

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAPANCA BÖLGESİNDE TEM OTOYOLUNDAN
KAYNAKLANAN AĞIR METAL KİRLİLİĞİ




80922

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimyager İlkay ŞİŞMAN

Enstitü Ana Bilim Dalı : KİMYA

Bu tez ... /... /1999 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oy birliği / ~~Oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

  
Doç.Dr. Ali Osman AYDIN Prof.Dr. Osman TUTKUN Prof.Dr. İ. Ayhan ŞENGİL

Jüri Başkanı

Jüri Üyesi

Jüri üyesi

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı büyük bir hassasiyetle yöneten , ilgi ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Doç. Dr. Ali Osman AYDIN ' a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanı sayın Prof. Vahdettin SEVİNÇ ' e ve çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Kimya Bölüm Başkanı Prof. Dr. Osman TUTKUN ' a, Prof. Dr. İ. Ayhan ŞENGİL ' e, Yrd. Doç. Dr. M. Şahin DÜNDAR ' a ve Yrd. Doç. Dr. Nevin Yalçın ' a teşekkürlerimi sunarım.

Diğer taraftan deneysel çalışmalarına büyük katkısı olan Araş. Gör. Mustafa İMAMOĞLU 'na ve tez yazımında emeği geçen Araş. Gör. Dr. Mahmut ÖZACAR'a, Araş. Gör. Mustafa GÜLFEN ' e, Araş. Gör. Kubilay ÜLKÜ ' ye ve diğer bölüm öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu araştırma SAÜ Araştırma Fonunca 9707 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Bundan dolayı Araştırma Fonu ' na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam öncesinde de, esnasında da ve sonrasında da hep yanımda olan eşime ve varlığıyla neşe kaynağım olan oğlum Ahmet Zahid ' ede teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
-------------	---

BÖLÜM 2.

ÇALIŞMAYLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER	4
2.1. Topraktaki ağır metal kirliliği	4
2.1.1. Kurşun	4
2.1.2. Bakır	5
2.1.3. Çinko	5
2.1.4. Nikel.....	6
2.1.5. Krom	7
2.1.6. Kadmiyum	7
2.2. Bu Konuda Yapılan Araştırmalar	8

BÖLÜM 3.

DENEYSEL KISIM.....	12
3.1. Materyal ve Metod.....	12
3.1.1. Örneklerin hazırlanması	12

3.1.2. Enstrümental metodlar	13
3.1.3. Örneklerin çözünürleştirilmesi	13
3.1.4. Kalibrasyon Grafiklerinin Hazırlanması	14
3.1.5. Çözeltilerin analizi.....	18
BÖLÜM 4. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA	
4.1. Analiz Çalışmaları.....	20
4.2. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	24
BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	44

SİMGELER LİSTESİ

F AAS	: Alev Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
GFAAS	: Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
LIBS	: Lazer Etkili Bozunma Spektrometresi
MS	: Kütle Spektrometresi
KS	: Kral suyu
Kg	: Kilogram
g	: gram
mg	: miligram
μ g	: mikrogram
ml	: mililitre
km	: kilometre
m	: metre
L	: Litre
V	: Hacim

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Kınalı-Sakarya TEM oto yolu Sapanca bölgesindeki numune alma noktaları	13
Şekil 3.2 Kurşunun kalibrasyon eğrisi	15
Şekil 3.3 Bakırın kalibrasyon eğrisi.....	16
Şekil 3.4 Çinkonun kalibrasyon eğrisi.....	16
Şekil 3.5 Nikelin kalibrasyon eğrisi.....	17
Şekil 3.6 Kromun kalibrasyon eğrisi.....	17
Şekil 3.7 Kadmiyumun kalibrasyon eğrisi.....	18
Şekil 4.1 Goetze segman fabrikası yanındaki kurşun birikimi.....	24
Şekil 4.2 İstanbul deredeki kurşun birikimi.....	24
Şekil 4.3 Uzunkumdaki kurşun birikimi.....	25
Şekil 4.4 Goetze segman fabrikası yanındaki bakır birikimi.....	26
Şekil 4.5 İstanbul deredeki bakır birikimi	26
Şekil 4.6 Uzunkumdaki bakır birikimi	27

Şekil 4.7 Goetze segman fabrikası yanındaki çinko birikimi	28
Şekil 4.8 İstanbul Deredeki Çinko birikimi	28
Şekil 4.9 Uzunkumdaki çinko birikimi	29
Şekil 4.10 Goetze segman fabrikası yanındaki nikel birikimi.....	30
Şekil 4.11 İstanbul Deredeki nikel birikimi	30
Şekil 4.12 Uzunkumdaki nikel birikimi	31
Şekil 4.13 Goetze segman fabrikası yanındaki krom birikimi	32
Şekil 4.14 İstanbul Deredeki krom birikimi	32
Şekil 4.15 Uzunkumdaki krom birikimi	33

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1 Standart çözeltilerin derişimleri.....	15
Tablo 3.2 FAAS ile ilgili çalışma şartları.....	19
Tablo 4.1 Goetze segman fabrikası yanındaki ağır metal derişimleri.....	20
Tablo 4.2 İstanbul deredeki ağır metal derişimleri	21
Tablo 4.3 Uzunkumdaki ağır metal derişimleri	22

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Toprak Kirliliği, Sapanca Otoyolu

Bu çalışmada, Sapanca TEM Otoyolu civarındaki topraklarda, çevre kirliliğine neden olan bazı ağır metallerin (Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd) miktarları atomik absorpsiyon spektrometre cihazı (FAAS) kullanılarak tesbit edildi.

Mayıs 1997 den itibaren Mart 1998 e kadar olan sürede, iki ayda bir olmak üzere ve otoyola 3, 10, 15 ve 20 m uzaklıklarda seçilen noktalardan toprak örnekleri alındı. Belirtildiği şekilde örnek almak için Goetze Segman Fabrikası yanı, İstanbul Dere ve Uzunkum mevkiileri seçildi. Bütün örneklere uygulanan çözündürme işleminden sonra elde edilen çözeltilerde sözü edilen metallerin analizleri yapıldı.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, kurşun ve bakır birikimleri için bazı noktalarda kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerinde bir kirliliğin olduğu anlaşılmıştır. Çinko, nikel ve krom için elde edilen sonuçlar dünya standartlarının altında elde edilirken, kadmiyum için nicel değerler elde edilememiştir.

HEAVY METAL POLLUTION OF SOIL COLLECTED FROM SAPANCA ZONE TEM HIGHWAY

SUMMARY

Key Words: Heavy Metal, Soil Pollution, Highway

In this work, some heavy metals (Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd) in the soil near Sapanca TEM highway, caused environmental contamination, were determined by using atomic absorption spectrometer (FAAS).

The soil samples were taken from 3, 10, 15 and 20 m distances, once two months from May 1997 to March 1998. As example regions, the near Goetze Segman Factory, Istanbul Dere and Uzunkum were distinguished. In the solutions obtained by dissolving each soil sample, the metals were analysed.

According to the results, while zinc, nickel and chromium accumulations were lower than the world standard, cadmium was not determined. However copper and lead accumulations were above acceptable limit values.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Son yıllarda hızla artan çevre kirliliği, doğal çevreye ve dolayısıyla insan sağlığına zarar vermektedir. Eskiden beri değişik oranlarda var olan kirlilik problemi sanayileşme ile birlikte, günümüzde büyük boyutlara ulaşmıştır.

Gerek hava, gerek su ve gerekse toprağın değişik etkenler tarafından kirlenmesi ile doğal denge bozulmaktadır. Büyük kentlerin en önemli problemi hava kirliliğidir. Zararlı gazların normalin üstünde artış göstermesi havanın kirlenmesine sebep olmaktadır. Sularda ise zararlı organizmalar ve toksik bileşiklerin bulunması kirliliği oluşturur. Çeşitli kirlilik kaynaklarından gelen atık maddelerin, akarsulara, göllere ve denizlere akıtılması suyun kirlenmesine neden olmaktadır [1].

Gerek havada ve gerekse suda oluşabilen bir kirlenme varsa, bu kirliliğin toprakta da olması tabiidir. Hava ve suyu kirleten kirleticiler toprağı da kirletmektedir. Özellikle toprağı geçen ağır metaller canlı organizmalar için toksik olduklarından dolayı önemlidir.

Toprak bileşenleri, organik ve inorganik maddeler olmak üzere iki grupta ele alınır. Bunlardan inorganik maddelerin kaynağı ana kayaçlar, organik maddelerin kaynağı ise üzerinde yaşayan canlılardır. Bunlar toprağın katı kısmını oluşturur ve yaklaşık %50 lik bir kısmını teşkil ederler. Diğer %50 lik kısmı ise boşluklar olup hava ve su içerirler [2].

İnorganik maddelerin topraktaki yüzdeleri kayanın saflığına, toprağın yaşına ve diğer birçok etkene bağlı olarak farklılık gösterir [3]. Yer kabuğundaki mineral maddelerin yaklaşık %98 ini 8 element oluşturur. Bunlar, oksijen, silisyum,

alüminyum, demir, kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum'dur [4]. Diğer elementler ise toplamın ancak %2 si kadardır.

Toprakta bulunan Cd, Pb, Ni ve Zn toksik elementlerdir. Aslında Cu, Mn ve Zn normal düzeyde olduğunda besleyici olarak bilinirler [5].

Topraktaki bu eser element derişimlerinin artmasında birçok etken vardır. Bunların en önemlileri; hava kirliliği, inorganik gübre kullanımı, lağım atığı kullanımı, maden ocağı çalışmaları, çevreye koku yayan çalışmalar, araba egzoz gazlarından çıkan gazlar, yerleşim alanları, demiryolu ve karayolları ile sanayii tesisleridir [6,7]. Canlı organizmalar, doğal olarak bu maddelerin çok az bulunduğu bir ortamda gelişmelerini sürdürdüklerinden, bunların toksik etkilerini ortadan kaldıracak bir mekanizmaya sahip olmadıkları bilinmektedir [2].

Metaller canlı bünyesine genel olarak üç yolla girmektedir. Bunlardan ilki deriden geçerek, ikincisi besinlerle sindirim sistemine alınarak, üçüncüsü de solunum ile vücuda alınarak olmaktadır [8, 9].

Ağır metaller konsantrasyonları belirli değerin üzerine çıktığı zaman organizmalara toksik etki yapar. Bu durumda, doğrudan organizmanın ölümüne neden olan ağır metaller, öldürücü dozun altındaki yüksek konsantrasyonlarda ise, davranış aksamalarına ve genetik yapıda bozulmalara neden olabilmektedir [10, 11]. Daha açık bir ifade ile canlı organizmanın uzun süre etkilenmesi sonucunda değişik hastalıklara ve diğer stres etkenlerine duyarlılık artışına neden olur. Beslenme yoluyla insan ve hayvanlara ulaşan çeşitli boyutlardaki metal kalıntıları zehirlenme, kanser, erken yaşlanma, sinirsel belirtiler, zayıf kemik oluşumu, kaslarda ağrı, iştahsızlık, anemi, erken ölüm ve doğum anomalilerine yol açtığı literatürde belirtilmiştir [12].

1972 yılında ABD'de yapılan bir araştırmaya göre her yıl 200 milyon tondan fazla insan yapısı kirlenici havaya bırakılmaktadır. Motorlu araçlar ise bu kirlenmenin %50 sini meydana getirmektedir. Bu kirlenme zararlı gazlar ve havada asılı partiküller şeklindedir. Partiküler tabiatlı bileşikler arasında bazı ağır metaller de vardır [13].

Şu anda bilinmektedir ki, çeşitli motorlu araçlar, eser miktarda da olsa, Pb, Cd, Ni, Cr, Cu ve Zn gibi ağır metalleri çıkarmaktadır. Gazlar ile veya partiküller halinde atılan bu metaller yollara bitişik kirlilik oluşturmaktadır [14].

Egzoz gazından çıkan partikülleri büyüklüklerine göre, aerodinamik çaplı yani $<1\mu\text{m}$ olanlar ve 5 ile 50 μm arasında olanlar şeklinde iki gruba ayırmak mümkündür. Partikül şeklindeki kirleticilerin atmosferdeki bulunuşları partikül çaplarına bağlıdır. 10 μm 'den büyük partiküller yerçekimi kuvvetinin etkisiyle büyük ölçüde çökelirken, atmosferde asılı kalan partikülleri çökerten başlıca mekanizma yağmurdur [15].

Yol kenarlarındaki toprakların ağır metal kirlenmesinden etkilenme dereceleri, trafik yoğunluğu, rüzgarın şiddeti ve yönü, yola olan mesafe ve yağmur gibi faktörlere bağlıdır[15].

Toprakta meydana gelen bu tür kirliliği araştırıldığı zaman birçok çalışma literatürde bulunmaktadır. Ancak Türkiye'de ise, sonradan şehirleşmeye başlayan kırsal kesimlerdeki topraklarda ağır metal kirliliğinin artışı üzerine çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada, TEM oto yolunda her geçen gün artan trafik yoğunluğu ve buna bağlı olarak motorlu taşıtların toprağa bıraktığı ağır metal kirliliğinin, yola olan uzaklığına bağlı olarak ve mevsimlere göre değişimi tespit edilmeye çalışıldı.

Bu amaçla, Mayıs 1997 den itibaren Mart 1998 e kadar olan sürede, iki ayda bir olmak üzere ve otoyola 3, 10, 15 ve 20 m uzaklıklarda seçilen noktalardan toprak örnekleri alındı. Belirtildiği şekilde örnek almak için Goetze Segman Fabrikası yanı, İstanbul Dere ve Uzunkum mevkiileri seçildi. Bütün örneklerle uygulanan çözündürme işleminden sonra elde edilen çözeltilerde Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, ve Cd tayinleri yapıldı.

BÖLÜM 2. ÇALIŞMAYLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER

2.1. Topraktaki Ağır Metal Kirliliği

2.1.1. Kurşun

Kurşun yumuşak, dayanıksız, gri renkli ve ağır bir metaldir. Oksijen ve sudan etkilenmez fakat nitrik asitte çözünür [21]. Kurşun genelde maden yataklarında, çinko ile birleşmiş halde veya iyice karışmış olarak bulunur. Kurşunun en bol bulunan mineralleri Galen (galena) PbS ve Seruzit (Cerusite) $PbCO_3$ tür [17].

Kurşun yer kabuğunda 2.200 mg/Kg civarında bulunur [3,18]. Kabul edilebilir sınırları ise 2,06-13,4 mg/Kg dir [19,20]. Deniz suyunda ise 0,0003 ppm civarında kurşun bulunduğu belirtilmiştir[21].

Toplam kurşun tüketiminin %44 ü elektriği depolayan bataryalar için yapılmaktadır. Toplam kurşun üretiminin %12 si ise benzinin içerisinde anti-knock madde olarak ilave edilen alkali kurşun bileşikleri şeklinde tüketilmektedir [22]. Bunların haricinde kurşun, kablolarda, boyalarda, camda ve lehimde kullanılmaktadır [21].

Kurşun kirliliğinin %95 i kurşun katkılı benzin tüketen motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır [23]. Benzindeki alkil kurşunun %70 i yanmadan egzoz ile havaya atılmaktadır [20]. Havadaki kurşun partiküllerinin 7-30 gün ömürleri vardır. Bu süre yüzlerce kilometre taşınma için yeterlidir [15]. Doğal olarak atmosferdeki kurşun miktarı yaklaşık olarak $0,0005 \text{ g/m}^3$ civarındadır [20].

Kurşun bitkide belli bir konsantrasyona ulaşmadan toksik etki göstermez. Halbuki aynı miktar insanlar ve hayvanlar için toksik etki gösterir [15]. İnsan vücudunda normalin

üzerinde kurşun birikimi olduğu zaman karaciğerde, bağırsaklarda ve böbreklerde bir takım rahatsızlıklara neden olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca vücuda geçen kurşunun büyük bir kısmı, kemiklerde zor çözünen kurşun fosfat şekline dönüşmektedir. Böylece tedavisi mümkün olmayan kemik hastalıklarına sebep olmaktadır. Kurşun, ayrıca kan için gerekli olan hemoglobinin sentezini de durdurur [22]. Ortama bağlı olarak yiyeceklerden alınan kurşun 300 µg/gün civarındadır. İnsan vücudundaki kurşun ise çok az miktarda idrar ile atılmakta olup, bu yaklaşık olarak 30-40 µg/gün civarındadır [24].

2.1.2. Bakır

Kırmızımsı, kübik sistemli, dövülebilir, ısıyı ve elektriği iyi ileten bir metaldir. Hava ve suya dayanıklıdır [21]. Bakırın özellikleri gümüş, altın ve talyuma benzer [25]. Alaşımlarının korozyona dayanıklı olması, sıcakta ve soğukta iyi işlenebilmesi, renklerinin güzel oluşu, fiziksel özelliklerinin iyi olması, elektriksel ve termal iletkenliklerinin yüksek olması nedeniyle bakırın endüstriyel önemi büyüktür [17].

Bakır yer kabuğunda 2-100 mg/Kg civarında bulunur. Taşıtların motor alaşımları içindeki Cu aşınma sırasında egzoz gazları ve diğer partiküller ile birlikte çevreye atılmaktadır [28,29]. Ayrıca, bakırın topraktaki kabul edilebilir sınırı 5,0-5,6 mg/Kg civarındadır [19,30].

Bütün vücut dokularında bir miktar bakır bulunur. Bakır hem bazı enzimlerin ve metalloflavo proteinlerin yapısında bulunduğundan hem de bazı aminoasitlerin transferini katalizlediğinden farklı organizmalarda farklı zehirlenmelere yol açabilmektedir [27].

Az miktarda bakır insanlar için zehirli değildir. Ancak, örneğin bakır sülfatın yaklaşık 10 gramı insanlar için öldürücü etki yapar [31].

2.1.3. Çinko

Çinko doğada çok dağılmış olarak bulunur ve volkanik kayaların hemen hepsinde az da olsa çinkoya rastlanır. Beyazımsı ve kırılğan olan çinko yerkabuğunda 130 mg/Kg civarında bulunur [17]. Başlıca mineralleri çinko blendi (ZnS) ve calamine (ZnCO₃) dir. Havada kararan çinko, alkali ve asitlerde reaksiyon veren amfoter bir elementtir. Çinko, demirin galvanizlenmesinde, alaşımlarda, bataryalarda ve lastikte ZnO olarak kullanılmaktadır [21].

Aslında çinko insan sağlığı açısından önemli bir elementtir. Ortalama bir insanda 1,4-2,3 g çinko bulunur. İnsan vücuduna yiyecek ve içeceklerden günde ortalama olarak 10-15 mg çinko girer [31]. Kandaki normal çinko konsantrasyonu ise 0,08-0,14 mg/100 mL olarak tespit edilmiştir [27]. Ancak her şey de olduğu gibi çinkonun fazlası da zararlıdır.

Büyümenin normal seyri ve düzenli bir metabolizma için gerekli olan çinko, alkol dehidrojenaz, glutamik dehidrojenaz, ürikaz, böbrek fosfatazi, karboksi peptitaz ve eritrosit karbonik anhidraz enzimlerinin yapı taşıdır. Ayrıca saç, kemik, göz, prostat, pankreas ve duodenum salgıları Zn ihtiva eder [32].

Topraktaki çinko birikiminin kabul edilme sınırı 60-780 mg/Kg dir [19,22]. Topraktaki çinko birikiminin kaynağı hem endüstriyel kirlilikler hem de fazla miktarda çinko içeren ve gübrelerde bulunan doğal ham fosfat olduğu anlaşılmıştır [34]. Ancak, yol kenarlarındaki topraklarda biriken çinkonun kaynağı motor alaşımlarında ve oto lastiği yapımında katkı maddesi olarak kullanılan çinko bileşikleridir [21].

2.1.4. Nikel

Beyaz renkli, yumuşak ve işlenebilir bir metal olan nikel, ferromanyetiktir ve değişik ortamlarda korrozyona dayanıklıdır. Orta kuvvette ve sertliktedir, elektriksel iletkenliği iyidir [17]. Nikel, alaşımlarda, madeni paralarda, metal levha yapımında ve katalizör olarak kullanılmaktadır [21].

Nikelin yer kabuğundaki miktarı 10-1000 mg/Kg civarındadır [3,18]. 1000 g toprakta 10 ile 50 mg arasında olan nikel miktarı ise kabul edilebilir sınırlarında sayılmaktadır [35].

Nikel genelde bazı motorlu araç parçalarının krom kaplamasında kromla birlikte kullanılmaktadır. Eğer nikelin $0,001 \text{ mg/m}^3$ ü solunum yoluyla ve akciğerlerden birine girdiği takdirde kansere neden olabileceği tespit edilmiştir [36]. Nikel karbon ile 12 ile 36 saat arasında maruz kalırsa kalınır baş dönmesi, mide bulantısı ve kusma görülebilir. Maruz kalındıktan 4 ile 12 gün sonra ise ölüm dahi olabileceği literatürde belirtilmiştir [37].

2.1.5. Krom

Krom doğada serbest halde bulunmaz, fakat çok dağılmış halde ve az miktarlarda her zaman rastlanır. Canlı organizmada ne gibi bir rol oynadığı bilinmemekle birlikte, bazı hayvan ve bitki küllerinde kroma rastlanır. Krom metali mavimsi beyaz renkli ve serttir [17]. Çoğunlukla alaşımlarda ve kromla yapılan levhaların yapımında kullanılır [21].

Bazı motorlu araç parçalarının kaplamasında nikle birlikte krom kullanılmakta ve bunlar da yol kenarlarına düşebilmektedir [36]. Yer kabuğunda yaklaşık 122 ppm civarında olduğu tespit edilen kromun özellikle kromatları toksik etki gösterir [21].

2.1.6. Kadmiyum

Kadmiyum yumuşak, gümüş beyazlığında, oldukça elektropozitif ve işlenebilir bir metaldir. Doğada çinko ile assosiyede halde bulunur. Birçok özelliği ile çinkoya benzer [24]. Kadmiyum özellikle yeniden şarj edilebilen bataryalarda ve alaşımlarda kullanılmaktadır [21]. Kadmiyum yer kabuğunda 1 mg/Kg den az miktarda bulunur [5].

Çinko, kadmiyum, kurşun, bakır, demir ve çelik üretimi sırasında bu cevherleri temizliği ve saflaştırılması için uygulanan işlemler kadmiyum kirlenmesinin asıl kaynağı teşkil eder. PVC türü plastikler, aşınan lastikler, fosil yakıtlar ve metal atıkların

yakılması atmosferdeki kadmiyum miktarının artmasına sebep olmaktadır. Atmosfere ulaşan Cd çok çabuk oksitlenerek kadmiyum oksit haline dönüşür ve serpinti yoluyla tekrar yeryüzüne döner [38]. Kadmiyumun insanlardaki yarı ömrü 16-33 yıl olarak tesbit edilmiş ve özellikle karaciğer ve böbrekte biriktiği belirlenmiştir. Kadmiyum zehirlenmesi olan kişilerde adrenal bezin etkilendiği, hemoglobin ve üreme sistemi nekrozları seviyesinde düşmeler olduğu bildirilmiştir [39].

2.2. Bu Konuda Yapılan Araştırmalar

Yol kenarında biriken ağır metallerle ilgili olarak birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda, çevre yolu anayol, karayolu, taşıt sayısı, trafik yoğunluğu, yoldan uzaklık, rüzgar, yağmur, zaman, toprak derinliği, topraktaki tuzlar ve organik maddeler gibi çok değişik parametrelere bağlı olarak ortaya çıkan ağır metal kirliliği incelenmiştir.

Bu konuda yapılan çalışmalardan birinde cadde tozları üzerinde inceleme yapılmış ve endüstriyel aktiviteler kadar motorlu taşıt egzozlarının da ağır metalleri çevreye yaydığı ortaya konulmuştur [40]. Kurşun ve kadmiyum kirliliğinin oluşumu ve buna neden olan kaynakların araştırıldığı bu çalışmada, kurşun kirliliğinin benzine katılan alkali kurşun bileşiklerinin yanması sonucu egzoz ile çevreye atılmasıyla, kadmiyum kirlenmesinin ise taşıt lastiklerinin aşınmasıyla oluştuğu tespit edilmiştir [41,42]. Gene İngiltere'de yapılan benzeri bir çalışmaya göre, kurşun kirliliğinin %95 oranında kurşunlu benzin kullanan motorlu taşıtlardan kaynaklandığı bulunmuştur [23].

Topraktaki kurşun birikiminin taşıt sayısına bağlı olarak incelendiği çalışmalar sonunda, kurşun derişiminin trafik yoğunluğu (araç/saat) ile orantılı olarak arttığı ilgi çekici sayısal değerler halinde bulunmuştur. [43,44].

Hem trafik yoğunluğuna hem de anayola olan uzaklığa bağlı olarak yapılan araştırmalar sonunda havadaki kurşun konsantrasyonlarının değişimi tespit edilmiş ve trafik yoğunluğu 58 000 araç/gün olan bir bölgede, yoldan 20 m uzaklıkta kurşun

konsantrasyonu $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ çıkarken, bu miktar 500 m de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e düşmüştür. Gene trafik yoğunluğu 19 800 araç/gün olan bir bölgede, yoldan 30 m uzaklıkta kurşun konsantrasyonu $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olurken, 500 m de yaklaşık $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ değerine düşmüştür. Sonuç olarak kurşun birikiminin yola olan uzaklığa bağlı olarak azaldığı ortaya konulmuştur [43].

Toprağın özellikleri, su ve rüzgarın etkisinin incelendiği bir çalışmada, toprağın kation değişim kapasitesinin oksit ve karbonatlar yanında organik maddeler ve ağır metaller için yüksek alıkoyma kapasitesi gösterdiği anlaşılmıştır. Böylece topraklardaki kirlilik düzeyinin sürekli artmakta olduğu ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra su ve rüzgarın etkisiyle toprak yüzeyindeki ağır metallerin sürüklendiği de tespit edilmiştir [45]. Hem yoldan uzaklığa ve hem de toprak derinliğine bağlı olarak kurşun kirlenmesinin incelendiği bir çalışmada, toprak derinliğinin ve yola olan mesafenin artmasıyla kurşun miktarının %40-50 düzeylerinde azaldığı bulunmuştur [23].

Otoyol kenarındaki topraklarda ağır metal birikimi incelenerek bunun trafik yoğunluğuyla arttığı gözlenmiştir [46]. Toprak derinliğine bağlı olarak kurşun, bakır ve çinko birikiminin ne şekilde seyrettiği konusunda da çalışmalar yapılmıştır. Deney sonuçları ağır metal miktarının derinlikle azaldığını ortaya koymuştur [47]. Gene benzer bir çalışmada, kurşun, krom, nikel, çinko ve bakır gibi ağır metallerin toprak derinliklerindeki miktarları tespit edilmiştir. Kurşun ve krom için 15-20 cm, bakır içinde 25-35 cm derinliklerde aşırı bir birikim söz konusu ise de genel olarak ağır metal birikiminin derinlikle azaldığı ortaya konulmuştur [48]. Toprak derinliğine bağlı olarak kurşun, bakır ve çinko miktarlarının ölçüldüğü diğer bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, derinlikle azalan kurşun konsantrasyonu ile derinlikle azalan organik madde miktarının korelatif olduğu bulunmuştur. Yani kurşunu, organik maddelere afinite gösterdiği tespit edilmiş ve çoğunlukla toprak yüzeyinde kaldığı bulunmuştur [49].

Kadmiyum kirliliğinin araştırıldığı çalışmalardan birinde farklı özellikteki topraklarda kadmiyum birikim miktarları araştırılmış, diğerinde ise, asfalt yol civarındaki topraklardaki kadmiyum kirliliği incelenmiştir [50,51].

Literatürde bazı fabrikaların çevresinde yer alan değişik tipteki topraklarda meydana gelen ağır metal kirliliğinin araştırıldığı çalışmalarda bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde balçıklı ve kumlu toprak ile kireçli bir toprakta bakır, krom, çinko ve kurşun kirliliklerinin miktarları ölçülmüştür. Ayrıca, bu metal kirliliklerinin önemli ölçüde belli bir yöntemle giderilebileceği belirtilmiştir [52]. Benzer şekilde, sadece bakır kirliliğinin incelendiği bir çalışmada bulunmaktadır [29].

Yapılan başka bir çalışmada yol kenarındaki Zn ve Cu birikimleri incelenmiş olup Zn içeriğinin yola olan uzaklıkla azaldığı buna mukabil Cu Birikiminin azalmadığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada Zn kirliliğinin kaynağının yol olduğu ancak Cu kirliliğinin Kaynağının çok çeşitli şeyler olabileceği belirtilmiştir[53]

Türkiye’de ise konuyla ilgili fazla olmamakla birlikte bazı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, İstanbul-Ankara karayolu üzerinde ve Sapanca gölü kenarındaki Eşme köyünde yer alan meyve bahçelerinde ve toprakta motorlu araçların neden olduğu ağır metal birikimi incelenmiştir. Buna göre gerek toprak ve yapraklarda gerekse meyvelerde, alınan noktalar karayoluna yaklaştıkça, bulundurduğu kurşun birikiminde bir artış olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan geçen bir yıllık süre içinde de Pb birikiminin arttığı belirlenmiştir. Ancak çinko miktarının uzaklığa bağlı olarak pek farklılık göstermediği görülmüştür [9].

Bir tesisten kaynaklanması muhtemel olan ağır metal kirliliğinin uzaklığa bağlı olarak incelendiği ve bu amaçla Cu, Ni, Cd, Pb, Mn ve Zn'nin ölçüldüğü çalışmada, ağır metallerin derişiminin uzaklıkla çoğu yerde azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada kirlenmenin ölçüsünü bulabilmek için temiz olduğuna inanılan topraklarda kontrol örneği olarak ağır metal tayini yapılmıştır [22]. Gene ülkemizde yapılan bir çalışmada, ana cadde kenarındaki topraklarda Pb, Cd ve Cu birikimlerinde yola olan uzaklığın artışıyla olan değişimler tespit edilmiştir. Bunun için 0-5 cm ve 5-15 cm lik

derinliklerden alınan toprak örnekleri incelenmiştir. Çalışmalar sonunda mesafeye bağlı olarak azalan kurşun miktarının 500 m de doğal değerlere düştüğü tespit edilmiştir. Kadmiyum ve bakır kirliliğinde de benzer bir azalma gözlenirken, bakır miktarlarının doğal değerlerin altında olduğu bulunmuştur. Ayrıca, bu değerlere mevsimlerin fazla tesir etmediği bildirilmiştir [23].

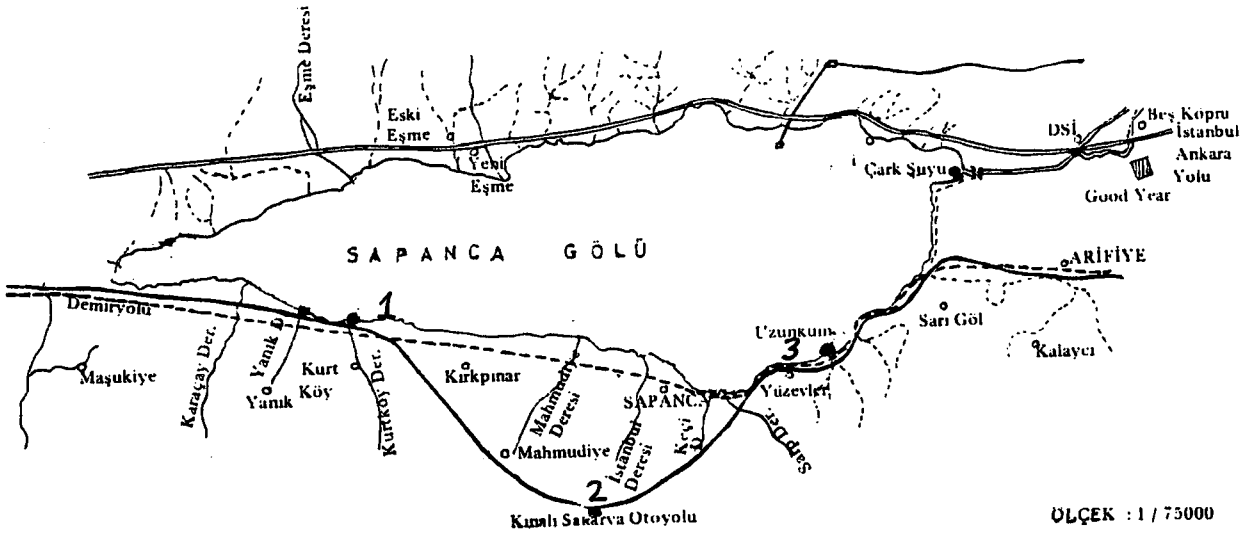
Yol kenarlarındaki çim bitkilerine kurşunun etkisinin incelendiği bir araştırmada, altı ay süresince, bu bitkilerde egzoz gazlarından ileri gelen kurşun birikimi araştırılmıştır. Bulunan değerler kurşun kirlenmesinin devamlı arttığını göstermiştir [15]. Gene Konya ili ve çevre yollarındaki bazı ağaçların yaprak, meyve, dal ve kabuklarında, yola olan uzaklığa bağlı olarak kurşun birikimleri araştırılmış ve yola yaklaştıkça kirliliğini arttığı tespit edilmiştir [54]. Aynı şekilde, egzoz gazlarıyla kirletilen bir bölgede kurşun ve nikel kirliliği araştırılmış ve sonuçta kurşun birikiminin motorlu taşıt sayısına bağlı olmadığı, bölgede sık sık yağın yağmurla bağlantılı olduğu görülmüştür. Buna mukabil nikel miktarındaki artmanın motorlu araç sayısı ve yağış miktarı ile orantılı olduğu belirlenmiştir [55].

BÖLÜM 3. DENEYSEL KISIM

3.1. Materyal ve Metod

3.1.1. Örneklerin hazırlanması

Araştırma bölgesi olarak Sapanca'dan geçen Kınalı Sakarya TEM otoyolunun güzergahı üzerinde bulunan Goetze Segman Fabrikası yanı, İstanbul Dere ve Uzunkum mevkileri seçilmiştir. Belirlenen bu bölgelerden örneklerin alımı, İstanbul Dere mevkiinde Otoyolun güneyinde yapılırken, diğer iki bölgede oto yolun kuzeyinde olacak şekilde seçilmiştir. Mayıs-1997 den itibaren Mart-1998 e kadar olan sürede, iki ayda bir olmak üzere ve oto yola 3, 10, 15 ve 20 m uzaklıklarda seçilen noktalardan toprak örnekleri alınmıştır. Şekil 3.1 de Sapanca bölgesi ve seçilen noktalar gösterilmektedir. Toprak örnekleri 15x15 cm lik boyutlarda ve 5 cm derinliğinde olacak şekilde kalıplar halinde alınmıştır. Alınan örnekler plastik torbalara konularak laboratuara getirilmiştir. Daha sonra örnekler 24 saat süreyle 105 °C de fırında kurutulmuştur. Fırından alınan örnekler temiz bir kağıt üzerine serilerek içlerindeki, bitki ve kök parçaları ve taşlar ayıklandıktan sonra havanda öğütülmüştür. Öğütülen örnekler 10 ve 25 mesh lik eleklerden elenmiş ve homojen olacak şekilde iyice harmanlanmıştır. Harmanlanan toprak örnekleri daire şeklinde hazırlanmış temiz bir kağıt üzerine her tarafı eşit kalınlığa gelinceye kadar serilmiştir. Sonra çaprazlama ayırma yapılmıştır [9]. Her örneğin bir kısmı gelecekteki araştırmalar için muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1 Kınalı -Sakarya TEM oto yolu Sapanca bölgesindeki numune alma noktaları

3.1.2. Enstrümental metodlar

Analiz tekniği yönünden eser element, bir ortamda elementin mg/L (ppm) veya daha az miktarda bulunması haline denilmektedir [18]. Eser elementlerin analizinde ise, hassas olması açısından enstrümental teknikler kullanılmaktadır. Bu yönde kullanılan enstrümental tekniklerden bazıları şunlardır:

- Toprak ve bitkilerdeki ağır metallerin tayininde kullanılan atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) [9].
- Toprak, bitki ve gübrelerdeki eser metallerin tayininde yararlanılan alev atomik absorpsiyon spektroskopisi (FAAS) [56,57].
- Eser metallerin analizinde kullanılan kütle spektroskopisi (MS) [58].
- Çevresel amaçlı örneklerdeki ağır metaller için kullanılan lazer etkili bozunma spektroskopisi (LIBS) [59].

- e) Yine toprak, bitki ve gübrelerdeki eser elementlerin analizinde yararlanılan grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektroskopisi (GFAAS) [7].

3.1.3. Örneklerin çözünürleştirilmesi

Toprak örneklerinde ağır metallerin analizini yapabilmek için, gerekli bileşenlerin sulu faza çekilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, uygulanan çözünürleştirme yöntemi aşağıda açıklanmıştır.

Toprak örneğinden 3,000 g lık bir kısım alınarak behere konulmuş ve üzerine 30 mL [1:2 HCl-HNO₃] karışımından oluşan kral suyu (KS) eklenmiştir. Bu şekilde bir gece bekletilen örnekler kuruluğa kadar çeker ocakta buharlaştırılmıştır. HNO₃ ün tamamen uzaklaştırılması için kuruyan örneklere bir miktar derişik HCl çözeltisi katılarak kuruluğa kadar tekrar buharlaştırma yapılmıştır. Soğuyan karışıma seyreltik HCl çözeltisi eklendikten sonra ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda 10 dakika karıştırılarak ısıtılmıştır. Sonra bu çözeltiler siyah bant süzgeç kağıdından süzülerek balon jøjeye alınmış ve yıkama suları ile birlikte hacmi 100 mL ye tamamlanmıştır.

Bu çözünürleştirme işlemi bütün toprak örneklerine uygulanarak ağır metal içerikleri çözelti fazına çekilerek FAAS de okunabilecek hale getirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan çözeltilerdeki metallerin tayininde Shimadzu AA-6701 Dual (GF+F) marka ve en yeni teknolojik özelliklere sahip bir cihaz kullanılmıştır.

3.1.4. Kalibrasyon grafiklerinin hazırlanması

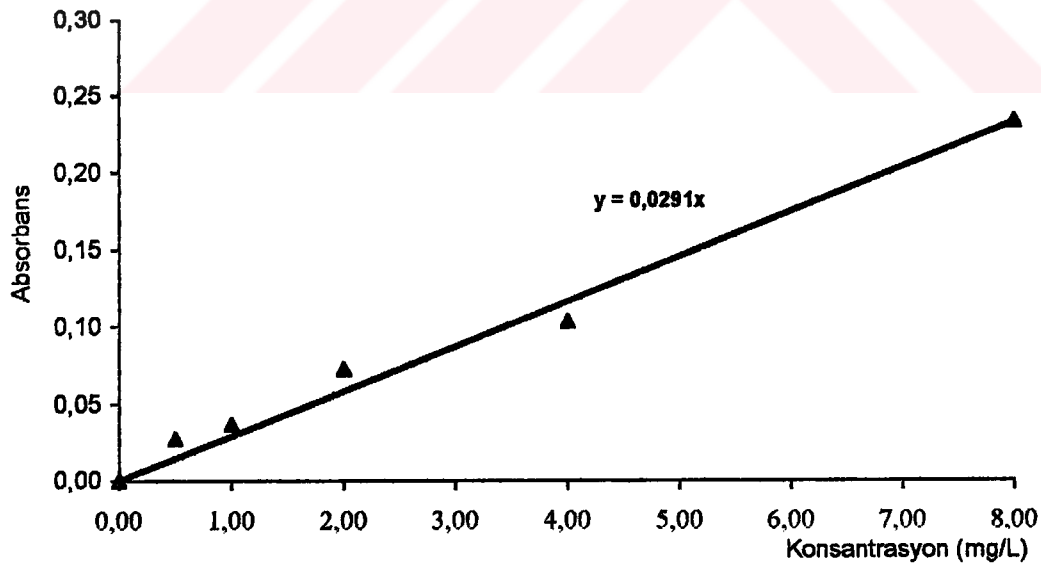
Analizi yapılmak istenilen elementlerin 1000 ppm lik stok çözeltileri bu elementlerin nitrath tuzlarının 0,5 M HNO₃ de çözüdürülmesi ile hazırlanmıştır. Hazırlanan her bir elementin stok çözeltilerinden, birçok kaynakta bildirildiği şekilde beş değışik konsantrasyonda standart çözeltileri 0,5 M HNO₃ ortamında hazırlanmıştır [5, 18].

Her bir elementin hazırlanan standart çözeltilerinin derişimleri Tablo 3.1 de verilmektedir.

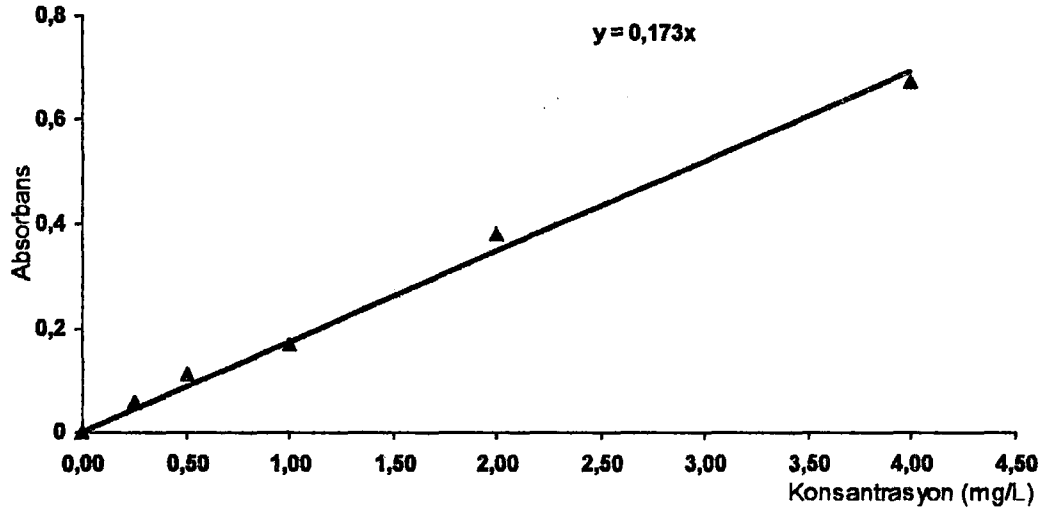
Tablo 3.1 Standart çözeltilerin derişimleri

Element	Derişim (ppm)				
Pb	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00
Cu	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00
Zn	0,10	0,20	0,40	0,80	1,00
Ni	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00
Cr	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00
Cd	0,10	0,20	0,40	0,80	1,60

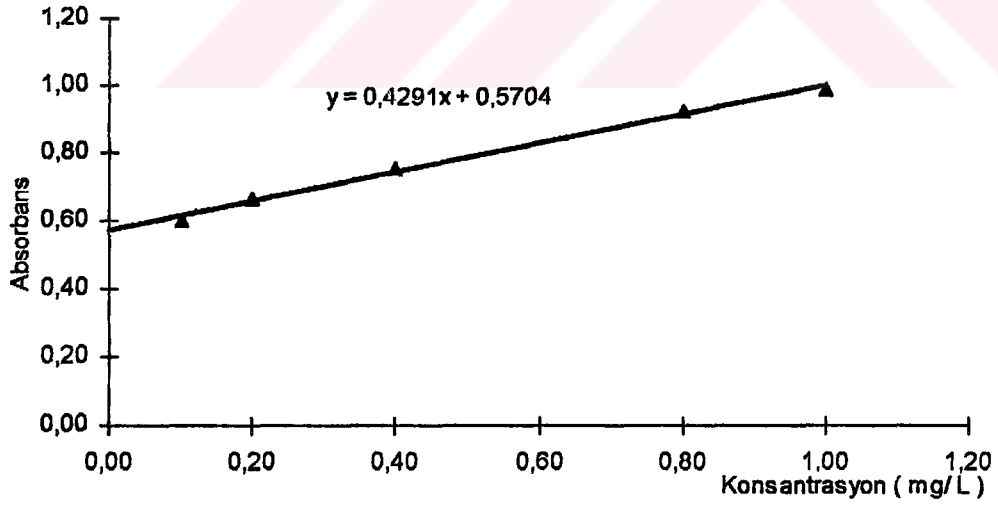
Bu elementlerin hazırlanan standart çözeltilerinin absorbsansları FAAS de ölçülmüş ve okunan absorbsans değerlerine karşı her bir element için kalibrasyon grafikleri çizilmiştir. Çizilen kalibrasyon grafikleri Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 da verilmektedir.



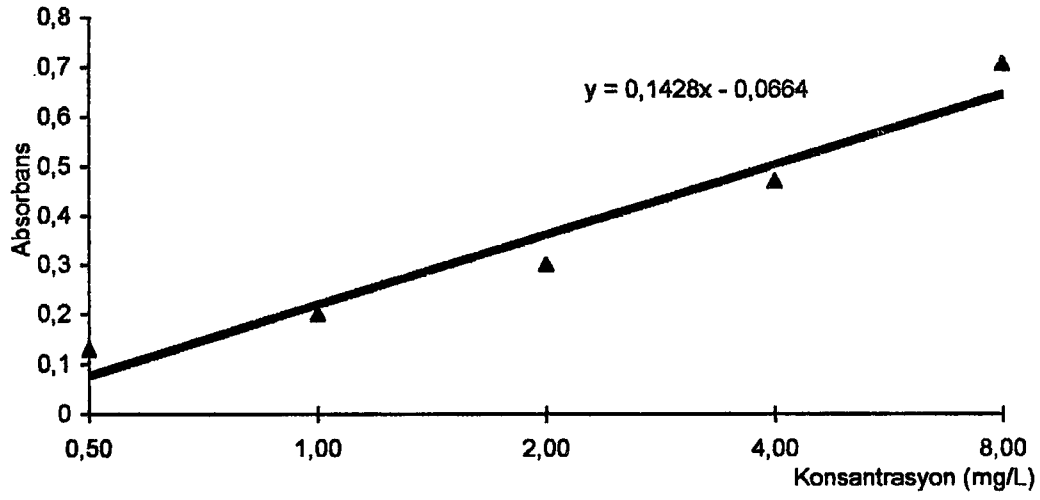
Şekil 3.2 Kurşunun kalibrasyon eğrisi (Korelasyon sabiti(r) =0,99355)



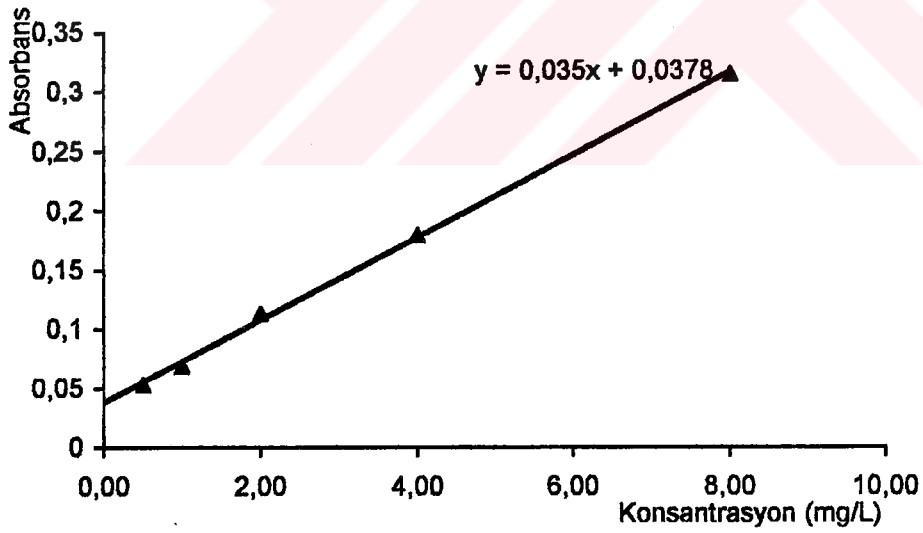
Şekil 3.3 Bakırın kalibrasyon eğrisi (Korelasyon s. (r)=0,99763)



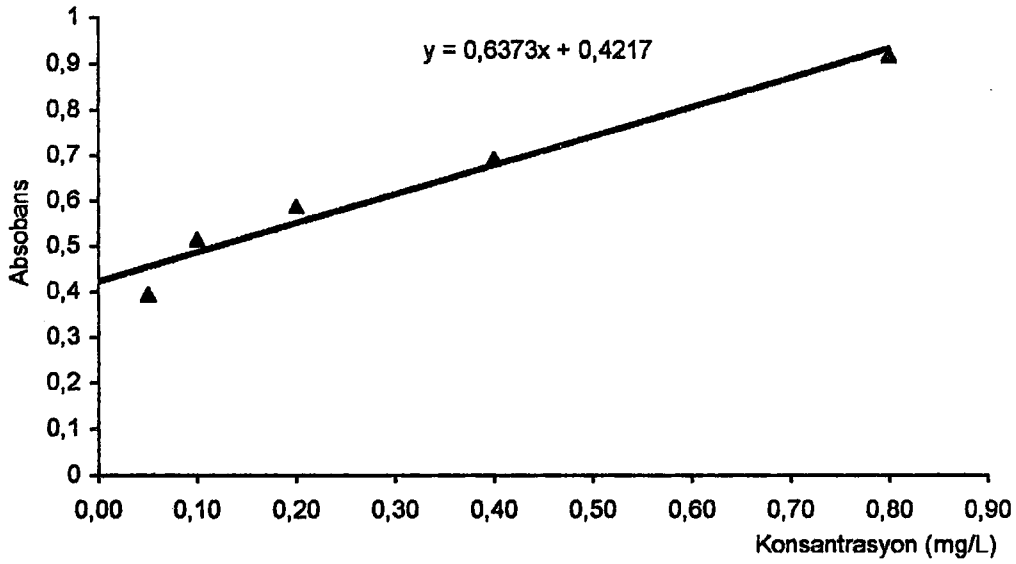
Şekil 3.4 Çinkonun kalibrasyon eğrisi (korelasyon s.(r) = 0,99733)



Şekil 3.5 Nikelin kalibrasyon eğrisi (korelasyon s.(r) = 0,99938)



Şekil 3.6 Kromun kalibrasyon eğrisi (Korelasyon s.(r) =0,99938)



Şekil 3.7 Kadmiyumun kalibrasyon eğrisi (korelasyon s.(r) = 0,98080)

3.1.5. Çözeltilerin analizi

Bu çalışmadaki ağır metallerin analizinde ise, yukarıda bahsedilen FAAS kullanılmış ve her elementin analizi sırasında uygulanan çalışma şartları aşağıda bir tablo halinde verilmiştir (Tablo 3.2). Esasında FAAS ' nin çalışma prensibini şu şekilde özetlemek mümkündür. Atomlaştırıcıda ölçülecek elementin atomları temel halde oluşturulur. Oyuk katot lambasından gelen rezonans ışınlar, temel haldeki atomları uyarırlar ve bundan dolayı şiddetleri azalır. Monokromatör çalışılan ışının istenen dalga boyundaki ışını ayırır ve dedektöre iletir. Burada ışın güçlendirilerek elektrik sinyaline dönüştürülür. Daha sonra bu sinyal cihazın bilgisayar ünitesinden gerekli veriler şeklinde verilir.

Tablo 3.2 FAAS ile ilgili çalışma şartları

Element	Akım Şiddeti (mA)		Dalga Boyu (nm)	Slit (nm)	Gaz Akış Hızı (L/dak)	Standart Replikasyon sayısı	Numune Replikasyon sayısı	Lamba Modeli
	Düşük	Yüksek						
Pb	10	15	283,3	0,5	2,0	3	3	Koto
Cu	6	0	324,8	0,5	1,8	3	3	Koto
Zn	8	15	213,9	0,5	2,0	3	3	Koto
Ni	12	20	232,0	0,2	2,2	3	3	Koto
Cr	10	20	357,9	0,5	2,8	3	3	Koto
Cd	5	12	228,8	0,5	1,8	3	3	Koto

Üç değişik noktadan Mayıs - 1997 den Mart - 1998 e kadar iki ayda bir olmak üzere ve her bir noktada dört değişik mesafeden alınan toprak örneklerinin çözünürleştirilmesiyle elde edilen çözeltiler, yukarıda anlatıldığı şekilde FAAS ' de analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo ve şekiller halinde Bölüm . 4 de verilerek, gereken değerlendirmeler yapılmıştır.

BÖLÜM 4. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

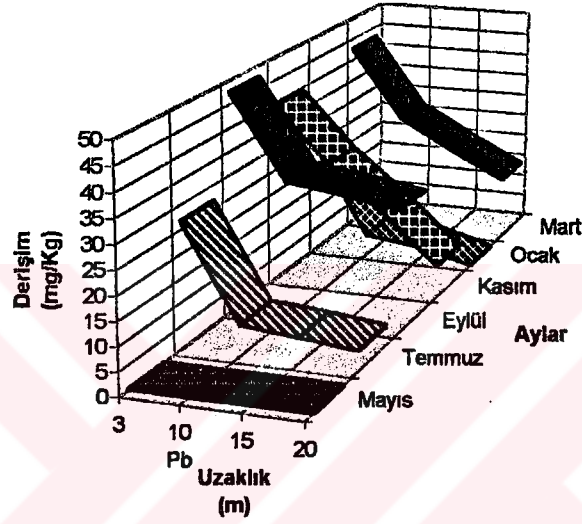
4.1. Analiz Çalışmaları

Daha önce belirtildiği gibi toprak örneklerine uygulanan çözünürleştirme işlemleri sonunda elde edilen çözeltilerde bulunan ağır metallere kurşun, bakır, çinko, nikel, krom ve kadmiyum elementlerinin miktarları atomik absorpsiyon cihazı yardımıyla ölçülmüştür.

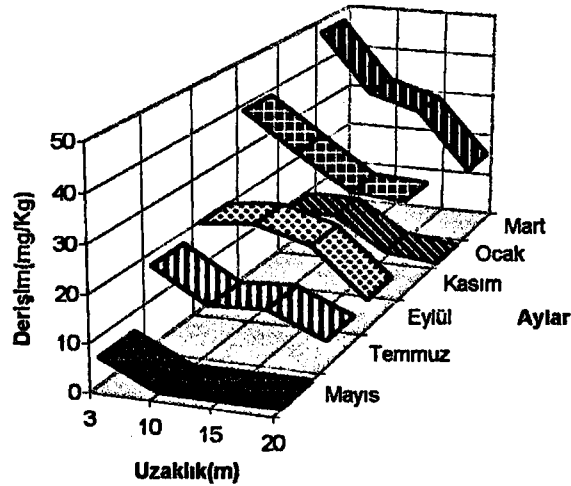
Çalışma sonunda elde edilen değerler her bir bölge için ayrı tablolarda toplanmıştır. Tablolardaki değerlerin kolayca incelenebilmesi için, numunelerin ağır metal içerikleri aylara ve oto yoldan uzaklığa bağlı olarak ele alınmış olup, Goetze Segman Fabrikası yanı olarak seçilen birinci bölgeye ait sonuçlar Tablo 4.1 de , İstanbul Dereden alınan örneklere ait sonuçlar Tablo 4.2 de ve Uzunkum bölgesinden alınan örneklere ait bulunan değerlerde tablo 4.3 de verilmiş bulunmaktadır. Bu tablolarda, sayısal değerlerin bulunmadığı yani boş bırakılan bazı noktalar söz konusudur. Aslında, bu noktalarda her bir metal için gereken ölçümler yapılmış fakat, bulunması muhtemel olan sonuçlar FAAS ' nin ölçüm değerlerinin altında olduğu için sıfır kabul edilmiştir.

4.2. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

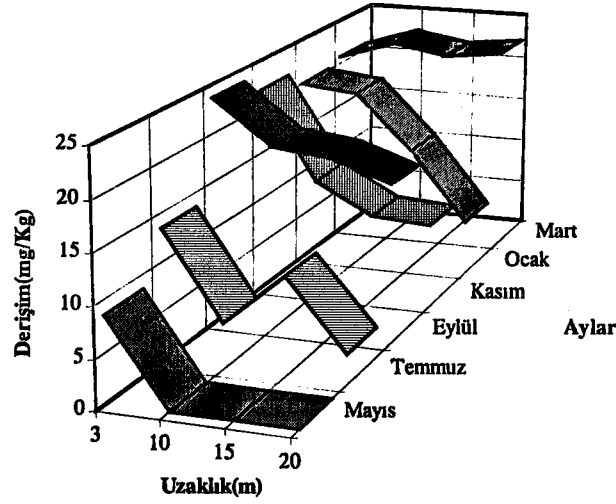
Birinci bölge (Goetze Segman Fabrikası yanı), ikinci bölge (İstanbul Dere mevkii) ve üçüncü bölge (Uzunkum) için analiz değerlerinin yer aldığı Tablo 4.1 , Tablo 4.2 ve Tablo 4.3 de kurşun elementi için bulunan değerler yardımıyla çizilen grafikler sırasıyla Şekil 4.1 , Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 de verilmiştir.



Şekil 4.1 Goetze Segman Fabrikası yanındaki (birinci b.) kurşun birikimi



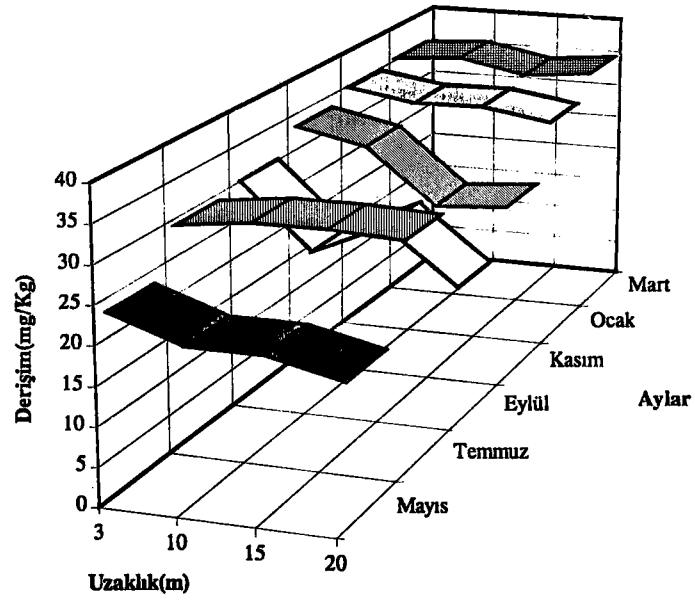
Şekil 4.2 İstanbul Dere'deki (ikinci b.) kurşun birikimi



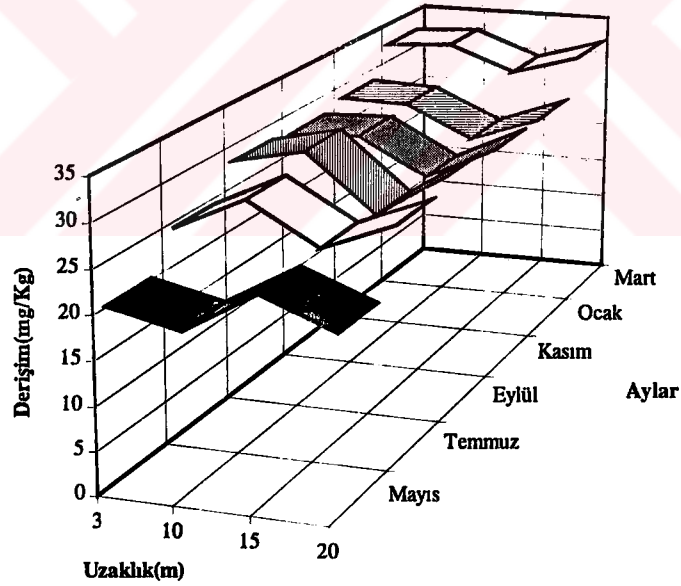
Şekil 4.3 Uzunkum'daki (üçüncü b.) kurşun birikimi

Şekil 4.1 , Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 ün incelenmesinden kolayca anlaşılacağı gibi kurşun kirlenmesinin Eylül , Kasım ve Mart aylarında maksimum olduğu görülmektedir. Bu aylarda kurşun miktarını fazla çıkmış olması iklim şartlarına bağlı olarak açıklanabilir. Söz konusu aylarda yağış miktarının az olması ya da trafik yoğunluğunun fazla olması kurşun birikimini artırmış olabilir. Gene grafiklerden anlaşılacağı gibi kurşun birikimi yoldan uzaklığa bağlı olarak her üç bölgede ve bütün aylarda azalış göstermektedir. Kurşun kirliliğinin ana kaynağı egzoz dumanları olarak düşünülürse böyle bir durum çıkması gayet normaldir. Ancak Mayıs ayında özellikle 3 metreden sonra kurşun birikiminin sıfır olması gerçekte, FAAS nin ölçüm sınır değerlerin altında olduğunu göstermektedir. Bu durum gene Mayıs ayındaki iklim şartlarından kaynaklanmış olabilir. Daha önce belirtildiği gibi toprakta müsaade edilebilen maksimum kurşun kirliliği 13,4 mg/Kg olduğuna göre birinci bölgedeki 13 numunede , ikinci bölgedeki 12 numunede ve üçüncü bölgedeki 13 numunede bu sınır değeri aşmıştır. Bu da bütün numunelerin sayı olarak yarısından fazlasını teşkil etmektedir.

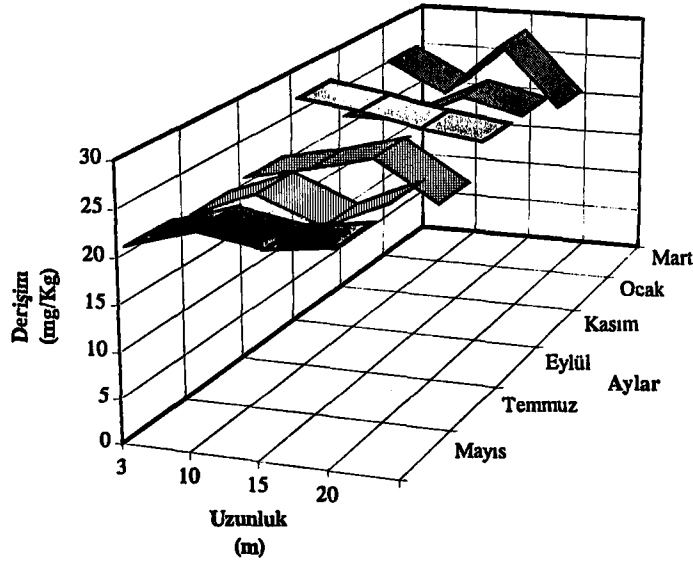
Birinci , ikinci ve üçüncü bölgelerden alınan örneklerdeki bakır birikimi aylara bağlı olarak Şekil 4.4 , Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 da verilmiştir.



Şekil 4.4 Goetze Segman Fabrikası yanındaki (birinci b.) bakır birikimi



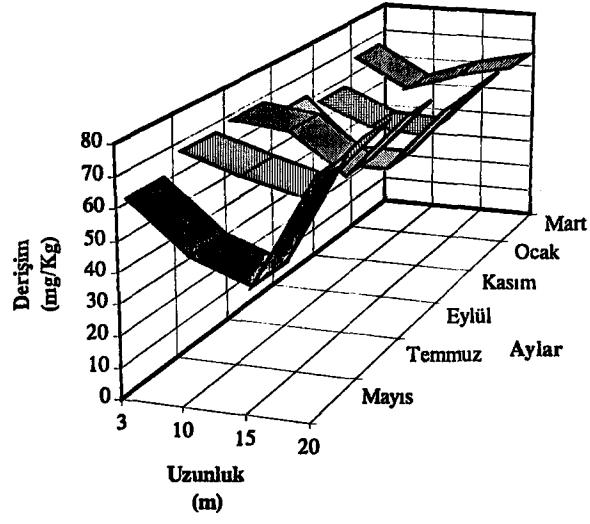
Şekil 4.5 İstanbul Dere'deki (ikinci b.) bakır birikimi



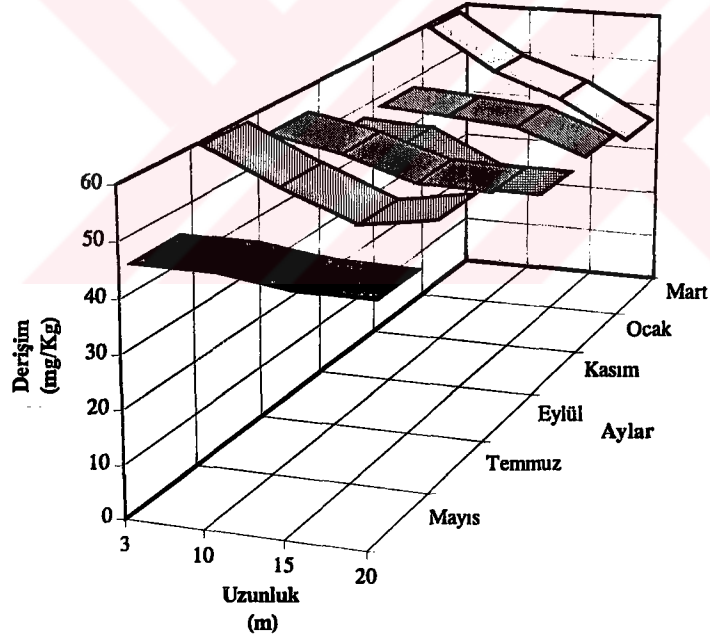
Şekil 4.6 Uzunkum'daki (üçüncü b.) bakır birikimi

Şekillerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi bakır kirlenmesinin otoyola olan uzaklığa pek bağlı olmadığı görülmektedir. Yani uzaklıkla bakır birikimlerinde belirgin bir artma veya azalma görülmemektedir. Alınan bütün numunelerde, bakırın maksimum kabul edilebilir sınırı olan 5,6 mg/Kg değerinin üzerinde olduğu anlaşılmıştır. Aylar itibariyle bakıldığında en fazla kirliliğin Mart ve Ocak ayında olduğu görülmüştür. Yol kenarlarındaki topraklarda oluşan bakır kirliliğinin asıl kaynağının motor alaşımlarının aşınmasından ileri geldiğine dair literatürde bilgiler bulunmaktadır[29]. Ancak , bazı araştırmalarda bakır kirliliğinin asıl kaynağının tespit edilemediği ve birçok kaynağının olabileceği de belirtilmiştir[53]. Fakat bu araştırmada ortaya çıkan bakır kirliliğinin kabul edilebilir sınırlarından fazla olması esas kaynağının otoyol ve dolayısıyla taşıtlar olduğu fikrini kuvvetlendirmektedir.

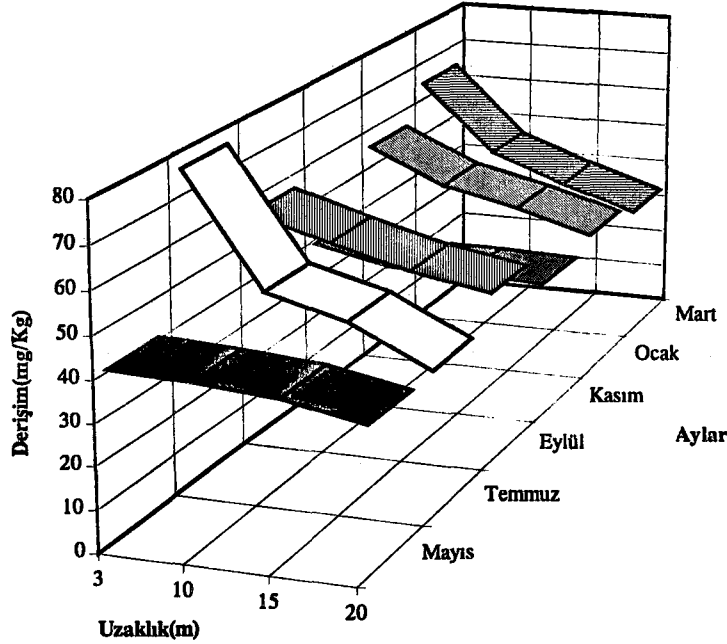
Gene aynı bölgelerden alınan numunelerde buluna çinko miktarının aylara bağlı olarak değişimi Şekil 4.7 , Şekil 4.8 ve Şekil 4.9 da verilmiştir.



Şekil 4.7 Goetze Segman Fabrikası yanındaki (birinci b.) çinko birikimi



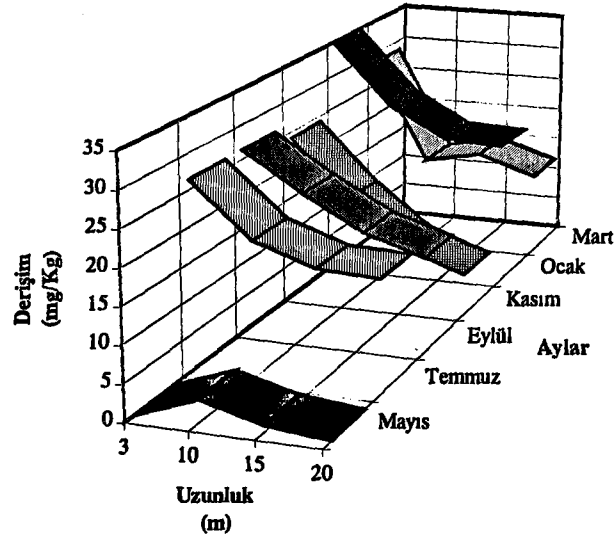
Şekil 4.8 İstanbul Dere'deki (ikinci b.) çinko birikimi



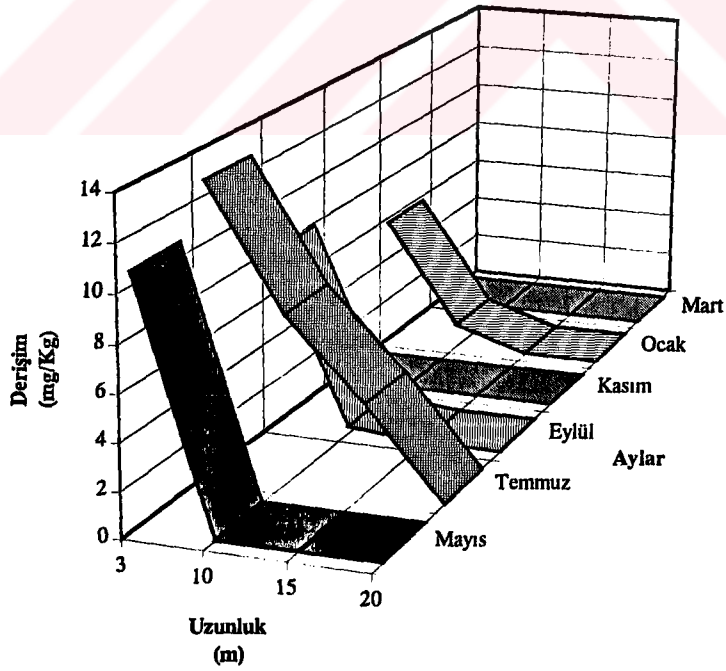
Şekil 4.9 Uzunkum'daki (üçüncü b.) çinko birikimi

Çinko kirlilik miktarları şekillerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, otoyola yaklaştıkça artmaktadır. Bu durum Şekil 4.8 ve Şekil 4.9 da açıkça görülmektedir. Ancak birinci bölgede otoyola 20m uzaklıktan alınan örneklerin çinko içerikleri bütün aylarda yüksek çıkmıştır. Bu durum yerel yapı ve atmosferik olaylar nedeniyle numunenin alındığı noktada fazlaca çinko birikiminin olduğunu ortaya koymaktadır. Her üç bölgede meydana gelen çinko kirlenmesinin aylara bağlı olarak incelenmesi halinde Temmuz, Eylül ve Mart aylarında diğer aylara göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Numunelerin zirai alanlardan alınmadığı göz önüne alınırsa, çinko birikiminin esas kaynağının motor alaşımları ve oto lastiklerinin olacağı anlaşılmaktadır. Çünkü, hem motorların alaşımlarında ve hem de oto lastiği yapımında katkı maddesi olarak çinko bileşikleri kullanılmaktadır[21]. Bu durumda, çinko kirliliğinin yukarıda açıklandığı şekilde ortaya çıkması gayet normaldir. Diğer taraftan, bütün noktalarda ortaya çıkan çinko kirliliği kabul edilebilir maksimum sınırın (780 mg/Kg) çok altında olduğunu belirtmek yerinde olacaktır.

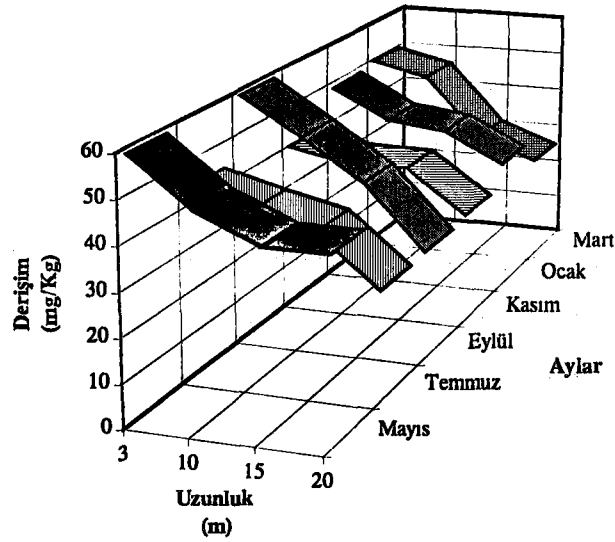
Her üç bölgeden alınan örneklerdeki nikel derişimleri aylara göre Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 de verilmiştir .



Şekil 4.10 Goetze Segman Fabrikası yanındaki (birinci b.) nikel birikimi



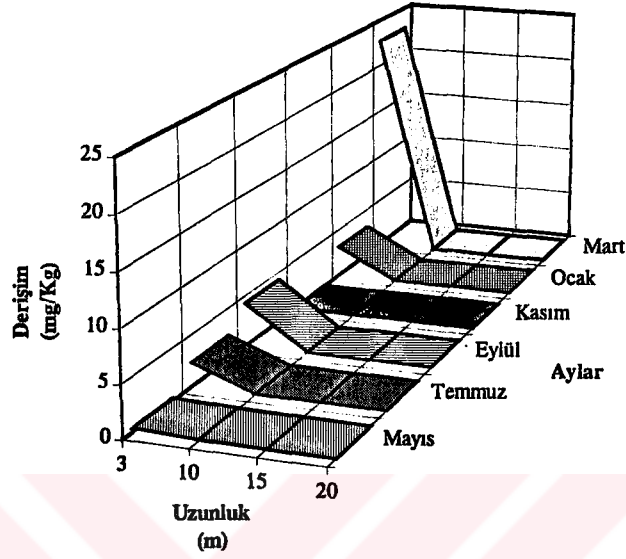
Şekil 4.11 İstanbul Dere'deki (ikinci b.) nikel birikimi



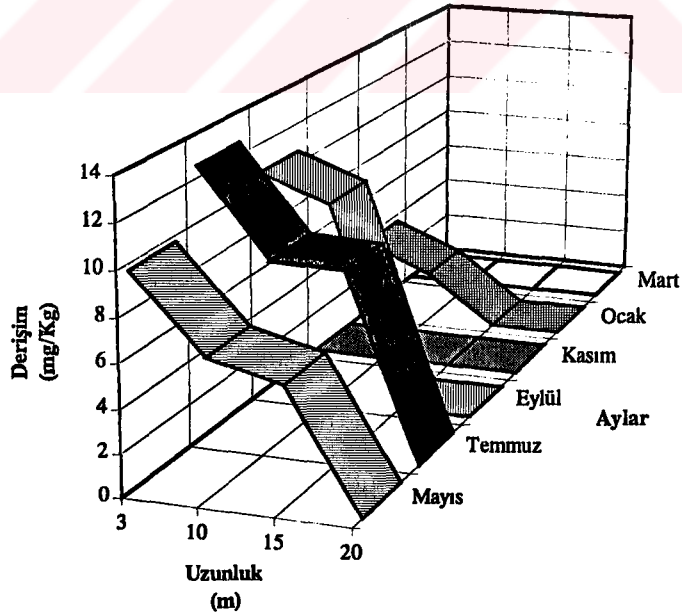
Şekil 4.12 Uzunkum'daki (üçüncü b.) nikel birikimi

Verilen şekiller incelendiğinde her üç bölgede de otoyoldan uzaklaştıkça nikel birikiminde bir azalma ortaya çıkmaktadır. Buda nikel kirliliği için otoyol ve taşıtların bir kaynak oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Motor alaşımlarının aşınması sonucu nikel kirliliğinin ortaya çıktığı konusunda literatürde bilgiler bulunmaktadır. [55]. Birinci bölgede Eylül ve Ocak aylarında nikel birikiminde bir fazlalık ortaya çıkarken ikinci ve üçüncü bölgelerdeki nikel birikimlerinde aylara bağlı olarak belirgin bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Ancak üç bölge kendi arasında mukayese edilecek olursa çok belirgin bir farklılık ortaya çıkmaktadır. Uzunkum bölgesinden alınan örneklerde nikel miktarı ortalama 40 mg/Kg dolayında değişirken, İstanbul Dereden alınan örneklerdeki nikel birikimine pek az numunede rastlanmış hatta çoğu örneklerde, özellikle Kasım ve Mart aylarında alınan toprak numunelerinde nikel miktarı FAAS nin ölçüm sınır değerlerinin altında kalmıştır. Bölgeler arasında ortaya çıkan bu farklılığın örneklerin alındığı yerel yapının konumundan kaynaklandığı sanılmaktadır. Diğer yandan nikel kirliliğinin kabul edilebilir maksimum sınırı olan 50 mg/Kg değeri sadece iki numunede geçilmiştir. Sonuç olarak alınan numunelerde nikel kirliliğinin kabul edilebilir sınırlar altında olduğu tespit edilmiştir.

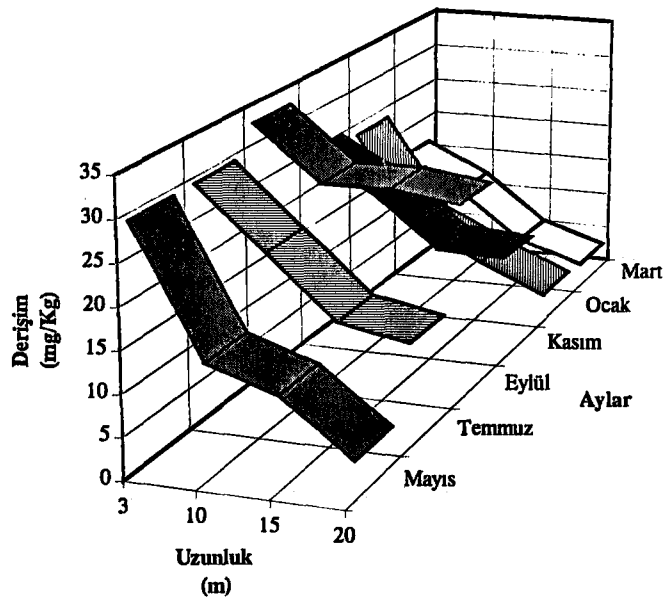
Yapılan krom analizleri sonucu elde edilen değerlerin aylara bağılı olarak değişiminin gösterildiği grafikler birinci, ikinci ve üçüncü bölgeler için sırasıyla Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15 de gösterilmektedir.



Şekil 4.13 Goetze Segman Fabrikası yanındaki (birinci b.) krom birikimi



Şekil 4.14 İstanbul Dere'deki (ikinci b.) krom birikimi



Şekil 4.15 Uzunkum'daki (üçüncü b.) krom birikimi

Şekillerden de anlaşılacağı gibi her üç bölgedeki krom birikiminde nikel birikimine benzeyen bir paralellik ortaya çıkmıştır. Aylara göre değişimde ciddi bir farklılık ortaya çıkmazken bölgeler arasında yine nikeldekine benzer bir durum ortaya çıkmıştır. Örneğin Uzunkum bölgesinde dikkate değer krom sonuçları elde edilirken birinci ve ikinci bölgelerde çoğu değerler FAAS nin ölçüm değerlerinin altında olduğundan dolayı sonuç bulunamamıştır. Özellikle ikinci ve üçüncü bölgeler göz önüne alındığında nikel ve krom analizi sonuçlarında bir paralelliğin ortaya çıkması kirletici kaynak olarak taşıtların sebep olduğu düşüncesini doğrulamaktadır. Ancak birinci bölgede dikkate değer nikel ölçümleri yapılırken krom miktarlarının çoğu örneklerde ölçüm değerleri altında kaldığı da bir gerçektir.

Bazı metal aksamalarda korozyondan koruma amacıyla kadmiyum alaşım ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Gene oto lastiklerinin üretiminde kullanılan katkı maddelerinin içinde kadmiyumun yer aldığı bilinmektedir. Bunlar göz önüne alınarak her üç bölgeden alınan bütün örneklerde kadmiyum analizleri yapılmıştır. Ancak, kadmiyum değerleri FAAS nin ölçüm sınır değerinin altında olduğundan dolayı

herhangi bir nicel sonuç alınamamıştır. Bu durum her üç bölgede dikkate değer kadmiyum kirliliği olmadığını ortaya koymaktadır.



BÖLÜM. 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kınalı-Sakarya TEM otoyolunun Sapanca bölgesinde otoyoldan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin sonuçlarını şu şekilde özetlemek mümkündür.

- Topraklarda yapılan analiz sonuçlarına göre bugün için ciddi bir metal kirlenmesinin olmadığı anlaşılmıştır.
- Yapılan analizler, kurşun ve bakırın bazı bölgelerde ve yola yakın noktalarda kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerinde olduğunu ortaya koymuştur.
- Analiz sonuçlarına göre çinko değerleri dünya standartlarının (maksimum 780 mg/Kg) bir hayli altında bulunmuştur.
- Nikel ve krom birikimleri benzerlik göstermiş ancak üçüncü bölgede dikkate değer nicel değerler bulunurken birinci ve ikinci bölgelerde sıfır mertebesinde sonuçlar elde edilmiştir.
- Kadmiyum kontrolü için yapılan analizlerde herhangi bir sayısal değer bulunamadığı için yorum yapmak mümkün olmamıştır.

Bu durumda araştırmanın yapıldığı bölgede her ne kadar ciddi bir kirlilik ortaya çıkmamış ise de sözü edilen yolun bir içme suyu kaynağı olarak kullanılan Sapanca Gölünün hemen kenarından geçiyor olmasını, ayrıca metal birikimlerinin yüzey suları ile göle taşınabileceğini gözden uzak tutmamak gerekir.

Ayrıca pilot bölge seçilip günün farklı saatlerinde veya haftanın çeşitli günlerinde numune alınıp kontrol yapılabilir.

Bunun yanı sıra bakır birikimi tayininde derinden ve çok uzak noktadan örnek alınarak tayin yapılmalıdır.

Bundan sonra yapılacak araştırmalar konusunda toprak rneklarine paralel olarak glden alınacak su rneklarinin de beraberce incelenmesi önerilebilir.

Ayrıca insan sağlığı açısından, yola yakın bölgelerde üretilen sebze ve meyve gibi gıdaların ağır metal kirliliğinden ne derece etkilendiği de araştırılmalıdır.



KAYNAKLAR

- [1] Muramoto, S.; "Variations of Some Elements in Cadmium Induced, Malformed," Bull. Environm. Contam. Toxicol, Vol.27, pp. 193-200, 1981.
- [2] Ergene, A. ; "Toprak İlminin Esasları, " Atatürk Üniv. Yayınları, Erzurum,1982.
- [3] Güçer, Ş.; "Atomik Soğurma Spektroskopisinin Çevre Kimyasındaki Önemi ve Sorunları," Profösörlük tezi, İzmir, 1981.
- [4] Sillanpää, M. ; "Trace Elements in Soils and Agriculture FAO", Rome, 1972.
- [5] Baucells, M.; Lazort, G.; "Determination of Cadmium and Molybdenum in Soil Extracts by Graphite Furnace AAS and Introductively Coupled Plasma Spectrometry", Analyst, Vol. 110, pp. 29-1423, 1985.
- [6] Khan , K.D.; Frankland, B.; "Chimical Forms of Cd and Pb in Some Contaminated Soils", Environment Pollution, B-6, pp. 15-31, 1983.
- [7] Baucells, M.; Kelipo, M.T. ; "Cadmium Determination in Soil Extracts by Furnace AAS", Anal. Chem. , Vol. 22, pp. 61-70, 1985.
- [8] Simkiss, K.; "Taylor, M.; "Cellular Mechanism of Metal İon Detoxification an Some New Indices of Pollution ", Aquatic Toxicology, Vol. 1, pp. 279-290, 1981.

- [9] Yalçın, N. ; Aydın, A.O.; Sevinç, V.; “ Tarım Alanlarında Motorlu Araç Trafığının Yol Açtığı Pb ve Zn Birikimi ”, DOĞA TU Müh. Ve Çev. D. , Cilt 3, Sayı 3, s. 429-434, 1989.
- [10] Brown, B. ; Ashanullah, M. ; “ Effects of Heavy Metals on Mortality and Growth”, Mar. Poll. Bull. , Vol. 2, pp. 182-187, 1971.
- [11] Saliba, L.S.; Ashanullah, M. ; “ “Accumulation and Tolerance of Artemia Salina to Copper Salte “, Mar. Biol. , Vol. 38, pp. 231-238, 1973.
- [12] Engel, D.W. G.; Sunda, B. A. ;” Factors Affecting Trace Metal uptake and Toxicity to Estuarine Organism “, I. Environ. Parameters, In Biological Monitoring of Marine Pollutants Ed. Bay: F. Jhon Vernberg Anthony Calabrese Academic Pres.
- [13] Stoker, S. ;Seager, K.; “ Lead in Automobile Exhaust “, J. Air Pollt. , Vol. 42 pp. 6-272, 1972.
- [14] Nyangababo, J. T. ; Hamya, J. W. ;” The Deposition of Lead, Cadmium, Zinc, and Copper from Motor Traffic on Bachiaria Enimi and Soil Along a Major Route from Rombo Road In Kampala City “, Intern. J. Environm. Studies, Vol. 11, pp. 115-941, 1986.
- [15] Karademir, M. ; “ Ankara’ nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Bitkilerinde Egzoz Gazlarından Gelen Ağır Metal Birikimi”, Yüksek Lisans tezi , Ankara Üniv. FBE. , Ankara,1992.
- [16] US. Environm. Protection Agency ; Control Techniques for Lead Air Emissions, EPA -450/ 2-77-012, 1977.
- [17] Ün, R. ;”Metal Kimyası “, s.220-627, 1968.

- [18] Demir, M.; " Toprak Örneklerinde Bazı Eser Elementlerin AAS ile Tayininde Halka Tekniğinin Yeri ", Doktora tezi, İnönü Üniv. , Malatya , 1986.
- [19] Herrick, R. P. ; Friedland , A. J. ; " Patterns of Trace Metal Concentration and Acidity in Mountain Forest Soils of Northeastern U. S. " , Water, Air, Soil Pollution, Vol. 53, pp.7-151, 1990.
- [20] Milberg, R.P.; Lagerwerff, J. V.; Browes, D. L. ;" Soil Lead Accumulation Alongside a Newly Constructed Roadway ", J. Environ. Qual. , Vol. 9, pp. 6-8, 1980.
- [21] Emsley, J.; " The Elements ", Clarendon Press. Oxford, p.36-212, England, 1989.
- [22] Kılıçel, F.; " Çinkur Çevresindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin A.A.S Yöntemiyle Tayini ", Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniv. FBE., Kayseri, 1992.
- [23] Haktanır, K. ; Arcak, S. ; Erpul, G. ; " Yol Kenarındaki Topraklarda Trafikten Kaynaklanan Ağır Metallerin Birikimi ", Tr. Journal of Engineering and Environmental Sciences, Vol.19, No. 6, pp. 423-432, 1995.
- [24] Perkins, H. ;" Air Pollution ", Mc Graw-Hill, 1984.
- [25] Marczenko, Z. ; " Separation and Spectrophotometric Determination of Elements", pp. 258, England, 1986.
- [26] Cairne Jr. ; Protozoans in " Pollution Ecology of Fresh Water Invertebrates ", Ed. Hart. C. W. JR. And Fuller, S.L.H., I- 28 Aca. Press, New York, 1974.
- [27] Kök, T. R. ; " Toksikoloji (I) ", E. Ü. Fen Bil. Dergisi, Cilt 1, s. 232-288, 1985.
- [28] Bowen, H.J.; " M. Environment. Chemistry of the Elements", Aca. Press,

New York, 1979.

[29] Tong, T.Y.S. ; " Roadside Dusts and Soil Contamination İnd Cincinatti, Ohio, USA ", Environt. Mangement, Vol. 14, No. 1, pp. 107-113, 1990.

[30] Zwozdziak, A. ; Zwozdziak, T. ; " Effect of dusts Containing Copper Compounds on Pollution of Soil and Surfaces Waters ", Woda Tech. , Vol. 53, pp. 8-176, Sarit, 1979.

[31] Baysu, N. ; Ersoy, E. ; "Biokimya ", A. Ü. Vetriner Fak. Yayınları No. 408 Ders Kitabı; Ankara, 1986.

[32] Jornat, O. T. S. N. P. ; " Zinc Emissions and Their Unfavorable Effect on Plant Production and Crop Quality ", Cistota Ourdusia , 1977.

[33] El Bassam, N. ; " Kontamination von Pflanzen, Böden und GrudWasser durch Schwermetalle aus Industrie und Siedlungsabfallen", 1982.

[34] Abdel, S. M. F.; " Nickel Accumulation Parameters, Coefficients of Transfertolerans İndex and Nutrient uptake by Red Clower Grown on Nickel - Pollution Soil", Int. J. Environ. Stud., Vol. 37, pp. 25-34, 1991.

[35] Sehmel, G.A.; " Particle Resuspension from an Asphalt Road Caused by Tetraethyl Lead ", Science N. Y. , pp. 137-565, 1962.

[36] Şen, H.; " Van Gölünde Avlana Chalcarburnus Tarchi (İnci Kefali) Balığı ' nda Pb, Cd, Zn ve Cu gibi Ağır Metallerin Araştırılması ", Yüksek Lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniv. FBE., Van, 1993.

- [37] Parlak, H.; " Mugil spp ve Chastmistyc gulosis üzerinde Kadmiyum, Demir ve Kurşun ' un Aynı Aynı ve Birlikte Oluşturdukları Toksik Etkilerinin Araştırılması " , Doktora tezi , E.Ü. Fen Fak. Hidrobiyoloji Enst. , İzmir, 1980.
- [38] Biggins, P.D.E. ; Harrison, R. M. ; " Chemical Specification of Lead Comgounds in Street Dusts " , Environ. Sci. Technol., Vol. 14, pp. 9-336, 1980.
- [39] Lagerwerff, J.W.; " In Agriculture and Quality of Our Environment.", Ameri. Assoc. Advan. Sci. , Vol. 85, pp. 343-364, Washington.
- [40] Chow, T. J. ; " Lead Accumulation in Roadside Soils and Grass " , Nature, pp. 225-296, London, 1970.
- [41] Daines, Y. A. ; " Heavy Metals Concentrations on Vegetables " , Science. 120, pp. 4-321, 1970.
- [42] Wheeler, G. L. ; Rolfe, G. L. ; " The Relationship Between Daily Traffic Wolume and The Chemical Form of Heavy Metals on Their uptake by Plants " , Metal Cycling in Environment p.229, Proceedings of Symposium Held in Brussels, 11-12 October 1985, ISBN 2-37014-162-9,1986.
- [43] Harrison, R. M. ; Laxen, D. P. H. ; Wilson, S. J. ; " Chemical Associations of Lead, Cadmium, Copper and Zinc in Street Dusts and Roadside Soils", Environ. Sci. Technol. , Vol. 15, pp.83-1378, 1981.
- [44] Ward, N. I. ; " Heavy-Metal Pollution from Automotive Emissions and its Effect on Pastura Species İn New Zealand " , Environ. Sci. Technol. , Vol. 11, pp. 20-917, 1977.
- [45] Marsh, A. S. ; Siccama, T. G. ; " Monitor the Vertical Distribution of Lead, Zinc and Copper in Mineral Soil " , Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 95, pp. 59-74, 1997.

- [46] Krieg, M. ; Einax, J. ; ‘‘ Chemometric Characterization of Soil Depth Profiles’’, Fresenius Journal of Analytical Chemistry, Vol. 348, No. 8-9 , pp. 490-495, 1994.
- [47] Marsh, A. S. ; Siccama, T. G. ; ‘‘ Use of Formerly Plowed Land in New England to Monitor the Vertical Distribution of Lead, Zinc and Copper in Mineral Soil ‘’, Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 95, pp. 75-85, 1997.
- [48] Munch, D. ; ‘‘ Soil Contamination Beneath Asphalt Roads by Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, Zinc, Lead, and Cadmium ‘’, Science of The Total Environ., 126 : 1/2, pp. 49-60, 1992.
- [49] Willaret, G. ; Verloo, M. ; Cottonie, A. ; ‘‘ Effect of Soil Characteristics and the Chemical form of Heavy Metals on Their uptake by Plants’’, Metal Cycling in Environment p.229, Proceedings of Symposium Held in Brussels, 11-12 October 1985, ISBN 2-87014-162-9,1986.
- [50] Hansen, H.K. ; Ottosen, L. M. ; Kliem, B. K. ; ‘‘ Electrodialytic Remediation of Soils Polluted with Cu, Cr, Hg,Pb and Zn ‘’, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Vol. 70, No. 1, pp. 67-73, 1997.
- [53] Fatoki, O. S. ; ‘‘ Trace Zinc and Copper in Roadside Vegetation and Soil in Alice , Eastern Cape , as monitor of ...’’, South African J. of Sci. , Vol. 93, No. 95, pp. 3 - 240, 1997.
- [54] Şanda, M. A. ; ‘‘ Konya İli Merkezi ve Çevre Yollarındaki Bitkilerde Ağır Metal Birikimi ‘’, Yüksek Lisans tezi, Selçuk Üniv. FBE. Biyoloji A. B. D. , Konya, 1993.

- [55] Örnektekin, S. ; “ Doğu Akdeniz ‘ de Bulunan İskenderun ’ daki Motorlu Taşıtlardan Gelen Ağır Metal Kirliliği ve Topraktaki Etkilerinin İncelenmesi ”, Tr. Journal of Eng. and Environ. Sci. , Vol. 21, pp. 45-49,1997.
- [56] Sooksamiti, P.; Geckeis, H. ; “ Determination of Lead in Soil Samples by in- Valve Solid - Phase Extraction Flow - Injection F.A.A.S. ”, Vol. 121, NO. 10, pp. 1413-1417, 1996.
- [57] Cresser, M. S. ; “ Atomic Spect. Update - Environment - Analysis ”, J. of Anal At. Spect. , 1, 10R - 17R, 1986.
- [58] Belozarov, A. V.; Naumov, V. V. ; “ An Automatic Mass - Spectrometric Installation for Rapid Analysis of The Content of Trace Metals, Organic and İnorganic Compounds” , Pribory i Tekhnika Eksperimente, No. 5, p. 237, 1993.
- [59] Wisbrun, R. W. ; Schechter, I. ; “ Laser - İnduced Breakdown Spectroscopy for Detction of Heavy Metals İn Environmental Samples” , Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Eng. ,Vol. 1716, pp. 2 - 15, USA, 1993.

ÖZGEÇMİŞ

İlkay ŞİŞMAN, 1973 yılında Artvin'in Yusufeli ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladı. 1994 yılında Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Erzurum'da Milli Eğitime bağlı olarak Aralık 1996 ya kadar öğretmenlik görevini sürdürdü. Eylül 1996'da Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Kimya Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans programına kaydoldu. Ocak 1997'de aynı üniversitede Kimya bölümünde araştırma görevliliğine başladı. Evli ve bir çocuk babası olan İlkay ŞİŞMAN halen bu görevine devam etmektedir.