir diğer çalışma 2009 yılında Kapıkule sınır kapısından başlayıp İstanbul' da son bulan TEM otoyolunun Edirne ili sınırları içerisinde yer alan kuzey ve güney istikametindeki verimli tarım arazilerin de yapılmıştır (Sarı 2009). Toprak numuneleri 2,5 km mesafelerle yolun sağından ve solundan, toprak yüzeyinden 0 - 30 cm derinlikte yaklaşık 1 kg ağırlığında 56 adet toplamıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre karayolu taşımacılığında kaynaklanan Pb ve Cu kirliliğinin mevcut olduğu, Cd kirliliğinin ise tehdit boyutunda olmadığını bildirmiştir.

1999 Mayıs ve Eylül aylarında İstanbul' un 10 farklı noktasından ve toprak yüzeyinin 0 - 5 cm ve 20 - 25 cm derinliğinden 104 toprak numunesi olarak gerçekleştirilen çalışmada numunelerdeki Cd, Pb, Zn ve Ni konsantrasyonlarını tespit edilmiştir. Pb, Zn ve Ni konsantrasyonlarının ilkbahara nispeten sonbahar da fazla olduğu ayrıca Pb ve Zn ile toprakta ağır metal kirliliğinin başladığı bildirilmiştir (Tolunay ve ark. 2009).

Ağır metal kirliliğinin yoldan uzaklaştıkça değişip değişmediğini belirlemeği amaçlayan Bilge (2010) Mardinin Viranşehir – Kızıltepe kesimindeki (eski ipek yolu) karayolunda 2 km aralıklarla yolun her iki yönünde 6 farklı bölgeden yol kenarına 0, 15, 30 ve 60 metre uzaklıklarda ve 0 - 15 cm derinlikte dört defa tekrarlamalı olmak üzere toplam 96 toprak örneğinde analiz yapmıştır. Analiz neticesinde karayolundan uzaklaştıkça Zn hariç Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu konsantrasyonlarının azaldığını söylemiştir.

Özbek (2010) İstanbul'da toprakta ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için, Avrupa yakasından 4 ve Anadolu yakasından 6 farklı nokta olmak üzere belirlenen 10 farklı noktadan toprak numunesi almıştır. Toprak numunelerini toprak yüzeyinden 0 - 20 cm derinlikten yaklaşık 1 kg (taş, çakıl, bitki örtüsü vb. temizlendikten sonra) toplamıştır. Çalışma neticesinde toprak numunelerinin pH değerlerinin 7,30 – 8,23 arasında değiştiği, sınıflandırma yapıldığında nötr, hafif alkali ve orta alkali bir yapıya sahip oldukları gözlemlenmiştir. Toprak numunelerinde ağır metal miktarının yer yer sınır değerlerini aştığı ve toprak kirliliğinin başlangıç seviyesinde olduğunu belirtmiştir.

Şehir tozlarında ağır metal kirliliğini belirlemeyi amaçlayan Kabadayı (2010) Samsun şehir yerleşiminin en yoğun olduğu sahil yolu boyunca 52 farklı bölgeden farklı zamanlarda toplam 4 kez toz numunesi alarak çalışmasını yapmıştır. Sonuçlarda sanayi tesislerinin olduğu bölgelerde diğer bölgelerle kıyaslandığında ağır metal kirliliğinin yüksek olduğunu ve 52 farklı bölgeden alınan toz numunelerin metal seviyesine bakıldığında endüstriyel faaliyetler ve trafiğin yoğun olduğu bölgeler olduğunu saptamıştır.

İstanbul Avrupa yakası D - 100 karayolunun Avcılar - Eyüp Belediyeleri arasında kalan 22 km' lik kısmında 9 farklı bölgede *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus, *Cupressus sempervirens* L. Pulsu ve *Pinus nigra* Arn. Ssp *pallosiana* (Lamb) Halmböe türlerinden oluşan 52 bitki örneği toplamıştır. Örnekleri karayoluna 2 - 10 m ve 50 - 100 m mesafelerde iki farklı noktadan yerden 2 - 2,5 m yükseklikteki ağaçlardan alarak araştırmasını yapmıştır (Kartal 2010). Araştırma sonucunda bitkilerde konsantrasyon birikimini $Ni > Cu > Pb > Cr > Cd$ şeklinde sıralamış Pb, Cd ve Cu nun toksik bir etki

veya kirlilik düzeyde olmazken Ni ve Cr nin sanayi bölgesine yakın alanlarda ve trafik yoğunluğunun olduğu yerlerde konsantrasyon artışının olduğu bildirmiştir.

Ardışık ekstraksiyon yöntemini kullanarak yapılan çalışmanın amacı toz numunelerindeki eser elementlerin alınabilirliği ve hareketliliğini belirlemektir. Ağustos 2010 da Sakarya – D - 100 karayolunun Adapazarı – Sapanca arasından 24 tane cadde tozu numunesi olarak ağır metallerin derişimlerini (Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, V, Sr, Ba ve Fe) ICP – OE ve taramalı elektron mikroskobu ile tespit etmiştir. Cadde tozlarında toplam derişim yüzdeleri olarak sıralamasını $Zn > Cd > Sr > Mn > Ba > Cu > Cr > Pb > Ni > V > Co$ olarak belirtilmiş, Cd, Sr ve Zn nin hareketlilik olarak en yüksek metaller olduğu söylenmiştir (İsen 2011).

Odat ve ark. (2011) Sudi Arabistanın Hail kentinin orta kesiminde bulunan karayollarında toprak yüzeyden 0 – 10 cm ve 10 – 20 cm derinlikte toprak örnekleri olarak Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Co, V ve Hg konsantrasyonları tespit etmiştir. Sonuçlarda yüzeyden derine indikçe kirliliğin azaldığı ve Cd, Pb, Zn, Cr ve C unun konsantrasyonunun yüksek olduğunu vurgulamıştır.

İstanbul’u Yunanistan’a ve Bulgaristan’ a bağlayan TEM otoyolunun Kırklareli il sınırları içerisinde kalan bölümünde yol kenarlarındaki tarım arazilerinde ağır metal konsantrasyonunu araştırmıştır. Tem otoyolu kenarından 50 farklı noktadan ve yüzeye 0 - 30 cm derinlikte toprak numuneleri almış ve alınan numunelerle yapılan analizler neticesinde numunelerin ağır metal seviyelerini belirlemiştir (Pak 2011).

Yurt içinde ve yurt dışında ağır metal kirliliği üzerinde durulmuş ve toprak, bitki, çim, yumurta ve cadde tozları örnekleriyle birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda örneklerde genel anlamda ağır metal kirliliğinin olduğu tespit edilmiş ve bunun sebebi ise çoğunlukla trafikten kaynaklanan taşıtların olduğunu vurgulanmışlardır.

Bizim yapmış olduğumuz bu çalışmada ise Ağrı Gürbulak sınır kapısı ile Erzurum ili arasında bulunan uluslar arası (ticaret yolu olarak kullanılan) E-80 karayolun da trafik

kaynaklı olarak toprakta meydana gelebilecek ağır metal kirliliğini araştırmaktır. E – 80 karayolundan incelenmek üzere belirlenen 15 farklı bölgede otoyola 0, 10 ve 20 metre uzaklıkta 0 - 5 cm derinlikten toprak numuneleri toplanmıştır. Toplanan numuneler ICP- MS yardımıyla B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Ba, Au, Hg ve Pb konsantrasyonları belirlenerek trafikten kaynaklanan ağır metal kirliliği olup olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma yapmış olduğumuz kara yolu üzerinde sınır kapısı bulunması ve uluslar arası karayolu olması sebebiyle yoğun bir trafiğe sahiptir. Toprak örneklerini aldığımız karayolu üzerinde yerleşim alanları, tarım yapılan araziler ve hayvanların otlatıldığı arazilerin mevcut olması nedeniyle bu çalışma toprak kirliliğini tespit edilmesi yönüyle önem arz etmektedir. Yapılan literatür incelemesinde çalışmanın yapıldığı bölge için aynı amaçla daha önce yapılmış çalışmalara rastlanmamıştır. Bu alışma ilgili bölge için yapılan ilk çalışma olduğu için elde edilen sonuçların literatürle karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

2.KURAMSAL TEMELLER

2.1. Toprak

2.1.1.Toprağın Tanımı

Dünya'nın dış yüzeyini kaplayan kayaların ve organik maddelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak ayrışmasından dolayı meydana gelen, içerisinde binlerce organizmayı barındıran, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan su, hava ve besin maddelerini içeren ve aynı zamanda da bitkiler için durak yeri olan, fiziksel koşullara ve üzerinde olduğu ana kayaya göre değişken özelliği olan maddeye toprak denir. Toprak için başka bir tanım yapmak gerekirse, yer kabuğunu oluşturan kayaların biyolojik, kimyasal ve fiziksel olarak ayrışması sonucu meydana gelen milimetreden birkaç metreye kadar derinlikte olabilen yeryüzü örtüsüne verilen genel bir addır.

2.1.2 Toprağın Oluşumu

Herhangi bir kayacın doğal faktörlerin etkisi ile ayrışması ve bu ayrışma sonucunda 1 cm kalınlığında bir toprak tabakası oluşması için ortalama 200 – 1000 yıl arasında bir zaman gerekmektedir. İnsanın temel besin kaynaklarından biri olan buğdayın üretilmesi için yaklaşık 40 -50 cm lik toprağa ihtiyacı olmaktadır. Böyle bir toprağın oluşabilmesi için çeşitli kayaç ve minerallerin ayrışması yaklaşık olarak en az 20.000 yıllık bir süre gerekmektedir (Sarı 2009).

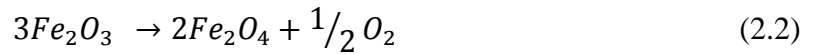
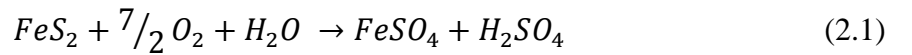
Toprak, doğada faaliyette bulunan beş faktörün (iklim, biyosfer, topoğrafya, ana materyal ve zaman) etkisi altında kayaç ve minerallerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarla ayrışması sonucunda meydana gelir (Sarı 1998).

Toprak oluşumunu etkileyen en önemli fiziksel faktörlerden biri olan sıcaklık mevsimlere, aylara, günlere ve hatta saatlere göre farklılıklar göstermektedir. Kayalar

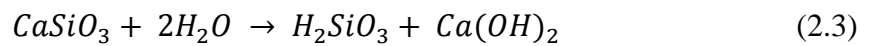
minerallerden oluşur ve her mineralin genişleme katsayısı farklıdır. Bundan dolayı genişleme katsayısı yüksek olan mineral sıcaklığın etkisiyle genişleme katsayısı düşük olan minerale göre daha fazla genişleşip diğer kayalar üzerine basınç yaparak çatlamlar meydana getirtirir. Ayrıca kayaların boşluklarını dolduran suyun hacmi donma nedeniyle artar ve kayalarda çatlama ve parçalanmalara neden olur (Kılıçel 1996).

Toprağın oluşumunu etkileyen diğer önemli fiziksel faktörler rüzgâr, suların donması, sulardaki çözülme olayları, kar, buz ve deniz etkileri vb. şeklinde sıralanabilir (Kantarıcı 1986).

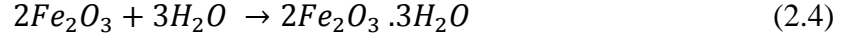
Toprak oluşumunda etkili kimyasal olaylar yükseltgenme indirgenme, çözünme, ayrışma, hidroliz, hidrat halinde suya bağlanma ve parçalanma vb. şeklinde sıralanabilir (Kılıçel 1996). Yükseltgenme oksijenin bol olduğu ortamlarda oluşurken, indirgenme oksijenin az olduğu toprak altında ve toprak elementlerinin arasındaki gözeneklerin tamamen su ile dolu olduğu havanın az olduğu ortamlarda meydana gelir. Yükseltgenme olayı genellikle sülfür, karbonat ve silikat ihtiva eden kayalardan oluşur. Yükseltgenme sonucu kayalar zayıflar ve daha sonra oluşacak kimyasal olaylara zemin hazırlar. Yükseltgenme olayına piritin demir sülfat, indirgenme olayını ise hematitin magnetite dönüşmesine örnek verilebilir.



Hidrolizin etkisi, oluşan hidrojen ve hidroksit iyonlarının kayaların ve minerallerin bileşimindeki çeşitli katyon ve anyonlarla yer değiştirerek yeni bileşikler oluşmasını sağlamaktır. Hidrolize kalsiyum silikatın silisik aside dönüşmesi örnek verilebilir.



Hidrat halinde suya bağlanma, mineral üzerinde yumuşatıcı etki yaparak hacimleri genişletir ve daha sonra oluşabilecek kimyasal olayların direncini azaltır. Örnek olarak hematitin limonite dönüşmesi verilebilir.

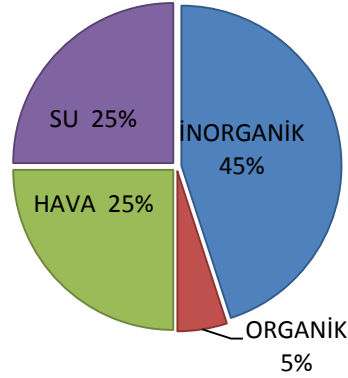


Toprak içerisindeki suyun karbondioksitle veya organik ve inorganik asitlerle birleşmesi ve çeşitli tuzlar içermesinden dolayı çözünürlük özelliği yükselir. Dolayısıyla su toprakta kolay eriyen maddeleri hatta zor eriyen bileşikleri dahi çözebilir.

İnsan etkisi dışında canlı faaliyetleri sonucunda veya canlı artıklarının (organik artıklar) ayrışma ürünlerinin etki ile meydana gelen ayrışmalar toprak oluşumuna katkı sağlayan biyolojik olaylardır. Toprak canlılarının hareketleri esnasında salgılanan maddeler (Sitrat, malat, tartarat ve oksalat iyonları) ile organik maddelerin ayrışması sırasında oluşan organik asitler (hümik ve fulvik asitler) ve küçük moleküllü organik bileşikler biyokimyasal ayrışmalara sebep olmaktadır (Kantarıcı 1986).

2.1.3. Toprağın Yapısı

Toprağın yapısı incelendiğinde hacimsel olarak ortalama %50 si katı madde ve %50 si de boşluklardan oluştuğu görülür. Katı kısmı inorganik ve organik olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Mineral orijinli olan inorganik maddeler tüm hacmin yaklaşık olarak %45 ini, organik maddeler ise %5 ini oluşturur. Geriye kalan %25 lik kısmı hava, %25 lik kısmını da su ile doludur. Toprağı oluşturan temel yapı maddelerinin yüzdelik dağılımları grafik halinde Şekil 2. 1. de verilmiştir (Yüksel 2010).



Şekil 2. 1. Toprağın temel yapı maddelerinin yüzdelik dağılımları.

Toprağın inorganik yapı maddelerini, yerküresinde ayrıştırma faktörlerinin etkisiyle ufalanıp ayrışmaya uğrayan tortul, püskürük ve metamorfik kayalar oluştururlar. Bu ufalanma ve ayrışma sonucunda açığa çıkan ya da sonradan meydana gelen iki tip mineral oluşur. Bu iki tip mineralden bir kısmı ana kayadan fiziksel olarak ayrıldıktan sonra kimyasal değişmelere uğramadan varlıklarını sürdürürler ve bunlara orijinal veya primer mineraller denir. Ayrışma sırasında, orijinal yapı ve bileşimlerini değiştirerek tamamen farklı bir yapı ve bileşime dönüşen diğer kısma sekonder mineraller denir. Bu mineral yapı maddeler kayalar, çakıl, kum, silt ve kil tanelerine doğru gittikçe küçülen maddelerdir. İki mikrondan küçük inorganik maddelere kil, 2 - 20 mikron arasında büyüklüğe sahip maddelere silt ve 20 - 200 mikron çaplı olanlara ise kum adı verilmektedir. Bu ayrışmalar sonucunda ise yeni kil mineraller ve bitki besin maddeleri oluşur (Yüksel 2010).

Toprağın genelde yüzey kısımlarında yer alan organik maddeler, gerek toprakların oluşmasında, gerekse oluşmuş toprakların özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Organik maddeler bitkisel ve hayvansal kalıntılardan meydana gelmekte olup, en önemli özelliği dinamik olmasıdır. Toprak maddesinin büyük çoğunluğunu humus oluşturmaktadır (Yüksel 2010).

Bir gram toprak içerisinde dahi milyarlarca yaşayan mikroorganizmalar sayesinde organik maddeler ayrıştırılır ve toprak yüzeyinin ölü artıkları ile kaplanması engellenir. Toprakta bulunan mikroorganizmaların dağılımları Çizelge 2. 1. de verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Mikroorganizmaların topraktaki dağılımları (Yüksel 2010).

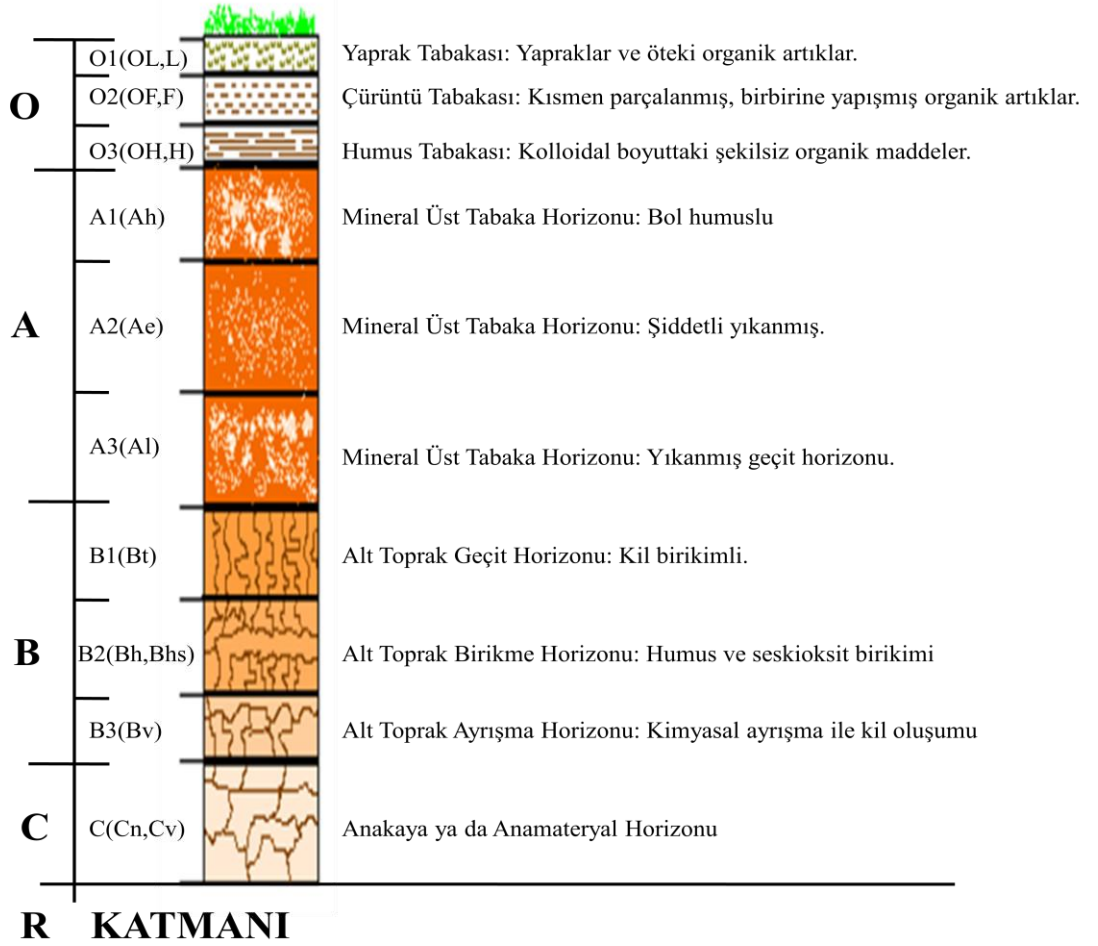
Horizon	Derinlik (cm)	Aerobik Bakteri (x 10³)	Anerobik Bakteri (x 10³)	Aktinomiset (x 10³)	Mantar (x 10³)	Alg (x 10³)
A1	3 - 8	7,800	1.950	2,080	119	25
A2	20 - 25	1.800	379	245	50	5
A2 - B1	35 - 40	472	98	49	14	0.5
B1	65 - 75	10	1	5	6	0.1
B2	135 - 140	1	0,4	-	3	-

Toprak suyunun kaynağı yağmurlar ve sulamalardır. Toprağa giren su toprak boşluklarını doldurur, toprağa giremeyen suda toprak yüzeyden akıp gider ve toprağın taşınmasına sebep olur. Su toprakların oluşmasında fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak etki etmektedir (Yüksel 2010).

Toprağın su ile dolu olmayan kısmının tamamına yakını havada bulunmakta olup, su ile ters orantılı olarak değişmektedir. Toprak havasında atmosfer havasından yaklaşık 10 – 20 kat fazla CO_2 bulunmaktadır. Çünkü bitki kökleri ve mikroorganizmalar solunumda oksijen kullanmakta ve CO_2 olarak geri vermektedir. Toprak havasındaki CO_2 su ile birleşerek karbon asidi oluşturmaktadır. Bunun sonucunda çözme gücü artan su, mineralleri etkileyerek çözer ve besin maddelerini yararlı hale getirerek kullanıma geçirir (Yüksel 2010).

2.1.4. Toprak Profili

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarla toprak oluşurken toprakta belirli katmanlar meydana gelir. Toprakların dizilişi toprağın karakterini kimyasal özelliğini, yapısını ve rengini belirler. Toprak oluşumunda meydana gelmiş, yeryüzüne paralel, özelliği alt ve üstte bulunan tabakalardan farklı olan toprak katmanlarına toprak horizonları denir ve bu horizonlar çeşitli harflerle simgelenir. Toprağın tabakalarının genel görünümü Şekil 2.2 de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Toprağın tabakalarının genel görünümü.

O Horizonu: Organik maddenin fazla olduğu katmandır.

A Horizonu: O horizonunun altındadır. Koyu renklidir. Mineral madde ve organik madde fazladır. Biyolojik aktiviteler fazladır. Biyolojik olayların fazla olduğu katmandır.

B Horizonu: A horizonun altındadır. A horizonundan kaybolan ve yıkanan maddeler buraya geçerek burada birikirler.

C Horizonu: B horizonunun altındadır. Toprağın ana materyalinden oluşmakla birlikte dağılmış bir yapıya sahiptir.

R Katmanı: Toprağın altında bulunur. Toprağın ana materyali olmayan sert kayalardan oluşur.

2.1.5. Toprakta Bulunan Elementler

Topraktaki eser elementler, kalitatif ve kantitatif olarak toprağın oluştuğu çevreye ana kayaya ve minerallerin yapısına göre değişmektedir. Bazı kaya ve minerallerin dayanıklı olması, bunların tane büyüklüğü ve eser elementin içeriğini etkilemektedir. Küçük taneli topraklar, kolay aşınan kayalardan oluşur ve eser elementçe zengindir. Büyük taneli topraklar, aşınmaya dayanıklı kayalardan oluşur ve eser elementçe fakirdirler (Kılıçel 1996).

Topraktaki mineral maddelerin yaklaşık % 98 ini O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K ve Mg oluştururken, % 2 sini de diğer elementler oluşturmaktadır. Topraktaki makro ve mikro elementlerin dağılımını da Çizelge 2.2. de gösterilmiştir (Kocabaş 2008).

Çizelge 2. 2. Topraktaki makro ve mikro element dağılımları (Kocabaş 2008).

MAKRO ELEMENTLER		MİKRO ELEMENTLER	
ELEMENT	MİKTARI (%)	ELEMENT	MİKTARI (mg/L)
Oksijen	46,6	Arsenik	0,1 – 40
Silisyum	27,2	Bakır	2 – 100
Alüminyum	8,1	Çinko	10 - 300
Demir	5,0	Flor	30 - 300
Kalsiyum	3,6	Kalay	2 - 200
Sodyum	2,8	Kobalt	1 – 40
Potasyum	2,6	Krom	5 - 3000
Magnezyum	2,1	Kurşun	2 - 200
		Mangan	100 - 4000
		Molibden	0,2 - 5
		Nikel	10 – 1000
		Selenyum	0,01 – 2

31.05.2005 tarih ve 25831 sayılı resmi gazetede yayınlanan TKYY' ne (Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği) göre topraktaki ağır metal sınır değerleri Çizelge 2.3. de verilmiştir.

Çizelge 2. 3. Toprakta bulunabilecek ağır metaller için sınır değerleri (TKKY).

*Ph değeri 7' den büyük ise çevre ve insan sağlığına özellikle yer altı suyuna zararlı olmadığı durumlarda Bakanlık sınır değerleri %50 ye kadar artabilir.

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

Ağır Metal (Toplam)	PH 5- 6mg/kg Fırın Kuru Toprak **	PH > 6mg/kg Fırın Kuru Toprak **
KURŞUN	50	300
KADMIYUM	1	3
KROM	100	100
BAKIR*	50	140
NIKEL*	30	75
ÇINKO *	150	300
CIVA	1	1,5

2.1.6 Toprak Kirliliği, Sebepleri ve Etkileri

Yeryüzünün ¼ ü karalarla kaplıdır. Bu ¼ lük kısmın çöl, çorak ve dağlık alanlar gibi birçok doğal kısıtlılık sebebiyle sadece az bir miktarı tarımsal üretime uygundur. Tarımsal üretime uygun bu toprak alanların bir kısmı kentleşme, sanayi ve altyapı (endüstriyel yapılar, yollar, havaalanı, vb.) gibi kullanımlara açılmaktadır. Kullanıma açılan bu toprak alanlar kirlilik gibi çok ciddi bir sorunla karşı karşıya kalmakta bu da toprak verimliliğini azaltmaktadır. Çevre kirliliği hava, su ve toprak kirliliği olmak üzere üç ana temaya ayırmak mümkündür. Hava ve su kirliliğinin temizlenmesi mümkün olduğu gibi, toprak kirliliğinin temizlenmesi mümkün olmamakla birlikte bu alanları terk edilmekten başka bir çarenin olmadığı bilinmektedir (Türkoğlu 2006). Toprak kirliliği, toprağın insan etkinlikleri sonucu oluşan çeşitli bileşikler tarafından kirlenmesini takiben, toprakta yaşayan canlılar ile yetişen ve yetiştirilen bitkilere veya bu bitkilerle beslenen canlılara toksik etkide edecek ve zarar verecek düzeyde anormal fonksiyonda bulunmasıdır. Toprağa eklenen kimyasal materyalin toprağın özümleme kapasitesinin üzerine çıkması ve toprağın verim kapasitesinin düşmesi de toprak

kirliliğini ifade eder (TKKY). Toprak kirliliğine sebep olan doğal ve insan aktivitelerine ilişkili olarak toprağa karışan kirleticileri organik (pestisitler, hormonlar) ve inorganik (ağır metaller vb.) bileşikler olarak ayrılabilir (Türkoğlu 2006).

Toprak kirliliğinin sebeplerinden bazılarını aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özbek 2010, Türkoğlu 2006).

- Pestisit uygulamaları (Tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımından kaynaklanan toksik maddelerin toprakta birikimi)
- Kanalizasyon sularının arıtmaksızın doğrudan toprağa bırakılması
- Şehir çöplerinin boşaltıldığı alanlar
- Kirlenmiş suların toprağa akıtılması
- Endüstriyel atıkların doğrudan toprağa atılması
- Kimyasal gübreleme
- Maden işletmeciliği
- Yaş ve kuru çökme mekanizmaları ile organik ve inorganik kökenli hava kirleticileri
- Yerleşim yerlerinden çıkan atıkların kontrolsüz toprağa atılması
- Asit yağmurları
- Kimyasal maddelerin kullanımı
- Yeraltındaki depolama tanklarından sızmalar
- Petrol ve yakıt dökülmeleri
- Karayollarından dolayı kaynaklanan egzoz gazları

Toprak kirliliğinin bazı etkileri ise;

- Kirletici madde içeren tozların ve uçucu organik maddelerin solunum yolu ile vücuda girmesi
- Kirlenmiş torakların ağız yolu ile vücuda girmesi
- Yer altı sularının sızma sonucu kirlenmesi

- Bitkilerin kirletici maddelerin birikimi
- Yüzeysel suların yağmurla kirlenmesi
- Uçucu organik bileşikleri buharlaşma sonucu atmosferi kirletmesi
- Kirliliğin belirli bir seviyede olması halinde bitki büyümesi engellemesi
- Bitkiler yoluyla hayvanların vücuduna girmesi ve oradan insan vücuduna girmesi

şeklinde sıralanabilir (Özbek 2010, Türkoğlu 2006).

2.2 Ağır Metal

Yoğunluğu 5 g/cm^3 den daha büyük olan metaller fiziksel anlamda ağır metal olarak tanımlanırlar. Ağır metaller yer kabuğunda doğal bileşikler halinde bulunurlar ve bozunmaz veya yok olmazlar. Bu grupta yer alan kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko başta olmak üzere 60 dan fazla metal doğaları gereği yer kürede genellikle karbon, oksit, silikat ve sülfür halinde kararlı bileşik veya silikatlar için de hapis olarak bulunurlar (Pak 2011, Kahvecioğlu ve ark. 2001, Toscalı, Eren 2004).

Ağır metallerin sahip oldukları bazı özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Yabalak 2010);

- Genel metal veya metaloid özelliğe sahiptir.
- Atomik formda yüksek yoğunluktadır.
- Çevreye genellikle antropojenik kaynaktan yayılır. Ama doğanın özünde de bulunmaktadır.
- Çevrede element ve madde formları şeklinde bulunmaktadır.
- Seviyesi belirli bir değerin üstüne çıktığı zaman biyolojik olarak zehirleyici özellik gösterir.

Ağır metallerin toprağa ulaşımı kirlenmiş atmosfer ile birlikte, atık çamurların toprağa uygulanması, kirli suların sulamada kullanılması, katı atıkların toprağa atılması ve ağır metal içeren pestisitler ve fosforlu gübrelerin toprakta kullanılmasıyla gerçekleşir (Dökmeci,2005).

2.2.1. Ağır Metal evre İlişkisi

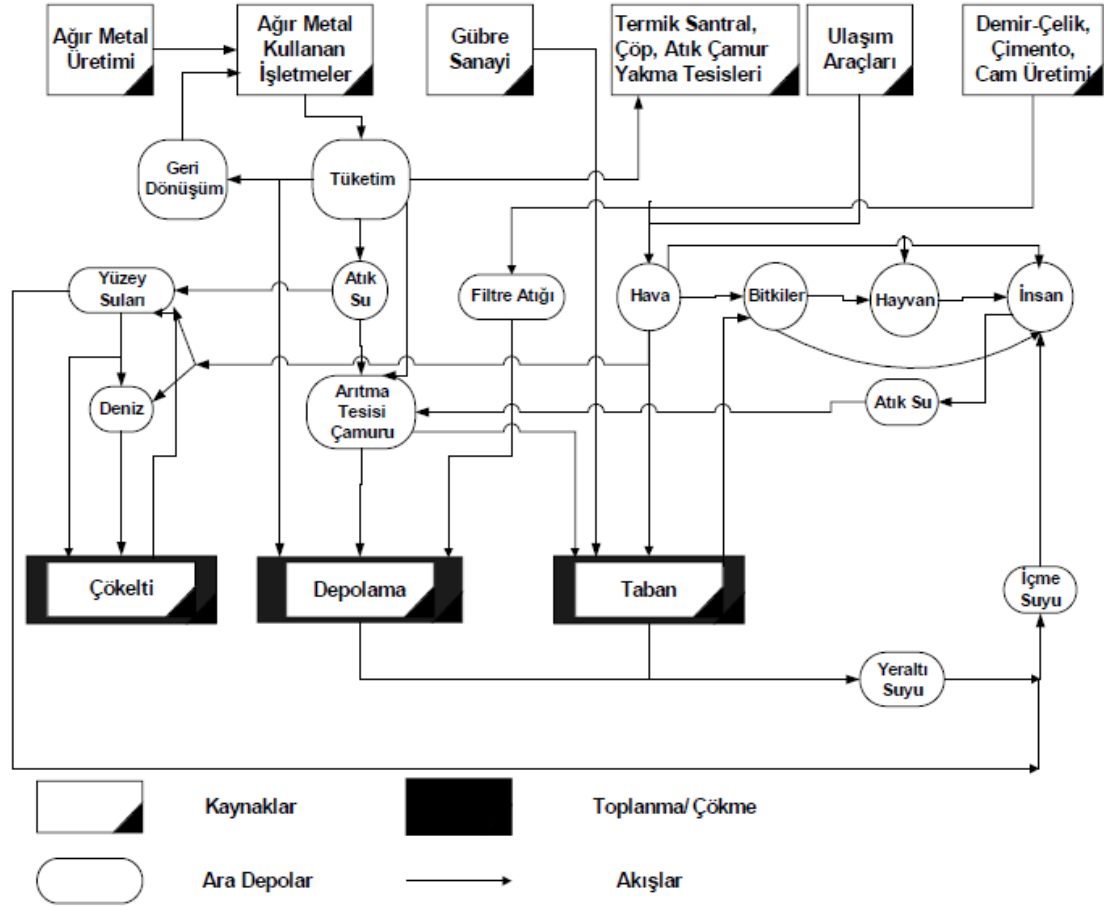
Ağır metaller ya çeşitli doğal olaylar sonucuyla yada insan etkisiyle gün yüzüne çıkararak çevreye yayılırlar (Dağdeviren 2007). Toprağın oluşumu sırasında ana kayaların parçalanması esnasında ana kayada bulunan ve insanlar için tehlike teşkil edebilen ağır metaller doğal olarak ortaya çıkabilirler. Bu ağır metaller toprağa, suya, havaya, bitkilere ve hayvanlara ve en sonunda insanlara geçerek çeşitli organlarda birikebilirler.

Tüm topraklar doğal olarak farklı seviyelerde ağır metal içermektedir. Bununla birlikte bu ağır metallerin miktarı belli bir st sınırın altında kaldığı müddetçe toprakta bir ağır metal kirliliği olduğu söylenmez. Ağır metallerin miktarı ancak bu st sınırın üstünde bir düzeyde olduklarında ekolojik olarak dayanıklılıkları (kalıcılıkları) ve zehirlenme etkileri göstereceğinden ancak bu durumda toprakta bir ağır metal kirliliği olduğundan söz edilebilir (Yabalak 2010).

Ağır metallerin su kaynaklarına, geçmesi endüstriyel atıkların veya asit yağmurlarının toprağa girmesi, toprakta bileşimde bulunan ağır metallerin üzülmesi ve znen ağır metallerin ırmak, gl ve yeraltı sularına taşınmasıyla olur. Sularla taşınan ağır metaller çok seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat ve sülfür bileşikleri halinde su tabanına çökerler. Sediment tabakasının absorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan suların ağır metal derişimi devamlı yükselir (Toscalı, Eren 2004, Atilla 2009, Pak 2011).

Havaya geçen ağır metaller, toprağa ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar ve aynı zamanda hayvan ve insanlara havadan aerosol veya tuz halinde solunum yoluyla geçerler (Kahvecioğlu ve ark. 2001). Çeşitli

sektörlerin farklı işlemleri neticesinde ağır metaller biyوسفere salınabilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Ağır metallerin doğaya yayılması (Heintz ve Reinhardt,1993).

İnsan kaynaklı olarak ise madencilik, sanayinin gelişmesi, endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzoz gazları ve gübreleme gibi etkiler sonucu ağır metaller toprağa oradan da canlı bünyesine geçebilmektedir. Ayrıca kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılması önemli miktarlara ulaşabilmektedir. Yıllık olarak doğal olaylar sonucu 7600 ton Cd (Kadmiyum), 18800 ton As (Arsenik), 3600 ton Hg (Civa) , 332000 ton Pb (Kurşun) atmosfere yayılıyor. İnsan etkisiyle bu miktar Cd için 8 kat, Se (Selenyum) için 19 kat, Hg, Pb ve kalay için 6 kat ve As, Ni (Nikel) ve Cr (Krom) için 3 kat arttığı bilinmektedir (Toscalı ve Eren 2004).

Ağır metallerin topraktaki ve bitkideki varlığı, kullanılabilirliği bu elementin kimyasal formlarıyla ilişkilidir. Ağır metallerin topraktaki durumu řu özelliklere bağlıdır (Belivermiş 2004);

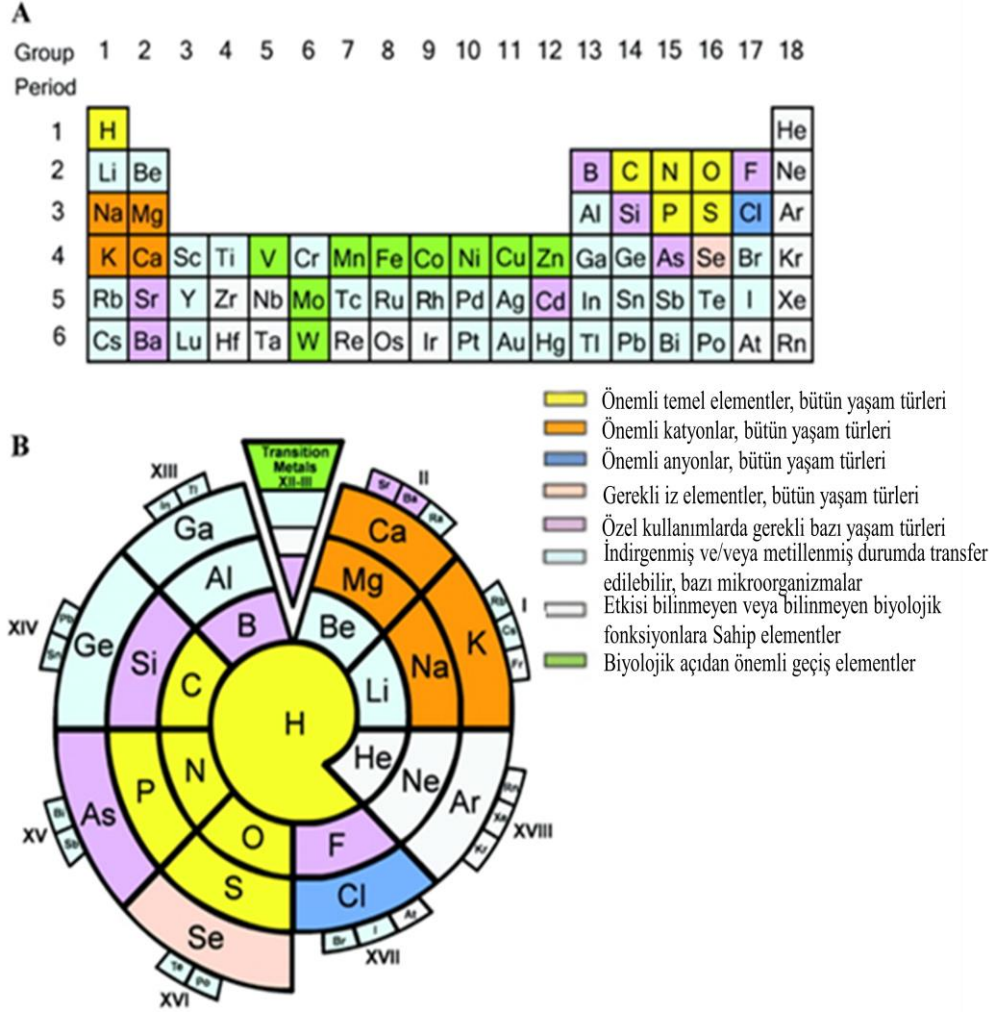
- Çözünürlük
- Tutulma özelliği
- Birleşik oluşturma özelliği
- Göç yeteneği
- Yağış miktarı
- Emilme yeteneği
- Minerallerin içine difüzyon yeteneği
- Organik maddelere bağlanma yeteneği
- Buharlaşma yeteneği

2.2.2. Ağır Metal Canlı İlişkisi

Canlı organizmalar ile olan ilişki açısından elementler üç gruba ayrılabilir (Akgün 2006).

1. Organizma için gerekli elementler(Co,Cr,Cu,F,Fe,I,Mn,Se ve Zn)
2. Organizma için gerekli olabilen elementler(Ni, Si, Sn ve V)
3. Organizma için toksik elementler(As, Be, Cd, Hg, Pb, Si ve Sb)

Biyolojik açıdan önemli olan elementler Şekil 2.4. de gösterilmiştir.

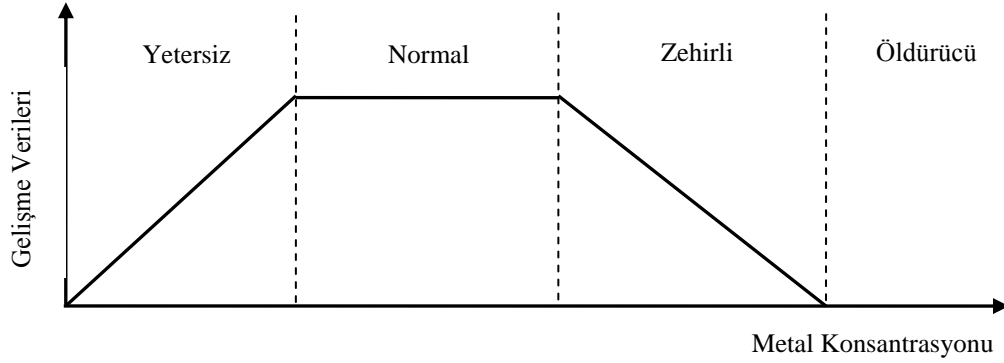


Şekil 2.4. Biyolojik olarak önemli olan elementler (Wackett ve ark.,2004).

Elementlerin gerekliliğini belirleyebilmek için üzerinde uzlaşılmış üç şart şunlardır (Özkan,2007).

1. Eser elementin eksikliğinde canlı büyüyemez ve hayat döngüsünü tamamlayamaz.
2. Eser elementin eksikliği başka bir element tarafından doldurulamaz.
3. Eser elementin organizma üzerinde direk etkisi vardır ve metabolizmaya katılırlar.

Bu şartlar, canlı metabolizması için gerekli olan eser elementleri ayırmamıza yardımcıdır. Canlı için gerekli elementlerin konsantrasyonu ile canlı sağlığı arasındaki ilişki Şekil 2.5. de verilmiştir.

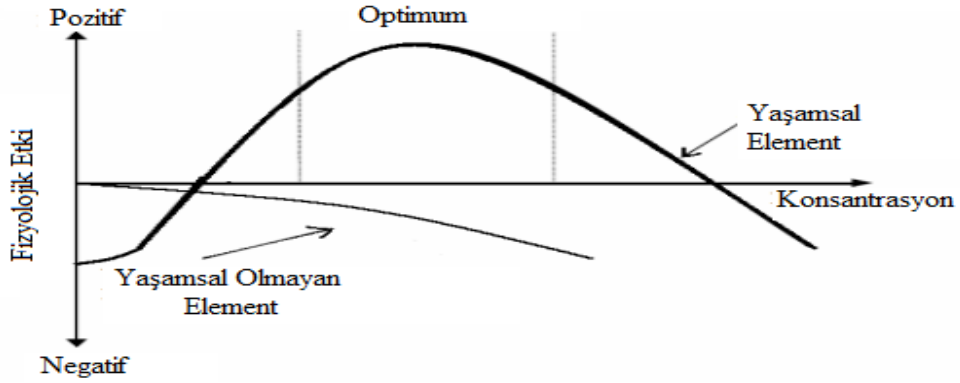


Şekil 2.5. Canlı için gerekli elementlerin konsantrasyonu ile sağlık arasındaki ilişki (Özkan 2007).

Ağır metallerin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya bağlıdır. Örneğin nikel bitki açısından toksik etkiye sahipken, hayvanlarda iz element olarak bulunması gereklidir (Atilla 2009, Kahvecioğlu ve ark. 2001).

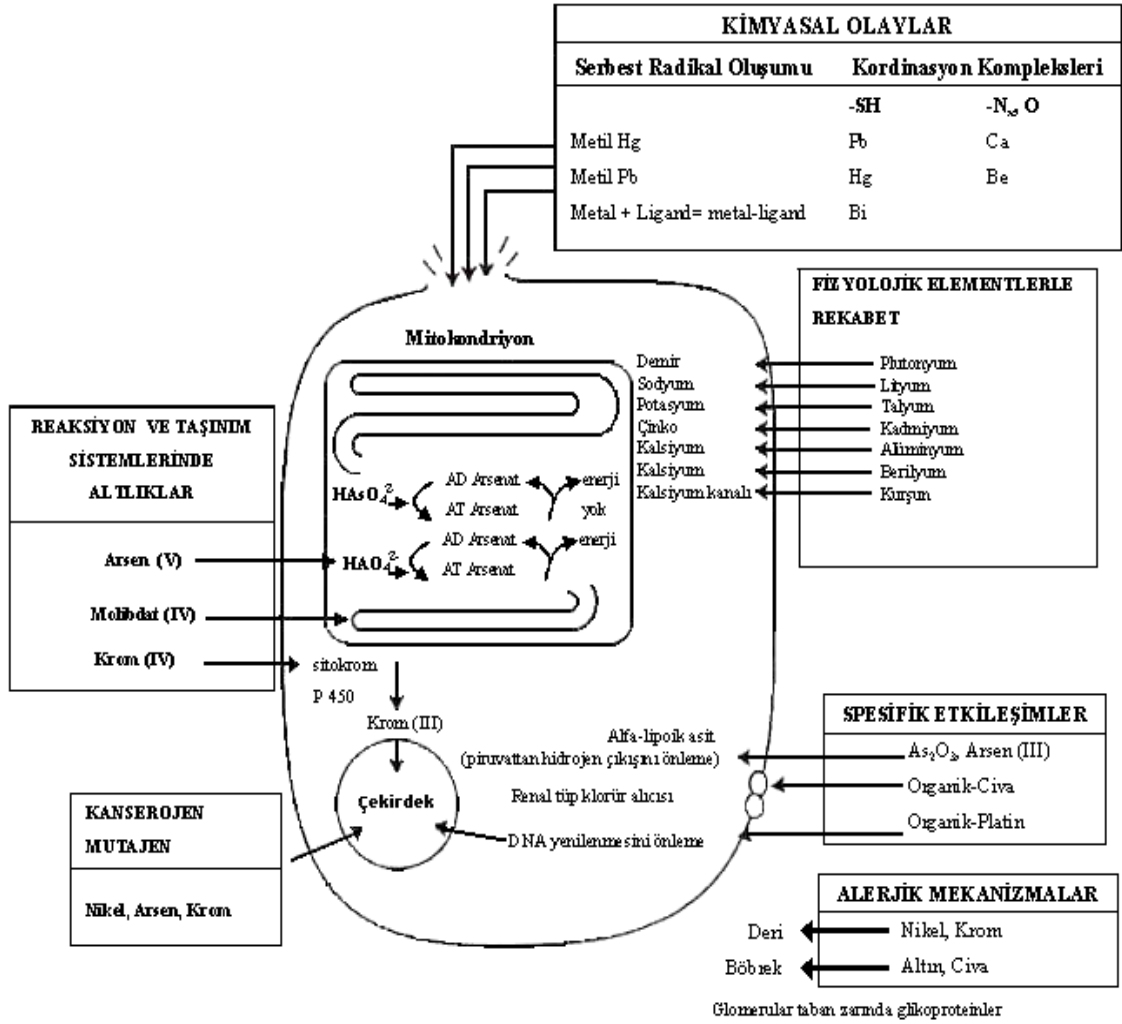
Elementler fizyolojik işlevlerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yaşamsal olanların organizmanın yapısında belirli bir değerde bulunmaları gerekmektedir ve bu metaller fizyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besin yoluyla alınmalıdırlar. Bu elementin yetersizliği veya vücuda eksik alınmaları bir takım hastalıklara sebep olmaktadır. Belirli bir miktarın altında toksik olmayan ve vücut için gerekli olan eser elementler gereğinden fazla alınması halinde ise toksik etki ederler. Yaşamsal olmayan ağır metaller (kurşun, kadmiyum, vb.) çok düşük seviyelerde bile fizyolojik yapıyı etkileyerek sağlık sorunlarına sebep olabilirler (Gövercin 2010).

Şekil 2. 6. de ağır metallerin vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Şekilde görüldüğü gibi ağır metal konsantrasyonu sınırı aştığı zaman toksik etki gösterir. Bu genel gösterim tersine ağır metallerin canlı bünyesinde sadece konsantrasyonlarına bağlı olarak etki göstermezler, etki canlı türüne ve metal iyonunun yapısına göre değişebilir (Çözünürlük değeri, kimyasal yapısı redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekli çevrede bulunma sıklığı, lokal pH değeri vb.) (Kahvecioğlu ve ark. 2001).



Şekil 2. 6. Yaşamsal ve yaşamsal olmayan elementlerin konsantrasyonu bağlı olarak ağır metallerin etkileri (Kahvecioğlu ve ark 2001).

Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdukları etki ve etken oldukları aşamaları ana sistem olarak kimyasal reaksiyonlara etki edenler, fizyolojik ve taşıyım sistemlerine etki edenler, kanserojen ve mutojen olarak yapı taşıma etki edenler, alerjik olarak etki edenler ve spesifik etki edenler şeklinde sıralayabiliriz (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Ağır metalin insan vücuduna etkisi (Kahvecioğlu ve ark. 2001).

Çeşitli yollarla vücuda alınan ağır metaller, lipofilik özellik kazanarak plazmada dağılarak, enzimlerin katalitik etkisiyle kimyasal reaksiyonlara girip hidrofilik metabolitlere dönüşürler. Bu metabolik çevirimde, lipide çözünen apolar nitelikteki metallerin, polar yapılara dönüşerek atılımları daha kolay olur. Metallerin vücutta kimyasal değişikliklere uğraması iki fazda toplanmaktadır:

Faz I reaksiyonları; yükseltgenme (oksidasyon), indirgenme (redüksiyon) ve hidroliz olaylarını içerir.

Faz II reaksiyonları; çeşitli birleşme ve sentez olaylarını içerir.

Birincisinde lipide çözünen inorganik yapılar, daha polar moleküller haline geçerler. İkincisinde ise, endojen maddelerle birleşen bu polar metabolitler inaktif şekilde ortadan kaldırılırlar. Kimyasal maddelerin vücuttaki değişikliklere uğraması başlıca enzimler olmak üzere karaciğerde yerleşirler. Bu sebeple karaciğerin; kan dolaşımı ve karaciğere gelen kimyasal maddeleri depolama, dağıtım ve safra ile atılımından önce, metabolize etme kapasitesi çok etkilidir. Ayrıca biyotransformasyon, karaciğerden başka akciğer, böbrek ve bağırsakta, deri, plasenta ve adrenal bezde de gerçekleşebilir (Akgün 2006).

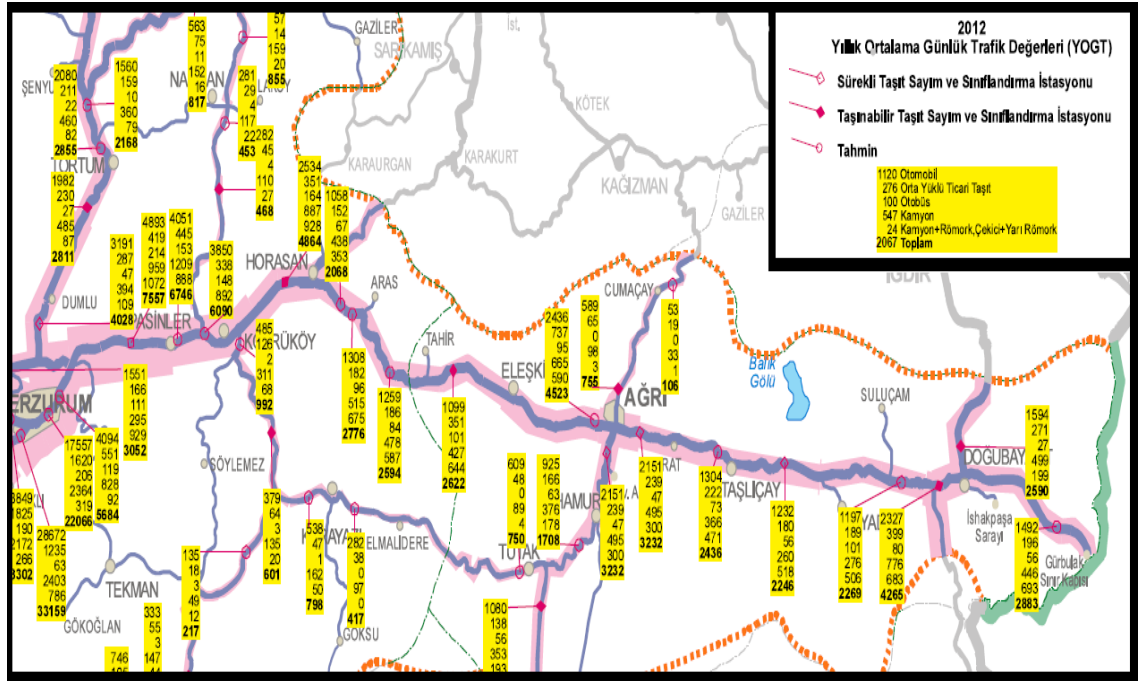
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Yapıldığı Bölge

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden biri olan Doğu Anadolu Bölgesi; doğuda Ağrı dağından, batı da Uzun yayla' ya, kuzeyde Doğu Karadeniz Sıradağlarının iç sınırından, güneyde Güneydoğu Torosları' na uzanır. Yurdumuzun 164.000 km² lik bir alanın % 21 ini kaplamaktadır. Bölgenin ortalama yükseltisi 2000 – 2200 m arasındadır ve ortalama yükseltisi en fazla olan bölgemizdir. Yer şekillerine bağlı olarak ulaşım Kuzey – Güney doğrultusunda zor Doğu – Batı yönün de ise daha kolaydır. Bölgenin doğal bitki örtüsü bozkırdır. Tarım ürünleri düşük sıcaklığın etkisiyle daha geç olgunlaşır. Tarım ürün çeşidi azdır. Sanayi gelişmediğinden halk daha çok tarım ve havyacılıkla uğraşmaktadır. Dolayısıyla Türkiye' de tarımsal nüfus yoğunluğu en fazla olan bölgemizdir. Bölge yüz ölçümünün ancak % 10 unda tarım yapılabilir. Yer şekilleri ve iklimin olumsuz etkisinden dolayı tarımsal faaliyetleri yürütmek zordur.

Bizim çalışma yaptığımız bölge 39° derece 24 dakika 42 saniye ve 39° derece 58 dakika 38 saniye Kuzey enlemleri ile 44° derece 22 dakika 42 saniye ve 41° derece 40 dakika 18 saniye (Google Earth) doğu boylamları kısımda yer alan Gürbulak sınır kapısından başlayarak Erzurum il sınırları içine kadar devam eden E 80 karayoludur. Bu bölge geniş düzlükler olup, yol üzerinde yerleşim yerleri ve tarım yapılan topraklar bulunmaktadır.

E 80 karayolu aktif kullanılan uluslar arası bir karayoludur. Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı Ulaşım Etütleri Şube Müdürlüğünün 2012 Trafik ve Ulaşım Bilgilerine göre toprak numunelerini topladığımız bölgede 2012 yılında günlük ortalama geçen toplam motorlu taşıtların sayısı 3297 olurken, bu taşıtların % 54,23' nü otomobil , % 2,73' ü otobüs, %18,23' nü kamyon ve diğer geriye kalan % 24,81' ini de diğer motorlu taşıtlar oluşturmuştur. Noktalara göre geçen taşıt sayısı harita gösterimi Şekil 3. 1. de verilmiştir.



Şekil 3.1. 2012 yılı yıllık ortalama günlük trafik değerleri (TUB).

Noktalara göre geçen günlük ortalama taşıt sayıları Çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma yaptığımız bölgeden günlük geçen taşıt sayıları.

Numune Alınan Noktalar	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Araç	Otobüs	Kamyon	Kamyon+Römork Çekici+Yarı Römork	Toplam
1	1492	196	56	446	693	2883
2	1492	196	56	446	693	2883
3	1492	196	56	446	693	2883
4	2327	399	80	776	683	4265
5	1197	189	101	276	506	2269
6	1304	222	73	366	471	2436
7	2151	239	47	495	300	3232
8	2151	239	47	495	300	3232
9	2436	737	95	665	590	4523
10	2436	737	95	665	590	4523
11	1099	351	101	427	644	2622
12	1259	186	84	478	587	2594
13	2534	351	164	887	928	4864
14	3850	338	148	892	0	6090
15	4051	445	153	1209	888	6746

Türkiye' yi İran' a bağlayan en önemli sınır kapısı olan Gürbulak sınır kapısından bir günde giriş – çıkı yapan toplam araç sayısı 714 olup, bunların 490 nını tır, 74 nü otobüs ve 150 sini de taşıtlar oluşturmaktadır (Gürbulak Gümrük ve Muhafaza Başmüdürlüğü). Tüm bu bilgiler ışığında Gürbulak sınır kapısı ile Erzurum arasında kalan E 80 uluslar arası karayolunun yoğun bir taşıt trafiğine sahip olduğu görülmektedir. Karayolunun çevresinde bulunan tarımsal alanlar ve yerleşim alanlarının yer alması nedeniyle yapılan bu çalışmada trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin (varsa) belirlenmesi son derece önem arz etmektedir.

Topraktaki elementleri veya bileşikleri bulmak için iki aşamalı bir işlem uygulanması gerekir. İlk aşama numunenin çözünürleştirilmesi ikinci aşama ise analizin yapılmasıdır.

3.2. Numunenin Çözünürleştirilmesi

Toprak numunesindeki elementlerin tayin edilebilmesi için numunenin uygun biçimde çözünürleştirilerek tam olarak çözeltiye alınması gerekir (Tosyalı 2006). Toprak numunelerin çözünürleştirme işlemi uygulanacak olan analitik tekniğe bir nevi bağlıdır. Toprak numunelerini çözünürleştirilmesinde asit ve eritiş olmak üzere iki farklı teknikten yararlanılır.

3.2.1. Asitle Çözünürleştirme

Asitle çözünürleştirme; yükseltgen asitlerle çözünürleştirme (HNO_3 , HClO_4 , der. H_2SO_4) ve yükseltgen olmayan asitlerle çözünürleştirme (HCl , HF , H_3PO_4 , HBr , sey. H_2SO_4 , sey. HClO_4 olmak üzere iki şekildedir. Toprak numunelerinde çözünürleştirmesinde tam olarak sonuç alabilmek için 2 veya daha fazla asit karışımı kullanılması gerekmektedir. Fakat tam çözünürleştirme yerine birkaç elementin analizinin yapılmasını isteniyorsa element ve toprak numunesinin niteliğine göre tek bir yükseltgen veya yükseltgen olmayan bir asit yeterli olabilir (Kılıçel 1996).

HClO_4 (Perklorik asit), HNO_3 (Nitrik asit) ve H_2SO_4 (Sülfirik asit) gibi asitler ayrı ayrı

olarak çözünürleştirme yapabileceği gibi karışımı ile de bir çözünürleştirme yapılabilir. Bu karışım organik maddelerin çözünürleştirilmesinde oldukça etkin olmasına rağmen Al ve Cr gibi bazı mineralleri parçalayamaz. Topraktaki fosfor tayini için kullanılabilir. Çok zor çözünen $Ca_3(PO_4)_2$ (apatit) minerallerin % 95' i çözünürleştirebilir (Kılıçel 1996).

HNO_3 asit çözünürleştirme için tek kullanıldığı gibi başka asitlerle karıştırılarak da kullanılabilir (Doğan 2009).

HNO_3 ' ün 2 M derişimin altında yükseltgeme gücü zayıf olmasına rağmen iyi bir metal yükseltgeme özelliğine sahiptir (Toscalı, Eren 2004). Sıcak ve derişik olduğundan Al ve Cr dışında tüm metalleri çözebilir. Al ve Cr metallerini çözememesinin nedeni ise yüzeyde pasifleşme olduğundan çözülmez. Derişik HNO_3 ile Sn, W ve Sb az çözünür asitler oluşturur. Bu da çözmeden hemen sonra ayırmayı sağlayıcı bir özelliktir (Elik 1990).

HNO_3 ile çözünürleştirmenin bazı dezavantajları vardır. Sülfür iyonunu serbest kükürt ve sülfat iyonunun karışımına yükseltger ve tepkime sonunda ortaya çıkan sülfat iyonu ise toprak alkali elementlerinin 2. ve 3. grup katyonlarının çökmelerine neden olur. Suda çözünmeyen MnO_2 , SnO_2 ve PbO_2 gibi yükseltgenleri de çözemeler (Topçu Sulak 2009) ve çözelti işlemi önce seyreltik sonra derişik asitte sıcak ve soğukta yapılır (Demir 2000).

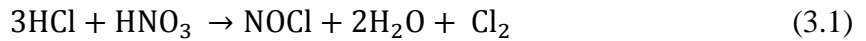
H_2SO_4 ile çözünürleştirme işleminde başka asitlerle birlikte kullanılır. Sülfirik asidin kaynama noktası 339 °C olan % 98,7'lik sülfirik asit teflon kapların yüzeyinde korozyona neden olduğu için daha çok kuartz kaplar seçilmelidir. Sülfirik asit daha çok perklorik asit ve hidrojen peroksitle birlikte kullanılması seçilmelidir (Toscalı, Eren 2004). H_2SO_4 çok sayıda madde yükseltgenerek parçalanabilir çünkü kaynama noktasının yüksektir. Bu sıcaklıkta pek çok örnek bozunur ya da kolayca çözünür (Elik 1990, Doğan 2009).

$HClO_4$ kuvvetli bir yükselticidir. Diğer asitlerden etkilenmeyen demir alaşımları ve çelikleri çözer (Elik, 1990). Çok etkin yükseltgen madde olmasına rağmen seyreltik perklorik asit sıcak veya soğuk yükseltgenme gücü yoktur. Derişik perklorik asidin sıcak çözeltisinin organik asitlerle veya kolay yükseltgenen inorganik maddelerle teması halinde patlamaya sebep olabilir. Bundan dolayı da genelde nitrik asitle karıştırılarak kullanılır (Doğan 2009, Toscalı, Eren 2004).

$HF/HClO_4$ ile çözünürleştirme işleminde HF (Hidroflorik asit) silikatlarla uçucu SiF_4 bileşimini oluşturur ve kuvvetli asit ortamında ısıtılırsa, organik maddeler $HClO_4$ ile parçalanır. Bundan dolayı da toprağın çözünürleştirilmesinde etkin bir karışımdır (Kılıçel 1996).

HF silikatları çözebilen birkaç asitten biridir ve daha çok inorganik numuneleri çözmede kullanılır. Çözücü gücünü artırmak içinde başka asitlerle birlikte kullanılabilir (Toscalı, Eren 2004). Si, SiF_4 biçiminde uçtuğundan Si tayini gerektirmeyen işlemlerde uygundur. Bozunma bitince HF, H_2SO_4 veya $HClO_4$ eklenerek uçurulur. F^- iyonu çoğu kationlarla kararlı kompleksler oluşturduğundan tüm HF' in uzaklaştırılması önemlidir (Elik 1990).

En etkili çözücülerden biri olan HNO_3/HCl (Kral suyu) HCl ve HNO_3 te çözünemeyen numuneleri genellikle çözer. 3 kısım derişik HCl ile 1 kısım derişik HNO_3 ile karışımıyla oluşan çözücüdür (Demir 2000). Soğukta yavaş yavaş reaksiyon yaparak klor ve nitrosil klor oluştururlar



Karışımın sıcaklığı arttığında reaksiyon hızlanır, klor inert metallere (Au, Pt vb.) ve bazı sülfürlerle reaksiyona girerek onların basit klorürlerini veya klorokompleks anyonlarını meydana getirir. Organik karbon miktarının fazla olduğu numunelerde çözme işleminde kral suyu iyi bir çözme özelliği göstermez (Elik, 1990). HNO_3/HCl etkili olmasının nedeni, HNO_3 yükseltgen olarak etki etmesi hidroklorik asidin ise eser

miktarda bile olsa oluşan metal iyonları ile çok güçlü kompleksler vermesidir (Demir 2000). Bu karışım toprak numunelerinin büyük bir kısmını çözünürleştirebildiği gibi burada dikkat edilmesi gereken husus, toprağın yeterince öğütülmüş olması ve buharlaştırma işleminin uygun sıcaklıkta kuruyana kadar birkaç defa tekrarlanmasıdır (Kılıçel 1996).

Toprak numunesinin yukarıdaki asitler kullanarak tam olarak çözünmediği durumlarda çözülen kısım rifüjlenerek alınır ve analiz edilir. Çözünmeyen kısım ise başka bir yöntemle çözülmeye çalışılır (Demir 2000). Aşağıdaki Çizelge 3.2 de kimyasal reaksiyona girmeden çözdüğü maddeleri göstermektedir.

Çizelge 3.2. Kimyasal reaksiyonların olmadığı çözme işlemleri (Elçi 2000).

ÇÖZÜCÜ	ÇÖZÜNEN MADDELER
Su	Bazı İyonik Bileşikler
HCl	Metal, Oksit, Karbonat, Sülfür ve Fosfatlar
HNO₃	Metal, Oksit, Karbonat, Sülfür ve Fosfatlar
Kral Suyu	Metal, Oksit, Karbonat, Sülfür ve Fosfatlar
H₂SO₄	Organik Bileşikleri Parçalar
HClO₄	Organik Bileşikleri Parçalar
HF	Silikatlar
NaOH	Amfoter Oksitler
NH₃	Amfoter Oksitler

3.2.2. Eritişle Çözünürleştirme

Silikatlar, mineral oksitler, bazı demir alaşımları, az çözünen fosfatlar ve sülfatlı bileşikler gibi maddeler eritiş ile çözünürleştirme gerektirmektedir. Sıvı reaktiflerle çözünmeyen veya az çözünen maddeleri çözünebilir duruma sokması işlemine eritiş denir (Elçi 2000). Eritiş maddesi yüksek sıcaklıkta hazırlanması ve konsantrasyonları büyük olmasından dolayı birçok maddeyi parçalama özelliğine sahiptir (Doğan 2009).

Örnek eritiş maddesi ile 300 – 1000 °C arasında tepkimeye girer. Bu uygulamada örneğin 10 katı kadar eritiş maddesi, örneğe eklenerek bir kroze içinde yüksek sıcaklıkta ısıtılır ve eritiş yapılarak maddenin su ve diğere çözücülerle kolaylıkla çözünebilen bir eriyik oluşturmuş olur (Topcu Sulak 2009). Korozenin seçiminde eritişin yapılacağı sıcaklık, ergitici maddenin krozeyi etkileyip etkilemediğı ve analizde aranacak maddenin türü gibi özelliklere bakılır (Demir 2000). Bazı eritici reaktiflerin özellikleri Çizelge 3. 3. de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Bazı eritici reaktifler (Elçi 2000).

Eritici Reaktif	Erime Noktası °C	Kroze Cinsi	Eritişin Uygulanacağı Maddeler
Na₂CO₃	850	Platin	Silikalı, silisli bileşikler; Alümina içeren maddeler; Az çözünür sülfatlı maddeler ile bazik oksitler
NaOH veya KOH Na₂O₂ veya K₂O₂	318	Au, Ag veya Ni	Silikatlar; Silisyum karbür; Asidik filizler
Na₂O₂ veya K₂O₂	Bozunma	Fe veya Ni	Sülfürlü filizler; Fe, Ni, Cr, Mo, W veya Li içeren ve asitlerde çözünmeyen alaşımlar; Cr, Sn ve Zr filizleri.
Na₂CO₃ + KNO₃ Na₂CO₃ + KClO₄ Na₂CO₃ + Na₂O₂	850	Pt (Na ₂ O ₂ ile kullanılmaz.)	Yüksek ortam gerektiren örnekler (S, As, Sb, içeren maddeler), Ni içeren maddeler, Cr Sn ve Zr filizleri.
K₂S₂O₇	300	Pt Porselen	Az çözünür oksitler, bazik karakterli maddeler
CaCO₃ + NH₄Cl (ısı ile CaO + CaCl₂)	-	Ni	Alkali metallere tayini için silikatların parçalanmasında
B₂O₃, Na₂B₄O₇ Veya Li₂B₄O₇	577	-	Alkali metal tayini için silikatların parçalanması; Metaboratlar; sıvı çözücülerde çözünürlüğü düşük oksitler.

Çözünürleştirme için kullanılan eritişler asidik, bazik ve yükseltgen eritiş olmak üzere başlıca üç grupta toplanır (Doğan 2009, Kocabaş 2008, Tosyalı 2006, Kılıçel 1996) Asidik Eritişler “Akıttıcı” olarak asidik karakterli borik oksit, asit florürler, bisülfat veya piro sülfat gibi bileşiklerdir. Bazik maddeler için uygun bir yöntemdir. Bazik Eritiş “Akıttıcı” olarak bazik karakterli NaOH, KOH, N_2O_2 , N_2CO_3 , N_2BO_3 gibi bileşiklerdir. Asidik karakterli maddeler için uygun bir metoddur. Yükseltgen Eritiş ise sodyum peroksit ya da az miktarda alkali nitrat ve kloratları N_2CO_3 ile yapılan karışımlar kullanılır. Toprak numunelerinin çözünürleştirilmesinde bu üçü ayrı ayrı tek başlarına kullanabilecekleri gibi ikili veya üçlü karışımları da kullanılabilir (Tosyalı 2006, Kılıçel 1996).

3.3. Analizin yapılması

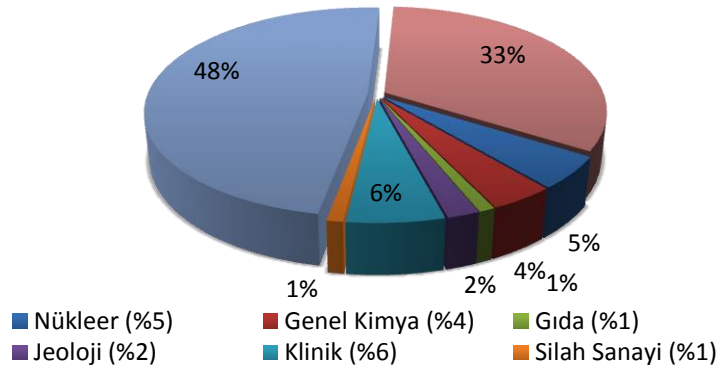
Analitik kimyada analiz teknikleri klasik metotlar ve aletli metotlar olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Eser elementlerin analizinde kalitatif analizler için klasik, kantitatif analizler için ise aletli metotlar uygulanmaktadır. Eser elementlerin analizi için birçok metot bulunmaktadır. Bu metotlar genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir (Kocabaş,2008).

- Spektroskopik metotlar
- Elektrokimyasal metotlar
- Termokimyasal metotlar
- Kromatografik metotlar
- Diğer metotlar

Bu çalışmada topraktaki B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Ba, Au, Hg ve Pb elementlerin analizleri ICP-MS (İndüktif Eşleşmeli Plazma – Kütle Spektrometre) ile yapılmıştır.

3.3.1. İndüktif Eşleşmeli Plazma – Kütle Spektrometre (ICP-MS)

Genel olarak numunelerdeki eser element tayini için kullanılan AAS (Atomik Absorpsiyon Spektrometresi) veya ICP - OES (indüktif olarak eşleştirilmiş plazma – optik emisyon spektrometresi) in yerine seksenli yılların sonuna doğru ICP - MS (indüktif eşleşmeli plazma – kütle spektrometre) kullanılmaya başlanmıştır (Baba 2007). ICP - MS ile ilgili ilk makale Ames Laboratuvarlarında Houk ve arkadaşları tarafından yazılmıştır. 1960 ve 1970' li yıllarda ise Plasme kütle spektroskopisinin kuralları oluşturulmaya başlanmıştır (Baba 2007). 1980' lerden beri ICP – MS, birçok element için düşük gözlenebilir sınırlar, yüksek sıcaklığı, iyi doğruluk ve keskinliği ile en iyi tekniklerden biridir (Yaylalı Abanuz 2007). İlk çalışmalar jeoloji alanında olmasına karşın günümüzde ICP – MS oldukça farklı kullanım alanlarına sahip olup, başlıca, jeoloji, hidrojeoloji, çevre, tıp, biyoloji, kimya, petrokimya, metalürji, gıda mühendisliği, silah sanayi ve klinik gibi alanlarda kullanılmaktadır. Kullanım dağılımları Grafik 3. 1. de gösterildiği şekildedir.



Grafik 3.1. ICP- MS in kullanım alanları.

ICP - MS örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya argon gönderip moleküler bağın kırıldığı ve atomların iyonlaştığı analitik bir yöntemdir (Baba 2007). İndüktif eşleşmiş plazma – kütle spektrometresi çözeltilerde iz element derişimlerini direk olarak belirleyebilir. Birçok element için gözlenebilme sınır ng/L ' nin (ppb ve daha küçük

derişimler) altındadır. Çok sayıda elementi aynı anda analiz edebilir. ICP-MS' nin çalışma aralığı diğer yöntemlere göre daha geniştir. ICP-MS diğer spektroskopik yöntemlere nazaran

- Hızlı, ucuz, hassas ve doğru analiz yapması
- Çok sayıda elementi aynı anda analiz yapması
- Kullanım aralığı çok geniş olması
- Düşük tayin sınırına inme olanağı sağlaması
- Basit spectra ve izotop oranlarına uygun olması

gibi avantajlara sahiptir.

ICP – MS ile analizi yapılan elementler Se, Fe, B, Ca, Mn, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Sb, Na, Co, Mg, Y, Hg, Al, Sn, Au, Ag, As, Ba, Bi, Cs, Ga, Hf, Mo, Nb, Rb, Sc, Sr, Ta, Ti, V, W, Zr, La, P, Tl, K, Li, Be, Ge, Br, Ru, Rh, Pd, In, Te, I, Re, Os, Ir, Pt, Ce, Pr, Nd, Sm , Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, U, Th dir. Bazı elementlerin gözlenebilir sınır değerleri Çizelge 3. 4 de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Bazı elementler için ICP-MS gözlenebilme sınırı (Deveci, 2012).

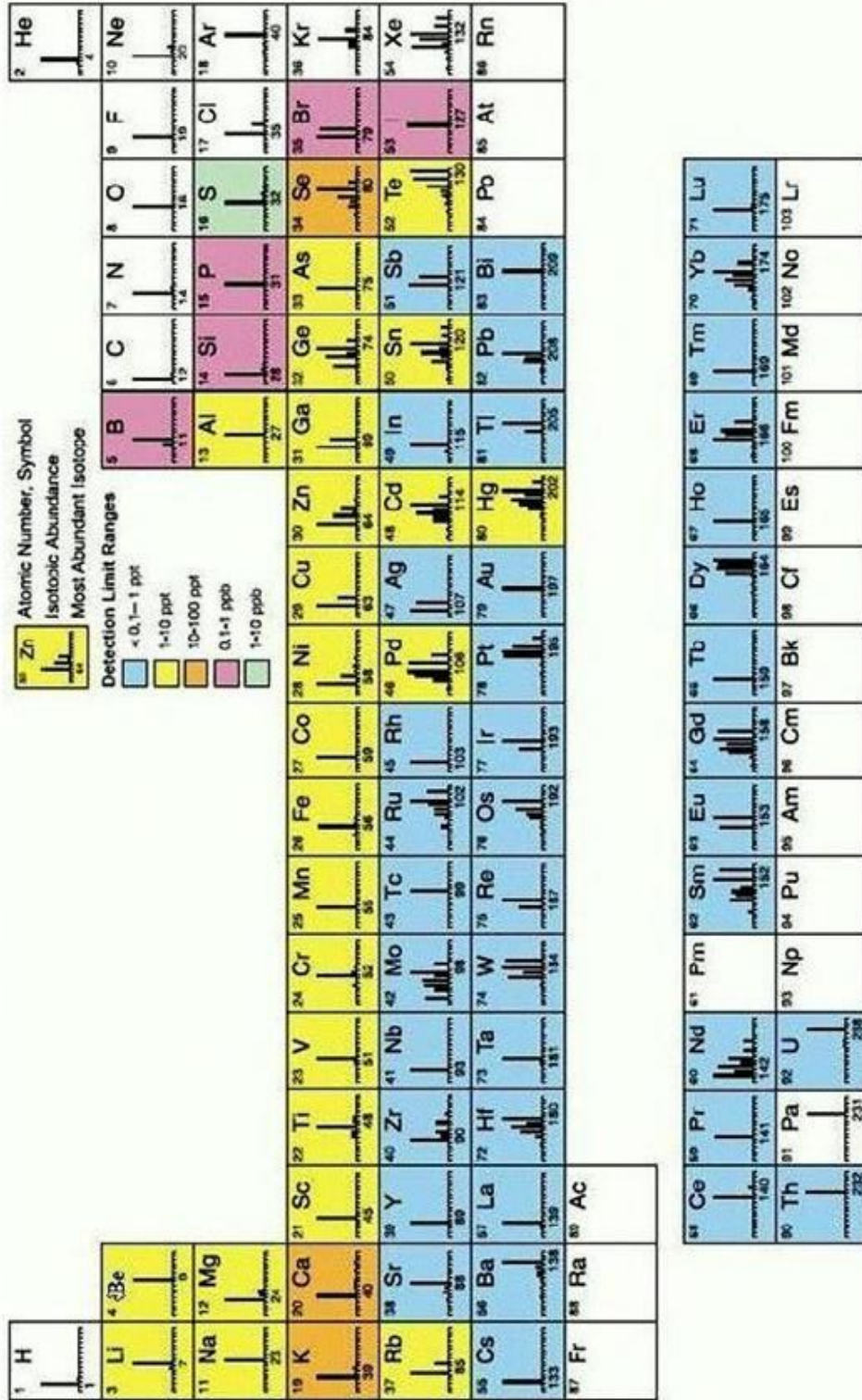
ELEMENT	GÖZLENEBİLİR SINIRLARI (ng L ⁻¹)
U, Cs, Bi	10 daha az
Ag, Be, Cd, Rb, Sn, Sb, Au	10-50
Ba, Pb, Se, Sr, Co, W, Mo, Mg	50-100
Cr, Cu, Mn	100-200
Zn, As, Ti	400-500
Li, P	1-3 µg kg-1
Ca	20 µg kg-1 daha az

ICP – MS numunelerde bir veya daha fazla elementin kalitatif, yarı kalitatif veya kantitatif tayini yapabilir (Yaylalı Abanuz 2007). ICP-MS ile yapılan analitik analizler

kalitatif, yarı kantitatif ve kantitatif olmak üzere üç grupta toplanır. ICP – MS çoklu element analizlerine kolay bir şekilde uyarlanabilirliği sayesinde çeşitli tipte doğal veya sentetik karmaşık malzemeleri hızlı karakterizasyonuna ve yarı – kantitatif analiz yapmasını sağlar. Atomik kütle spektrumları, optik emisyon spektrumlarına göre daha basit ve değerlendirmesi daha basit olduğundan nadir toprak elementleri ve demir gibi karmaşık emisyon spektrumu veren ağır elementler için öneme sahiptir. Numune karışımın içerisindeki bir veya bir çok bileşenin yarı – kantitatif analizini, pikin iyon akımını veya aranan elementin bilinen bir derişimdeki çözeltisi için pik şiddetini ölçerek yapılır (Deveci 2012).

ICP-MS in çalışma prensibinde örnek, genel olarak bir solüsyon halinde örnek giriş sistemi aracılığıyla nebulizör ve sprej odacığına gönderilir. Yüksek argon akışı sayesinde örnek solüsyon sisleşir. Sadece çok küçük damlacıklar argon plazmasına taşınır, diğerleri doğrudan atığa gider. 10.000 K sıcaklıktaki plazma örneği buharlaştırır ve iyonize eder. İyon akışı atmosferik basınçtan örnekleyici (sampler) ve süzücü (skimmer) konlar aracılığıyla yüksek vakumlu bir ortama gider. İyon akımı iyon lensleri aracılığıyla quodrupolaya odaklanarak kütle filtresine yönlendirilir. İyonlar kütle spektrometrede kütle yük oranına göre ayrılır ve detektör tarafından ölçülür.

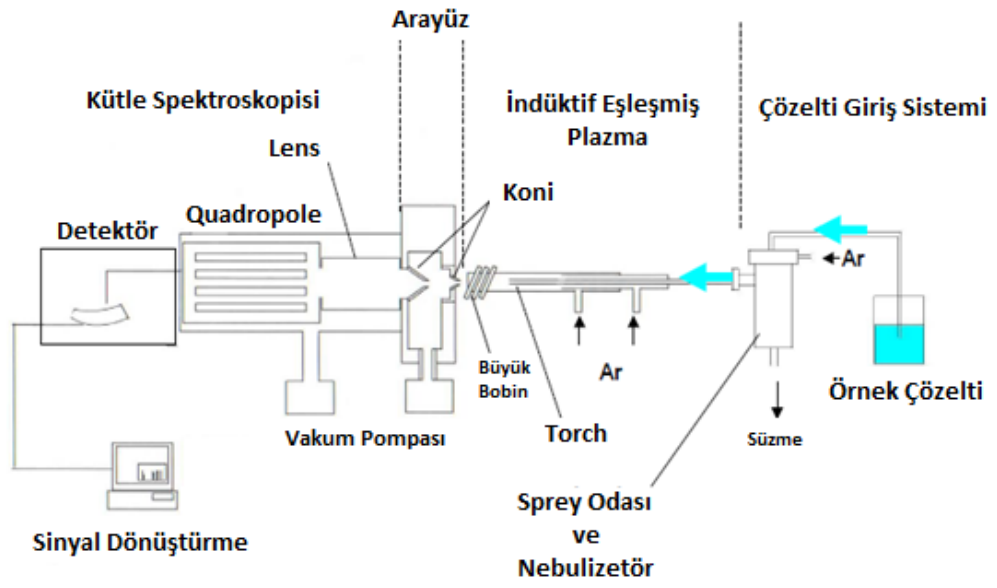
Kantitatif analizler kalibrasyon eğrisini hazırlamak için bir dizi kalibrasyon standardını ICP-MS de en çok kullanılan kantitatif bir yöntemdir. Kantitatif analizde izotop seyreltme yöntemi uygulanabilir. Bu yöntemin amacı, bir elementin iki izotopundan birisini zenginleştirmek, bir standart çözeltinin belirli miktarının katı olarak ortama ilave edilmesiyle bu iki izotopun sinyal şiddetleri oranındaki değişimin ölçülmesine dayanır. Analiz sonuçlarını almak, analitik derişimi ilave edilen miktarı ve sinyal ortamındaki derişimler arasındaki ilişki kuran ilkeler ve matematiksel bağıntılar ile olur. ICP-MS ile elementlerin gözlenebilir sınır değerlerini Şekil 3. 2. de gösterilmiştir (Deveci 2012).



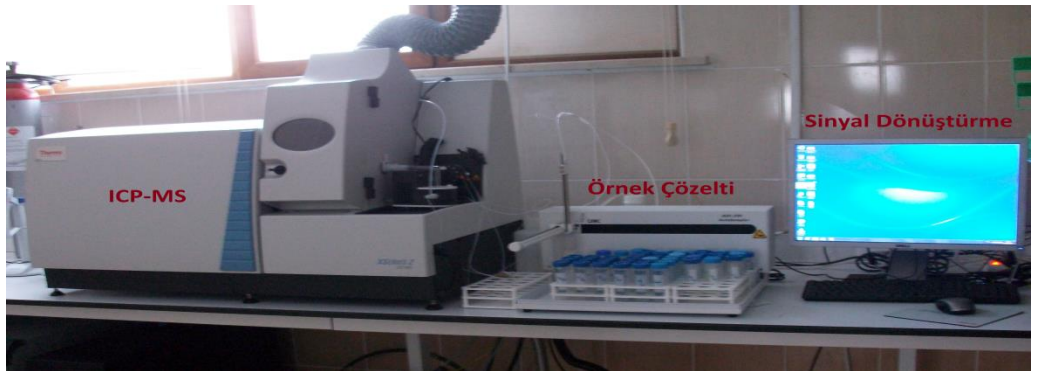
Şekil 3. 2. ICP-MS’de elementlerin gözlenebilleme sınır değerleri (Deveci,2012).

3.3.2. ICP – MS in Temel Bileşenleri

ICP – MS cihazını şematik olarak Şekil 3. 3. de gösterilmiş olup, temel bileşenleri aşağıda anlatılmıştır. Laboratuarda kullandığımız ICP – MS cihazı Şekil 3. 4. de verilmiştir.



Şekil 3. 3. ICP – MS cihazı şematik gösterimi.



Şekil 3. 4. Kullandığımız ICP – MS cihazı.

Örnek giriş sistemi (Sample Introduction): Örneklerin cihaz içerisine girme yolunu sağlar. Peristaltik pompa, sürekli olarak örnek çekişini sağlayarak numuneyi spreyci odacığına ulaştırır. Spreyci odacığında oluşan büyük damlacıkların atığa gönderilmesini sağlar. Nebulizör yardımıyla sıvı örnek argon gazı sayesinde aerosol haline gelir. Spreyci odacığında aerosol haline gelen örnek enjektör vasıtasıyla torch gönderilir.

ICP torch: Analit atomların iyonlara dönüştürerek ICP – MS' in iyon kaynağı olarak hizmet veren plazmayı oluşturur. Argon gazı plazma haline gelerek 10.000 K ulaşır. Yüksek sıcaklık etkisiyle numune içerisinde bulunan element iyonize olur ve pozitif yüklü iyonlar meydana gelir.

Ara yüzey (Interface): Atmosferik basınç altındaki ICP iyon kaynağı ve yüksek vakum kütle spektrometresi arasında bağlantıyı kurar. Ara yüzey kısmında bulunan sampler ve skimmer konular süzme görevi yaparak pozitif yüklü iyonları geçirirler. İyonize olmamış materyaller ve fotonlar shadow stop sayesinde tutulurlar.

Vakum Sistemi (Vacuum System): İyon optikleri, quadropol ve dedektör için yüksek vakum sağlar.

Lens: İyonlara odaklanarak matriks kısmının quadrapula ulaşmasını engeller. Lense uygulanan gerilim sayesinde pozitif yüklü iyonlar birbirleri ile çarpışmadan quadropol' a ulaşırlar.

Quadropul (Quadropole): İyonları kütle/yük oranına göre ayırmada kütle filtresi olarak görev yapar. Yüksek iletkenlik için altın kaplamalı seramik rodler aynı zamanda sıcaklığın stabil kalmasını sağlar. Quadropol ayırma işlemini, uygun olarak ayarlanmış voltaj ve radyo dalgaları frekansına göre yapar.

Detektör (Detector): Quadropuldan geçen iyonlar detektörün aktif yüzeyine çarpar ve ölçülebilir bir sinyal oluşturur. Detektörün aktif yüzeyi dynode olarak bilinir ve yüzeye çarpan iyonlara karşılık elektron yayar.

3.4. Toprak Örneklerinin Toplanması

Bu çalışmada incelenen toprak numuneleri Türkiye – İran sınırında bulunan Gürbulak sınır kapısı ile Erzurum ili arasında kalan E – 80 kara yolu güzergahında 15 farklı noktadan toprak yüzeyinden 0 – 5 cm derinlikte ve yol kenarına 0, 10 ve 20 metre uzaklıklarda olmak üzere toplam 45 numune toplandı. E – 80 karayolunun çalışma için seçilen kısım ve numune alınan noktalar Şekil 3. 5. de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Toprak numunelerinin alındığı noktalar.

Toprak numunelerini toplamak için tasarlanan 5 x 5 x 10 cm boyutlarındaki demirden yapılmış numune toplayıcının fotoğrafı Şekil 3.6a da gösterilmiştir. Toprak numunelerini toplarken tüm numunelerin aynı derinlikten (0 – 5 cm) alınmasını sağlayabilmek için numune alma kabı üst kısmı toprakla aynı seviyeye gelinceye kadar toprağa daldırılmış ve kap içerisinde kalan toprak alınmıştır (Şekil 3.6b). Alınan toprak örnekleri saklama poşetlerine konup, etiketlenerek uygun koşullarda analiz yapılacağı güne kadar muhafaza edilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.6. Toprak toplama kabı.

Toplanan toprak örnekleri Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarından analiz edilmiştir. Her bir toprak numunesinden virgülden sonra üç basamak hassasiyetine sahip hassas terazi kullanarak alınan 0,5 gr lık örnekler teflon kaplara konulmuştur (Şekil 3.7.)



Şekil 3. 7. Hassas terazide toprak ölçümü.

Çözünürleştirme işlemi için teflon kaplardaki topraklar üzerine 6 ml HCl, 3 ml HF ve 3 ml HNO₃ eklenmiştir (Şekil 3. 8.).

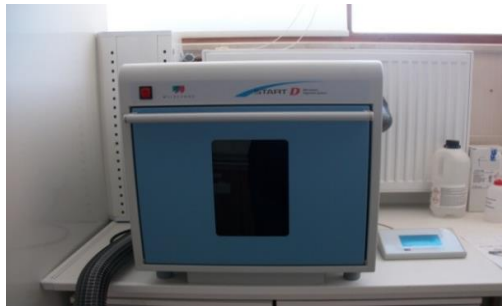


Şekil 3. 8. Teflon kaba asit eklenmesi.

Asitlerin eklendiği toprak örneklerinin bulunduğu teflon kapların kapakları analiz sonuçlarına etki edecek herhangi bir sirkülasyonun gerçekleşmemesini engellemek için sıkıca kapatılarak (Şekil 3.9.) maksimum gücü 1200 – 1500 W arasında olan mikro dalga fırında (Şekil 3.10.) 110 – 200 °C de 40 dakika boyunca yakılmıştır.



Şekil 3. 9. Teflon kabın sıkıştırılması.



Şekil 3. 10. Mikrodalga fırın.

Yukarıda bahsedilen işlemlerden geçirilen karışımlardan alınan 1 ml lik örnekler ölçüm kapları içinde 49 ml saf su eklenerek karışımlar seyreltilmiştir (Şekil 3.11.). Seyreltme işleminden sonra ölçümler için hazır hale gelen örnekler ICP – MS ne yerleştirilerek analiz işlemi yapılmıştır (Şekil 3.12.).



Şekil 3. 11. Numune seyreltme işlemi.



Şekil 3. 12. ICP – MS ile analizlerin yapılması.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Toplanan toprak örneklerindeki B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Ba, Au, Hg ve Pb konsantrasyonları belirlenmiştir. ICP – MS de çalışılan bu elementlerin fiziksel özellikleri Çizelge 4.1. de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışılan elementlerin fiziksel özellikleri.

SİMGE	ATOM NUMARASI	ATOM AĞIRLIĞI (g/mol)	YOĞUNLUĞU (g/ml)	KAYNAMA NOKTASI (°C)	ERİME NOKTASI (°C)	MOLAR HACMİ (ml/mol)
B	5	10,811	2,460	3927	2076	4,39
Al	13	26,981	2,700	2519	661	10,00
V	23	50,941	6,110	3407	1910	8,32
Cr	24	51,996	7,140	2671	1907	7,23
Mn	25	54,938	7,470	2061	1246	7,35
Fe	26	55,845	7,874	2861	1538	7,09
Ni	28	58,693	8,908	2913	1455	6,59
Cu	29	63,546	8,920	2927	1085	7,11
Zn	30	65,409	7,140	907	420	9,16
As	33	74,921	5,727	614	817	12,95
Se	34	78,960	4,819	685	221	16,42
Mo	42	95,940	10,280	4639	2623	9,38
Cd	48	112,411	8,650	767	321	13,00
Sb	51	121,760	6,697	631	1587	18,22
Ba	56	137,327	3,510	1870	727	38,16
Au	79	196,966	19,300	2856	1064	10,21
Hg	80	200,590	13,579	357	-39	14,09
Pb	82	207,200	11,340	1749	327	18,26

Çizelge 4.2. Yol kenarından (0 m) alınan toprak örnekler için ICP-MS ile analiz sonuçları (ppb biriminde).

0	11B	27Al	51V	52Cr	53Cr	55Mn	56Fe	57Fe	60Ni	65Cu	66Zn	75As	78Se	95Mo	111Cd	121Sb	137Ba	197Au	202Hg	208Pb
1	2592	268600	9843	8637	17990	51340	1693000	1812000	4820	1372	6376	489,4	122,7	64,20	2,031	48,02	10030	18,70	3,869	643,9
2	2658	269300	6300	5368	10980	48020	1376000	1467000	2979	1239	3823	318,7	117,5	68,51	1,063	49,97	7573	14,69	3,670	540,6
3	3013	324200	7950	4286	8825	53680	1879000	2010000	3589	1777	6473	281,7	115,5	104,30	1,252	45,38	7419	18,91	3,660	570,4
4	3309	355600	5893	4307	8318	62920	1502000	1605000	3237	2342	4263	286,5	108,4	58,32	0,972	33,11	6575	14,78	3,547	515,9
5	2043	174500	5358	40180	36250	52620	1731000	1849000	20960	1595	4509	266,2	93,9	24,15	2,420	26,37	7067	18,95	3,878	605,2
6	2477	557800	5839	11620	12840	49530	1896000	2021000	4933	1329	5367	434,5	82,6	50,70	1,838	53,90	10350	22,02	5,327	823,0
7	1779	352200	7641	62000	52600	49190	2364000	2529000	29660	1503	4588	261,9	94,4	25,41	0,598	28,15	8331	17,09	3,025	432,0
8	1526	419600	4773	18310	17250	37710	1459000	1551000	6272	846,8	5100	619,3	84,4	61,85	0,937	110,20	9686	16,05	5,683	1142,0
9	1339	613100	7735	28050	25280	46390	1839000	1962000	8360	1267	5874	428,7	92,6	59,54	3,507	26,11	12190	17,88	2,262	780,2
10	2167	3975000	16660	50770	54420	60730	4039000	3611000	40700	6322	9404	1720,0	1272,0	65,05	1,597	46,47	18490	19,61	1,151	519,9
11	2031	3026000	15760	31510	37220	63460	3220000	2975000	23060	5674	8200	1803,0	1123,0	48,89	0,693	84,23	13780	11,20	4,869	483,8
12	2400	2274000	15210	22390	29370	68770	3056000	2751000	17710	5127	8418	1246,0	1414,0	56,04	0,995	38,43	14620	9,14	0,624	519,0
13	2550	4818000	15160	33680	39290	57970	2692000	2590000	21090	5382	7677	5953,0	1317,0	76,26	1,620	42,09	21550	13,45	0,774	421,1
14	2923	4168000	15730	42780	48340	78980	3137000	3053000	28230	5379	8431	3457	1127,0	181,80	2,359	57,40	25280	17,19	6,366	489,2
15	2599	4867000	11140	11600	20080	62050	2652000	2381000	9624	4115	10770	1118	1381,0	172,20	3,459	68,12	20410	24,65	1,297	997,1

Çizelge 4.3. Yoldan 10 metre mesafeden alınan toprak örnekler için ICP-MS ile analiz sonuçları (ppb biriminde).

10	11B	27Al	51V	52Cr	53Cr	55Mn	56Fe	57Fe	60Ni	65Cu	66Zn	75As	78Se	95Mo	111Cd	121Sb	137Ba	197Au	202Hg	208Pb
1	2842	352500	7778	9812	12380	69570	2092000	2247000	5477	1514	7919	486	111	67,08	2,044	56,75	3928	40,84	5,883	731,1
2	3066	139550	7481	4999	9086	60635	1579500	1686000	3881	1568	11705	342	132	79,90	1,041	248,90	3364	40,80	80,605	620,9
3	2979	537900	10210	25200	23260	62150	2338000	2507000	10570	2006	4870	1803	109	42,04	0,278	30,89	4133	28,26	3,208	464,2
4	2984	598600	7545	5334	9144	93580	1686000	1813000	3304	2184	5400	283	123	64,39	0,953	32,03	6021	25,31	3,009	528,7
5	2500	76535	8156	47320	40255	77270	2254500	2427000	24785	2158	6122	319	109	48,14	1,220	31,32	11040	42,66	4,033	478,5
6	2881	833450	8146	13750	14530	62550	2277500	2430000	6296	1598	8073	477	108	202,80	1,624	59,53	6973	59,43	4,406	856,0
7	2046	458900	10860	71300	68970	74070	3325000	3577000	45390	1884	5422	351	107	30,67	0,430	31,51	10470	31,93	3,835	458,4
8	2838	952800	8460	106300	100700	61940	2500000	2681000	58560	1738	14220	887	92,8	10570	2,484	186,10	4046	29,73	16,420	1679,0
9	2752	194500	10030	44220	36300	85180	2620000	2809000	22620	1839	4740	536	94,7	23,60	-0,174	17,79	6815	19,57	2,038	298,4
10	1799	131500	8714	46770	37630	60360	2562000	2739000	24160	2330	5125	1329	88	2866	0,613	23,90	8317	37,17	3,434	526,2
11	1855	1544000	8688	18995	17020	74930	2483000	2650000	9780	2637	6546	665	117	22,99	0,602	35,23	9285	454,25	8,192	604,8
12	2133	1548000	7985	13650	12820	63470	2127000	2271000	6916	2464	6356	485	98,2	36,10	0,527	30,20	1365	26,58	2,736	601,2
13	3505	1765000	8133	5438	7478	58860	2043000	2186000	4069	2409	12250	364	146	295	5,084	117,20	14170	55,82	4,859	968,6
14	2498	1891000	7895	14990	13620	53910	2185000	2345000	10210	2462	5721	1045	109	59,54	1,827	41,41	14400	68,54	3,995	587,6
15	2107	1905000	4218	5870	7582	52730	1768000	1885000	3834	1214	5415	451	94,6	115,70	2,504	46,60	11720	20,50	5,690	1111,0

Çizelge 4.4. Yoldan 20 metre mesafeden alınan toprak örnekler için ICP-MS ile analiz sonuçları (ppb biriminde).

20	11B	27Al	51V	52Cr	53Cr	55Mn	56Fe	57Fe	60Ni	65Cu	66Zn	75As	78Se	95Mo	111Cd	121Sb	137Ba	197Au	202Hg	208Pb
1	2143	2491000	5523	6231	7529	53600	1694000	1824000	3967	1549	5382	4444	2877	407,50	3,495	45,17	12350	22,06	3,172	648,3
2	2519	2034000	4785	4554	6412	52180	1543000	1666000	3495	2227	5491	340,8	123	69,64	1,531	44,59	11240	70,56	3,599	552,0
3	1357	2299000	13420	76100	76080	57770	3428000	3168000	67300	3840	6908	688,1	1195	50,75	1,134	41,13	13730	56,70	4,874	340,8
4	2270	2431000	11380	8651	16080	84230	2160000	2324000	7483	6029	7655	484,5	1113	105,40	1,591	52,45	11520	22,76	2,372	435,4
5	2155	3354000	12290	35860	40940	62610	2984000	2930000	43450	4830	7475	638,4	1077	61,28	1,875	57,90	25550	19,86	14,440	465,5
6	2464	3894000	13090	17690	23570	64840	3155000	2913000	13070	5727	11320	1061	1087	124,90	4,302	86,49	24150	19,64	9,790	815,3
7	1923	3542000	9662	10460	17030	56360	2395000	2143000	8854	3519	8721	1009	1095	172,70	2,877	60,64	21510	270,40	4,079	898,4
8	1938	4610000	11290	23480	29380	40340	2442000	2204000	17750	3965	10310	1871	1143	118,20	2,830	185,50	41410	19,10	5,080	1270
9	2044	2494000	17470	75950	75880	61060	3346000	3160000	34640	5439	8815	1179	995	69,98	1068	30,13	14560	135,70	5,145	331,8
10	2041	1474000	16470	41260	45810	70340	3902000	3489000	37430	6998	9661	3890	941	62,64	1,462	34,82	16540	19,36	0,387	537,9
11	2145	4063000	17330	36600	42080	92870	3816000	3430000	25560	6243	9768	1670	1251	63,54	2,693	42,23	16980	31,04	2,840	622,2
12	2592	3042000	16920	29990	36050	77560	3414000	3128000	18950	7139	10780	1343	1278	121,10	1,365	48,71	16650	24,92	2,275	545,4
13	2664	4464000	15530	49310	52490	60520	2863000	2816000	21380	5997	8185	4433	1088	82,24	1,002	35,94	17220	15,37	3,064	330,0
14	3.006	3639000	16060	30400	35620	68000	3395000	3441000	25770	7196	9960	3254	1305	173,80	0,928	57,28	25680	38,08	3,011	475,3
15	1918	2042000	16520	14930	22310	79430	2933000	2992000	7345	5179	10070	629,5	1280	486,80	3,763	110,30	9440	27,99	1,038	336,6

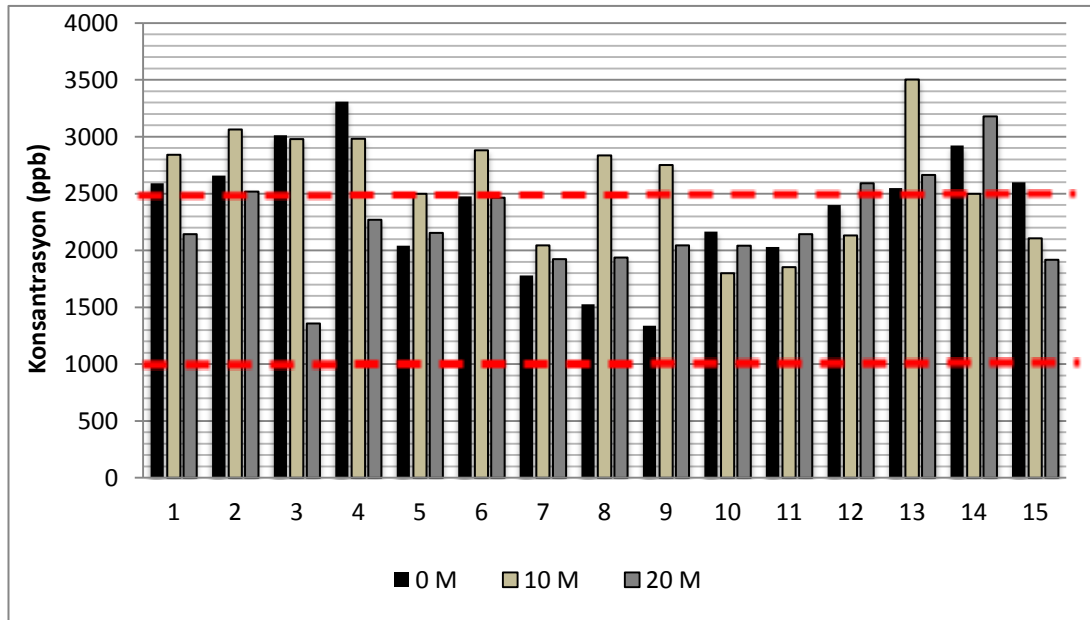
4.1. B (Bor) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

Dünya bor rezervlerinin % 75' inden fazlası ülkemizde bulunmaktadır. Bor, sulama suyu ve topraktan bitkilere buradan da hayvanlara ve insanlara geçmektedir. Borun hayvan, bitki ve insan üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yurt içinde ve yurt dışında çalışmalar yapılmıştır. Yapılan alışmalar neticesinde bor bitkilerde gerekli olarak görölmektedir. Hayvanlar üzerinde kanserojen etkisinin olup olmadığı üzerine çalışma yapılmış, kansere yol açmadığı ve kromozom düzensizliğine sebep olmadığı anlaşılmıştır. İnsanların vücuduna giren B un % 90' ı kadarı ilk 24 saat içinde hiç değişiklik olmadan idrar yoluyla atılmaktadır. ICP – MS ile analizi yapılan toprak örneklerde B için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.5. de verilmiş ve sonuçların grafiksel gösterimi için Grafik 4.1 çizilmiştir.

Çizelge 4.5. Analiz edilen örneklerde B için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

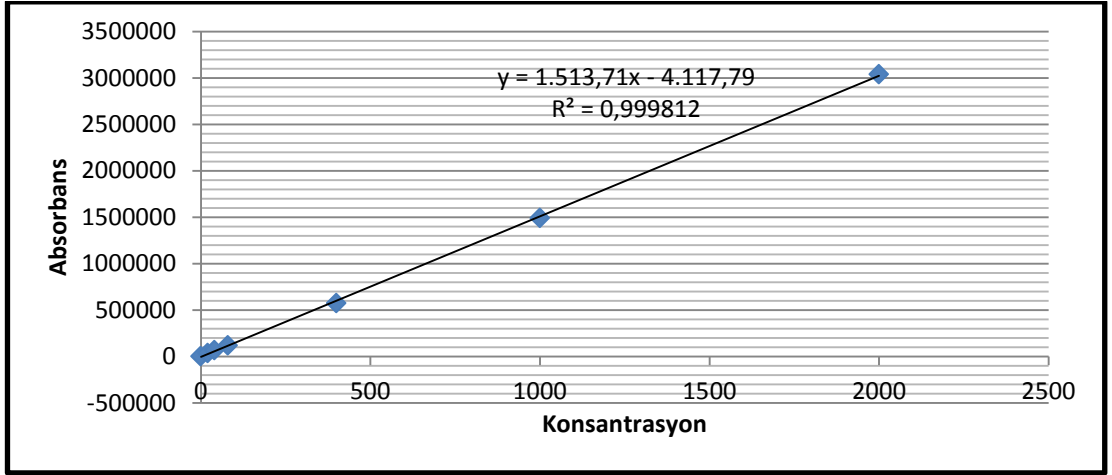
Numune Alınım Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	2592	2842	2143
2.	2658	3066	2519
3.	3013	2979	1357
4.	3309	2984	2270
5.	2043	2500	2155
6.	2477	2881	2464
7.	1779	2046	1923
8.	1526	2838	1938
9.	1339	2752	2044
10.	2167	1799	2041
11.	2031	1855	2145
12.	2400	2133	2592
13.	2550	3505	2664
14.	2923	2498	3179
15.	2599	2107	1917,5

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 1339 ile 3505 ppb arasında değişen B konsantrasyonları elde edilmiştir. Wolf (1971) bitkilerin toprakta bulunan B konsantrasyonunun yarıyışlılığı bakımından sınıflandırmasında 400 ppb konsantrasyondan küçük değeri için çok az, 500 – 900 ppb arasındaki konsantrasyon değeri için az, 1000 – 2400 ppb arasındaki konsantrasyon değerleri için yeterli, 2500 – 4900 ppb arasındaki konsantrasyon değerleri için fazla ve 5 mg/kg konsantrasyonundan büyük değere için çok fazla olduğunu söylemektedir. Buna göre araştırma alanından toprak numunelerinin bitkiler için yarıyışlı bakımından değerlendirildiğinde % 55,6 sının B konsantrasyonu yeterli ve % 44,4 nün de B konsantrasyonu fazla değerde olduğunu söylenebilir. Bununla birlikte B için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 13. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (3505 ppb) en düşük konsantrasyonun 9. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (1339 ppb) yaklaşık 2,6 katıdır.



Grafik 4. 1. B için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak B elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan B elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.2. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.2. B' un kalibrasyon grafiği.

4.2. Al (Alüminyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

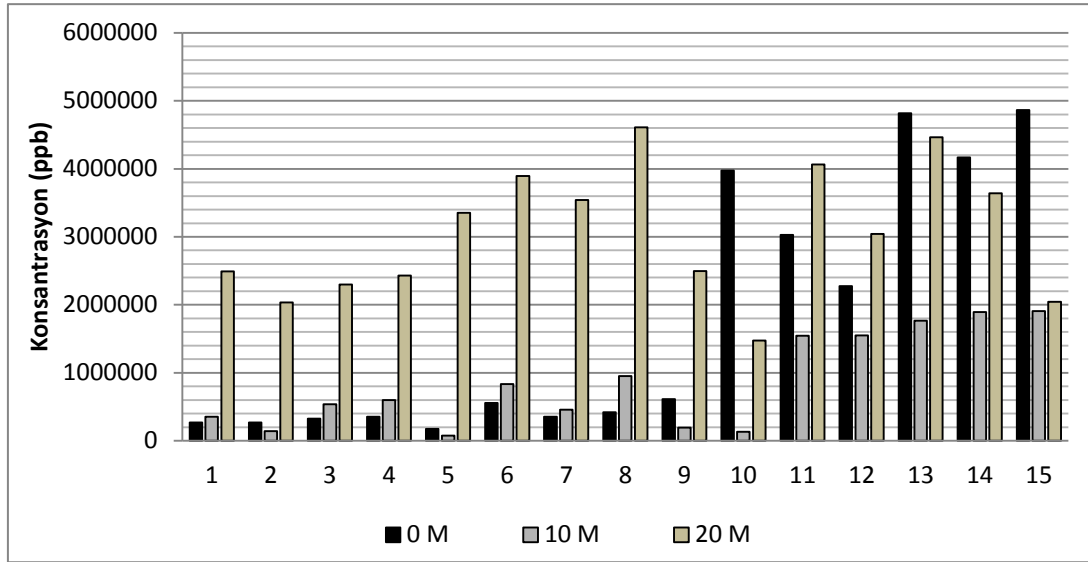
Al mutfak kaplarıyla, içme sularıyla, ilaçlarla ve alüminyum işletme tesisleri yoluyla insanları etkileyebilir. Al insanlar üzerinde sinir sistemi bozuklukları, Alzheimer hastalığı, akciğer kanseri ve astım gibi hastalıklara sebep olarak görülmektedir. ICP – MS ile analizi yapılan toprak örneklerde Al için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4. 6. de verilmiş ve sonuçların grafiksel gösterimi için Grafik 4.3 çizilmiştir.

Çizelge 4.6. Analiz edilen örneklerde Al için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	268600	352500	2491000
2.	269300	139550	2034000
3.	324200	537900	2299000
4.	355600	598600	2431000
5.	174500	76535	3354000
6.	557800	833450	3894000
7.	352200	458900	3542000
8.	419600	952800	4610000
9.	613100	194500	2494000
10.	3975000	131500	1474000
11.	3026000	1544000	4063000
12.	2274000	1548000	3042000
13.	4818000	1765000	4464000
14.	4168000	1891000	3639000
15.	4867000	1905000	2042000

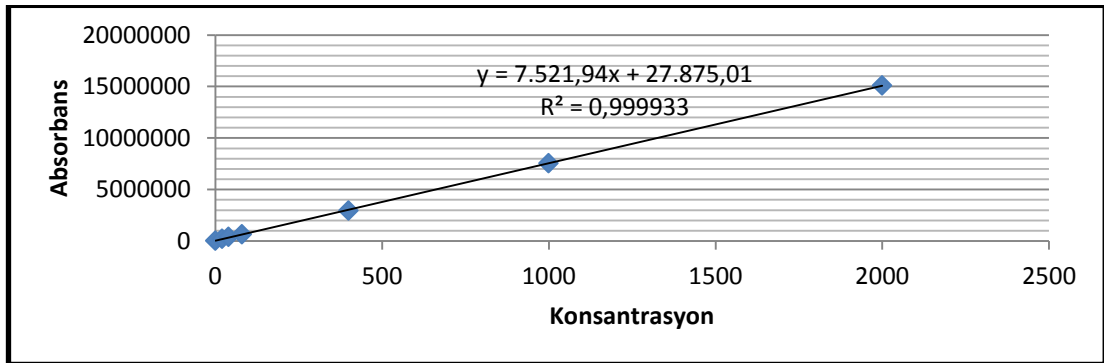
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 76535 ile 4867000 ppb arasında değişen Al konsantrasyonları elde edilmiştir. Gürbulak sınır kapısından başlayıp 9. Noktaya kadar olan bölgelerden sadece 20 m mesafeden alınan noktaların Al konsantrasyonunun

yüksek olduğu gözlenmiştir. Al için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 15. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (4867000ppb) en düşük konsantrasyonun 5. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (76535 ppb) yaklaşık 2,6 katıdır.



Grafik 4. 3. Al için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Al elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Al elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.4. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4. 4. Al' un kalibrasyon grafiği.

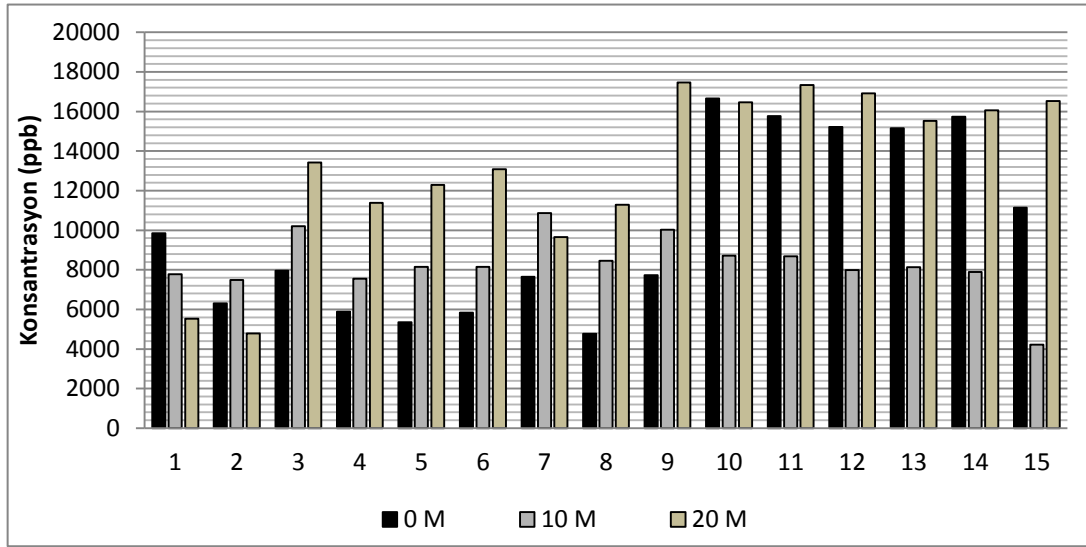
4.3. V (Vanadyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

elik sanayinde, fotoğrafılıktta, böcek ilaçlarında, boyalarda, mürekkeplerde kullanılır. Vanadyum'un insan bünyesine alınışı esas olarak gıda maddeleri yoluyla gerçekleşir. Örneğın, buğday, soya fasulyesi, zeytinyağı, ay iek yağı, elma ve yumurta. Vanadyum eğer hava yoluyla alınırsa bronşit ve zatürriye sebep olabilir. Vanadyum'un sağığına kalp ve damar yolu hastalıkları, mide ve bağırsaklarda iltihaplanma, sinir sisteminde hasar, karaciğer ve böbreklerde kanama, deride kasıntılı döküntüler (isilik), Őiddetli titreme ve fel, burun kanaması ve boğaz ağırsı, güçsüzlük, bas ağırsı ve mide bulantısı, bas dönmesi, davranış bozuklukları gibi etkileri vardır. V için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.7. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.5 çizilmiştir.

Çizelge 4.7. Analiz edilen örneklerde V için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

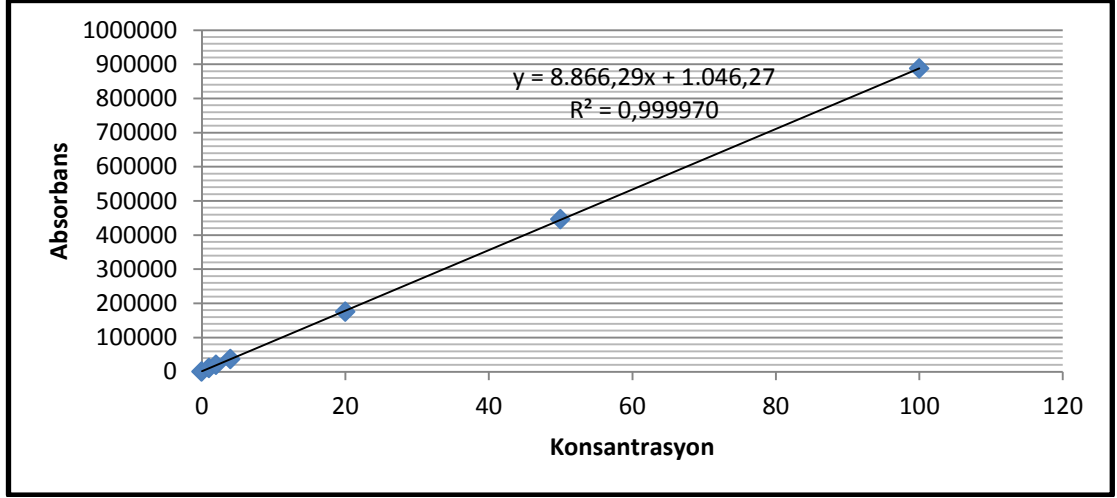
Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	9843	7778	5523
2.	6300	7481	4785
3.	7950	10210	13420
4.	5893	7545	11380
5.	5358	8156	12290
6.	5839	8146	13090
7.	7641	10860	9662
8.	4773	8460	11290
9.	7735	10030	17470
10.	16660	8714	16470
11.	15760	8688	17330
12.	15210	7985	16920
13.	15160	8133	15530
14.	15730	7895	16060
15.	11140	4218	16520

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 4218 ile 17470 ppb arasında değişen V konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte V için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 9. nokta 20 metre mesafesindeki değerin (17470 ppb) en düşük konsantrasyonun 15. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (4218 ppb) yaklaşık 4,1 katıdır.



Grafik 4.5. V için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak V elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan V elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.6. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.6. V' un kalibrasyon grafiği.

4.4. Cr (Krom) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

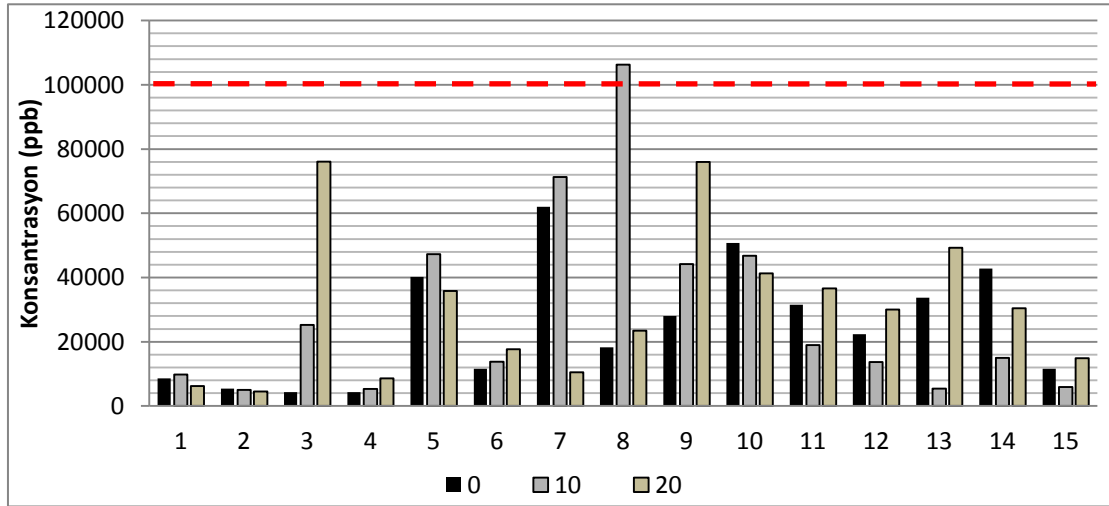
İnsanlar yeme veya içme ile ve krom veya krom bileşikleriyle de deri teması yoluyla ve soluma yoluyla Cr a maruz kalabilir. Cr; cilt döküntüleri, mide sorunları ve ülser, solunum problemleri, zayıflamış bağışıklık sistemi, böbrek ve karaciğer hasarı, genetik materyalde değişiklik, akciğer kanseri, ölüm gibi nedenlere sebep olur. Cr için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.8. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4. 4. çizilmiştir.

Çizelge 4.8. Analiz edilen örneklerde Cr için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alım Noktaları	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	8637	9812	6231
2.	5368	4999	4554
3.	4286	25200	76100
4.	4307	5334	8651
5.	40180	47320	35860
6.	11620	13750	17690
7.	62000	71300	10460
8.	18310	106300	23480
9.	28050	44220	75950
10.	50770	46770	41260
11.	31510	18995	36600
12.	22390	13650	29990
13.	33680	5438	49310
14.	42780	14990	30400
15.	11600	5870	14930

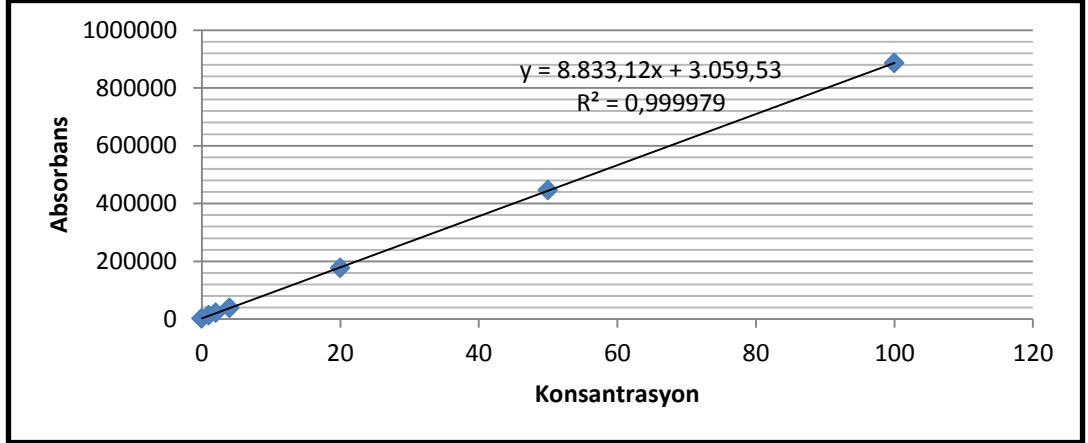
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 4286 ile 106300 ppb arasında değişen Cr konsantrasyonları elde edilmiştir. Cr için elde edilen ve izelge 4.4. verilen değerlere

bakıldığında 8. nokta 10 metrede TKKY (Toprak Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği) nin belirttiği Cr değerinin (100000 ppb) üstünde olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte Cr için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 8. Nokta 10 metre mesafedeki değer (106300 ppb) en düşük konsantrasyon ölçüldüğü 3. Nokta 10 metre mesafesindeki değer yaklaşık 24,8 katıdır. Araştırma alanından alınan tüm toprak örneklerin Cr içeriklerinin % 2,2 toksik % 97,8 nin izin verilebilir seviyede olduğunu söyleyebiliriz. 8. Nokta 10 metre mesafesinde bir araç muayene istasyonu bulunmaktadır. Sonuçlar bu noktadaki toprakta elde edilen yüksek Cr miktarında bu istasyonun da katkısının olabileceğini düşündürmektedir.



Grafik 4.7. Cr için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Cr elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Cr elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.4. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.8. Cr' un kalibrasyon grafiği.

4.5. Mn (Mangan) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

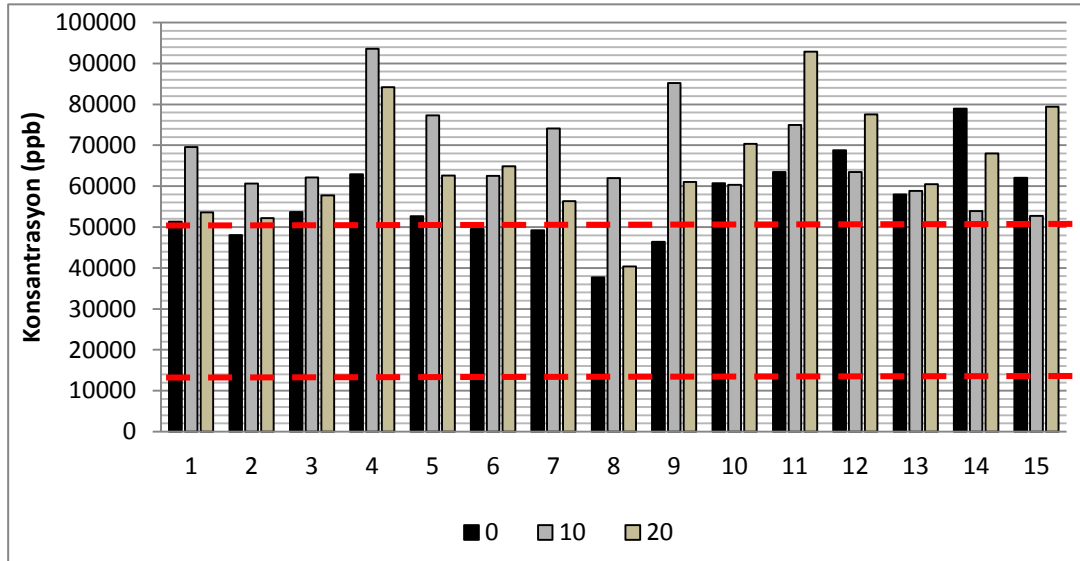
İnsanlar tarafından mangan, ıspanak, çay ve baharatlar gibi gıda yoluyla alınmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda Mn içeren gıdalar tahıllar, pirinç, soya fasulyesi, yumurta, fındık, zeytinyağı, yeşil fasulye ve ıstiridyedir. Mn etkileri başlıca solunum sisteminde ve beyinde gözlenir. Manganez zehirlenmesinin belirtileri halüsinasyonlar, unutkanlık ve sinir hasarıdır. Manganez ayrıca Parkinson, akciğer embolisi, şizofreni, matite, kasların zayıflığı, baş ağrısı ve uykusuzluk gibi nedenlere sebep olurlar. ICP – MS ile analizi yapılan toprak örneklerde Mn için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.9. de verilmiş ve sonuçların grafiksel gösterimi için Grafik 4.9 çizilmiştir.

Çizelge 4.9. Analiz edilen örneklerde Mn için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	51340	69570	53600
2.	48020	60635	52180
3.	53680	62150	57770
4.	62920	93580	84230
5.	52620	77270	62610
6.	49530	62550	64840
7.	49190	74070	56360
8.	37710	61940	40340
9.	46390	85180	61060
10.	60730	60360	70340
11.	63460	74930	92870
12.	68770	63470	77560
13.	57970	58860	60520
14.	78980	53910	68000
15.	62050	52730	79430

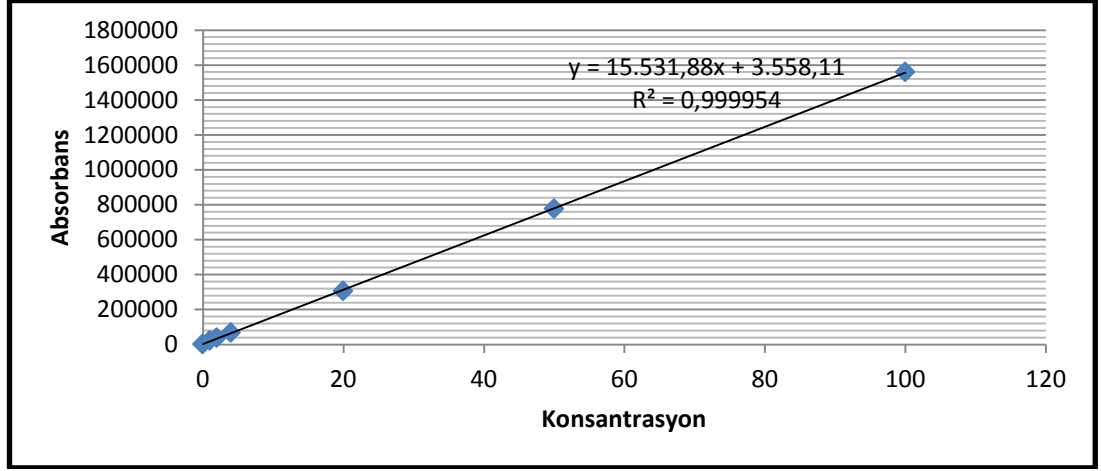
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 37710 ile 93580 ppb arasında değişen Mn

konsantrasyonları elde edilmiştir. FAO (1990) bitkilerin toprakta bulunan Mn konsantrasyonunun yararlılığı bakımından sınıflandırmasında 400 ppb konsantrasyondan küçük değeri için çok az, 400 ile 1400 ppb arasındaki konsantrasyon değeri için az, 1400 ile 5000 ppb arasındaki konsantrasyon değerleri için yeterli, 50000 ile 170000 ppb arasındaki konsantrasyon değerleri için fazla ve 170000 ppb konsantrasyonundan büyük değere için çok fazla olduğunu söylemektedir. Buna göre araştırma alanından toprak numunelerinin bitkiler için yararlı bakımından değerlendirildiğinde % 15 nin Mn konsantrasyonu yeterli ve % 85 nin de Mn konsantrasyonu fazla değerde olduğunu söylenebilir. Bununla birlikte Mn için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 4. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (93580 ppb) en düşük konsantrasyonun 8. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (37710 ppb) yaklaşık 2,5 katıdır.



Grafik 4. 9. Mn için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Mn elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Mn elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.10. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4. 10. Mn' in kalibrasyon grafiği.

4.6. Fe (Demir) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

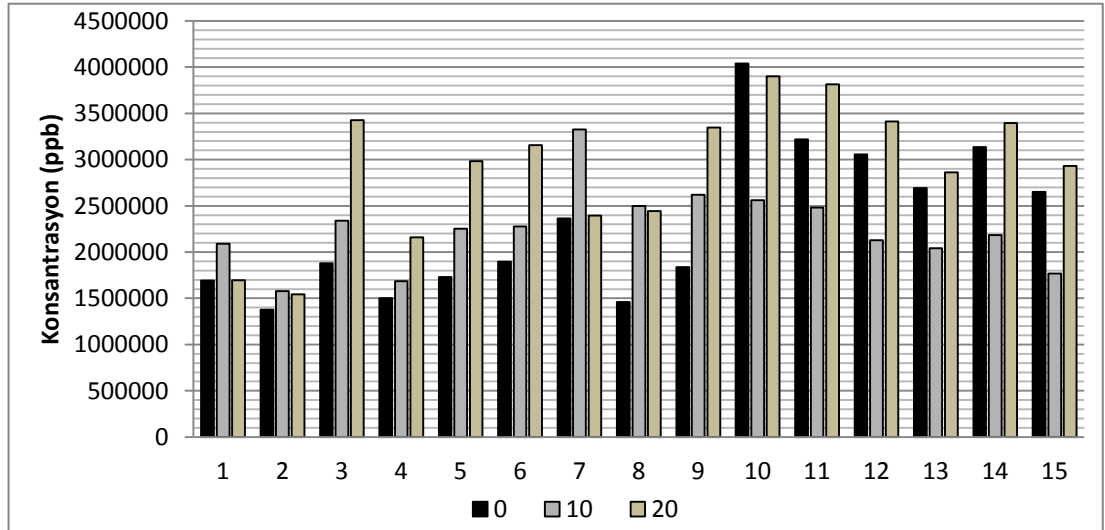
Fe et, kepekli ürünler, patates ve sebze bulunur. Bir adam ortalama günlük demir alımı 7 mg ve kadın günlük demir alımı 11 mg gerekmektedir. Fe fazla olması halinde anemiye yol açmaktadır. ICP – MS ile analizi yapılan toprak örneklerde Fe için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.10. de verilmiş ve sonuçların grafiksel gösterimi için Grafik 4.11 çizilmiştir.

Çizelge 4.10. Analiz edilen örneklerde Fe için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	1693000	2092000	1694000
2.	1376000	1579500	1543000
3.	1879000	2338000	3428000
4.	1502000	1686000	2160000
5.	1731000	2254500	2984000
6.	1896000	2277500	3155000
7.	2364000	3325000	2395000
8.	1459000	2500000	2442000
9.	1839000	2620000	3346000
10.	4039000	2562000	3902000
11.	3220000	2483000	3816000
12.	3056000	2127000	3414000
13.	2692000	2043000	2863000
14.	3137000	2185000	3395000
15.	2652000	1768000	2933000

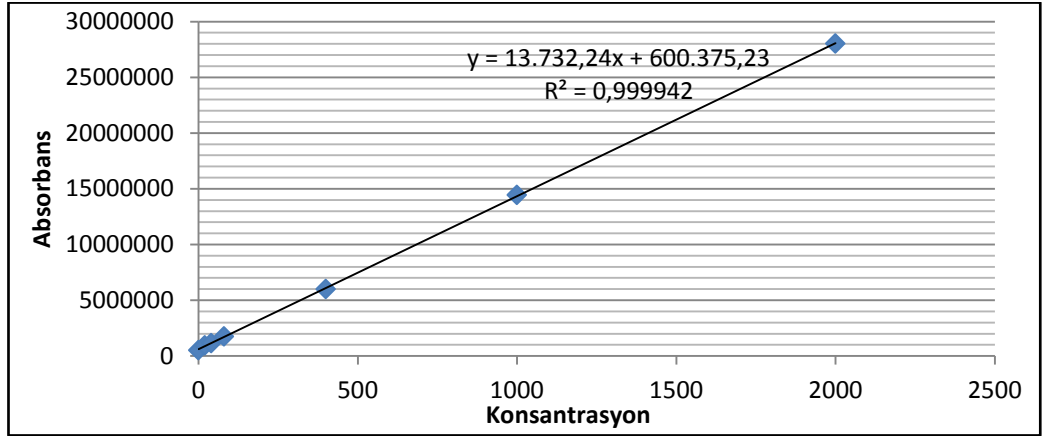
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 1376000 ile 4039000 ppb arasında değişen Fe konsantrasyonları elde edilmiştir. Lindsay ve Norvell (1978) bitkilerin toprakta bulunan

Fe konsantrasyonunun yayırlılığı bakımından sınıflandırmasında 2500 ppb konsantrasyondan küçük değeri için az, 2500 ile 4500 ppb arasındaki konsantrasyon değeri için orta, 4500 ppb konsantrasyonundan büyük değeri için yüksek olduğunu söylemektedir. Buna göre araştırma alanından toprak numunelerinin bitkiler için yayırlılı bakımından değerlendirildiğinde % 100 nün Fe konsantrasyonu yüksek değerde olduğunu söylenebilir. Bununla birlikte Fe için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 10. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (4039000 ppb) en düşük konsantrasyonun 2. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (1376000 ppb) yaklaşık 2,9 katıdır.



Grafik 4.11. Fe için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Fe elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Fe elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.12. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.12. Fe' in kalibrasyon grafiği.

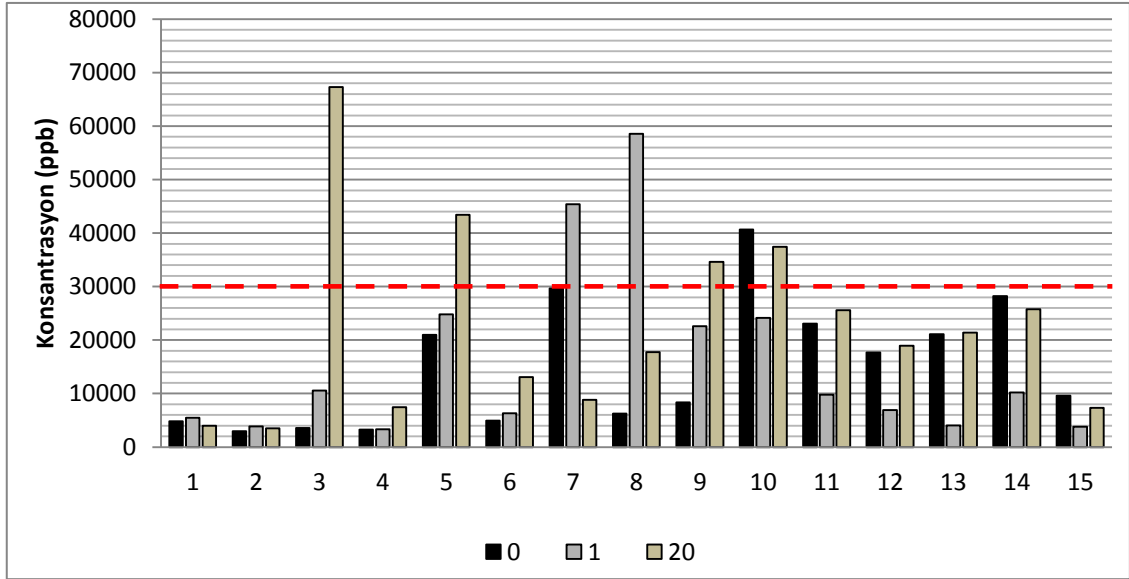
4.7. Ni (Nikel) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

Kirli topraklardan elde edilen sebzelerin yuksek miktarda tuketilmesiyle birlikte Ni alımı da artar. Bitkilerin Ni topladığı bilinir ve dolayısıyla sebzelerden Ni alımı yuksektir. İnsanlar Ni solunum yoluyla, ieme suyuyla, gıdaların tuketimiyle veya sigara içilmesiyle nikel maruz kalır. Sigara içenler, ciğerlerine yuksek oranda nikel alırlar. Aslında nikelin az miktarda alınması vucut için gereklidir; fakat aşıırı dozda alınırsa insan sağlığı için tehlikeli olabilir. Ni' in fazla miktarda alınmasıyla akciğer, burun, prostat ve gırtlak kanseri riskini artırır, akciğerlerde tıkanma, solunum yetersizliği, doğum kusurları, astım ve kronik bronşit, mücevherlerden kaynaklanan deri isiliği gibi alerjik reaksiyonlar, kalp rahatsızlıkları ve Ni gazına maruz kalındığında, halsizlik ve başı dönmesi gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Ni için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.11 de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.4 çizilmiştir.

Çizelge 4. 11. Analiz edilen örneklerde Ni için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

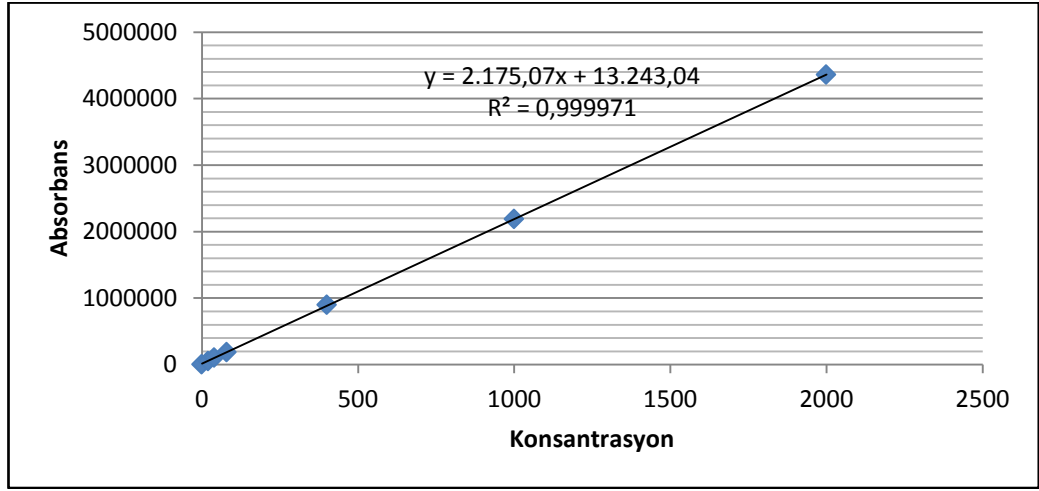
Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	4820	5477	3967
2.	2979	3881	3495
3.	3589	10570	67300
4.	3237	3304	7483
5.	20960	24785	43450
6.	4933	6295,5	13070
7.	29660	45390	8854
8.	6272	58560	17750
9.	8360	22620	34640
10.	40700	24160	37430
11.	23060	9780	25560
12.	17710	6916	18950
13.	21090	4069	21380
14.	28230	10210	25770
15.	9624	3834	7345

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 2979 ile 673000 ppb arasında değişen Ni konsantrasyonları elde edilmiştir. Ni için elde edilen ve Çizelge 4. 4. verilen değerlere bakıldığında 3. nokta 20 metre, 5. nokta 20 metre, 7. nokta 10 metre, 7. nokta 20 metre, 8. nokta 20 metre, 9. nokta 20 metre, 10. nokta 0 metre ve 10. nokta 20 metrede TKKY nin belirttiği Ni değerinin (30000 ppb) üstünde olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte Ni için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 3. Nokta 20 metre mesafedeki değer (67300 ppb) en düşük konsantrasyon ölçüldüğü 2. Nokta 0 metre mesafesindeki değer (2979 ppb) yaklaşık 22,6 katıdır. Araştırma alanından alınan tüm toprak örneklerin Ni içeriklerinin % 15,5 toksik % 84,5 nin izin verilebilir seviyede olduğunu söyleyebiliriz.



Grafik 4.13. Ni için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Ni elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Ni elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.14. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.14. Ni' in kalibrasyon grafiği.

4.8. Cu (Bakır) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

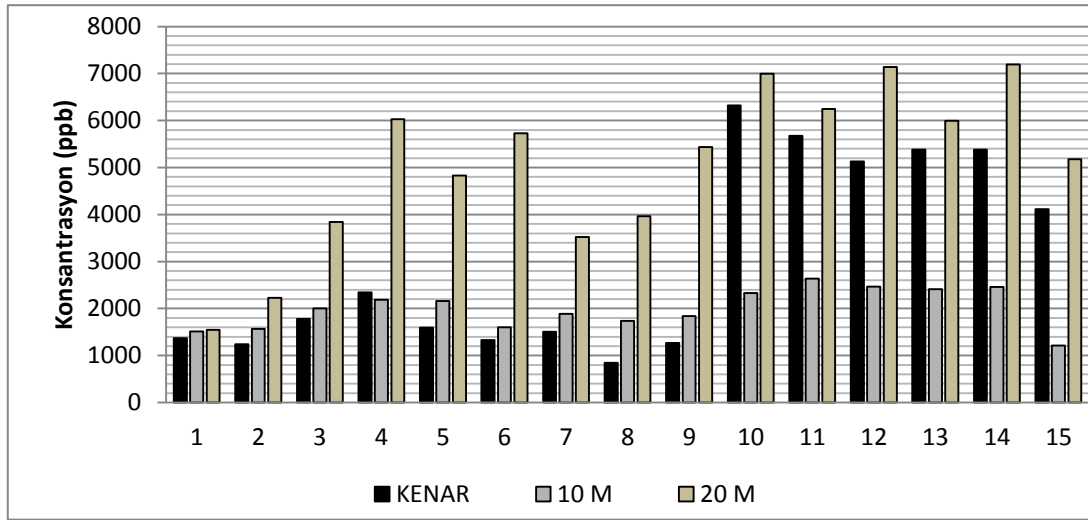
Cu birçok çeşit gıdada, içme suyunda ve havada bulunabilir. Bundan dolayı da her gün insanlar yiyerek, içerek ve soluyarak önemli bir miktar bakırı vücutlarına almaktadır. Cu ın absorpsiyonu gereklidir, nk bakır insan sağlığı için gerekli olan bir iz elementtir. İnsanların yüksek konsantrasyonlarda Cu orantılı olarak idare edebilmelerine rağmen, çok fazla bakır önemli sağlık problemlerine yol açabilmektedir. ICP – MS ile analizi yapılan toprak örneklerde Cu için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.12. de verilmiş ve sonuçların grafiksel gösterimi için Grafik 4.15 çizilmiştir.

Çizelge 4. 12. Analiz edilen örneklerde Cu için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	1372	1514	1549
2.	1239	1568	2227
3.	1777	2006	3840
4.	2342	2184	6029
5.	1595	2158	4830
6.	1329	1598	5727
7.	1503	1884	3519
8.	846,8	1738	3965
9.	1267	1839	5439
10.	6322	2330	6998
11.	5674	2637	6243
12.	5127	2464	7139
13.	5382	2409	5997
14.	5379	2462	7196
15.	4115	1214	5179

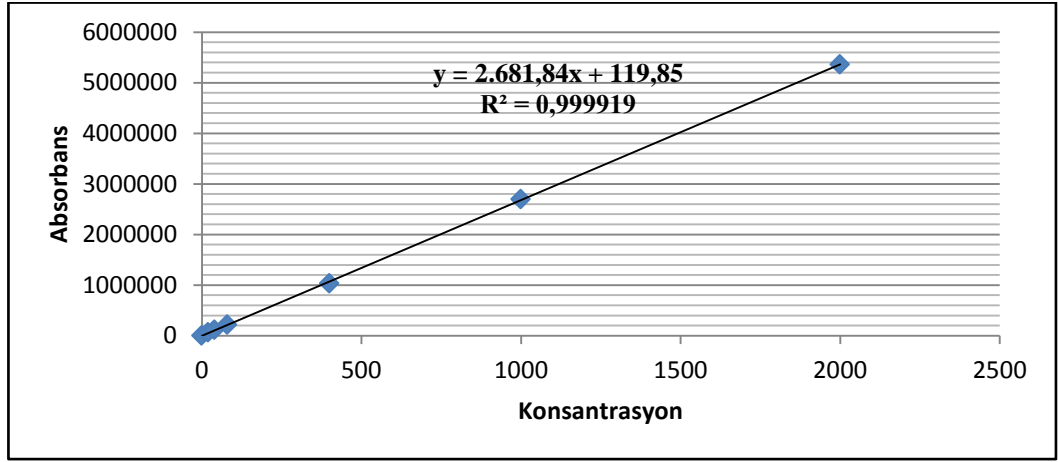
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 846,8 ile 7196 ppb arasında değişen Cu konsantrasyonları

elde edilmiştir. Çizelge 4. 8. de baktığımızda bütün bölgelerin 20 metre mesafesindeki konsantrasyon değerlerinin 0 m ve 10 m deki konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğunu görmekteyiz. TKKY de Cu için sınır değeri 50000 ppb olduğu bölgeden alınan toprak örneklerinin en yüksek değerinin 7196 ppb olduğu bu sebepten dolayı da toplanan örneklerinde Cu kirlenmesi söz konusu değildir. Cu için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 14. nokta 20 metre mesafesindeki değerin (7196 ppb) en düşük konsantrasyonun 8. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (846,8 ppb) yaklaşık 8,5 katıdır.



Grafik 4.15. Cu için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Cu elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Cu elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.16. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.16. Cu'ün kalibrasyon grafiği.

4.9. Zn (Çinko) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

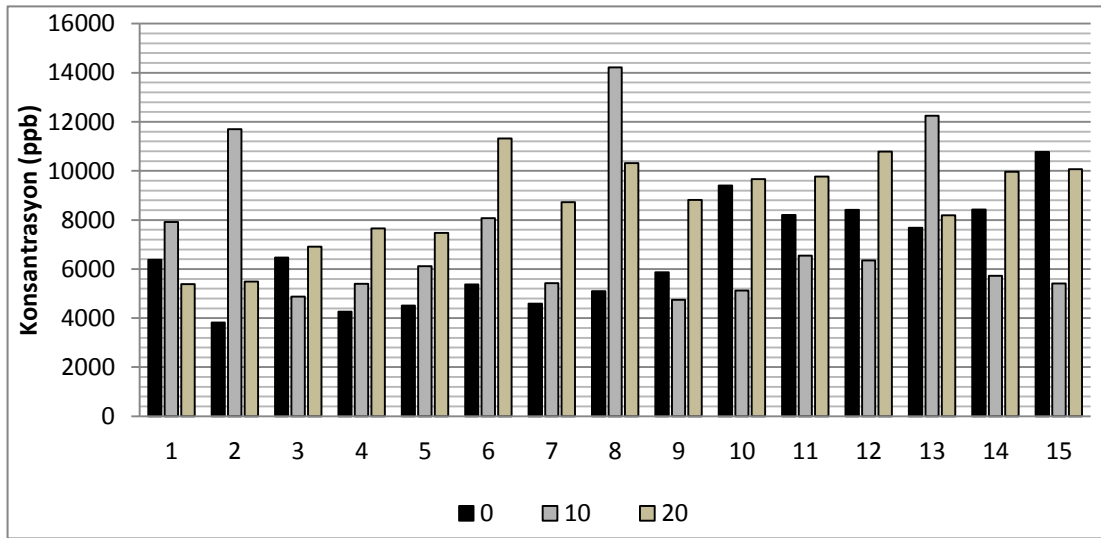
Otomotiv endüstrisinde, elektrikli gereçler, oyuncak, diş dolgusunda, deodorantlarda, pillerde ve kaynak işlerinde kullanılmaktadır. Zn; kronik maruziyet ile deri ve akciğer hastalıklarına sebep olmaktadır. Zn için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.13 de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.17 çizilmiştir.

Çizelge 4.13. Analiz edilen örneklerde Zn için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	6376	7919	5382
2.	3823	11705	5491
3.	6473	4870	6908
4.	4263	5400	7655
5.	4509	6122	7475
6.	5367	8073,5	11320
7.	4588	5422	8721
8.	5100	14220	10310
9.	5874	4740	8815
10.	9404	5125	9661
11.	8200	6546	9768
12.	8418	6356	10780
13.	7677	12250	8185
14.	8431	5721	9960
15.	10770	5415	10070

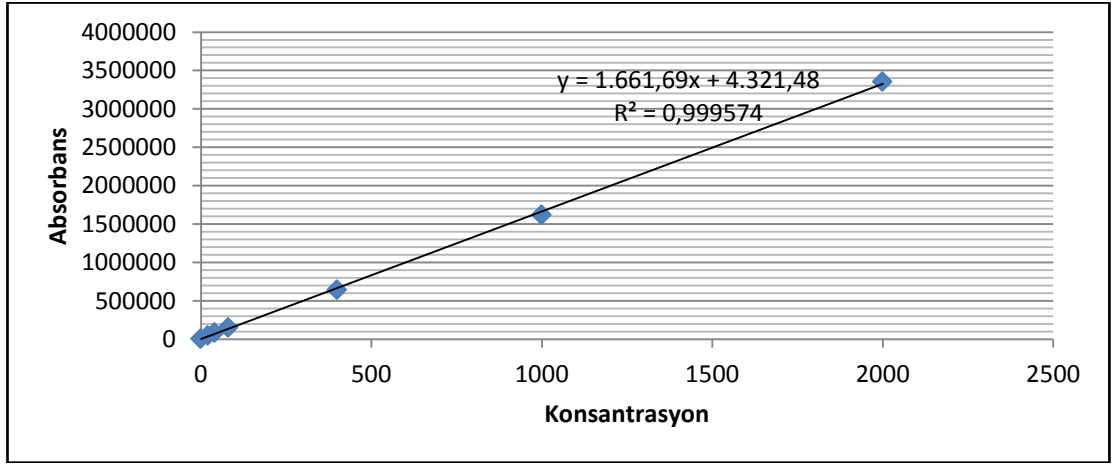
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 3823 ile 14220 ppb arasında değişen Zn konsantrasyonları elde edilmiştir. TKKY de Zn için sınır değeri 150000 ppb olduğu bölgeden alınan toprak örneklerinin en yüksek değerinin 14220 ppb olduğu bu sebepten dolayı toplanan örneklerinde Zn kirlenmesi söz konusu değildir. Zn için en yüksek konsantrasyonun

ölçüldüğü 8. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (14220 ppb) en düşük konsantrasyonun 2. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (3823 ppb) yaklaşık 3,7 katıdır. 8. Nokta 10 metre mesafesinde bir araç muayene istasyonu bulunmaktadır. Sonuçlar bu noktadaki toprakta elde edilen yüksek Zn konsantrasyonuna bu istasyonun da katkısının olabileceğini düşündürmektedir.



Grafik 4.17. Zn için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Zn elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Zn elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.18. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.18. Zn' nun kalibrasyon grafiği.

4.10. As (Arsenik) İçin Elde Edilen Bulguları ve Tartışma

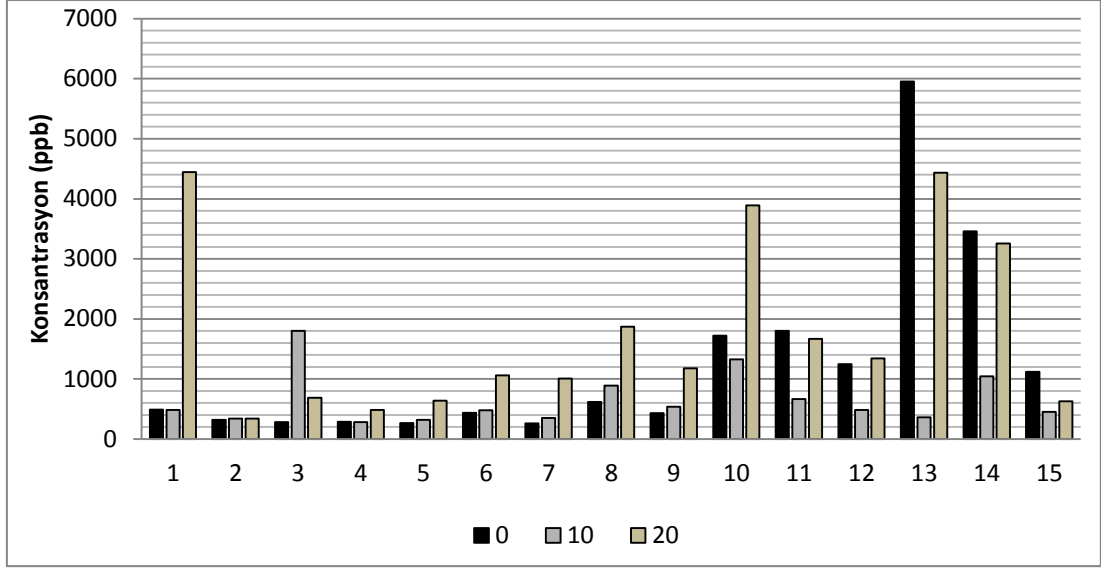
As insanlara kaynak suları, süttozu, soya sosları, piller, su ürünleri, besin katkıları ve sigara yoluyla geçmektedir. Solunduğunda güçlü bir kanser yapıcı olan As bağırsak ve karaciğer üzerinde tahribatlara neden olur. ICP – MS ile analizi yapılan toprak örneklerde As için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.14. de verilmiş ve sonuçların grafiksel gösterimi için Grafik 4.19 çizilmiştir.

Çizelge 4.14. Analiz edilen örneklerde As için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	489,4	485,55	4444
2.	318,7	342,35	340,8
3.	281,7	1803	688,1
4.	286,5	282,75	484,5
5.	266,2	319	638,4
6.	434,5	476,7	1061
7.	261,9	350,7	1009
8.	619,3	887,2	1871
9.	428,7	535,7	1179
10.	1720	1329	3890
11.	1803	665,2	1670
12.	1246	485,2	1343
13.	5953	363,5	4433
14.	3457	1045	3254
15.	1118	450,9	629,45

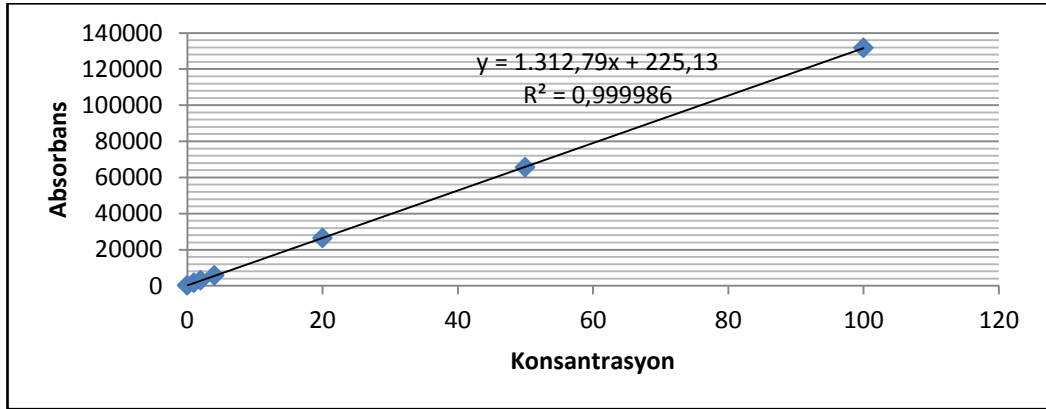
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 261,9 ile 5953 ppb arasında değişen As konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte As için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 13. nokta

0 metre mesafesindeki değerin (5953 ppb) en düşük konsantrasyonun 7. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (261,9 ppb) yaklaşık 22,7 katıdır.



Grafik 4.19. As için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak As elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan As elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.20. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.20. As' in kalibrasyon grafiği.

4.11. Se (Selenyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

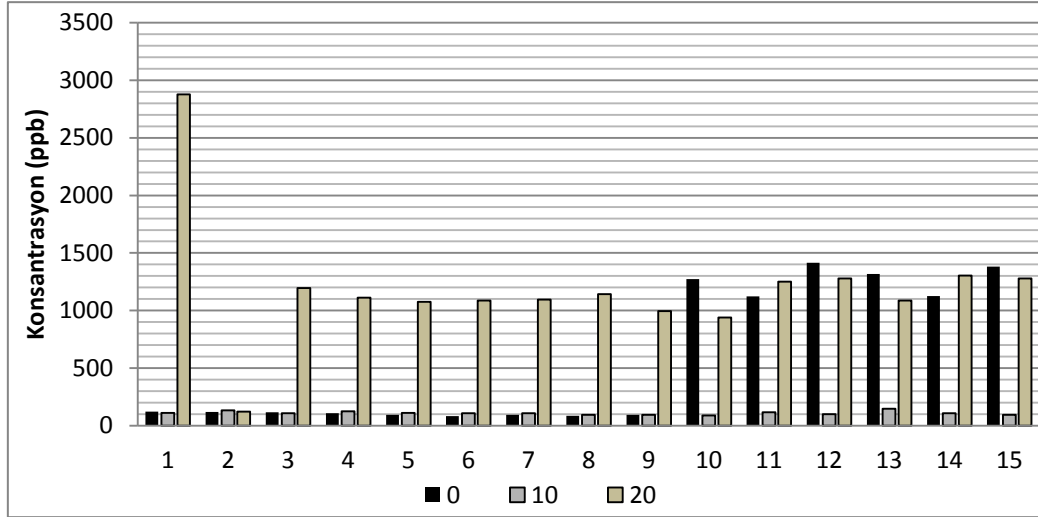
Toprakta bulunan bir iz elementtir ve iyi bir sağlığın korunması için az miktarda bulunması gerekmektedir. Birçok vucut işlevi için gereklidir hemen hemen tüm hücrelerde özellikle de böbreklerde, karaciğerde, dalakta, testislerde ve pankreasta mevcuttur. Bağışıklık sistemini aktifleştirir. Virüslerle ve kanserle savaşan hücreleri güçlendirir. Eksikliğinde bağışıklık sisteminin zayıflamasına, damar sertliğine ve kanserlerin meydana gelmesine yol açar. Kümes hayvanları deniz ürünleri ve et gibi gıdalarda da bulunur. Se için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.15 de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.21 çizilmiştir.

Çizelge 4.15. Analiz edilen örneklerde Se için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	122,7	111,4	2877
2.	117,5	132,3	122,5
3.	115,5	108,5	1195
4.	108,4	123,1	1113
5.	93,92	109,35	1077
6.	82,66	108,35	1087
7.	94,42	106,9	1095
8.	84,43	92,76	1143
9.	92,65	94,66	994,5
10.	1272	87,95	940,65
11.	1123	116,6	1251
12.	1414	98,16	1278
13.	1317	145,8	1088
14.	1127	108,5	1305
15.	1381	94,6	1280

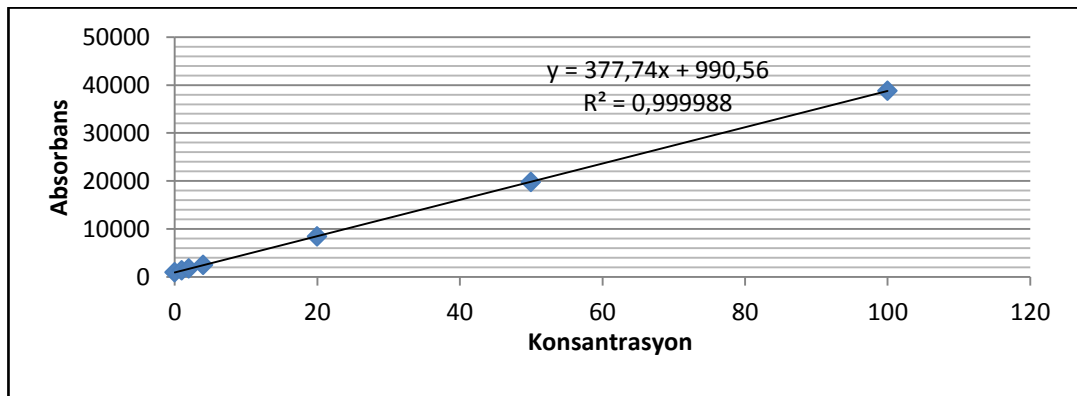
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan

alınan toprak numunelerinde 82,66 ile 1414 ppb arasında değişen Se konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte Se için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 1. nokta 20 metre mesafesindeki değerin (2877 ppb) en düşük konsantrasyonun 6. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (82,66 ppb) yaklaşık 17 katıdır.



Grafik 4.21. Se için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Se elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Se elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.22. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.22. Se' un Kalibrasyon Grafiği.

4.12. Mo (Molibden) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

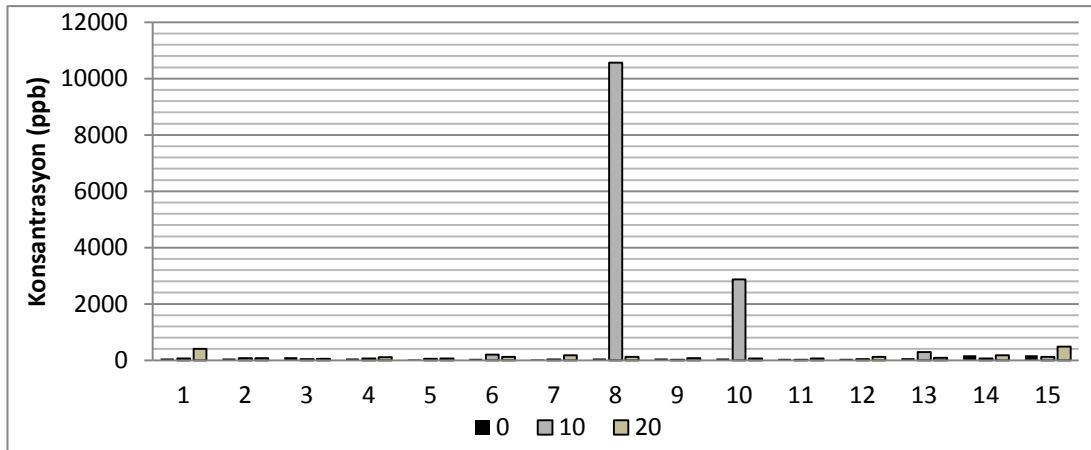
Molibden, uçak ve füze parçalarının yapımında ve ayrıca filamanlarda kullanılır. Petrol endüstrisinde de kullanılır. Canlı hücrelerinde eser miktarda bulunan molibden, bitkiler için gerekli olan bir elementtir. Molibden solunduğunda veya ağız yoluyla alındığında hafif derecede zehirleyici olabilirler. Mo için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.26 de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.23 çizilmiştir.

Çizelge 4.16. Analiz edilen örneklerde Mo için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	64,2	67,08	407,5
2.	68,51	79,9	69,64
3.	104,3	42,04	50,75
4.	58,32	64,39	105,4
5.	24,15	48,145	61,28
6.	50,7	202,8	124,9
7.	25,41	30,67	172,7
8.	61,85	10570	118,2
9.	59,54	23,6	69,98
10.	65,05	2866	62,64
11.	48,89	22,99	63,54
12.	56,04	36,1	121,05
13.	76,26	295	82,24
14.	181,8	59,54	173,75
15.	172,15	115,7	486,8

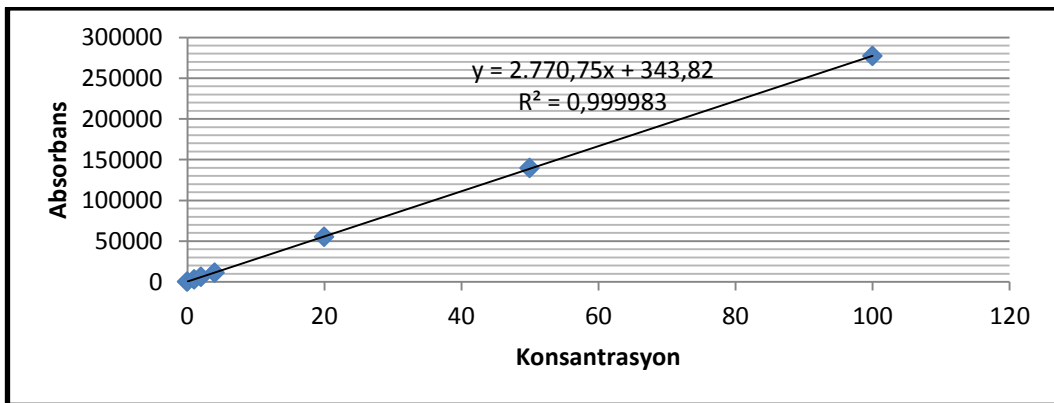
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 22,99 ile 486,8 ppb arasında değişen Mo konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte Mo için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 8. nokta

10 metre mesafesindeki değerin (486,8 ppb) en düşük konsantrasyonun 7. nokta 0 metre mesafesindeki değerin (22,99 ppb) yaklaşık 21,17 katıdır. 8. Nokta 10 metre mesafesinde bir araç muayene istasyonu bulunmaktadır. Sonuçlar bu noktadaki toprakta elde edilen yüksek Mo konsantrasyonuna bu istasyonun da katkısının olabileceğini düşündürmektedir.



Grafik 4.23. Mo için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Mo elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Mo elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.24. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.24. Mo' in kalibrasyon grafiği.

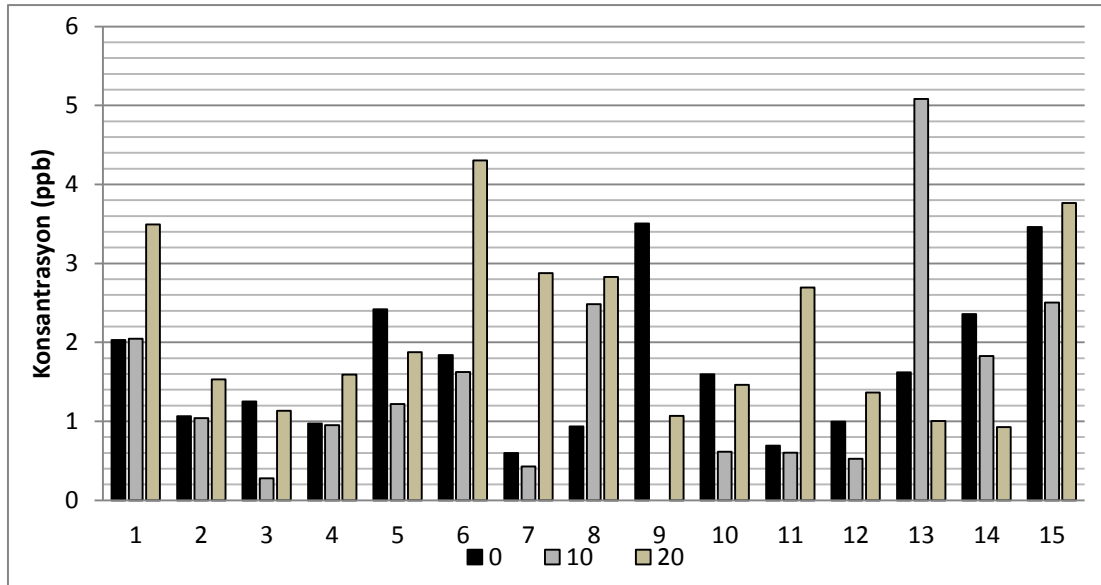
4.13. Cd (Kadmiyum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

Cd ve bileşiklerinin çözeltileri zehirlidir. Cd ağır metaller içerisindeki en tehlikeli ve toksit maddelerden biridir. Çevremizdeki kadmiyum kaynakları; Cd içeren boyalar, sigara dumanı, plastik katkı maddeleri, Kadmiyum sülfür ve çinko üreten tesislerdir. Cd lu sızıntı suyu, içme suyunu ve toprağı kirleterek gıda zinciri ve içme suyu yolu ile insan vücuduna girerler. Vücut kadmiyumu kalsiyum gibi algılar ve kadmiyum vücutta birikmeye başlar. Ayrıca günde bir paket sigara içen insanların vücutlarında, daha ziyade karaciğer ve böbreklerinde sigara içmeyenlere nazaran %50 oranında daha fazla kadmiyum taşımaktadırlar. Vücutta kalsiyum eksilmesinde ise kemikler yavaş yavaş zayıflamaya başlar. Ayakta durmak hatta öksürmek bile kemiklerin kırılmasına hatta iskelet ufalanarak neticede hastanın ölmesine neden olur. Cd için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.17. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.25 çizilmiştir.

Çizelge 4.17. Analiz edilen örneklerde Cd için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

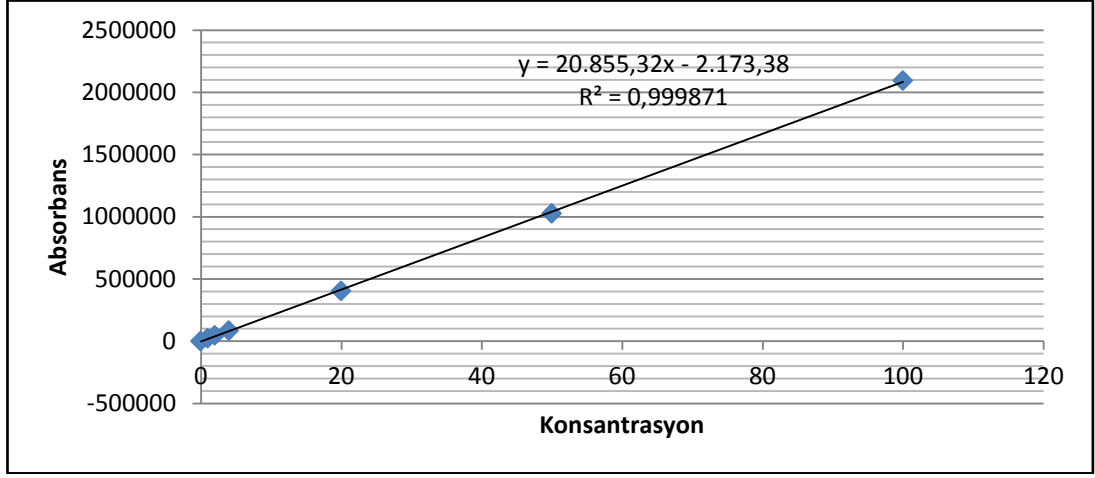
Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	2,031	2,044	3,495
2.	1,063	1,041	1,531
3.	1.252	0,278	1,134
4.	0,972	0,953	1,591
5.	2,42	1,22	1,875
6.	1,838	1,624	4,302
7.	0,598	0,43	2,877
8.	0,937	2,484	2,83
9.	3,507	0	1068
10.	1,597	0,613	1,462
11.	0,693	0,602	2,693
12.	0,995	0,527	1,365
13.	1,62	5,084	1,002
14.	2,359	1,827	0,928
15.	3,459	2,504	3,763

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde -0,174 ile 5,084 ppb arasında değişen Cd konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte Cd için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 13. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (5,084 ppb) en düşük konsantrasyonun 8. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (-0,174 ppb) yaklaşık 5 katıdır. TKKY de Cd için sınır değeri 1000 ppb olduğu bölgeden alınan toprak örneklerinin en yüksek değerinin 5,084 ppb olduğu bu sebepten dolayı toplanan örneklerinde Cd kirlenmesi söz konusu değildir.



Grafik 4.25. Cd için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Cd elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Cd elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.26. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.26. Cd' un kalibrasyon grafiği.

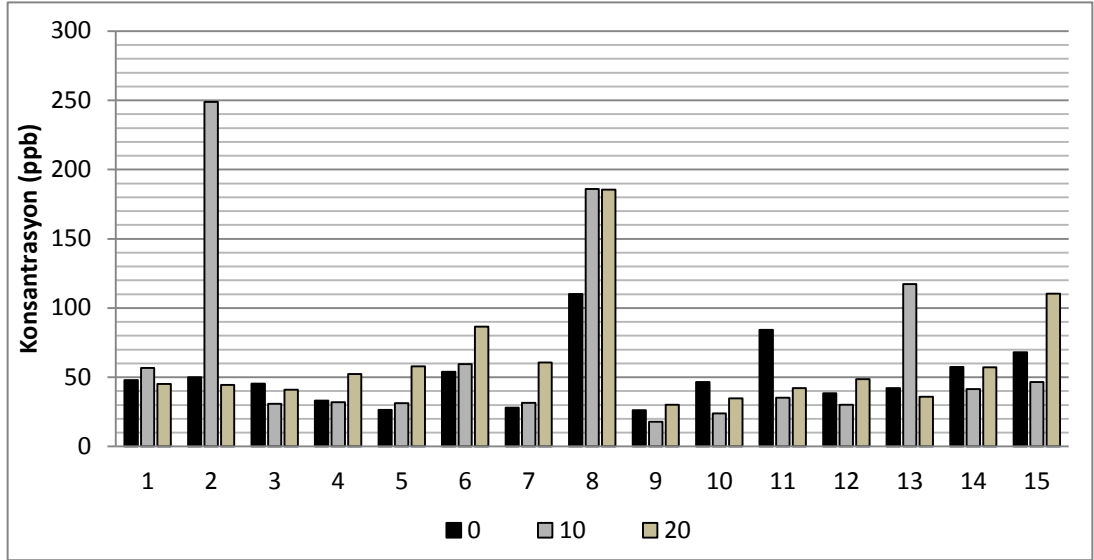
4.14. Sb (Antimon) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

İnsanlar antimona nefes alarak, su içerek ve antimon içeren gıdaları tüketererek maruz kalabilirler. Ayrıca toprakla, suyla ve antimonlu bileşiklerle deri teması ile de maruz kalınabilir. Eğer antimona maruz kalma devam ederse ciddi sağlık sorunları oluşabilir. Örneğin akciğer hastalıkları, kalp sorunları, ishal, ciddi kusma ve mide ülseri gibi. Disfaji, karaciğer ve böbrek yetmezliği, ağızda metalik tat, gastrointestinal (sindirim sistemi) ağrılarda görülebilir. Sb için elde edilen analiz sonuçları izelge 4.18. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.27 çizilmiştir.

Çizelge 4. 18. Analiz edilen örneklerde Sb için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

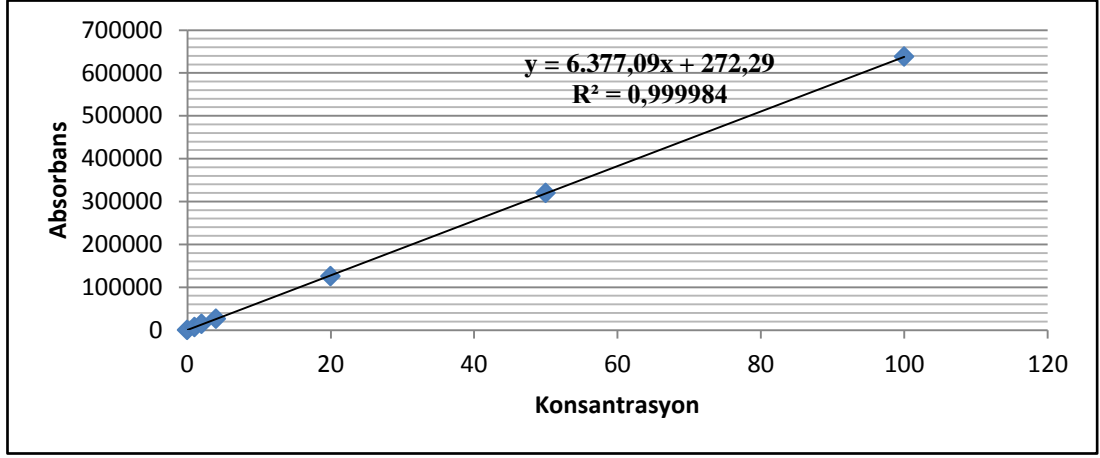
Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	48,02	56,75	45,17
2.	49,97	248,9	44,59
3.	45,38	30,89	41,13
4.	33,11	32,03	52,45
5.	26,37	31,32	57,9
6.	53,9	59,53	86,49
7.	28,15	31,51	60,64
8.	110,2	186,1	185,5
9.	26,11	17,79	30,13
10.	46,47	23,9	34,815
11.	84,23	35,23	42,23
12.	38,43	30,2	48,71
13.	42,09	117,2	35,94
14.	57,4	41,41	57,28
15.	68,12	46,6	110,3

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 17,79 ile 186,1 ppb arasında değişen Sb konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte Sb için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 2. nokta 10 metre mesafesindeki değer (186,1 ppb) en düşük konsantrasyonun 9. Nokta 10 metre mesafesindeki değer (17,79 ppb) yaklaşık 10,5 katıdır. 8. Nokta 10 metre mesafesinde bir araç muayene istasyonu bulunmaktadır. Sonuçlar bu noktadaki toprakta elde edilen yüksek Sb konsantrasyonuna bu istasyonun da katkısının olabileceğini düşündürmektedir.



Grafik 4.27. Sb için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Sb elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Sb elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.28. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.28. Sb' un kalibrasyon grafiği.

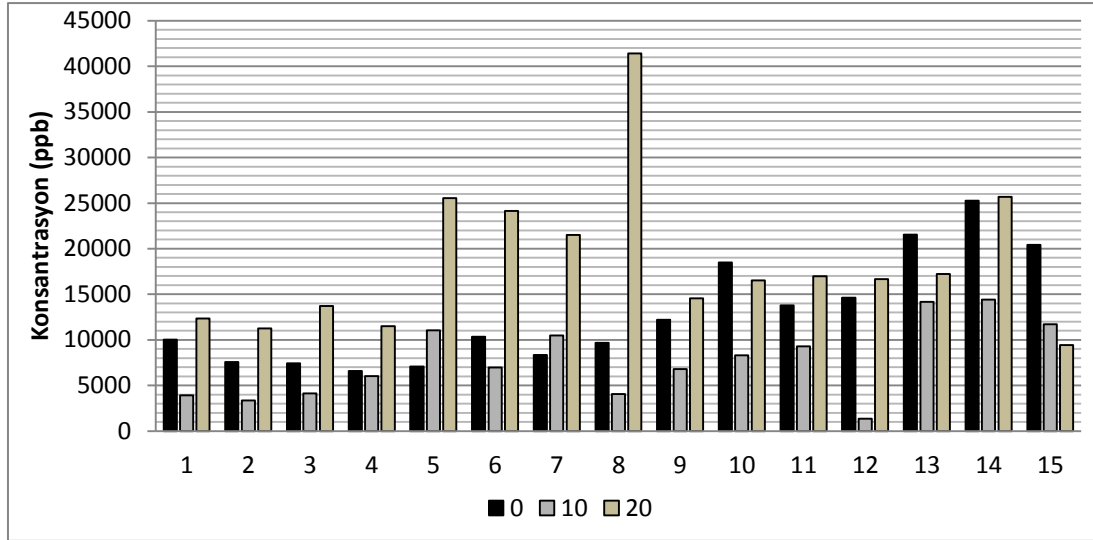
4.15. Ba (Baryum) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

Baryumun doğada, doğal olarak bulunma seviyesi oldukça düşüktür. Yüksek miktarlardaki baryum sadece toprakta ve fıstık, fındık, deniz yosunu, balık ve bazı bitkiler gibi gıdalarda bulunur. Baryumun sağlık etkileri suda çözünürlüğü ile alakalıdır. Suda çözünen baryum bileşiği insan sağlığı için zararlı olabilmektedir. Suda çözünen baryumun çok yüksek miktarlarda alınması felce ve hatta bazı durumlarda ölümlere bile neden olabilmektedir. Az miktarda alınması, nefes alıp vermede zorluğa, kan basıncının artmasına, kalp ritmi değişikliklerine, mide tahrişine, kas güçsüzlüğüne, sinir reflekslerinde değişikliklere, beyinde ve karaciğerde şişkinliğe, böbrek ve kalp rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Ba için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.19. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.29. çizilmiştir.

Çizelge 4.19. Analiz edilen örneklerde Ba için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

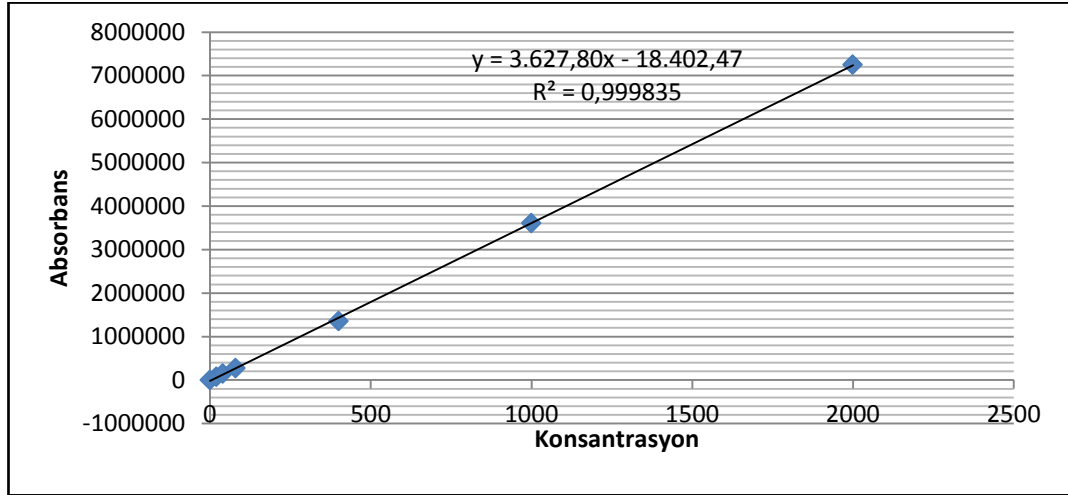
Numune Alım Noktaları	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	10030	3928	12350
2.	7573	3364,5	11240
3.	7419	4133	13730
4.	6575	6021	11520
5.	7067	11040	25550
6.	10350	6973	24150
7.	8331	10470	21510
8.	9686	4046	41410
9.	12190	6815	14560
10.	18490	8317	16540
11.	13780	9285	16980
12.	14620	1365,5	16650
13.	21550	14170	17220
14.	25280	14400	25680
15.	20410	11720	9440

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısmındaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 1365,5 ile 41410 ppb arasında değişen Ba konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte Ba için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 8. nokta 20 metre mesafesindeki değerin (25680 ppb) en düşük konsantrasyonun 12. Nokta 10 metre mesafesindeki değerin (1365,5 ppb) yaklaşık 18,8 katıdır.



Grafik 4.29. Ba için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Ba elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Ba elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.30. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.30. Ba' un kalibrasyon grafiği.

4.16. Au (Altın) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

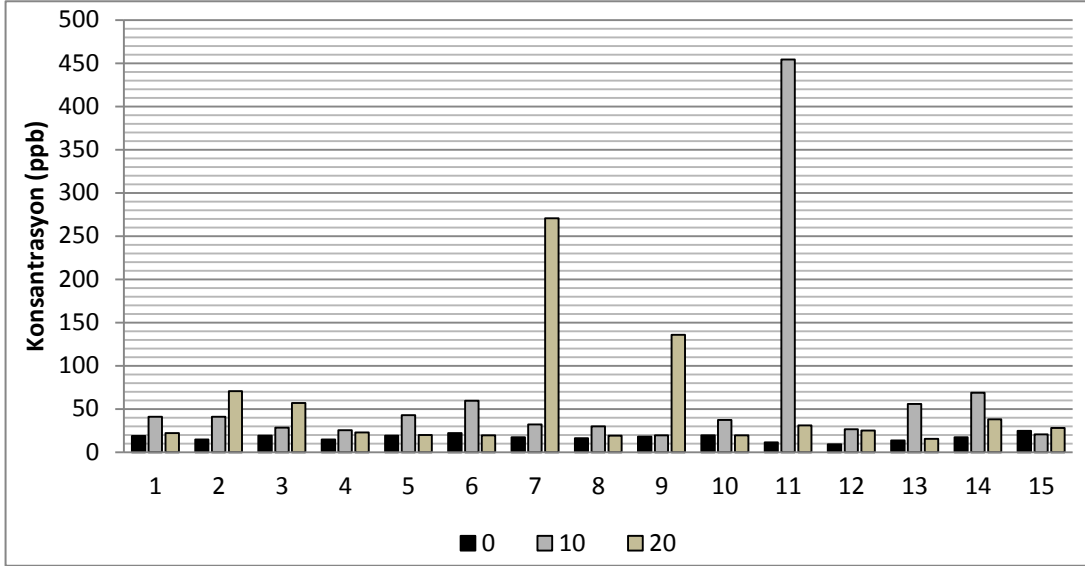
Altın, reaktif olmayan bir soy metaldir ve gıdalarda E175 olarak bilinen, yüzey renklendiricisi olarak kullanılmaktadır. Kasıntı, dermatit, stomatit, albuminuri, nefrotik sendrom, agranülositoz, trombositopenik purpura, aplastik anemi, enterokolit, intrahepatik kolestaz, deride hiperpigmentasyon, periferik nöropati ve pulmoner infiltratlar görülebilir. Au için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.20. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.31 çizilmiştir.

Çizelge 4.20. Analiz edilen örneklerde Au için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

Numune Alım Noktası	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	18,7	40,84	22,06
2.	14,69	40,8	70,56
3.	18,91	28,26	56,7
4.	14,78	25,31	22,76
5.	18,95	42,66	19,86
6.	22,02	59,435	19,64
7.	17,09	31,93	270,4
8.	16,05	29,73	19,1
9.	17,88	19,57	135,7
10.	19,61	37,17	19,36
11.	11,205	454,25	31,04
12.	9,14	26,58	24,92
13.	13,45	55,82	15,37
14.	17,19	68,54	38,08
15.	24,65	20,5	27,99

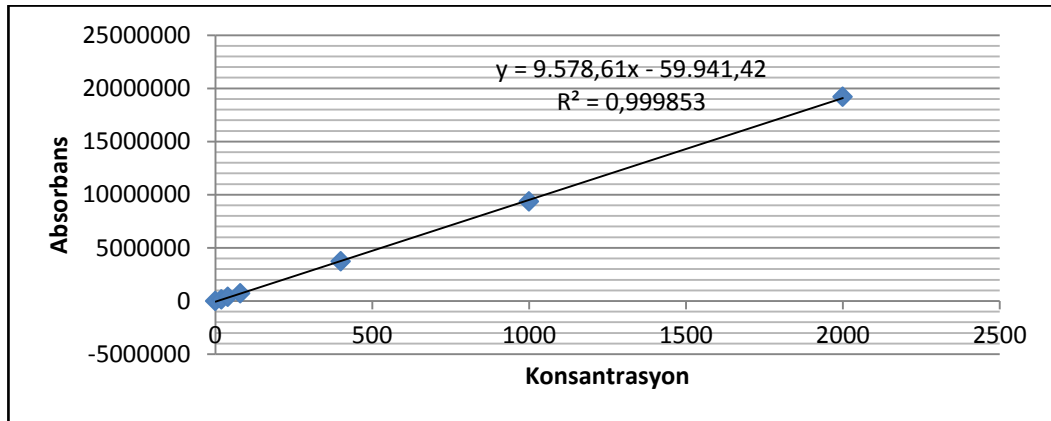
E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 9,14 ile 454,25 ppb arasında değişen Au konsantrasyonları

elde edilmiştir. Bununla birlikte Au için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 11. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (454,25 ppb) en düşük konsantrasyonun 12. Nokta 0 metre mesafesindeki değerin (9,14 ppb) yaklaşık 49,7 katıdır.



Grafik 4.31. Au için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Au elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Au elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.32. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.32. Au' nın kalibrasyon grafiği.

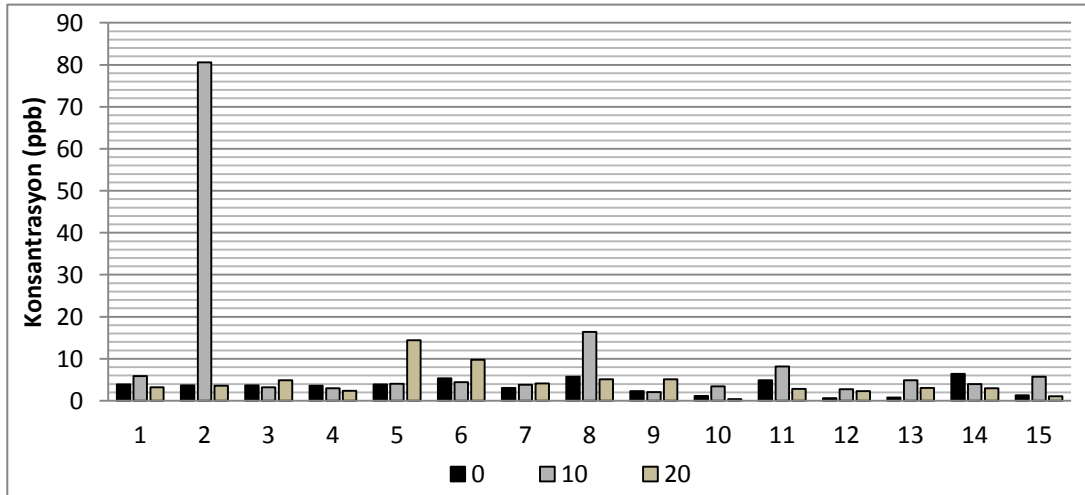
4.17. Hg (Cıva) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

Hg buharlı lambaların ve reklâm ışıklandırılmalarının, cıvalı şalterlerin, diş hekimliğinde kullanılan bazı karışımların, koruyucu boyaların, böcek öldürücü ilaçların ve pillerin yapısında bulunur. Hg doğada bozulmadığından cıva ve cıva bileşikleri halk ve çevre sağlığı bakımından çok tehlikeli ve toksit etki etmektedir. İçme suyu veya gıda zinciri yolu ile insan vücuduna alınan Hg; bazı nörolojik bozukluklara, merkezi sinir sisteminin tahribine ve kansere, böbrek, karaciğer, beyin dokularının tahribine, kromozomları tahrip edip sakat doğumlara neden olmaktadır. Hg için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.21. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.33 çizilmiştir.

Çizelge 4.21. Analiz edilen örneklerde Hg için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

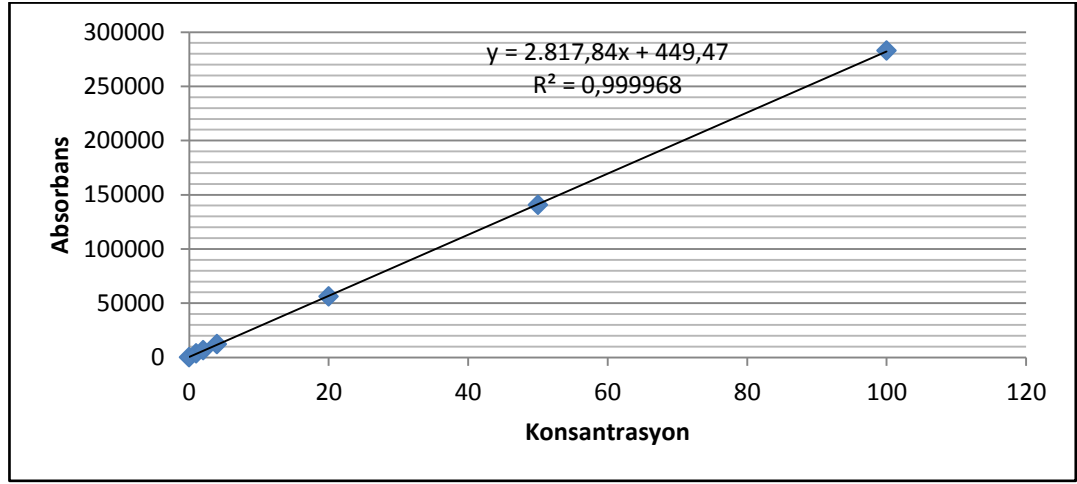
Numune Alınan Noktalar	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	3,869	5,883	3,172
2.	3,67	80,605	3,599
3.	3,66	3,208	4,874
4.	3,547	3,009	2,372
5.	3,878	4,033	14,44
6.	5,327	4,406	9,79
7.	3,025	3,835	4,079
8.	5,683	16,42	5,08
9.	2,262	2,038	5,145
10.	1,151	3,434	0,387
11.	4,869	8,192	2,84
12.	0,624	2,736	2,275
13.	0,774	4,859	3,064
14.	6,366	3,995	3,011
15.	1,297	5,69	1,038

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 0,387 ile 80,605 ppb arasında değişen Hg konsantrasyonları elde edilmiştir. Bununla birlikte Hg için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 2. nokta 10 metre mesafesindeki değerin (80,605 ppb) en düşük konsantrasyonun 10. nokta 20 metre mesafesindeki değerin (0,387 ppb) yaklaşık 80 katıdır. TKKY de Hg için sınır değer 1000 ppb olduğu bölgeden alınan toprak örneklerinin en yüksek değerinin 5,084 ppb olduğu bu sebepten dolayı toplanan örnekler herhangi bir Hg kirlenmesi söz konusu değildir.



Grafik 4.33. Hg için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Hg elementin konsantrasyon aralıkları ICP – Ms cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Hg elementinin konsantrasyona karşı okunan absorban değerleri Grafik 4.34. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.34. Hg' nin kalibrasyon grafiği.

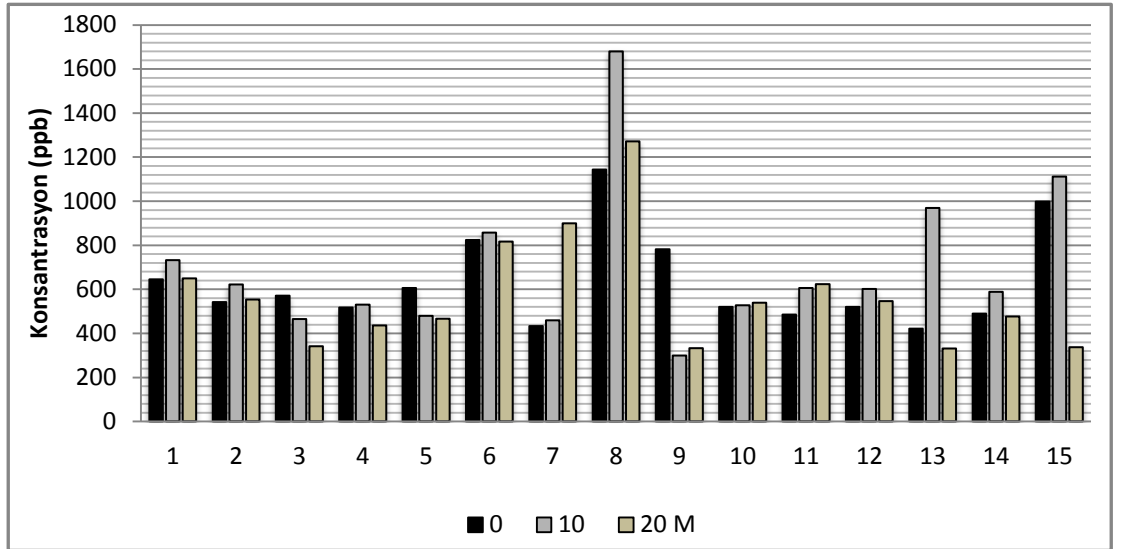
4.18. Pb (Kurşun) İçin Elde Edilen Bulgular ve Tartışma

Pb tüm çevrede ve özellikle de kent havasında yer alan ileri derecede toksik bir ağır metaldir. Pb biyolojik olarak parçalanamaz ve nontoksik forma çevrilemez. Pb sanayide daha çok pil yapımında, benzin katkı maddesi olarak, radyasyon koruyucusu olarak, kablo yalıtkanı olarak, boyalarda, lehimde, folyolarda ve sayısız alaşım içinde kullanılmaktadır. Kurşun; işitme bozukluğuna, sinir iletim sisteminde ve hemoglobin bileşiminde düşmeye, kansızlığa, mide ağrısına, böbrek ve beyin iltihaplanmasına, kısırlığa, kansere ve ölüme neden olmaktadır. Özellikle çocuklarda bilişsel ve davranışsal bozukluklara yol açmaktadır. Pb için elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.22. de verilmiş ve sonuçların grafikte gösterimi için Grafik 4.35 çizilmiştir.

Çizelge 4. 22. Analiz edilen örneklerde Pb için elde edilen konsantrasyonlar (ppb).

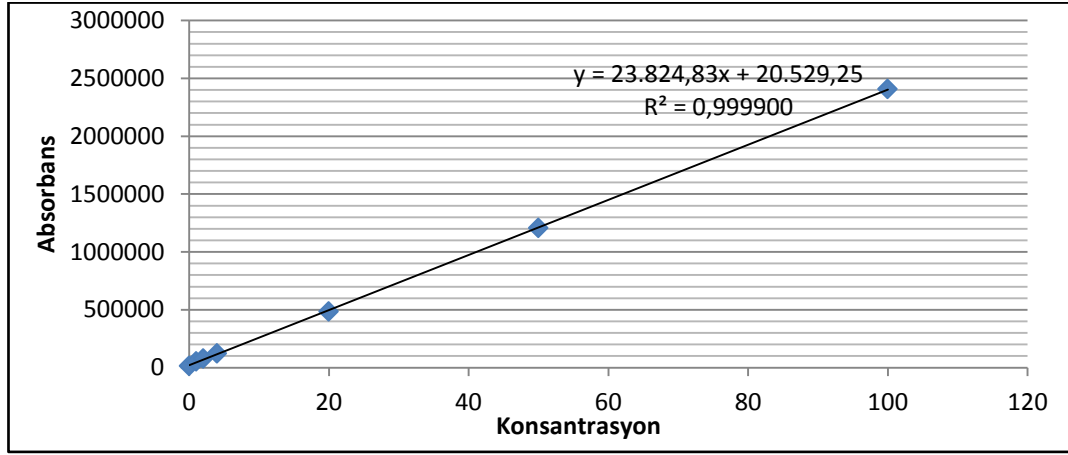
Numune Alım Noktaları	Yol Kenarına Olan Mesafe (m)		
	0	10	20
1.	643,9	731,1	648,3
2.	540,6	620,9	552
3.	570,4	464,2	340,8
4.	515,9	528,7	435,4
5.	605,2	478,55	465,5
6.	823	856	815,3
7.	432	458,4	898,4
8.	1142	1679	1270
9.	780,2	298,4	331,8
10.	519,9	526,2	537,9
11.	483,8	604,8	622,2
12.	519	601,2	545,4
13.	421,1	968,6	330
14.	489,2	587,6	475,3
15.	997,1	1111	336,6

E – 80 uluslar arası karayolunun Gürbulak hudut kapısı Erzurum bölümü arasında kalan kısımdaki 15 farklı noktada karayoluna 0, 10 ve 20 metre uzaklıktaki noktalardan alınan toprak numunelerinde 298,4 ile 1679 ppb arasında değişen Pb konsantrasyonları elde edilmiştir. Pb için elde edilen ve Çizelge 4.4. verilen tüm değerler üst sınır değerinin (50000 ppb) altında kalmaktadır ve TKKY ye göre bu bölgedeki toprak için herhangi bir Pb kirliliğinin söz konusu olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte Pb için en yüksek konsantrasyonun ölçüldüğü 8. nokta 10 metre mesafedeki değer (1679 ppb) en düşük konsantrasyonun ölçüldüğü 9.nokta 10 metre noktasındaki değer (298,4 ppb) 5,6 katıdır. Bu iki nokta çevre koşulları ve yola olan uzaklıkları bakımından hemen hemen özdeştir. Bununla birlikte toprakta trafik kaynaklı Pb birikiminin aşağı yukarı aynı seviyede olması beklenir. 8. nokta 10 metre mesafesinde bir araç muayene istasyonu bulunmaktadır. Sonuçlar bu noktadaki toprakta elde edilen yüksek Pb miktarında bu istasyonda katkısı olabileceğini düşündürmektedir.



Grafik 4.35. Pb için elde edilen konsantrasyonların grafiksel gösterimi.

Tayini yapılacak Pb elementin konsantrasyon aralıkları ICP – MS cihazın hafızasında verilmiştir. Hazırlanan örneklerde bulunan Pb elementinin konsantrasyona karşı okunan absorbans değerleri Grafik 4.36. de verilmiştir. Kalibrasyonun doğruluğu R^2 değerinin bire olan yakınlığı ile değerlendirilir.



Grafik 4.36. Pb' nun kalibrasyon grafiği.

5. SONUÇ

Türkiye' yi İran' a bağlayan en önemli sınır kapısı olan Gürbulak sınır kapısı ile Erzurum arasında kalan yük taşımacılığı bakımından önemli bir yere sahip E – 80 uluslar arası karayolu kenarından toplanan toprak numunelerinde B, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Sb, Ba, Au, Hg ve Pb elementlerin konsantrasyonları belirlenmiştir.

Çalışma yapılan bölgede tarım arazileri ve yerleşim alanları bulunmaktadır. Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı Ulaşım Etütleri Şube Müdürlüğünün 2012 Trafik ve Ulaşım Bilgilerine göre toprak numunelerini topladığımız bölgede 2012 yılında günlük ortalama geçen toplam motorlu taşıtların sayısı 3297 olurken, bu taşıtların % 54,23 nü otomobil , % 2,73 otobüs, %18,23 nü kamyon ve diğer geriye kalan % 24,81 ini de diğer motorlu taşıtlar oluşturmakta olup, Çizelge 5. 1. de verilmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde B konsantrasyonu 1339 ile 3505 ppb aralığında tespit edilmiştir. Toplanan toprak örnekleri bitkiler için yararlı bakımından Wolf (1971) in belirttiği değerler çerçevesinde değerlendirildiğinde toplanan toprak örneklerinin %55,6 sının B konsantrasyonunun yeterli ve % 44,4 nün de B konsantrasyonunun fazla değerinde olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışma yapılan arazi topraklarında Al konsantrasyonunun 76535 ile 4867000 ppb arasında değiştiği, V konsantrasyonun 4218 ile 17470 ppb aralığında değiştiği, As konsantrasyonunun 261,9 ile 5954 ppb aralığında değiştiği, Se konsantrasyonunun 82,66 ile 2877 ppb aralığında değiştiği, Sb konsantrasyonunun 17,79 ile 186,1 ppb arasında değiştiği, Ba konsantrasyonunun 1365,5 ile 25680 ppb arasında değiştiği ve Au konsantrasyonunun 9,14 ile 454,25 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Al, V, As, Se, Sb, Ba ve Au için belirlenmiş olan herhangi bir sınır değerleri bulunmamaktadır.

Yeme içme deri teması ve soluma yoluyla insanlara geçen Cr araştırma bölgesinden alınan örneklerde 4286 ile 106300 ppb aralığında değerler elde edilmiştir. TKKY

(Toprak Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği) ya göre toprakta bulunması gereken Cr un sınır değerinin 100000 ppb olduğunu bildirmiştir. Çalışma yapılan toprakların sadece 8. Nokta 10 metrede alınan toprak numunesinde belirtilen sınır değerini geçtiği gözlemlenmiştir. 8. nokta 10 metre mesafeden alınan toprak örneğinde Cr konsantrasyonunu yüksek çıktığı bunun sebebi olarak da 8. noktada bulunan araç muayene istasyonunun olduğu yorumunu yapabiliriz.

Araştırma alanı topraklarında Mn konsantrasyonu 37710 ile 93580 ppb arasında değiştiği gözlenmektedir. FAO(1990) in belirttiği veriler çerçevesinde değerlendirildiğinde toplanan toprak örneklerinin % 15 inin Mn konsantrasyonunun yeterli ve % 85 nin de Mn konsantrasyonunun fazla değerinde olduğunu söyleyebiliriz. Mn insan vücudunda çok yüksek konsantrasyonlar da bulunursa toksik etki eder. Bu sebepten dolayı Mn konsantrasyonunun yüksek çıktığı noktalarda tarımsal faaliyetin dikkat edilmesi gerektiği yorumu yapılabilir.

Araştırma alanından alınan topraklarda Fe konsantrasyonu 1376000 ile 4039000 ppb arasında değiştiği gözlenmektedir. Lindsay ve Norwell (1978) in belirttiği veriler ışığında değerlendirildiğinde toplanan toprak örneklerinin % 100 nün Fe konsantrasyonunun yüksek değerinde olduğu söylenebilir.

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde Ni konsantrasyonunun 2979 ile 673000 ppb aralığında tespit edilmiştir. TKKY ye göre Ni konsantrasyonunun toprakta bulunması gereken sınır değeri 3000 ppb olduğu toprak örneklerinin alındığı 3. nokta 20 metre, 5. nokta 20 metre, 7. nokta 10 metre, 7. nokta 20 metre, 8. nokta 20 metre, 9. nokta 20 metre, 10. nokta kenar ve 10. nokta 20 metrede sınır değerlerini geçtiği ve 5. nokta 10 metre, 9. nokta 10 metre, 10. nokta 10 metre, 11. nokta kenar,11. nokta 20 metre, 12. nokta kenar, 12. nokta 20 metre, 13. nokta kenar, 13. nokta 20 metre, 14. nokta kenar ve 14. nokta 20 metre de ise sınır değerine yaklaştığını söyleyebiliriz. Ni çevrede çok düşük seviyede bulunan bir elementtir. Ni insanlara solunum, içme suyu ve gıda maddesi yardımıyla geçer bu sebeplerden dolayı da Ni konsantrasyonunu belirtilen

sınır değerlerinin geçtiği noktalar da tarımsal faaliyetler konusunda dikkat edilmesi gerektiği yorumunu yapabiliriz.

TKKY de Cu için toprakta bulunması gereken konsantrasyon değerinin 5000 ppb olduğunu bildirmiştir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Cu konsantrasyonları 846,8 ile 7196 ppb aralığında değiştiği bundan dolayı da araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Cu kirlenmesinin olmadığını söyleyebiliriz.

Araştırma bölgesinden alınan örneklerde Mo konsantrasyonları 4286 ile 106300 ppb aralığında elde edilmiştir. En yüksek Mo konsantrasyonunun 8. nokta 10 metre mesafeden alınan toprak örneğinde ölçüldüğü ve 8. nokta 10 metre mesafeden alınan toprak örneğinde Mo konsantrasyonunu yüksek çıktığı bunun sebebi olarak da 8. noktada bulunan araç muayene istasyonunun olduğu yorumunu yapabiliriz.

Cd ve bileşiklerinin çözeltileri zehirli olup, ağır metaller içerisinde en tehlikeli ve toksik maddelerden biridir. TKKY de Cd için toprakta bulunması gereken konsantrasyon değerinin 1000 ppb olduğunu bildirmiştir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Cd konsantrasyonları -0,174 ile 5,084 ppb aralığında değiştiği bundan dolayı da araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Cd kirlenmesinin olmadığını söyleyebiliriz.

TKKY de Hg için toprakta bulunması gereken konsantrasyon değerinin 1000 ppb olduğunu bildirmiştir. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Hg konsantrasyonları 0,387 ile 80,605 ppb aralığında değiştiği bundan dolayı da araştırma alanından alınan toprak örneklerinde Hg kirlenmesinin olmadığını söyleyebiliriz.

Çalışma yapılan arazi topraklarının Pb konsantrasyonları 298,4 ile 1679 ppb aralığında elde edilmiştir. TKKY toprakta bulunması gereken Pb un sınır değerinin 50 000 ppb olduğunu bildirmiştir. Toplanan toprak örneklerinde herhangi bir Pb kirliliği söz konusu değildir. Pb konsantrasyonunun yüksek çıktığı 8. nokta 10 metre mesafeden alınan

toprak örneğinde Pb konsantrasyonunu yüksek çıktığı bunun sebebi olarak da 8. noktada bulunan araç muayene istasyonunun olduğu yorumunu yapabiliriz.

Çalışma alanında 8. Nokta da bir araç muayene istasyonu bulunduğu ve bu bölgeden alınan toprak örneklerinde Cr, Mo ve Pb konsantrasyonunun yüksek çıktığı bundan dolayı da ağır metallerin konsantrasyonlarında taşıt trafiğinden kaynaklanan bir değişikliğin olduğu yorumu yapılabilir.

Bu durumda her ne kadar ciddi anlamda ağır metal kirliliğinin olmadığını söylemek mümkün olsa da ileri ki yıllarda aynı bölgede çalışma yapıp çalışmalar arasında karşılaştırma yapılarak ağır metal kirliliğinin hangi seviyede olduğu tespit edilmelidir. Yerleşim alanlarında oluşabilecek ağır metal kirlenmesinden dolayı insanların ciddi anlamda etkilenmesi söz konusu olabilir. Tarım yapılan toprakların ağır metal kirlenmesi ürün miktarının azalmasında etkili olacaktır. Ayrıca bu ağır metaller tarım ürünlerinde yüksek miktarda birikebilir ve besin zincirlerine karışabilir. Bu sebeplerden dolayı ağır metal kirliliği konusunda daha hassas olunmalı, ağır metal kirliliği konusunda gerekli tedbirler alınmalı ve insanlar bu konu hakkında bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akgün,M., 2006, Sakarya Nehri Çeltikçi Çayındaki Tatlı Su Kefallerinin (*Leuciscus cephalus* L., 1758) Dokularındaki Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Akmaz,Y., 2009, Karayollarında Trafik Yoğunluğunun Yumurta Ağır Metal İçeriğine Etkisi,Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi,Tokat.
- Albasel,N., Cottenie,A., 1985, Heavy Metal Contamination Near Major Highways, Industrial and Urban Areas In Belgian Grassland,24,103-109
- Atilla,P., 2009, Mısır' ın Cr (VI) Biriktirme Kapasitesinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi,Adana
- Baba, B., 2007, Bilgi Yarımadası (Çanakkale) Sıcak Su Kaynaklarındaki Arsenik (AS)'in Voltametri ve İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometresi (ICP – MS) Teknikleri ile Kantitatif Tayini, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale
- Bilge,U., 2010, Viranşehir – Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Toprak Ana Bilim Dalı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van
- Belivermiş, M., 2004, Trakya Bölgesinde Ağır Metal Dağılımının Kuzey – Güney Doğrultusunda Değişimi,Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul
- Bayar, E., 2009, Erzurum Şehir Merkezindeki Bazı Kavşaklarda Bitki(Sarıçam, Pinus sylvestris) ve Toprakların Ağır Metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb ve Ni) Kontaminasyon Durumunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Toprak Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
- Bayçu, G., 1992, Ailanthus Altissima' da Kadmiyum, Kurşun Birikimi ve Kadmiyumun Bitki Gelişmesine Etkisi,Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul
- Caselles, J., Colliga, C., ve Zorniza, P., 2002, Evaluation of Trace Element Pollution From Vehicle Emissions in Petunia Plants,136,1-9
- Chen, T. B. , Zheng, Y. M., Lei,M., Huang, Z. C., Wu, H. T., Chen, H., Fan, K.K. , Yu., K. , Wu, X., Tian, Q. Z., 2005, Assessment of Heavy Metal Pollution in Surface Soils of Urban Park in Beijing, China, 60, 542-551
- Dağdeviren,Ş., 2007, Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçlarının Yapay Sinir Ağları İle Değerlendirilmesi,Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne
- Deveci, T., 2012, Gaziantep'te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının ICP – MS İle Tayini,Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis
- Deveciler, H., 2005, A Study On Heavy Metal Contents in the soil of Applied Reserch Centre for Agriculture of Uludağ University, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa

- Demir, M., 2000, Analitik Kimya Uygulaması, Nitel Analiz Laboratuvar Kitabı, Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları, MEB, ABC Matbacılık, Ankara
- Demir, Y., 2008, Trafik Kaynaklı Ağır Metallerin Çam İğnelerindeki Birikimi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze.
- Doğan, S., 2009, Atomik Apsorpsiyon Spektroskopisi İle Saçta Eser Element Tayininde Farklı Örnek Hazırlama Yöntemlerinin Karşılaştırması, Yüksek Lisans Tezi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Dökmeci, A., H., 2005, Gala Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne
- Elçi, L., 2000, Analitik Kimya Laboratuvarı Kantitatif Analizi, Kimya Bölümü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri
- Elik, A., 1990, Bazı Doğal Sediment ve Filizlerin Analize Hazırlanmasında Çözünürleştirme Tekniklerinin Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- FAO, 1990, Micronutrient, Assesment and the Country Level: An International Study. FAO Soils Bulletin 63, Rome, Italy
- Güney, M., 2006, Heavy Metal Determination In Roadside Soils And Highway Dust From The Major Highways of İstanbul, Fen Bilimleri Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Gürbulak Gümrük ve Muhafaza Başmüdürlüğü: <http://www.dogubayazit.gov.tr>
- Gövercin, İ., 2010, İzmir İlinde Sütlerde Bazı Ağır Metal (Kurşun, Kadmiyum, Arsenik, Cıva, Bakır, Çinko) Düzeylerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Haktanır, K., Arçak, S., ve Karaca, A., 1995, Ankara Yol Kenarlarındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metallerin Üreaz Enzim Aktivitesine Etkisi, Toprak Anabilim Dalı, 5, 33
- Heintz, A., Reinhardt, G., 1993, Chemie und Umwelt, 3. Auflage, Verlag Vieweg, Braunschweig.
- İsen, H., 2011, Sakarya D – 100 Karayolu Cadde Tozlarında Bazı Ağır Metallerin Ardışık Ekstreksiyon Yöntemi (BCR) ile Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2001, Metallerin Çevresel Etkileri I, İTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Kılıçel, F., 1996, Van Şehir Merkezindeki Yol Tozlarında Toksik Ağır Metal (Pb, Cd, Cu, Ni, Mn, Zn, Bi, Co) Kirliliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van
- Kabadayı, F., 2010, Samsun Şehir Tozlarında Ağır Metal ve Türlerinin Tayini, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun
- Kantarıcı, M. D., 1986, Genetik Toprak Sınıflandırmasının Ana Konuları I. Ayrışma ve Oluşum Olayları, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, 32-44
- Karataş, M., 2004, Investigation of Heavy Metals in Main Wastewater System of Konya and Determination of Accumulation on Soil and Plant, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya

- Kartal, E., 2010, İstanbul Avrupa Yakası D – 100 Karayolu Çevresindeki Bazı Bitkilerde Ağır Metal Birikimi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul
- Keleş, C. T., 2007, Konya Şehir Merkezi Yol ve Parklarında Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya
- Kocabaş, A., 2008, Edirne’de Yol Kenarlarındaki Ağır Metal İçeriğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne
- Lindsay WL and Norvell WA, 1978, Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428.
- Nasrati, T., Badacsonyi, A., N’emeth, N., Tuba, Z., ve Batı, F., 2004, Zinc Lead and Cadmium Content in Meadow Plants and Mosses Along the M3 Motorway (Hungary), 49, 593-603
- Odat, S., Alshammari, A., M., 2011, Spatial Distribution of Soil Pollution Along The Main Highways in Hail City, Saudi Arabia, 5, 163-172
- Özbek, Z., 2010, Topraktaki Ağır Metaller için Sınır Değerlerin Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Özkan, T., 2007, Kahramanmaraş Bölgesindeki Akarsu ve Kaynak Sularındaki Demir, Nikel, Kobalt ve Krom Birlikte Çöktürme/Özenginleştirme ve Alev Atomik Absorpsiyon Spektrometresiyle Tayini, Kimya Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Özcan, H. K., Sezgin, N., Demir, G., Nemlioğlu, S., Bayat, C., 2003, İstanbul E-5 Karayolunun Cadde Tozlarında Ağır Metal Kirliliğinin Değerlendirilmesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Pak, O., 2011, Kırklareli Sınırları İçerisindeki Otoban Kenarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Namık Kemal Üniversitesi, Kırklareli.
- Sarı, M., 1998, Çevre ve İnsan, Toprak ve Toprak Oluşumu, Ünite 3, Anadolu Üniversitesi, 43-53
- Sarı, T., 2009, Edirne ve Çevresinde Otoban Kenarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Kırklareli
- Şişman, İ., 1999, Sapanca Bölgesinde Tem Otoyolundan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Şanda, M. A., 1993, Konya İli Merkezi ve Çevre Yollarındaki Bitkilerde Ağır Metal Birikimi, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya
- Tolunay, D. ve Bayçu, G., 2009, İstanbul’da Kent Topraklarının Cd, Pb, Zn ve Ni içerikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 59, 87-105
- Topcu Sulak, M., Akalın, M., 2009, Analitik Kimya Laboratuvarı, Kimya Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Karabük
- Toprak Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği, T.C Çevre ve Orman Bakanlığı, www2.cevreorman.gov.tr/yasa/y/27605_ek.doc

- Toscalı, E., Eren, M. H., 2004 Mikrodalga, Uv ve Hot Plate ile Bozundurulmuş Sirke Örneklerinde Kadmiyum, Kurşun ve Bakır İçeriğinin Potansiyometrik Sıyırma Analizi İle İncelenmesi, Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Tosyalı, K., 2006, Araç Egzozlarından Kaynaklanan Ağır Metallerin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul
- Türkoğlu, B., 2006, Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana
- TUB, 2013, 2012 Trafik ve Ulaşım Bilgileri, Otoyollar ve Devlet Yollarının Trafik Dilimlerine Göre Yıllık Ortalama Günlük Trafik Değerleri ve Ulaşım Bilgileri, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı Ulaşım Etütleri Şube Müdürlüğü
- Yabalak, E., 2010, Subkritik ve Süperkritik Akışkanlarla Kum ve Arıtma Çamurundan Ağır Metal Ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin Üniversitesi, Mersin
- Yaylalı A., G., 2007, Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkilerinin Ağır metal Kapsamlarını Araştırılması, Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
- Yüksel, M., 2010, Toprak Oluşumu ve Önemi, Erozyon, Doğa ve Çevre Kitabı, 2010 yılı Eğitim CD, TEMA Vakfı, Ankara
- Wolf, B., 1977, The Determination of Boron in Soil Extracts, Plant Materials, Manures, Waters and Nutrient Solution, Soil Science and Plant Analysis 2(5):363-374p
- Wackett, L. P., Dodge, A. G., Ellis L. B. M., 2004, "Microbial Genomics and the Periodic Table", Applied and environmental microbiology, p. 647-655, vol 70

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Erzurum'da doğan Ergün TATAR ilk ve orta öğretimini Erzurum'da tamamladı. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden 2010 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Atom ve Molekül Fiziği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans başladı. 2011 yılın da Kars Valiliği Yazı İşleri Müdürlüğü'nde çalışma hayatına başladı. Şuanda Patnos İlçe Nüfus Müdürlüğünde devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.