

135943

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT CİVARI (KOCAELİ), ENDÜSTRİLEŞMENİN TOPRAK AĞIR

METAL DERİŞİMİNE ETKİSİ, ÖNCEL ÇALIŞMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo.Müh. Cafer ÖZKUL

Ana Bilim Dalı: Jeoloji

Danışman: Prof. Dr. Selçuk TOKEL

135943

Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

HAZİRAN 2003

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİT CİVARI (KOCAELİ), ENDÜSTRİLEŞMENİN TOPRAK AĞIR

METAL DERİŞİMİNE ETKİSİ, ÖNCEL ÇALIŞMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo. Müh. Cafer ÖZKUL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 23.06.2003

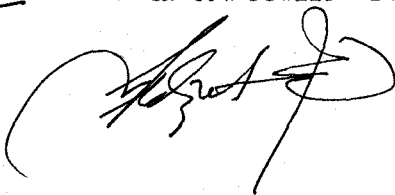
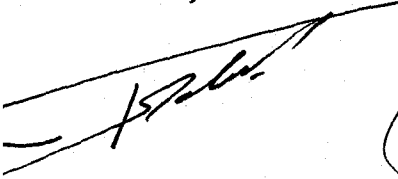
Tezin Savunulduğu Tarih : 17.10.2003

Tez Danışmanı

Üye

Üye

Prof. Dr. Selçuk TOKEL Prof. Dr. Fikret SUNER Yard. Doç. Dr. İrfan YOLCUBAL



**İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

HAZİRAN 2003

İZMİT CİVARI (KOCAELİ), ENDÜSTRİLEŞMENİN TOPRAK AĞIR METAL DERİŞİMİNE ETKİSİ, ÖNCEL ÇALIŞMA

Cafer Özkul

Anahtar Kelimeler : Endüstri, Toprak Kirliliği, Ağır metaller

ÖZET : İzmit ve çevresi son 20 yılda hızla sanayileşmiştir. Önceleri tarım yapılan topraklar üzerinde günümüzde çeşitli endüstri kollarında faaliyet gösteren fabrikalar vardır. Endüstrileşme beraberinde çevre sorunlarını da getirmiştir.

Bu çalışmada bölgedeki çevre kirliliğinden birisi olan topraktaki ağır metallerce kirlenme araştırılmıştır. Bu amaçla endüstri yoğun bölgelerde A zonundan toplanan 15 toprak örneği alınmış ve ICP-MS aleti kullanılarak Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg ve Se ağır metallerinin konsantrasyonları bulunmuştur. Bu değerler toprak kirliliği yönetmeliği ve Directive 86/278/EEC standartları kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Cu, Ni, Zn ve Co standart değerlerin üzerinde çıkmıştır.

Bu metaller bölgede bulunan petrokimya, metal, akü, selüloz, kağıt ve karton sanayine ait bir çok fabrikanın atık ürünüdür. Kirliliğin nedeninin bu elementler olduğu düşünülmektedir. İzmit ve civarında fabrikaların atıklarından kaynaklanan bu tür bir kirliliği engelleyecek arıtma sistemlerini devreye sokması gerekmektedir.

**A PRELIMINARY INVESTIGATION INTO INDUSTRIAL IMPACTS ON
HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN THE TOP SOIL AROUND IZMIT
(KOCAELI)**

Cafer Özkul

Key Words : Industry, Soil Contamination, Heavy Metals

ABSTRACT : Izmit and its vicinity have been rapidly industrialized for the past 20 years. Much of the agricultural areas have occupied by factories performing in various industrial branches. The industrialization has brought about some environmental issues.

In this study heavy metal contamination that is one of the environmental issues in the area has been investigated. For this purpose, a total of 15 samples collected from the A zone in the heavy industrialized areas and Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg and Se heavy metal concentrations have been determined by using the ICP-MS equipment. The concentration values were evaluated based on Turkish Soil Contamination Standards and Directive 86/278/EEC Standards. According to the results, Cu, Ni, Zn and Co concentration values are higher than the standard values.

These metals are the waste products of petrochemical, metal, accumulator, cellulose, paper and cardboard industries located in the area. The source of contamination could be those industrial plants. In Izmit area, the factories should utilize their refining facilities in order to prevent such metal contamination.

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sırasında her tŸrlŸ imkanı sağlayan, değerli gŸrŸŐlerini ve katkılarını esirgemeyen tez danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Selçuk Tokel'e teŐekkŸr ederim.

Arazi çalışmalarına yardımcı olan Sayın Yard. Doç. Dr. Őerafeddin akır'a, çalışmanın derlenmesinde yardımcı olan Sayın Jeoloji YŸk. MŸh. Muzaffer Őzburan'a, Sayın Jeoloji YŸk. MŸh. Ertan Mert'e, Sayın Jeoloji YŸk. MŸh. Cihangir Őzer'e , Sayın Jeofizik YŸk. MŸh. GŸktŸrk Őzmenek'e ve ArŐ. GŸr. Őmit Terzi'e teŐekkŸrŸ bir borç bilirim.

Ayrıca bu çalışma sırasında bana her tŸrlŸ konuda yardımcı olan ve manevi desteğini esirgemeyen aileme çok teŐekkŸr ederim. Buna ek olarak bu çalışmanın baŐından sonuna kadar katkıları bulunan ve isimlerini burada belirtmediğim herkese teŐekkŸr ederim.

Cafer ÖZKUL

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xi
BÖLÜM-1 GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Çalışma Alanı.....	1
1.2.1 Morfoloji.....	1
1.2.2 İklim.....	3
1.2.3 Bitki örtüsü.....	4
1.3 Ağır Metal Kirliliği ile İlgili Bölgede Yapılan Önceki Çalışmalar.....	5
BÖLÜM-2 GENEL JEOLojİ.....	6
2.1 Giriş.....	6
2.2 Stratigrafi ve Litoloji.....	6
2.2.1 Paleozoyik.....	8
2.2.1.1 Yedigöller formasyonu (PEy).....	8
2.2.1.2 Ordovisiyen.....	8
2.2.1.2.1 Kurtköy formasyonu (Ok).....	8
2.2.1.3 Devoniyen.....	9
2.2.1.3.1 Çınarlıdere formasyonu (Dç).....	9
2.2.2 Mesozoyik.....	9

2.2.2.1 Triyas.....	9
2.2.2.1.1 Çakraz formasyonu (TRÇ).....	9
2.2.2.2 Üst Kretase.....	10
2.2.2.2.1 Kampaniyen-Maastrichtiyen.....	10
2.2.2.2.1.1 Sarpça konglomerası (Ks).....	10
2.2.2.2.1.2 Peksimet formasyonu (Kp).....	10
2.2.3 Mesozoyik-Senozoyik.....	11
2.2.3.1 Kampaniyen-Lütesiyen.....	11
2.2.3.1.1 Akveren formasyonu (KTA)	11
2.2.3.1.2 Çaycuma formasyonu (KTÇ).....	12
2.2.4 Senozoyik.....	12
2.2.4.1 Tersiyer.....	12
2.2.4.1.1 Örencik formasyonu (Tör).....	12
2.2.4.1.2 Tepetarla marnı (Qt).....	13
2.2.4.2 Holosen.....	13
2.2.4.2.1 Alüvyon yelpazesi (Qye).....	13
2.2.4.2.2 Alüvyon (Qal).....	13
2.3 Aktif Tektonik ve Morfolojiye Etkisi.....	13

BÖLÜM-3 AĞIR METAL JEOKİMYASI İLE İLGİLİ GENEL LİTERATÜR...	18
3.1 Giriş.....	18
3.1.1 Bakır (Cu).....	20
3.1.1.1 Kullanım alanları.....	20
3.1.1.2 Çevreye olan etkileri.....	20
3.1.2 Kurşun (Pb).....	21
3.1.2.1 Kullanım alanları.....	21
3.1.2.2 Çevreye olan etkileri.....	22
3.1.3 Çinko (Zn).....	23
3.1.3.1 Kullanım alanları.....	23
3.1.3.2 Çevreye olan etkileri.....	24
3.1.4 Nikel (Ni).....	24
3.1.4.1 Kullanım alanları.....	25

3.1.4.2 Çevreye olan etkileri.....	25
3.1.5 Kobalt(Co).....	26
3.1.5.1 Kullanım alanları.....	26
3.1.5.2 Çevreye olan etkileri.....	27
3.1.6 Arsenik (As).....	27
3.1.6.1 Kullanım alanları.....	28
3.1.6.2 Çevreye olan etkileri.....	28
3.1.7 Kadmiyum (Cd).....	28
3.1.7.1 Kullanım alanları.....	29
3.1.7.2 Çevreye olan etkileri.....	29
3.1.8 Krom (Cr).....	30
3.1.8.1 Kullanım alanları.....	30
3.1.8.2 Çevreye olan etkileri.....	31
3.1.9 Civa (Hg).....	31
3.1.9.1 Kullanım alanları.....	31
3.1.9.2 Çevreye olan etkileri.....	32
3.1.10 Selenyum (Se).....	32
3.1.10.1 Kullanım alanları.....	33
3.1.10.2 Çevreye olan etkileri.....	33
BÖLÜM-4 ÇALIŞMA ALANINDA YAPILAN AĞIR METAL JEOKİMYASI	35
4.1 Giriş.....	35
4.2 Örnek Alımı ve Stratejisi.....	35
4.3 Analitik Yöntem.....	36
4.4 ICP-MS Yöntemi.....	38
4.5 Çalışma Alanındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonları.....	41
BÖLÜM-5 SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	60
EKLER	66
ÖZGEÇMİŞ	67

SİMGELER VE KISALTMALAR

As	: Arsenik
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Hg	: Civa
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Se	: Selenyum
Zn	: Çinko
ICP-MS	: Inductively Caupled Plasma Mass Spectroscopy
S	: İstasyon noktası
Mn	: Mangan
Fe	: Demir
EPA	: Environmental Protection Agency
USGS	: United States Geological Survey
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
PPM	: Part Per Million
PPB	: Part Per Billion
ATSDR	: Agency for Toxic Substances and Disease Registry
HDL	: High Density Lipoprotein Cholesterol
NAS	: National Academy of Sciences
WMD	: White Muscle Diseases
ISO	: International Standart Organization
K	: Mobilite

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının mevki haritası.....	2
Şekil 1.2. Çalışma alanının hakim rüzgar yönü	4
Şekil 2.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi sütun kesiti.....	7
Şekil 4.1. Alüvyon zeminin toprak profili.....	37
Şekil 4.2. Rezidüel zeminin toprak profili.....	37
Şekil 4.3. Plazma Lambasının Şematik kesiti	38
Şekil 4.4a. Bakır ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	42
Şekil 4.4b. Cu-Al dağılım grafiği.....	42
Şekil 4.5a. Kurşun ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	43
Şekil 4.5b. Pb-Al dağılım grafiği.....	43
Şekil 4.6a. Çinko ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	44
Şekil 4.6b. Zn-Al dağılım grafiği.....	44
Şekil 4.7a. Nikel ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	45
Şekil 4.7b. Ni-Al dağılım grafiği.....	45
Şekil 4.8a. Kobalt ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	46
Şekil 4.8b. Co-Al dağılım grafiği.....	46
Şekil 4.9a. Arsenik ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	47
Şekil 4.9b. As-Al dağılım grafiği.....	47
Şekil 4.10a. Kadmiyum ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	48
Şekil 4.10b. Cd-Al dağılım grafiği.....	48
Şekil 4.11a. Krom ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	49
Şekil 4.11b. Cr-Al dağılım grafiği.....	49
Şekil 4.12a. Civa ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	50
Şekil 4.12b. Hg-Al dağılım grafiği.....	50
Şekil 4.13a. Selenyum ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.....	51
Şekil 4.13b. Se-Al dağılım grafiği.....	51
Şekil 4.14. İzmit ve civarı ağır metal kirliliğinin görüldüğü istasyonlar.....	52

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Ağır metal kaynakları ve onların ekosistem içerisindeki hareketleri.....	18
Tablo 3.2. Krauskopf, 1979 a göre ağır metallerin granit, bazalt, şeyl ve deniz suundaki konsantrasyonları (ppm).....	19
Tablo 3.3. ABD de endüstriyel Pb tüketiminin % dağılımı.....	22
Tablo 4.1. Elementlerin ICP-MS yöntemi ile en düşük saptanabilirlik sınırları.....	39
Tablo 4.2. ICP- MS yöntemi ile yapılan örneklerin kimyasal analiz sonuçları.....	40
Tablo 4.3. Toprak kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre toprak kirleticilerin sınır değerleri.....	53
Tablo 4.4. Çalışma alanı ağır metal konsantrasyonları ile sınır değerlerin karşılaştırılması.....	53
Tablo 4.5. Avrupa Birliği ülkelerince uygulanan ağır metal sınır değerleri.....	56
Tablo 4.6. Şehir topraklarında ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılması.....	57

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 4.1. ICP-MS.....	39
---------------------------	----



BÖLÜM – I GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

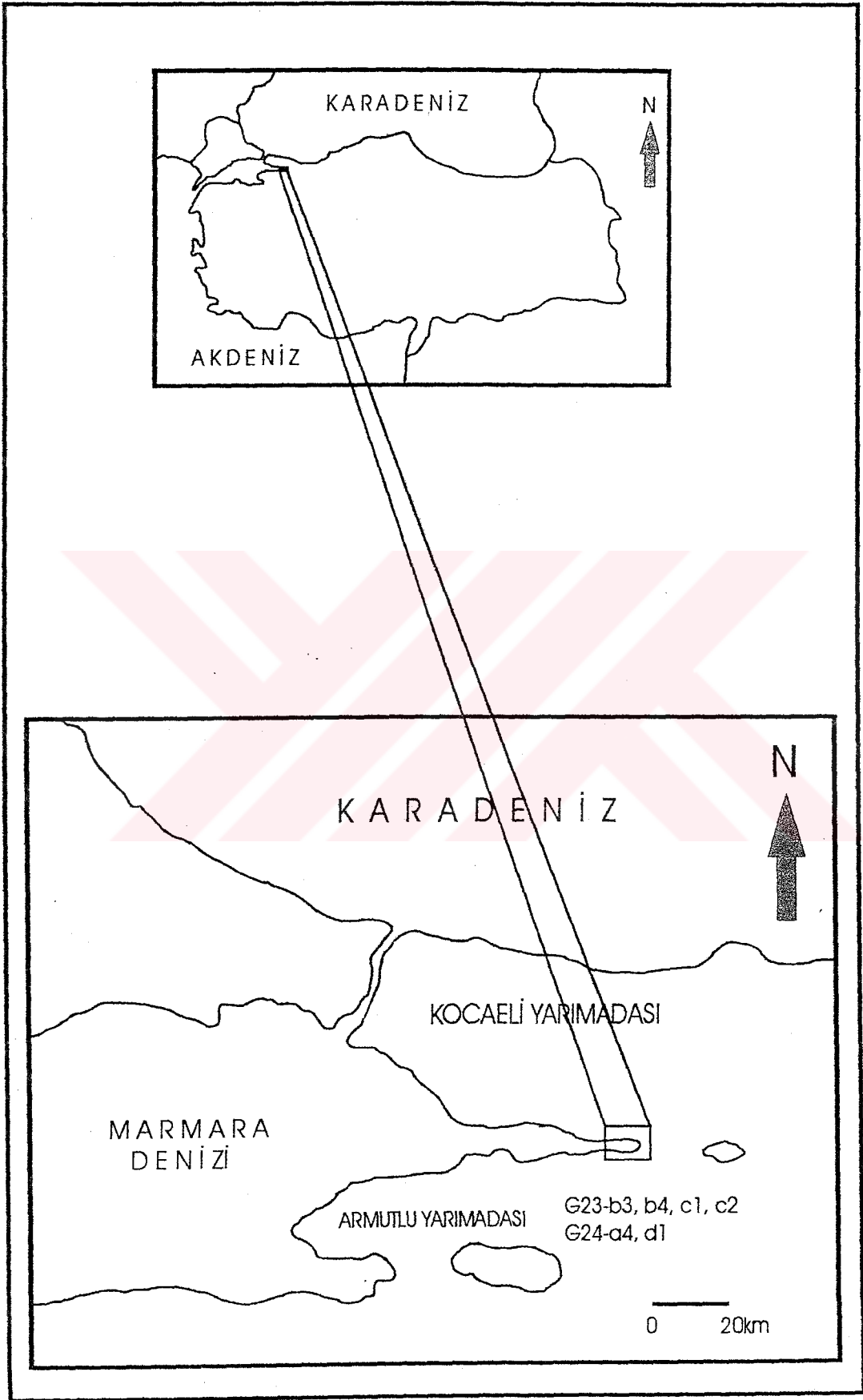
Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bir ön araştırma niteliğinde olan bu çalışmada; endüstriyel aktiviteler açısından yoğun olan İzmit ve civarının ağır metal toprak kirliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca 1/50000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanarak muhtemel ağır metal kirleticileri bu harita üzerinde belirtilmiştir. Bu muhtemel kirleticilerin çevresinden alınan toprak numuneleri ile kirleticisi-ağır metal kirliliği ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır.

1.2 Çalışma Alanı

İnceleme alanı, İzmit (merkez) İlçesi, Körfez İlçesi, Gölcük İlçesi ve bu bölgelerin kısmen kuzeyini ve doğusunu kapsar. Bu çalışmada, Bursa G23 – b3, b4, c1, c2 ve Adapazarı G24 – a4 ve d1 topografya paftalarının bir bölümü seçilmiştir ve yaklaşık 280,5 km² lik bir alanda jeolojik çalışma yapılmıştır. Çalışma alanının K-G sınır uzunluğu 11 km., D-B sınırının uzunluğu ise 25,5 km. dir. İnceleme alanının yer bulduru haritası Şekil 1.1 de verilmiştir.

1.2.1 Morfoloji

İnceleme alanının doğu kesiminde doğu-batı olarak uzanan yayvan ve yumuşak bir topografya izlenirken, güney ve kuzey kesimlerinde sarp ve yüksek bir topografya izlenir. İnceleme alanı kuzey ve güneyindeki bu topografya ile çanak şeklinde bir havza oluşturur.



Şekil 1.1 : Çalışma alanının mevki haritası (Çakır 2000'den değiştirilerek alınmıştır).

İnceleme alanındaki yükseltiler 150 m. ile 400 m. arasında değişmektedir. Dağ ve tepeler genellikle; kumtaşı, silttaşı, kiltası ve kireçtaşı nitelikli olup daha yayvan ve düz olan kesimler ise kırıntılı genç çökellerden oluşmaktadırlar.

İnceleme alanının yüksek morfoloji gösteren kesimleri orman, tarla ve meyve bahçeleri ile kaplı olup daha yayvan ve düz olan kesimlerde yerleşim birimleri ve sanayi kuruluşları görülmektedir.

1.2.2 İklim

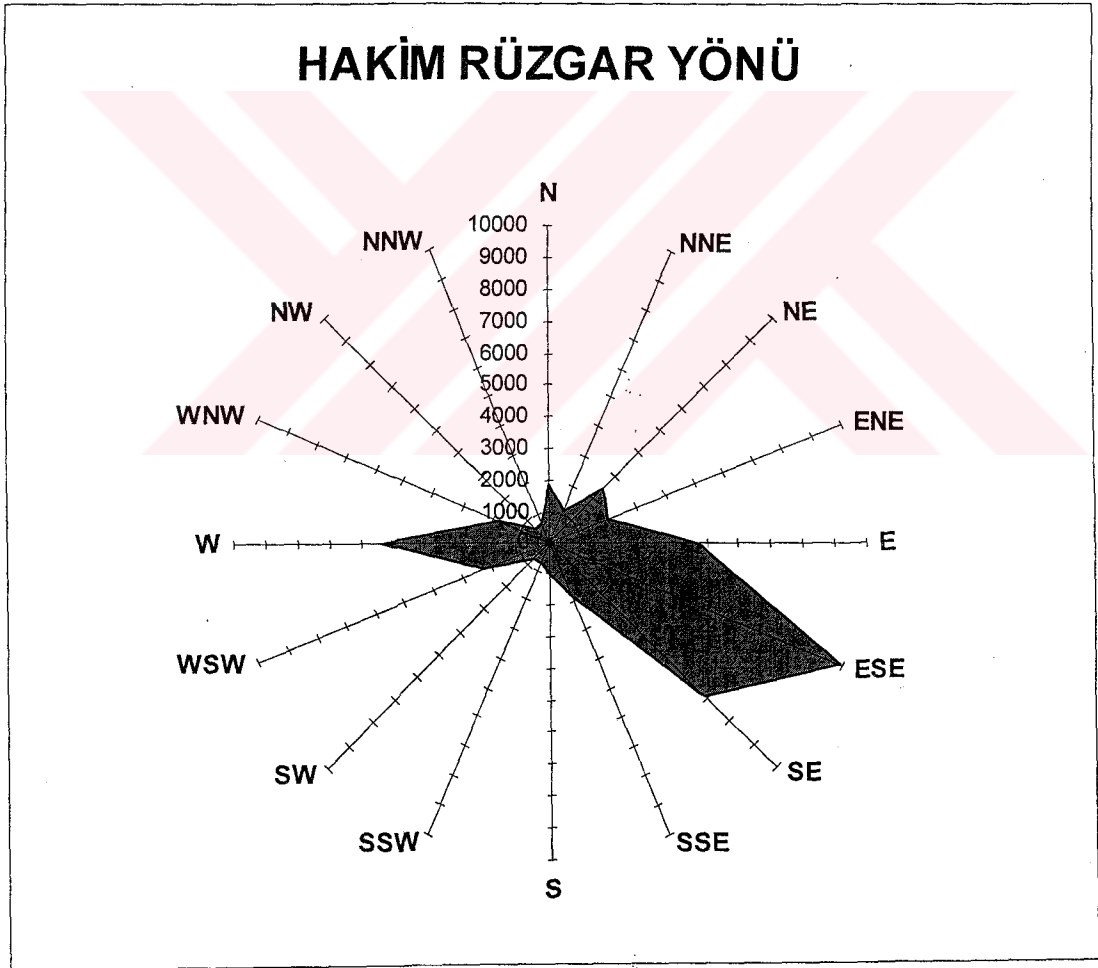
Çalışma alanında genel anlamda Karadeniz ile Akdeniz ikliminin kesiştiği bir iklim tipi bölgede egemendir. Yazlar sıcak ve az yağışlı, kışlar yağışlı ve Türkiye'nin pek çok yöresine oranla ılık geçer. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yaşanan yaz mevsimi, güney kesimlerinde yaşanan yaz orana daha serindir. Yağış miktarı da bununla doğru orantılı olarak kuzeyden güneye inildikçe azalır.

Çalışma alanı içerisinde bulunan İzmit Meteoroloji İstasyonunun 1929-2000 arasında yapılan hava gözlem verilerine göre; son 47 yılın en düşük sıcaklık ortalaması 6.4 °C ile şubat ayları, en yüksek sıcaklık ortalaması 23.2 °C ile temmuz aylarında ölçülmüştür. İzmit çevresinde en düşük sıcaklık - 18 °C (Şubat, 1929), en yüksek sıcaklık 42.9 °C (Ağustos, 1945) olarak ölçülmüştür. Bağıl nem ortalaması % 65-75 olarak hesaplanmıştır. Yıl içinde en kurak ay 32.4 mm. aylık yağış ortalaması ile Temmuz ayı, en yağışlı ay 114.5 mm. ile Aralık ayıdır. Ortalama yıllık yağış miktarı 768 mm., günlük en çok yağış miktarı 159.4 mm. ve yıllık ortalama buharlaşma 1033.5 mm. dir.

Gölcük Meteoroloji İstasyonu'nun 1997-2001 yılları arasında yaptığı ölçümler ile elde edilen veriler sonucunda çalışma alanının hakim rüzgar yönü Doğu-Güneydoğu olara kabul edilmiştir (Şekil 1.2).

1.2.3 Bitki örtüsü

Çalışma alanının doğal bitki örtüsünde Karadeniz ve Akdeniz bitki topluluklarının iç içe geçtiği görülür. İzmit Körfezi kıyılarında kışın yapraklarını dökmeyen makiler, zeytin ağacı ve kızıl çam gibi Akdeniz'e özgü bitliler görülürken, çalışma alanının kuzey kesimlerinde Karadeniz kıyılarında rastlanan kayın ağacı ve köknar ağacı gibi bitki toplulukları yer alır. Çam ormanlarında macar meşesi, mazi meşesi ve kızıl çam bulunur.



Şekil 1.2: Çalışma alanının hakim rüzgar yönü.

1.3 Ağır Metal Kirliliği ile İlgili Bölgede Yapılan Önceki Çalışmalar

ARHAN (1997): Yoğun yapılaşmanın ve endüstriyel faaliyetlerin toprak kirlenmesine neden olduğunu ve topraktaki bu kirliliğin yüzey ve yeraltı sularının kirlenmesine yol açtığını bildirmiştir. Ayrıca bu yüzey ve yeraltı sularının insan, hayvan ve bitkiler için çok önemli bir kaynak olduğunu ve bu kirlenmiş suları ıslahının çok zor, pahalı ve uzun zaman süren bir süreç gerektirdiğini belirtmiştir.

Yılmaz (1999) : Kocaeli ve Sakarya civarında endüstriyel kuruluşların yoğun olduğu bölgelerden 20 toprak örneği ile sanayi bölgesi dışındaki yerlerden de 10 adet toprak numunesi olarak Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn elementlerinin toplam ve ekstrakte edilebilen konsantrasyonlarını tayin etmiştir. Analiz edilen topraklardaki Cu, Mn, Pb ve Zn değerlerinin dünya ortalamalarının üzerinde olduğunu belirlemiştir.

OKAY ve diğerleri (2001): İzmit Körfezi'nin son 25 yılda en çok kirlenen bir bölge olduğunu, 17 Ağustos 1999 da meydana gelen deprem nedeniyle oluşan Tüpraş rafineri yangınının deniz suyu, denizel sedimentlere ve ekosisteme verdiği zararı belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen veriler 1984 yılındaki verilerle karşılaştırılmıştır.

TOLUN ve diğerleri (2001): İzmit Körfezi'nin Türkiye'nin en kirlenmiş denizlerinden biri olduğunu ve bu bölgenin 30 yıldır endüstriyel faaliyetlerin merkezi haline geldiğini belirtmişlerdir. Bu sebeple İzmit Körfezi'nde, büyüyen endüstri ve artan nüfus yoğunluğunu göz önüne alarak taban sedimanlarında ağır metal (Cd, Al, As, Pb, Hg ve Cu) kirliliği üzerine çalışma yaparak Cd, Hg ve As ağır metalleri açısından taban sedimanlarının limit değerlerinin üzerine çıktığı belirlenmiştir.

BÖLÜM – 2 GENEL JEOLJİ

2.1 Giriş

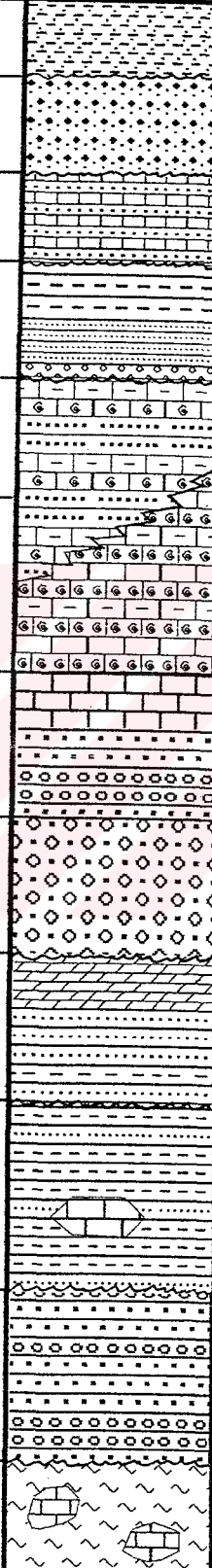
İnceleme alanın temelini Paleozoyik yaşlı metamorfikler, meta kumtaşları ve sleytler ile Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kumtaşları, silttaşları, kilttaşları, kireçtaşları ve marnlar oluşturmaktadır. Görüldüğü gibi bütün bu seriler kumtaşı ve kireçtaşı ağırlıklı olup duraylı bir şelf tipi çökel birimlerdir.

Bu temel aktif tektonizma ile D-B uzanımlı bir graben yapısı oluşturmuş ve bu yapı Holosen yaşlı yarı katılaşmış (semiconsolide) ve katılaşmamış (non-consolide) gevşek çökellerle dolmuştur. İzmit Körfezi ve Sapanca Gölü bu graben çanağı içinde yer almaktadır.

Bölgenin hazırlanan ve Ek-1 de sunulan 1/50000 ölçekli jeolojik haritası Çakır (2000), Sarıaşlan ve diğ. (1999) den değiştirilerek ve yapılan arazi çalışmaları sonucunda hazırlanmıştır.

2.2 Stratigrafi ve Litoloji

İnceleme alanında yüzeyleyen formasyonlar Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlıdır. Paleozoyik yaşlı formasyonlar; Yedigöller, Kurtköy ve Çınarlıdere formasyonlarıdır. Mesozoyik yaşlı formasyonlar; Çakraz, Sarpça, Peksimet ve Akveren formasyonlarıdır. Senozoyik yaşlı formasyonlar ise; Çaycuma, Örencik, Tepetarla, Alüvyon Yelpezesi ve Alüvyondur (Şekil 2.1).

PALEOZOYİK		MESOZOYİK		SENOZOYİK			ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK (m)	SEMBOL	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
Ordovisiyen	Devoniyen	Triyas	Kretase	Tersiyer	Kuvaterner			Paleosen-Orta Eosen			Yedigöller	?	PEy		Diskordans	Gnays, mikaşist, serisitşist, amfibolit ve mermer
															Mor renkte arkozik meta konglomera ve arkozik meta kumtaşı.	
											Kurtköy	900	Ok		Diskordans	
											Çınarlidere	1300	Dç		Diskordans	Sarı, yeşilimsi sarı renkte sleyt ve grovak. Sleyt ince grovak orta tabakalıdır.
											Çakraz	800	TRç		Diskordans	Kırmızımsı renkte kiltası, silttaşı ve kumtaşı.
											Sarpea	100	Ks		Diskordans	Kırmızımsı renkte blok ve çakıllardan oluşmuş, genellikle Çınarlidere formasyonunun çakıllarını bulundurur.
											Peksimet	100	Kp			Sarımsı renkte kumtaşı, konglomera ve kireçtaşı
											Akveren	250	KTa			Sarı, grimsi yeşil ve kırmızı renkte ince-orta-kalın katmanlı killi kireçtaşı ve marn.
											Çaycutma	180	KTç			Sarımsı renkte kumtaşı, çamurtaşı, marn. Nummulites kırıntılı kireçtaşı.
											Öreneik	80	Tör			Sarımsı kırmızı renkte çakıltaşı, kumtaşı çamurtaşı ve kiltası ardalanımlı.
											Marmı	120	Qt		Diskordans	Kumtaşı, silttaşı ardalanımlı yeşilimsi marn.
											Tepetarla	40	Qye		Diskordans	Alüvyon Yelpazesi; blok, çakıl ve kum.
											Alüvyon	35	Qal		Diskordans	Alüvyon; Kil,kum.

Şekil 2.1 : İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi sütun kesiti (Çakır 2000'den değiştirilerek alınmıştır).

ÖLÇEKSİZ

2.2.1 Paleozoyik

2.2.1.1 Yedigöller formasyonu (PEy) :

Birim, Bolu kuzeyi Sunnice dağdaki yüzeylemelerine göre, Şerdar ve Demir (1983) tarafından adlandırılmıştır. Göncüoğlu ve diğ. (1986) göre Triyas yaşlı Pamukova metamorfikleri olarak gösterilen birim Şentürk ve diğ. (1997) çalışmalarına göre Prekambriyen yaşlı Yedigöller formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Bölgede yüzeyleyen birimlerin en eskisi olan birimde volkanik, magmatik ve sedimanter kayalar beraber görülmektedir. Formasyon metagranitoyit, metavolkanit, amfibolit, gnays, granit, diyorit, migmatit, gabro, mermer ve şistten oluşmaktadır Şentürk ve diğ. (1997).

2.2.1.2 Ordovisiyen

2.2.1.2.1 Kurtköy formasyonu (Ok) :

Hass (1968), İstanbul Paleozoyik'inde genellikle arkozlardan oluşan Ordovisiyen yaşlı bu birime "Kurtköy Formasyonu" adını vermiştir. Aynı birim için Altınlı (1968) Derince'nin Sopalı Mahallesi'nde gözlendiği için "Sopalı Formasyonu" ismi benimsemiştir.

Arkozik metakonglomera, arkozik metakumtaşı ve yer yer kilce ve siltçe zengin arkozik sleytlerden oluşan birimde metakonglomera kuvars, çört ve magmatik kayaç çakılları kapsar. Kumtaşı genellikle iri tanelidir.

Önalın (1981), birimin sıcak veya ılıman iklim koşullarında ve yer yer volkanik damarlarla kat edilmiş granitik ve metamorfik bir kaynak temelden türediğini belirtmiştir.

Birime, önceki yaşlandırmalara dayanılarak Ordovisiyen yaşı verilmiştir.

2.2.1.3 Devoniyen

2.2.1.3.1 Çınarlıdere formasyonu (Dç) :

Birim tipik olarak Çınarlı Dere'de mostra verdiği için formasyona bu isim verilmiştir. Altınlı (1968) tarafından Çınarlı Grubu olarak adlandırılmıştır. Çakır (1998) Çınarlıdere Formasyonu adını vermiştir. Tarafımızdan yapılan çalışmada da bu adlama kullanılmıştır.

Çınarlıdere formasyonu; sleyt, grovak ve kireçtaşından oluşur. Kireçtaşları istif içinde küçük merccekler halinde olup kalın tabakalıdır.

Sleyt ve grovaklar sarımsak, kahverengi ve yeşilimsi; kireçtaşları ise sarımsı, gri ve siyahımsak renklerde görülür. Sleytler ince, grovaklar ise orta tabakalıdır. Grovaklar ile sleytler tektonik deformasyonlar nedeniyle birçok ekleme sahiptir. Grovaklarda çatlak aralıkları 30-50 cm kadardır. Birimin içinde ince kalsit damarları bulunur.

Birimin yaşı Önalın (1988) tarafından Alt Devoniyen olarak verilmiştir. Bu çalışmada Alt Devoniyen yaşı benimsenmiştir.

2.2.2 Mesozoyik

2.2.2.1 Triyas

2.2.2.1.1 Çakraz formasyonu (TRç) :

Akyol ve diğ. (1974) tarafından adlanmış olan birim tabanda rekristalize kireçtaşı gereçli çakıtaşı ile başlamakta ve çakıtaşı düzeyleri, üste doğru kırmızı renkli kumtaşı, siltaşı ve kıltaşı ardalanmalı düzeylere dönüşmektedir.

Kumtaşları; kırmızı, mor, sarımsı gri renkli, orta taneli, orta-kötü boylanmalı, yarı yuvarlak taneli ve ince katmanlıdır. Kumtaşları ile ardalanılan siltaşı ve kıltaşı ise kırmızı-kahve-mor renkli, ince katmanlıdır.

Baykal (1943) birimin yaşı Alt Triyas olarak vermiştir. Bu çalışmada da birimin yaşı Alt Triyas olarak kabul edilmiştir.

2.2.2.2 Üst Kretase

2.2.2.2.1 Kampaniyen-Maastrichtiyen

2.2.2.2.1.1 Sarpça konglomerası (Ks) :

Zayıf çimentolu blok, çakıl, kum ve kilden oluşan birim ilk olarak Çakır (1998) tarafından adlandırılmıştır. Kırmızımsı renkli birimde blok ve çakıl boyutundaki taneler sleyt, kumtaşı, kuvarsit ve nadiren de radyolarit bileşimindedir.

Birim içerdiği çakıl boyutlarına göre eğimi yüksek bir taban üzerinde akan örgülü nehir ortamını yansıtmaktadır (Çakır, 1998).

Birimin yaşı Çakır, (1998) tarafından Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak vermiştir. Bu çalışmada birimin yaşı Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak kabul edilmiştir.

2.2.2.2.1.2 Peksimet formasyonu (Kp) :

İlk olarak Çakır (1998) tarafından adlanan birim kumtaşı egemen konglomera, kireçtaşı ve marndan oluşur. Birim genellikle açık sarı ve portakal sarısı renklerde gözlenir. Kumtaşı seviyeleri orta sertlikte, konglomera seviyeleri ise genellikle daha serttir. Birimde tabakalanma az belirgindir.

İstif içindeki kireçtaşı tabakaları arasında oolit seviyeleri bulunuşu birimin, iklimi sıcak ve buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu sıg, kapalı veya yarı kapalı bir ortamda çökeldiğine işaret eder. Konglomera seviyeleri ise litoral ortamda çökelmiştir.

Birim için Çakır (1998) tarafından Kampaniyen-Maastrichtiyen yaş aralığı verilmiştir. Bu çalışmada birimin yaşı Kampaniyen-Maastrichtiyen olarak kabul edilmiştir.

2.2.3 Mesozoyik – Senozoyik

2.2.3.1 Kampaniyen – Lütésiyen

2.2.3.1.1 Akveren formasyonu (KTa) :

“Akveren Formasyonu” adlanması ilk olarak 1959 yılında Badgley tarafından Batı-Orta Karadeniz’de mostra veren Maastrichtiyen-Paleosen yaşında olan birimler için kullanılmıştır. Çalışma alanında mostra veren killi kireçtaşları ve marnların oluşturduğu birimin Akveren formasyonu ile olan benzerliği nedeniyle Çakır (1998) aynı adlamayı bu birim için kullanmıştır. Tarafımızdan yapılan çalışmada da Kampaniyen – Lütésiyen yaşlı killi kireçtaşı ve marn dan oluşan birim için Akveren formasyonu adlanması kabul edilmiştir.

Birim killi kireçtaşı, marn ve kumtaşı ndan oluşmuştur. Sarı, beyaz, grimsi yeşil ve pembe renkli ince-orta-kalın katmanlıdır. Birim çok iyi tabakalanma gösterir ve tabaka kalınlığı genellikle 10-15 cm. arasındadır. Altta kumtaşı, çakıltası ve kırıntılı kireçtaşı ile başlayan istif üste doğru killi kireçtaşı-marn olmak üzere kıltaşı-silttaşı ardalanmalı olarak devam eder.

Yamaç ve şelf ortamında çökelen birim, tabanda kırıntılı kayalardan yarı pelajik ve türbiditik çökel kayalara geçiş gösterir (Sarıaslan ve diğ., 1999).

Akveren formasyonu tabanda Peksimet formasyonu üzerine uyumlu olarak çökelmiştir. Birim yanal ve düşey geçişli olarak Çaycuma formasyonu tarafından konkordan olarak üzerlenir.

Birim, Badgley (1959) tarafından Maastrichtiyen – Paleosen, Çakır (1998) tarafından ise Kampaniyen – Lütésiyen olarak yaşlandırılmıştır. Bu çalışmada da Kampaniyen – Lütésiyen yaş aralığı kabul edilmiştir.

2.2.3.1.2 Çaycuma formasyonu (KTç) :

Kumtaşı, çamurtaşı, marn, Nummulites'li kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşan birim Saner ve diğ. (1981) tarafından adlandırılmıştır.

Birim sarı, gri, grimsi yeşil renkli ince-orta-kalın katmanlıdır. Kumtaşları genellikle gevşek çimentolu olup yoğun olarak mika pulları içerir.

Birimin yaşı Şentürk ve diğ. (1997) tarafından Alt-Orta Eosen, Çakır (1998) tarafından ise Kampaniyen – Lütesiyen olarak verilmiştir. Bu çalışmada ise tabanda Akveren formasyonu ile olan yanal ve düşey geçişliliği göz önüne alınarak Kampaniyen - Lütesiyen yaş aralığı kabul edilmiştir

2.2.4 Senozoyik

2.2.4.1 Tersiyer.

2.2.4.1.1 Örencik formasyonu (Tör) :

Çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı ve çamurtaşı içeren birim Aydın ve diğ. (1987) tarafından tanımlanmıştır. Kırmızı, sarımsı kırmızı, kahverengi renklerde, kötü boylanmalı, yuvarlak gevşek tutturulmuş çakıltaşları, kumtaşları ve çamurtaşlarından oluşan formasyon orta-kalın katmanlıdır. Birim ender de olsa gölge kireçtaşları içermektedir. Örencik Formasyonu akarsu, ve alüvyal yelpaze gibi karasal ortamlarda çökelmiştir.

Birim kimi yazarlar tarafından Pliyosen yaşta gösterilmesine karşın, yaşının Miyosen'e inebileceği düşünülmektedir (Sarıslan ve diğ., 1999). Bu çalışmada birimin yaşı Miyosen olarak kabul edilmiştir.

2.2.4.2 Kuvaterner

2.2.4.2.1 Tepetarla Marnı (Qt) :

Kiltaşı, silttaşı ardalasını ile temsil olunan birim genellikle yeşil, beyaz bazı yerlerde tebeşir konkresyonlu, ince tabakalı marndır. Tepetarla Tepede mostra vermektedir. Altınlı (1968) tarafından adlandırılmıştır. Birimin üzerinde temel birimlere ait çakıllardan oluşan alüvyon yelpazesi yer almaktadır.

2.2.4.2.2 Holosen

2.2.4.2.2.1 Alüvyon Yelpazesi (Qye) :

Silt, kum, çakıl ve bloklardan meydana gelir. Kötü boylanmalı olup taneler birbirine tutturulmamıştır. Yapılan sondajlarda 40 m. kalınlık vermektedir. Akarsu ağızlarında sellenme ile oluşmuştur (Sarıaslan ve diğ., 1999).

2.2.4.2.2.2 Alüvyon (Qal) :

Çalışma konumuzun temelini oluşturan birim bölgede başlıca alçak kotlu alanlar olmak üzere geniş yayılım gösterir. Özellikle İzmit Körfezi doğusu, güneyi ve kısmen kuzeyindeki sahil şeridinde ve güncel derelerin yataklarında gözlenir.

Birim genellikle blok boyutuna varan çakıl, kum, silt ve kilden oluşur. Kalınlığı 35 m. ye varan birim bölgede taşkın alanları ve denize yakın sığ bölgelerdeki bataklık ortamını yansıtır (Sarıaslan ve diğ., 1999).

2.3 Aktif Tektonik ve Morfolojiye Etkisi

Çalışma alanı, Kocaeli ve Armutlu Yarımadaarı arasında Marmara Denizi'nin kuzey kesimindeki doğu uzantısıdır. İzmit havzası neotektonik açıdan, kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Marmara Grabeni sistemlerinin etkileşim alanındaki D-B gidişli ve kendi adıyla anılan aktif grabenin (Ketin, 1968) içinde yer alır.

Havzanın kuzeyinde ve güneyinde yer alan horstlar jeolojik ve yapısal özellikleri açısından birbirinden farklıdır. Kocaeli Yarımadası'nda Paleozoyik – Tersiyer yaşlı sedimanter kayaçlar, Armutlu Yarımadası'nda ise Paleozoyik – Tersiyer yaşlı metamorfik, magmatik ve sedimanter kayaçlar mostra verir.

Kuzeydeki Kocaeli Yarımadası, ortalama yüksekliği 150-250 m.'yi geçmeyen ve akarsu ağı ile yeniden işlenmiş durumdadır. Güneydeki Armutlu Yarımadası ise, batıda 850 m., doğuda 1250 m. yüksekliğini aşan D-B uzantılı bir dağ zinciri görünümündedir (Şekil 2.2).

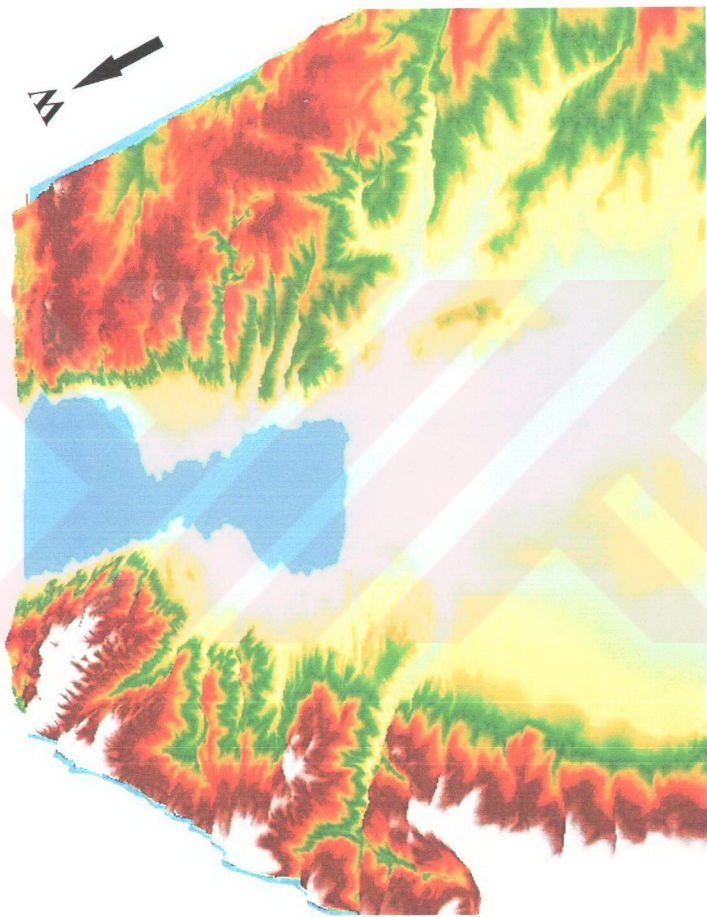
İzmit havzası, iki horst arasında 6-10 km. genişliktedir ve her iki taraftan da yer yer fay diklikleri ile sınırlıdır. Havzada körfez suları üzerinde kalan alanlarda Kuvaterner yaşlı, başlıca üç birim yüzeylemektedir. Bunlar; (1) Tepetarla Marnı, (2) fay diklikleri önünde yer alan Alüvyal Yelpaze dizisi, (3) kıyı ovası, delta ve plaj çökellerinin yığıldığı Alüvyondur.

İzmit havzası ile ilgili olarak Sakıncı ve Bargu (1989); havzanın oluşumuna neden olan faylanmanın Helen yitimi ile Kafkas –Kırım yitimi arasındaki KKD-GGB yönlü bir genişleme rejiminin sonucu olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma alanında, yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun ile gelişmiş iki büyük fay bulunmaktadır (Şengör,1999). Bu faylar inceleme alanındaki temel kayalar ile Kuvaterner çökellerini birbirinden ayırır. Faylardan kuzeyde olanı batıda Kocaeli'nin Körfez İlçesi'nden başlayıp doğuda Solaklar Köyü'ne kadar D-B uzanımlı olarak yaklaşık 25 km. kadar devam eder ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Bu fayın belirteçleri morfolojideki düzensizlik ve fay önü gelişen alüvyal yelpazeden belirgin olarak anlaşılır. İnceleme alanının güneyinde yer alan fay ise; üzerinde 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi'nin de geliştiği, batıda Hersek Burnu'ndan doğuda Adapazarı'nın Arifiye İlçesi'ne kadar uzanan yaklaşık 50 km.'lik sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Bölgede ayrıca Kuzey Anadolu Fayı'nın antitetik ve sentetik fayları da gözlenmektedir (Şekil 2.3).

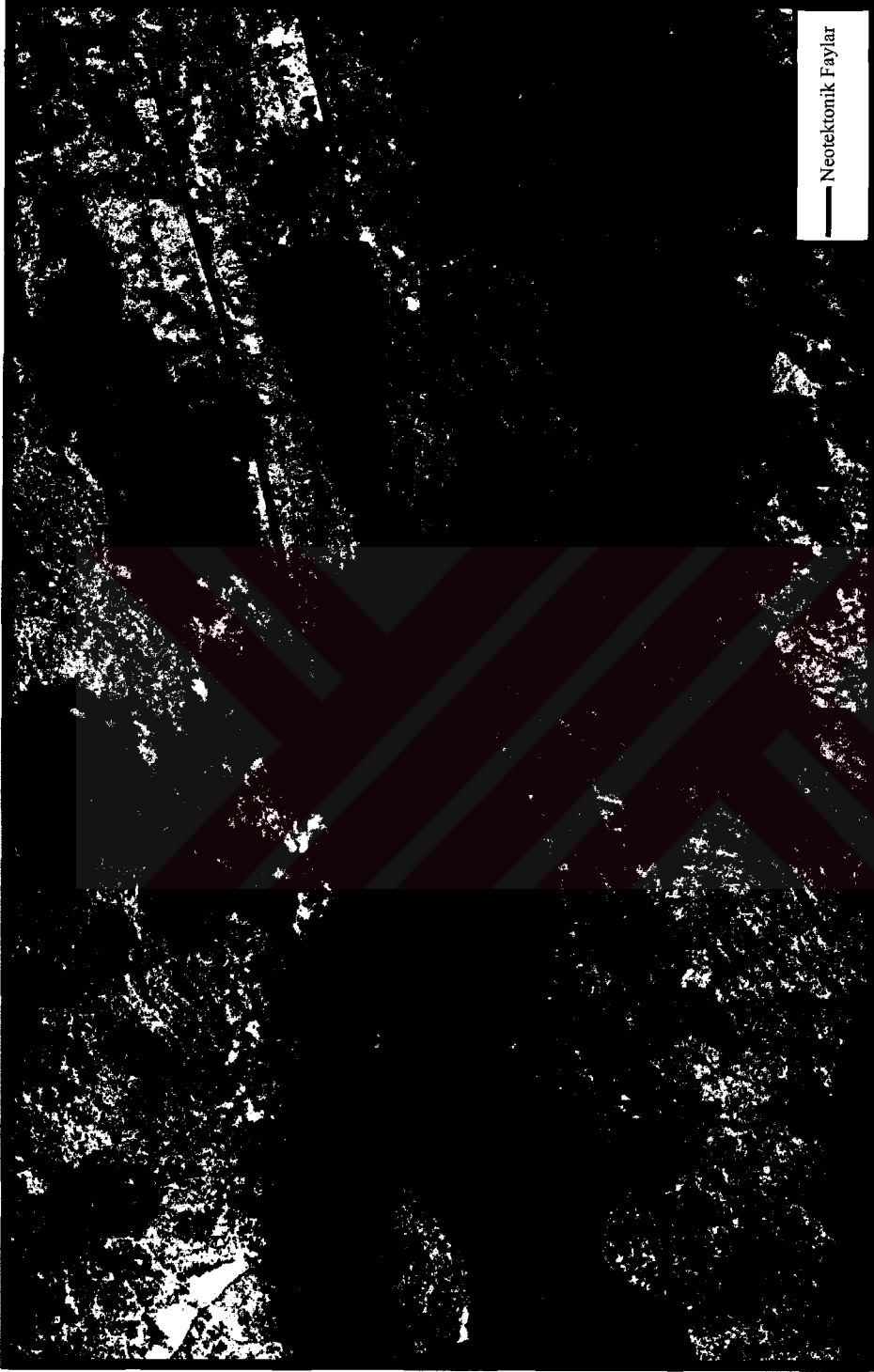
Korel ve Öncel (1995); İzmit Körfezi'nin güneyinde yer alan fayın, kuzeyde yer alan faya göre daha aktif olduğunu belirtmişlerdir.





Şekil 2.2: İzmit Körfezi Havzası.

N



Şekil 2.3 : Neotektonik Faylar (Şengör et al. , 1999).

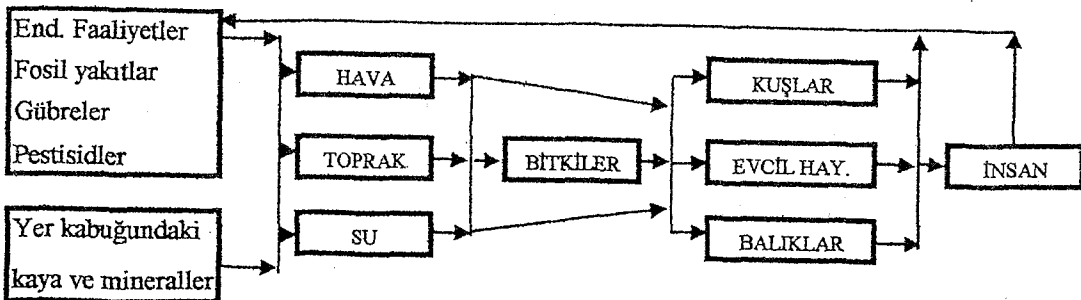
BÖLÜM 3 AĞIR METAL JEOKİMYASI İLE İLGİLİ GENEL LİTERATÜR

3.1 Giriş

Özgül ağırlıkları 5 ve bu değerin üzerinde olan metaller ağır metal olarak nitelenmekte ve bunların toprakta çok yönlü zararlara neden oldukları gözlenmektedir. Bunlardan bazıları tarımda iz elementler veya mikro besin maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Metalik tabiatta olmayıp bazen kirletici etki gösterebilen diğer iz elementlerde bu bölümde tartışılacaktır. Bu elementler sırasıyla şunlardır: Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg ve Se. Bütün bu belirtilen elementlerin hepsi az veya çok miktarda insanlarda ve diğer canlılarda toksik etki gösteren maddelerdir. Modern teknoloji bu elementlerin kullanıma, geçmiştekinden daha fazla gereksinme duymaktadır. Maden tasfiyeleri, fosil maddelerin yakılması ve diğer endüstriyel atıklarla bu elementlerden tonlarcası atmosfere ve sulara katılmaktadır. Ayrıca tarımda kullanılan gübreler ve ilaçlardan da önemli miktarda toksik element topraklara bırakılmaktadır.

Bu toksik elementler toprakta birikerek toprak – bitki – hayvan - insan beslenme zincirinde konsantrasyonları artarak taşınabilirler. Tablo 3.1 de bu ilişkiler şematik olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.1 : Ağır metal kaynakları ve onların ekosistem içerisindeki hareketleri (Haktanır, 1983).



Topraklar, ağır metaller ve iz elementler bakımından biyolojik dolanımın sadece bir parçasıdır. Aynı zamanda topraklar, bu bileşiklerin büyük miktarlarının en son depolanma bölgesidir.

Çalışma alanında, konsantrasyonları (derişimleri) irdelenen 10 ağır metalin fiziksel ve kimyasal özellikleri, jeolojik malzemedeki doğal derişimleri, endüstriyel kullanımları ve çevreye olan olumsuz etkileri bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca incelenen bu ağır metallerin granit, bazalt, şeyl ve deniz suyundaki bollukları Tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2 : Krauskopf (1979) a göre ağır metallerin granit, bazalt, şeyl ve deniz suyundaki konsantrasyonları (ppm).

AĞIR METAL	GRANİT	BAZALT	ŞEYL	DENİZ SUYU
BAKIR (Cu)	12	100	50	$5 \cdot 10^{-4}$
KURŞUN (Pb)	20	3,5	20	$3 \cdot 10^{-5}$
ÇİNKO (Zn)	50	100	90	$5 \cdot 10^{-4}$
NİKEL (Ni)	0,8	150	80	$1,7 \cdot 10^{-3}$
KOBALT (Co)	3	48	20	$5 \cdot 10^{-5}$
ARSENİK (As)	1,5	2	10	$3,7 \cdot 10^{-3}$
KADMIYUM (Cd)	0,1	0,2	0,3	$1 \cdot 10^{-4}$
KROM (Cr)	20	200	100	$3 \cdot 10^{-4}$
CİVA (Hg)	0,03	0,01	0,3	$3 \cdot 10^{-5}$
SELENYUM (Se)	0,05	0,05	0,6	$2 \cdot 10^{-4}$

3.1.1 Bakır (Cu)

Atom numarası : 29

Atom ağırlığı : 63,546 amu

Erime noktası : 1083⁰C

Kaynama noktası : 2595⁰C

Yoğunluğu : 8,96 g/cm³

Bakır doğada kırmızımsı parlak renkte, dövülebilen, şekil verilebilen, ve iletkenliği yüksek olan bir metaldir. Yer kabuğunda ortalama olarak 50 ppm dolayında bulunur (Perwack et al. 1980). Bakır mineralleri genellikle sülfürlü ve oksitli bileşikler olarak iki grupta toplanır (Ayberk, 2000a). Başlıca sülfürlü bileşikler; Kalkosin (Cu₂S), Kalkopirit (CuFeS₂), Bornit (Cu₅FeS₄) ve Kovellin (CuS) dir. Başlıca oksitli bileşikler ise; Malakit (Cu₂(OH)₂CO₃), Azurit (Cu₃(OH)₂(CO₃)₂) ve Kuprit (Cu₂O) dir. Toprakta ortalama 18 ppm civarında bulunur (Fuhrer, 1986).

Bakır, pH'ı 4'ten küçük olan topraklarda çok az mobil (K=0,1-1), pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobildir (K=1-10). İndirgen olan ortamlarda ise immobil (K<0,1) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.1.1 Kullanım alanları

Bakır özellikle metalik para, elektrik kabloları, bazı su boruları ve bakır levha yapımında kullanılır. Pirinç ve bronzun yapısında yer alır. Yüksek Cu konsantrasyonları mikroorganizmalar için toksiktir. Bu özelliğe dayanarak mikrobiyal kökenli hastalıkların kontrolünde 1882'den itibaren "Bordo spreyi" (CuSO₄) fungusid olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca bakır ahşap, deri ve kumaşların korunmasında da kullanılmaktadır (ATSDR, 1990).

3.1.1.2 Çevreye olan etkileri

Bakır insan vücuduna içilen su, alınan besinler ve solunan tozlar aracılığıyla girer. Düşük oranlarda insan sağlığı için gereklidir. Fazla alındığında ise; burunda ve

gözlerde tahriş, baş ağrısı, mide krampları, karaciğer ve böbreklerde hasara ve hatta ölümlere bile yol açmaktadır. Bakırın kansere yol açtığı ise belirlenmemiştir (ATSDR, 1990).

Bitki gelişimi ile ilgili olarak, toprak çözeltisindeki Cu konsantrasyonunun 0.1 ppm 'i aştığı takdirde ters etkide bulunacağı belirtilmektedir (Haktanır, 1983).

3.1.2 Kurşun (Pb)

Atom numarası : 82

Atom ağırlığı : 207,2 amu

Erime noktası : 327,4⁰C

Kaynama noktası : 1725⁰C

Yoğunluğu : 11,4 g/cm³

Kurşun yumuşak, dayanıksız, mavimsi gri renkli, parlak ve en çok bilinen kirleticilerin başında gelen bir ağır metaldir. Yanıcı değildir ve karakteristik bir tadı ve kokusu yoktur. Kurşun genellikle maden yataklarında çinko ile birleşmiş olarak bulunur. En bol bulunan kurşun mineralleri Galen (PbS), Seruzit (PbCO₃) ve Anglezit (PbSO₄) tir (Ün, 1968). Kurşun yer kabuğunda ortalama olarak 2,2 ppm civarında bulunur (Güçer, 1981). Toprakta kabul edilme sınırları ise 2,06-13,4 ppm dir (Herrick ve Friedland, 1990).

Kurşun, pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda çok az mobil (K=0,1-1), indirgen olan ortamlarda ise immobil (K<0,1) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.2.1 Kullanım alanları

Kurşunun bir çok değişik kullanım alanı vardır. Kurşun en fazla değişik tipteki akümülatörlerin ve pillerin yapımında kullanılmaktadır. Metallik ürün olarak; tabaka halinde kurşun, lehim, pirinç ve bronz ürünleri ile boru yapımında kullanılır. Seramiklerin sırlanmasında da yerini alır. Kullanılan boyaların önemli bir katkı maddesidir. Benzinde vuruntuyu önlemek için katkı maddesi olarak (tetraetil kurşun

ve tetrametil kurşun) yararlanılır. Askeri alanda ise mühimmat yapımının vazgeçilmez bir parçasıdır. Ayrıca medikal malzemelerin (X-ışınlarında korunmak için radyasyon kalkanlarında, ultrasonografi makinelerinin seramik parçalarında, damar içi pompalarda ve cerrahi malzemelerde) ve bilimsel malzemelerin (bilgisayar devre kartlarında ve elektronik devrelerde) yapımında kullanılır (ATSDR, 1999a).

Tablo 3.3 : ABD de endüstriyel Pb tüketiminin % dağılımı (Haktanır, 1983).

Endüstri Alanı	%
Akümülatör ve pil sanayi	37
Benzin katkı maddesi	23
Metal ürünler	19
Cephane malzemesi	7
Lehim	6
Boya	4
Alaşımlar	4

3.1.2.2 Çevreye olan etkileri

Kurşun, insan vücuduna beslenme veya solunum yoluyla girer. Kurşunun zehirlenmesinin en önemli etkisi sinir sistemi üzerinedir. Ayrıca bilek ve parmaklarda zayıflık, kan basıncının yükselmesi (hipertansiyon), kan hücrelerinin azalması, beyin ve böbrek fonksiyonlarında bozulmaya sebep olabilir (ATSDR, 1999a).

Kurşun kirlenmesi olmamış bölgelerdeki bitkilerde ortalama 10 ppm civarında Pb bulunur. Besin çözültisindeki Pb konsantrasyonunun artışı bitkilerdeki Pb konsantrasyonlarını 300 ppm e kadar çıkartabilir. Kurşun kirlenmesi fazla olan bitkiler sığırların ölümüne yol açabilir. Kurşun bitkilerde küçük yaprak oluşumuna ve yapraklarda solmaya neden olabilir (Çepel, 1997).

3.1.3 Çinko (Zn)

Atom numarası : 30

Atom ağırlığı : 65.37 amu

Erime noktası : 419.57°C

Kaynama noktası : 907°C

Yoğunluğu : 7.14 g/cm³

Çinko mavimsi beyaz renkte ve parlak olan bir ağır metaldir. Doğada çok yaygın olarak rastlanır. Çinko mineralleri genellikle kurşun mineralleriyle birlikte bulunur ve kimyasal özellikleri kadmiyum ile benzerlik gösterir. Yerkabuğunda ortalama olarak 130 ppm civarında bulunur (Ün, 1968). Topraktaki konsantrasyonu ise 10-300 ppm arasında olup ortalama 50 ppm dolayındadır (EPA, 1980). Çinko çoğunlukla doğada diğer elementlerle yaptığı bileşikler halinde bulunur. Sfelarit (ZnS), Simitsonit (ZnCO₃), Willemit (Zn₂SiO₄) ve Zinkit (ZnO) başlıca çinko bileşikleridir. Havada mavimtırak beyaz bir alevle yanarak çinko oksit oluşturur (Emsley 1989). Toz haldeki çinko patlayıcı özelliğe sahiptir (ATSDR, 1994).

Çinko, pH'ı 4'ten küçük ve pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobildir (K=1-10). İndirgen olan ortamlarda ise immobil (K<0,1) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.3.1 Kullanım alanları

Bir çok kullanım alanı olan çinko, özellikle metal alaşım sanayinde (galvanizleme işlerinde bronz, pirinç, Alman Gümüşü ile çeşitli özel alaşımların hazırlanmasında), matbaacılıkta, kuru pil üretiminde, boya sanayinde, ahşapların korunmasında ve kumaşların boyanmasında, yağ ve sabunların saflaştırılmasında, otomotiv sanayinde, kozmetik ve ilaç sektöründe, demir ve çeliğin korozyona karşı korunması için kaplamada ve duman bombalarının yapımında yer alır (Ayberk, 2000b).

3.1.3.2 Çevreye olan etkileri

Çinko insan vücuduna beslenme ve solunum yoluyla girer. İnsan sağlığı için çinko oldukça önemlidir. İnsanda ortalama 1,4 - 2,3 g çinko bulunur. İnsanlar beslenme yoluyla günde ortalama 10-15 mg çinko alırlar (Baysu ve Ersoy, 1986). Fakat vücuda fazla alınan çinko da insanlarda anemi, mide krampları, HDL (highdensity lipoprotein kolesterol) oranında azalmaya, pankreas ve böbreklerde ise hasara yol açmaktadır (ATSDR, 1994).

Çinko hayvanlar ve bitkiler için ise vazgeçilmez bir elementtir. Hayvan metabolizmasında değişik bir seri enzimin yapısında yer almakta ve noksanlığı halinde yetersiz enzim aktivitesi ile karşılaşmaktadır. Aynı şekilde bitki gelişmesi için Zn önemli olup hidrogenaz ve peptidaz gibi enzimlerin aktivatörüdür (Jornat, 1977).

3.1.4 Nikel (Ni)

Atom numarası : 28

Atom ağırlığı : 58,71 amu

Erime noktası : 1453⁰C

Kaynama noktası : 2732⁰C

Yoğunluğu : 8,9 g/cm³

Saf nikel sert, gümüşümsü beyaz renkli bir ağır metaldir. Diğer elementlerle yaptığı bileşikler ile litosferde 24. sırada, bol bulunan bir elementtir. Ni doğada en çok O ve S ile oksit ve sülfid bileşiklerini yapar. Dünyanın çekirdek kısmı %5,8 oranında Ni ihtiva eder (Duke, 1980). Ni bileşikleri karakteristik bir yeşil renge sahiptirler. Bu bileşiklerin karakteristik bir tadı ve kokusu yoktur. Ni yerkabuğunda ortalama olarak 86 ppm civarında bulunur (Duke, 1980). Bu oran, özellikle ultramafik kayaların buldukları bölgelerde birkaç kat daha fazladır. 1000 g toprakta 10 ile 50 ppm arasında olan nikel miktarı ise kabul edilme sınırlarında sayılmaktadır (Sehmel, 1962).

Nikel, pH'ı 4'ten küçük olan topraklarda çok az mobil ($K=0,1-1$), pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobildir ($K=1-10$). İndirgen ortamlarda ise immobil ($K<0,1$) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.4.1 Kullanım alanları

Nikelin en önemli kullanım alanları çelik ve alaşım üretimidir. Ayrıca boya pigmentleri, metalik para yapımı, mücevherat, metal kaplama sanayi, kozmetik, makine parçaları, pil ve elektrik endüstrisinde de kullanılır. Benzinin içerisine de katkı maddesi olarak eklenir. Trafik hatları boyunca mesafeye bağlı olarak, topraklarda değişen miktarlardaki Ni varlığını, nikellenmiş benzinin kullanımı ile açıklanmıştır (Lagerwerf ve Specht, 1970).

3.1.4.2 Çevreye olan etkileri

Nikel insan vücuduna solunum, beslenme ve cilde temas yoluyla girer. Solunum yoluyla alınan aşırı nikel akciğerlerde depolanır ve akciğer kanserine sebep olabilir. Deri yoluyla vücuda giren nikel ise önce kana daha sonrada diğer organlara, özellikle böbreklere ulaşır. Nikel böbrekler aracılığıyla vücuttan atılır. Bazı insanlar nikelle temas ettiklerinde alerjik reaksiyonlar gösterebilirler (ATSDR, 1997). Kadınlar nikelere erkeklere oranla daha duyarlıdır. Nikel karbona ile 12-36 saat maruz kalırsa baş dönmesi, mide bulantısı ve kusma görülebilir. Maruz kalımdan 4 ile 12 gün sonra ise ölümlerle bile karşılaşılacağı belirtilmiştir (Parlak, 1980).

Eser miktarda nikel hem insan hem de hayvanlar için vücut sağlığı açısından gereklidir. Bitki gelişmesinde Ni rolü iyi bilinmemektedir. Genellikle bitkilerde bulunmakla beraber bu elementin mutlak gerekli olup olmadığı henüz araştırılmamıştır. Nikelin toksik etkisi 100 ppm i aştığı takdirde ortaya çıkmaktadır (Çepel, 1997).

3.1.5 Kobalt (Co)

Atom numarası : 27

Atom ağırlığı : 58, 9332 amu

Erime noktası : 1495⁰C

Kaynama noktası : 2870⁰C

Yoğunluğu : 8,9 g/cm³

Saf kobalt sert ve gümüşümsü gri renkte olan bir ağır metaldir. Genellikle doğada oksijen, sülfür ve arsenikle yaptığı bileşikler şeklinde bulunur. Duraylı tek bir izotopu vardır. Diğer izotopları duraysız yada radyoaktiftir (Co-60 ve Co-57). Kobalt yer kabuğunda en çok bulunan elementler arasında 33. sıradadır. Yer kabuğunda ortalama 20-25 ppm ve volkanik kayalarda ise ortalama 18 ppm civarında bulunur (Abbasi et al.1989; Merian 1985; Smith and Carson 1981). Toprakta ise normal koşullarda 10 ppm dolayında bulunur ve 300-400 ppm dolayında kobalt konsantrasyonuna rastlanmıştır (Ayberk, 2000a).

Kobalt, pH'ı 4'ten küçük olan topraklarda çok az mobil ($K=0,1-1$), pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobildir ($K=1-10$). İndirgen olan ortamlarda ise immobil ($K<0,1$) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.5.1 Kullanım alanları

Kobalt saf olarak, metal halinde nadiren kullanılır. Kesici aletlerin yapımında kullanılan çelik ve diğer bazı alaşımlara %60'a varan oranlarda kobalt katılmaktadır. Kobalt bünyesine katıldığı alaşımları sertleştirir, aşınma ve paslanmaya karşı dayanıklı hale getirir. Elektrik rezistansları, elektromıknatıs, korozyona karşı yüzey kaplamada, boya ve emaye yapımında kullanılır. Kobalt 60 kanser ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan önemli bir gama izotopudur. Co-60 5,27 yılda yarılanır ve sonunda duraylı nikel izotopuna dönüşür (ATSDR, 2001a).

3.1.5.2 Çevreye olan etkileri

Kobalt insan vücuduna solunum ve beslenme yoluyla girer. İnsanlar için önemli bir elementtir. Bu gereksinim insanların hayatlarını devam ettirmeleri için gerekli olan B12 vitamininin yapısına katılıyor olmasındandır. Ayrıca vücutta kan hücrelerinin sayısını artırarak anemi hastalığının tedavisinde yararlanır. Vücutta fazla alındığında ise astım, zatürree, horlama ve kalp fonksiyonlarında bozulmaya sebep olabilir. Bazı vakalar ölümle sonuçlanmıştır (ATSDR, 2001a).

Bitkiler ise atmosferik azotu bağlayabilmek için kobalta gereksinim duyarlar. Buna karşın yüksek konsantrasyonlarda kobalt bitkilere şiddetli toksik etki gösterebilir.

3.1.6 Arsenik (As)

Atom numarası : 33

Atom ağırlığı : 74,9216 amu

Erime noktası : 814⁰C

Kaynama noktası : 613⁰C

Yoğunluğu : 5,72 g/cm³

Arsenik gri ve sarı renkli kalkofil bir elementtir. Doğada genellikle oksijen, klor ve sülfür ile yaptığı bileşikler şeklinde bulunur. Arseniğin O, Cl ve S ile yaptığı bileşikler inorganik, C ve H ile yaptığı bileşikler ise organik arsenik olarak adlandırılır. İnorganik formdaki arsenik organik formdaki arseniğe göre daha çok toksik etki gösterir. En çok bulunan arsenik mineralleri ise; orpiment, realgar, arsenopirit, lölingit, smaltit, nikolit, tenantit, enarjit ve proustitdir. Yer kabuğunda ortalama olarak 2 ppm civarında bulunur (NAS, 1977). Toprakta ise As ortalama olarak 7,2 ppm civarındadır (USGS, 1984).

Arsenik, pH'ı 4'ten küçük ve pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobil (K=1-10), indirgen olan ortamlarda ise immobil (K<0,1) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.6.1 Kullanım alanları

Arsenik bileşikleri özellikle boya pigmenti olarak, tekstil ve deri endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç, kozmetik, cam ve deterjan sanayinde kullanılmaktadır. Deterjanlar 10 ile 70 ppm düzeyinde arsenik kapsamaktadırlar. Arsenikten ahşapları koruyucu madde (emprenye) olarak da yararlanılmaktadır. Pek çok arsenik bileşiği yüksek toksisitesi nedeniyle pek çok pestisidin bünyesinde de yer almaktadır. Arsenikli pestisidlerin uzun yıllar boyunca fazla olarak uygulanmaları sonucu, özellikle meyve bahçelerinde toksik düzeye varacak derecede As birikimi olduğu belirtilmektedir (Özyılmaz, 1999).

3.1.6.2 Çevreye olan etkileri

Arsenik canlılar üzerinde ciddi tahribatlara sebebiyet verir. Vücuda beslenme ve solunum yoluyla girer. Beslenme yoluyla vücuda giren As öncelikle mide ağrısı, bulantı, kusma ve ishale sebebiyet verir. Ayrıca kalpte ritim bozukluğu, damarlarda tahribat, sinir iltihapları, karaciğer sirozu, kemik iliği tahribatı da gözlenir (ATSDR,2000a). Solunum yoluyla alınan As ise akciğerde ve gırtlakta tahrişe yol açar. Tüm inorganik arsenik bileşikleri kanserojen etki gösterir.

Bitkilerde ise yapraklarda ve köklerde kırmızı kahverengi lekelerin oluşmasına ve sürgün gelişiminde duraklamaya sebebiyet verir (Ayberk, 2000a).

3.1.7 Kadmiyum (Cd)

Atom numarası : 48

Atom ağırlığı : 112,411 amu

Erime noktası : 320,9⁰C

Kaynama noktası : 765⁰C

Yoğunluğu : 8,65 g/cm³

Kadmiyum yumuşak, gümüşümsü beyaz renkte ve kolay işlenebilir bir metaldir. Doğada çinko ile assosiyeye halde bulunur ve birçok özelliği çinkoya benzer (Perkins,

1984). Saf halde kadmiyuma doğada pek rastlanmaz. Genellikle çinko, kurşun ve bakır madenlerinde oksijen, klor, karbonat ve sülfür ile yaptığı bileşikler şeklinde bulunur. Kadmiyum yer kabuğunda 1ppm den az miktarda bulunur (Baucells and Kelipo, 1985). Ayrıca topraktaki konsantrasyonu ise 0,01-1 ppm civarındadır (Eisler, 1985). Topraktaki kadmiyumun %90'nı toprağın ilk 15 cm.'lik kısmında yer alır (Anonymous, 1994). PVC, lastik ve metal atıkların yakılmasıyla atmosfere karışan kadmiyum, çok çabuk oksitlenerek kadmiyum oksit şeklinde serpin yoluyla yeryüzüne geri döner (Biggins and Harrison, 1980). Kullanılan fosil yakıtlarda (kömür) değişik oranlarda kadmiyum ihtiva eder.

Kadmiyum, pH'ı 4'ten küçük olan topraklarda çok az mobil ($K=0,1-1$), pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobildir ($K=1-10$). İndirgen olan ortamlarda ise immobil ($K<0,1$) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.7.1 Kullanım alanları

Kadmiyumdan özellikle elektrolitik kaplamada, boya yapımında, PVC üretiminde ve plastiklerin yapımında kullanılır. Ayrıca Ni-Cd pillerin yapımında fotoğrafçılıkta, fungusit ve insektisit imalatında ve TV tüpleri yapımında da üretimdeki yerini alır. Tarımda kullanılan fosfatlı gübrelerin bünyesinde yer alan kadmiyum, süper fosfatta 38-48 ppm ve ham fosfatta 31-90 ppm civarında bulunur (ATSDR, 1999b).

3.1.7.2 Çevreye olan etkileri

Kadmiyum insanlar ve diğer canlılar için zararlı bir metaldir. Eser halde bile olsa insanlar için yararı yoktur. İnsan vücuduna beslenme ve solunum yoluyla girer. Solunum yoluyla alındığında akciğerde büyük zarara yol açar ve ölüme sebebiyet verebilir. Beslenme yoluyla alınan kadmiyum ise özellikle böbreklerde birikerek organın işleyişini bozar. Sürekli olarak solunum yoluyla kadmiyuma maruz kalınırsa, kemiklerin kolay bir şekilde kırılmasına ve harap olmasına yol açar. Deri teması yoluyla kadmiyum vücuda girmez (Özyılmaz, 1999).

3.1.8 Krom (Cr)

Atom numarası : 24

Atom ağırlığı : 51,9961 amu

Erime noktası : 1857⁰C

Kaynama noktası : 2672⁰C

Yoğunluğu : 7,19 g/cm³

Krom çok sert ve mavimsi beyaz renktedir (Ün, 1968). Karakteristik bir tadı yoktur ve serbest halde bulunmaz. Doğada çok farklı formları vardır ve çoğunlukla krom (0), krom (3) ve krom (6) değerlikte yer alır. Krom yer kabuğunda en çok bulunan elementler arasında 21. sıradadır. Doğada bulunan ve ekonomik bir değere sahip olan kromit mineralindeki krom ise 3 değerliklidir ve yer kabuğunda en çok rastlanılanıdır. Pek sık rastlanmayan krom (6) ise krokoit (PbCrO₄) mineralini oluşturur (Hurlbut, 1971).

Yer kabuğunda yaklaşık 122 ppm civarında bulunur (Emsley, 1989). Toprakta ise Cr genellikle iz düzeylerde sınırlanırken serpantin topraklarda 46.000 ppm düzeyine ulaşmaktadır. Ancak krom bütünüünün çok küçük bir kısmı (% 0.006—0,28'i) çözünebilirdir (Çepel, 1997).

Krom, pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda ve indirgen olan ortamlarda immobil (K<0,1) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.8.1 Kullanım alanları

Krom en fazla korozyon önleyici uygulamalarda ve çelik sanayinde kullanılmaktadır. Ayrıca kromdan boya sanayinde, derilerin tabaklanmasında, ahşapların korunmasında, tekstilde, sondaj çamurunda, tonerde, vernik ve mürekkepte de yararlanır.

3.1.8.2 Çevreye olan etkileri

Krom (3) tüm canlılar için gerekli elementlerden biridir. İnsanlarda özellikle kandaki aşırı glikozun normal düzeye inmesini sağlayan olayda hakim rol oynar. Krom (6) ise insan vücuduna beslenme ve solunum yoluyla girer. Solunum yoluyla alınan krom burnu tahriş eder, fazlası ise akciğer kanserine yol açar. Beslenme yoluyla vücuda giren krom fazlası ise ülser, böbrek ve karaciğerde tahribata yol açar (ATSDR, 2000b).

3.1.9 Civa (Hg)

Atom numarası : 80

Atom ağırlığı : 200,59 amu

Erime noktası : -38,87°C

Kaynama noktası : 356,58°C

Yoğunluğu : 13,456 g/cm³

Civa doğada çok çeşitli şekillerde bulunur. Metalik civa; gümüşümsü beyaz renkte, akıcı ve oda sıcaklığında sıvı durumdadır. İnorganik civa; oksijen, klor ve sülfür ile bileşikler oluşturarak ve civa tuzları ismini alır (zinobar). Karbon ile bileşik oluşturan civa ise organik civayı meydana getirir (metil civa). Toprakta civa konsantrasyonu 20-625 ppb civarında bulunur (Andersson, 1979). Genellikle topraktaki bu konsantrasyonlar toprağın üst kısmında ilk 15 cm lik bölgede gözlenir. Civa genellikle yerleşim ve endüstri kuruluşlarının yer aldığı bölgelerden alınan toprak numunelerinde, diğer bölgelere oranla çok daha yüksek konsantrasyon gösterir (ATSDR, 1999c).

Civa, pH'ı 4'ten küçük ve pH'ı 5 ile 8 arasında olan topraklarda orta derecede mobil ($K=1-10$), indirgen olan ortamlarda ise immobil ($K<0,1$) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.9.1 Kullanım alanları

Cıva çeşitli plastiklerin üretiminde katalizör olarak, klor ve kostik sodanın elektrolizinde yüzücü elektrot olarak ve çeşitli ölçü ve kontrol enstrümanlarında (termometre, barometre vb.) ve boya sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Cıvanın buharı ve bütün bileşikleri zehirlidir. Tarımda yararlanılan cıvanın kullanımı ise genellikle fungusid şeklinde olup toplam endüstriyel kullanımın % 5 i kadardır. Ayrıca odunların mantar hastalıklarından korunması amacı ile cıvalı fungusidler kullanılmaktadır. Ayrıca karton ve kağıt endüstri ürünleri iz miktarlarda cıva içermektedirler. Kloralkali ve kağıt endüstrisi en çok Hg tüketen endüstrilerdir.

Çevreye yayılan cıvanın en önemli kaynakları tarımda kullanılan fungusidler ile metalik cıvanın buharlaşmasından oluşan atmosferik kontaminasyondur. Kömür ve yağların yanması çevredeki en önemli hava kaynaklı Hg emisyonlarıdır. Ayrıca Hg içeren kaya ve minerallerin fiziksel ve kimyasal ayrışması sonucu okyanuslara karışan doğal yıllık cıva deşarjı 230 ton kadardır (Haktanır, 1983).

3.1.9.2 Çevreye olan etkileri

Metalik cıva buharının solunması halinde insanlarda baş ağrısı, kusma, ishal, kansızlık ve böbreklerde tahribat gözlenir. Ayrıca inorganik cıvanın girmesi durumunda ise merkezi sinir sisteminde, beyinde ve böbreklerde işleyiş bozuklukları gözlenir. Cıvanın diğer etkileri ise gözlerde ve deride tahriş, yüksek tansiyon, duyu organlarında bozukluk ve hafıza kaybıdır. Ölümle karşılaşılacak zehirlenme vakaları da küçümsenmeyecek kadar az değildir.

3.1.10 Selenyum (Se)

Atom numarası : 34

Atom ağırlığı : 78,96 amu

Erime noktası : 217°C

Kaynama noktası : 684,9°C

Yoğunluğu : 4,79 g/cm³

Saf selenyum metalik griden siyaha kadar çeşitli renklerde bulunur. Doğada saf halde pek gözlenmez. Genellikle sülfid mineralleri ile gümüş, bakır, kurşun ve nikel mineralleri ile beraber bulunur. Toprakların Se konsantrasyonu genellikle 0.1-1.6 ppm civarındadır. Topraklarda bulunması muhtemel Se formları Geering (1968) tarafından tanımlanmıştır. Çeşitli oksidasyon kademelerindeki Se formları şunlardır:

a-	+6	değerlikli	olarak	selenatlar	şeklinde,	örneğin	K ₂ SeO ₄
b-	+4	“	“	selenitler	“	“	K ₂ SeO ₃
c-	0	“	“	elementel	“	“	Se ⁰
d-	-2	“	“	Se ⁻²	“	“	H ₂ Se ve CuSe

Bu değişik formların bulunuşu, öncelikle toprağın redoks potansiyelinin etkisi altındadır.

Selenyum, pH'ı 5 ile 8 olan topraklarda yüksek derecede mobil (K>10), pH'ı 4'ten küçük ve indirgen olan ortamlarda ise immobil (K<0,1) bir davranış gösterir (Rose et al., 1979).

3.1.10.1 Kullanım alanları

Selenyum elektronik sanayinde rektifiler olarak, fotosellerde, solar pillerde, cam ve seramik endüstrisinde, boya ve vernik sanayinde, çelik yapımında, kauçuğun vulkanizasyonunda kullanılır. Ayrıca tıpta saç kepeğini önleyici ve tarımda insektisit ve fungusid imalatında etken madde olarak yararlanılır (Özyılmaz, 1999).

3.1.10.2 Çevreye olan etkileri

Selenyumun toprakta tolere edilebilir oranı 10 ppm in altındadır. Selenyumun canlılar üzerindeki etkisi iki yönlüdür. Vücut tarafından eksik olarak alındığında Se noksanlığı, fazla alındığında ise Se toksisitesi gözlenir. Se noksanlığı insanlarda

WMD (White Muscle Diseases) olarak tanımlanan bir adele hastalığına sebep olmaktadır. WMD hastalığı Se 0,03-0,1 ppm in altında bulunması durumunda ortaya çıkmakta, 5 ppm i aştığında ise vücutta toksik etki göstermeye başlar. Selenyum vücuda genellikle beslenme yoluyla alınır. Solunduğunda ise solunum yollarında tahrişe sebebiyet verir. Kanserle neden olduğu rapor edilmemiştir (ATSDR, 2001b).



BÖLÜM-4 ÇALIŞMA ALANINDA YAPILAN AĞIR METAL JEOKİMYASI

4.1 Giriş

Toprak, ilişkili olduğu su ve hava sistemlerinin içerdiği kirletici unsurlar için son depolanma noktasıdır. Kirli hava ve suyun taşımış olduğu ögeler tarafından kirlendiği gibi, tarımsal uygulamalar ve endüstriyel aktivitelerle de yaygın veya yerel ölçeklerde kirlenebilmektedir. Bu kirlilikler, doğrudan veya dolaylı olarak, insan ve çevre sağlığını etkileyebilmektedir. Ayrıca, toprak, karasal ekosistemin taşıyıcı unsuru olup, kalitesindeki değişim gerek doğal ve gerekse tarım ekosisteminin verimliliğini etkilemektedir.

Ağır metallerin sanayideki kullanımı arttıkça, toprak ve diğer çevre ortamlarındaki yoğunlaşması artmıştır. Dolayısıyla bu maddeler, başta toprak olmak üzere, diğer çevre ortamlarında doğrudan yayılımı başlamış ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin önemi anlaşıldıktan sonra, yasa ve yönetmeliklerde asgari limitler belirlenerek uygulamaya konulmuştur.

Bu çalışmada sanayileşmenin yoğun olarak görüldüğü İzmit ve civarındaki topraklarda olası ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amacıyla toprak numuneleri olarak jeokimyasal incelemeler yapılmıştır.

4.2 Örnek Alımı ve Stratejisi

Çalışma alanında toprak örnekleri, İzmit ve civarında muhtemel kirlenme potansiyelinin yüksek olduğu 14 istasyondan (S-1 – S-14) ve kontrol numunesi olarak, endüstriyel aktiviteler açısından yoğun olmayan, hava yoluyla kirlenmenin olmadığı düşünülen Kandıra'da 1 istasyondan (S-15) olmak üzere toplam 15 bölgeden alınmıştır. S-1 ile S-12 arasındaki istasyonlar taşınmış.

topraklarda (alüvyon), S-13, S-14 ve S-15 nolu istasyonlar ise Çaycuma formasyonunda, yerinde oluşmuş (rezidüel) topraklar üzerinde yer almaktadır.

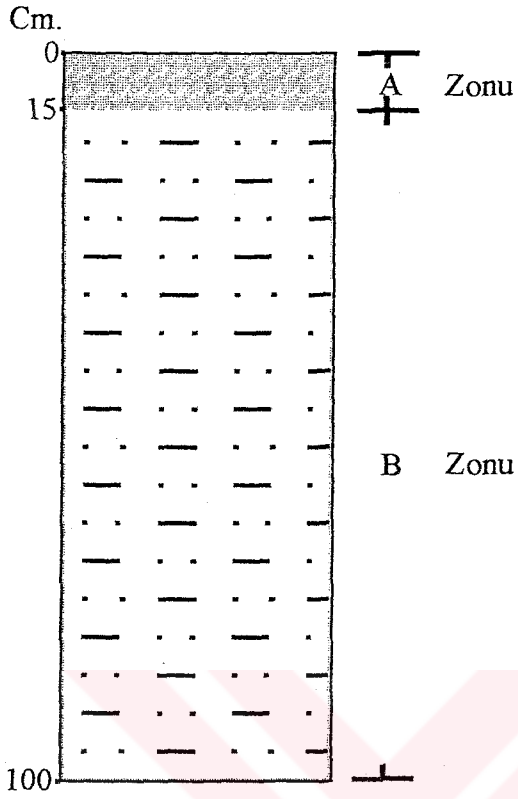
Çalışma alanındaki toprak profilleri kalınlıkları taşınmış topraklarla yerinde oluşmuş topraklar arasında farklılık göstermektedir. Taşınmış olan birimde ince bir A zonu (15 cm.) ve kalın bir B zonu (>15 cm.) gelişmiştir. Bu birimde C zonu gözlenmemiştir (Şekil 4.1). Yerinde oluşmuş topraklarda ise diğer birime oranla biraz daha kalın A zonu (25 cm.), 45-50 cm. kalınlığa ulaşan B zonu ve iyi gelişmiş bir C zonu gözlenmiştir (Şekil 4.2).

Numuneler ağır metallerce zengin olduğu düşünülen (Llaurado et al., 1994; Vidal et al., 1994) toprağın A zonundan ilk 15. cm. den alınmıştır. Her numune o istasyon bölgesini temsil eden ve 100 m² lik alandan toplanan 5 ayrı alt numunenin homojen karışımından oluşmaktadır. Örnek çukurları paslanmaz mala yardımıyla açılıp, örnekler plastik kürekle alınmış ve polietilen torbalara konularak saklanmıştır. Her alt numune en az 250 g. topraktan oluşmakta ve o istasyon için ana numunenin karışım miktarı 1 kg. geçmektedir.

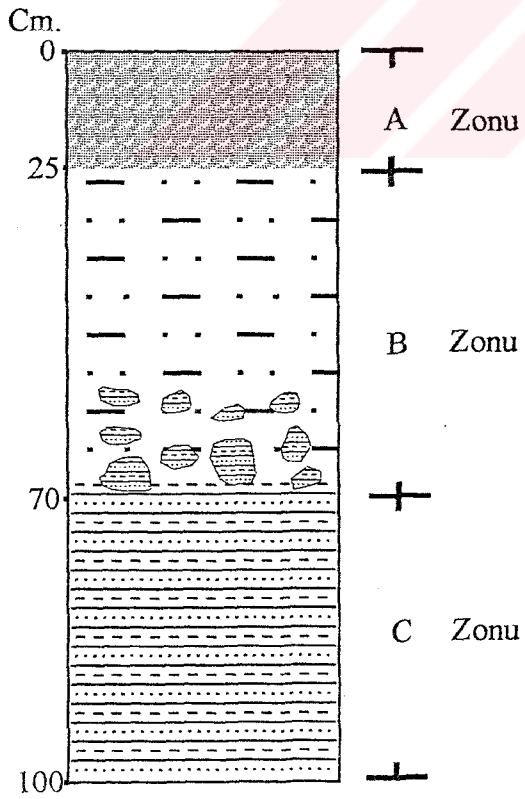
Her bir istasyona ait 250 g. 5 alt örnek laboratuarda 7 gün süreyle oda sıcaklığında kurutulmuş ve içlerindeki bitki ve kök parçaları ile taşlar ayıklanmıştır. Daha sonra tahta havanda yumuşakça öğütülen ve 180 mesh'lik paslanmaz elekten geçirilen numuneler, homojen olacak şekilde iyice harmanlanmıştır. Harmanlanan örneğin bir kısmı da ileriki araştırmalarda kullanılmak üzere saklanmıştır.

4.3 Analitik Yöntem :

Toz örnekler ISO 1995 standartlarına uygun olarak Aqua Regia çözeltisinde çözüldürülmüştür. 1 g örnek teflon bombasına alınmış ve üzerine 8 ml 3:1 HCl (%37)-HNO₃ (%70) çözücü eklenerek oda sıcaklığında 16 saat boyunca çözüldürülmüştür. Daha sonra numuneler 130⁰C lik fırında 3 saat süreyle bekletilmiş ve beyaz bantlı süzgeç kağıdından geçirilmiştir. Örnekler, üzerlerine HNO₃ eklenerek 10 ml ye tamamlanmış ve özel cam şişelere konulmuştur.



Şekil 4.1 : Alüvyon zeminin toprak profili.



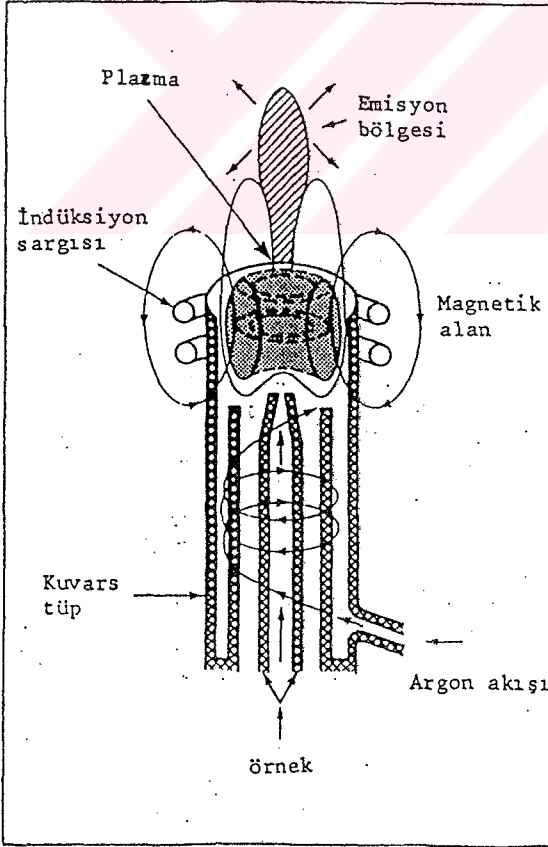
Şekil 4.2 : Rezidüel zeminin toprak profili.

Çözündürülen örneklerin son analizleri ICP-MS yöntemi ile ACME Laboratuvarlarında (Kanada) yaptırılmıştır.

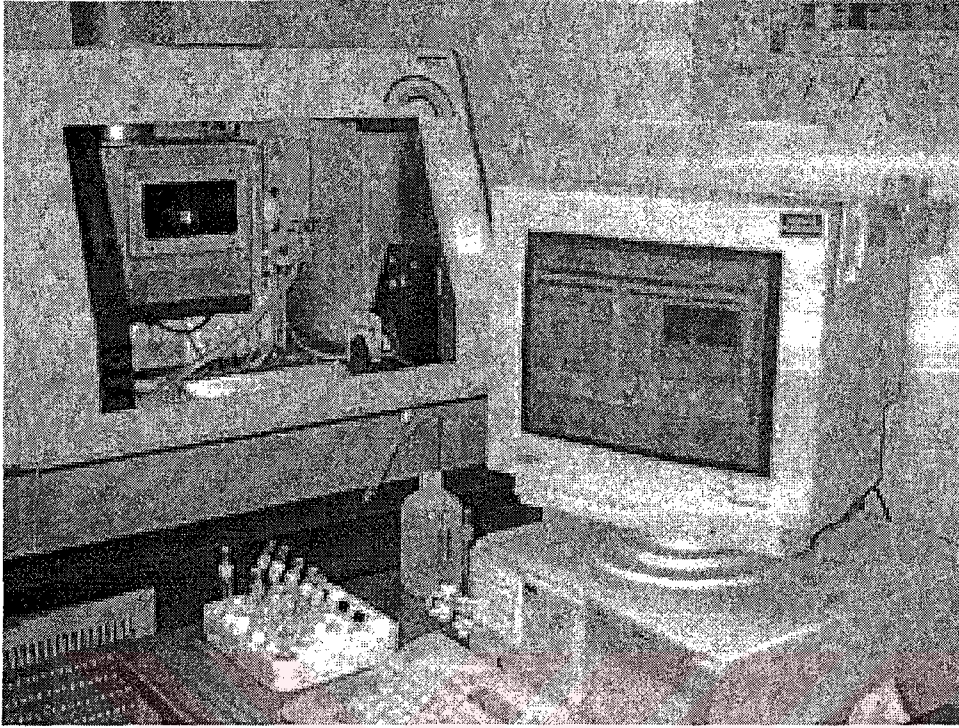
4.4 ICP-MS Yöntemi

ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) yönteminde, plazma lambasında örneğin içindeki elementlerin atomları elektrik yüklü atomlar haline gelmektedir (şekil 4.3). Bu iyonlar kütle spektrometresine yönlendirilmekte ve kütle spektroskopunda bu iyonlar kendi kütlelerinin yükleri oranlarına göre ayırtlanmaktadır. Kütle / iyon yükü oranlarına göre ayırtlanmış iyonlar detektörlere gönderilmekte ve miktarları sayısallaştırılmaktadır.

ICP-MS spektrometrik yöntemlerin içinde duyarlılığı en yüksek olanıdır ve 70 kadar elementi ppb mertebesinde saptayabilir (Tokel, 1984).



Şekil 4.3 : Plazma lambasının şematik kesiti (Tokel, 1984)



Fotoğraf 4.1 : ICP-MS.

Bu yöntemle analizi yapılan 11 elementin ACME Analitical laboratories Ltd. Laboratuvarlarına ait en düşük saptanabilirlik sınırları Tablo 4.1’de ve örneklerin analiz sonuçları ise Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Elementlerin ICP-MS yöntemi ile en düşük saptanabilirlik sınırları (ACME LAB., 2002).

ELEMENT		ELEMENT	
BAKIR (Cu)	0,01 ppm	KADMİYUM (Cd)	0,01 ppm
KURŞUN (Pb)	0,01 ppm	KROM (Cr)	0,5 ppm
ÇİNKO (Zn)	0,1 ppm	ALÜMİNYUM (Al)	0,01 %
NİKEL (Ni)	0,1 ppm	CİVA (Hg)	5 ppb
KOBALT (Co)	0,1 ppm	SELENYUM (Se)	0,1 ppm
ARSENİK (As)	0,1 ppm		

Tablo 4.2 : ICP – MS yöntemi ile yapılan örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

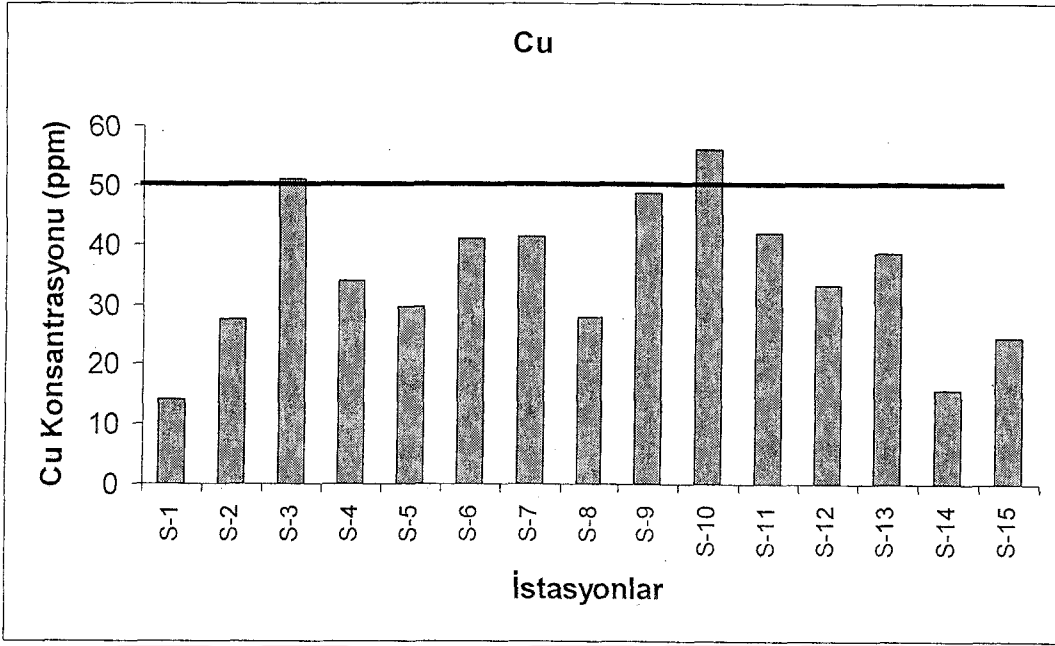
İstasyon	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Al (%)	Hg (ppb)	Se (ppm)
S-1	14,24	19,67	63	18,1	23,7	8,4	0,16	19,4	1,08	75	0,2
S-2	27,37	24,2	77,9	34,8	12,7	11,6	0,12	26,6	1,4	77	0,3
S-3	51,11	34,17	325	45,1	14,4	7,6	0,25	35,1	1,32	574	0,5
S-4	33,89	15,05	70,6	53,6	16,6	7,8	0,2	51,8	1,99	34	0,4
S-5	29,49	17,68	62,8	48	16,9	5,9	0,32	44,9	2,18	58	0,4
S-6	41,05	12,75	63,6	38,6	17,7	5,6	0,15	37,4	2,11	44	0,3
S-7	41,1	28,27	192,4	49,9	13,9	9,7	0,2	60,4	2,91	55	0,8
S-8	27,9	17,87	59,8	37,2	15,7	7,3	0,15	39,4	1,85	41	0,4
S-9	48,57	13,11	72,3	31	20,2	6,6	0,16	29,2	2,27	43	0,2
S-10	55,85	8,85	70,8	16,4	21,7	4	0,13	20,2	2,43	24	0,1
S-11	41,82	12,86	61,3	11,3	23,4	4,7	0,13	16	2,95	42	0,2
S-12	33,09	28,86	105,6	48,2	16,9	10,6	0,27	47,5	2,2	64	0,4
S-13	38,7	16,14	76,8	61,6	18,4	10,3	0,17	66	2,68	19	0,4
S-14	15,72	8,17	36,5	30,6	9,3	4,5	0,05	41,3	1,31	29	0,2
S-15	24,42	13,94	53,6	56,5	16,9	8	0,07	42,2	1,61	52	0,3
Ortalama	32,21	16,18	92,8	38,72	17,22	7,5	0,168	38,5	2,02	82	0,34

4.5 Çalışma Alanındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonları

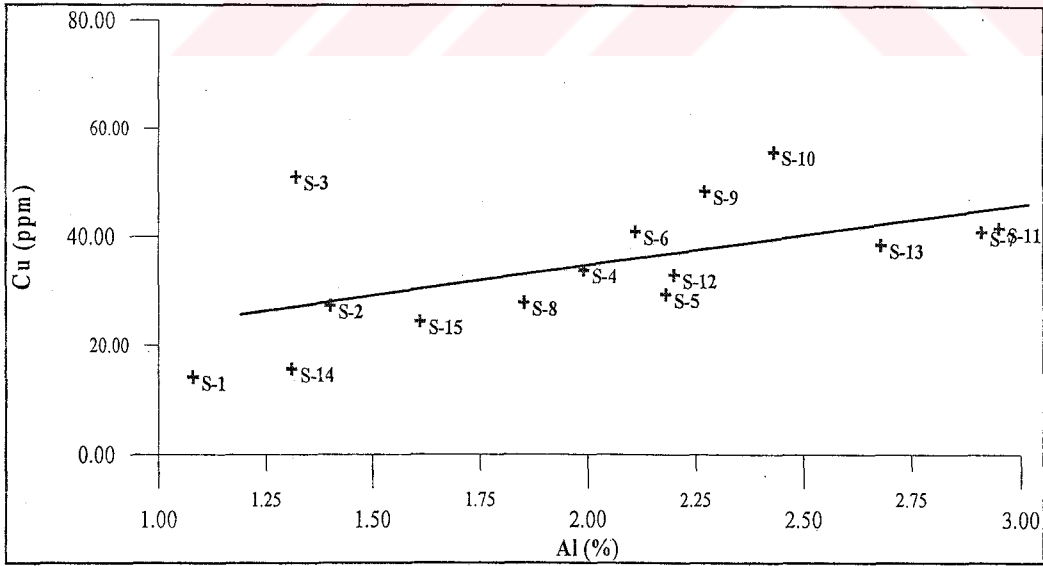
Çalışma alanındaki ağır metal konsantrasyon değerleri numunelerin alındığı istasyonlara göre aşağıda histogramlar şeklinde gösterilmiştir (Şekil 4.4a, 4.5a, 4.6a, 4.7a, 4.8a, 4.9a, 4.10a, 4.11a, 4.12a ve 4.13a). Saptanan bu değerler Türkiye toprak kirliliği yönetmeliğinde kabul edilen değerlerle karşılaştırılmış, Türkiye toprak kirliliği yönetmeliği de Avrupa Birliği Ülkelerince kendi ülkelerinde kabul edilen sınır değerlerle karşılaştırılarak sonuca gidilmeye çalışılmıştır. İstasyonların yaklaşık lokaliteleri ve bu istasyonlarda sınır değerleri aşan ağır metaller Şekil 4.14'de verilmiştir.

İz elementlerin toprakta birikimine tesir eden en önemli faktör adsorbans olayıdır. Adsorbans iz elementin başlıca kil, Fe-Mn oksit ve bazı organik malzemenin kolloidal partikül yüzeylerine, kristal kafesi yapısının içine girmeden, yapışmasıdır (Rose et al., 1979). Bu partiküller adsorbant olarak isimlendirilir. Toprak içindeki en önemli adsorbant grup fillo silikatlar, metal oksit, oksit hidroksit ve hidroksitlerdir (Sparks, 1995). Her ne kadar üst toprakta bu adsorbantlar B zonuna göre az bulunsa da, özellikle kil minerallerinin belli bir oranda üst toprakta bulunması olağandır. Dolayısıyla bu da iz element birikimine tesir edecektir.

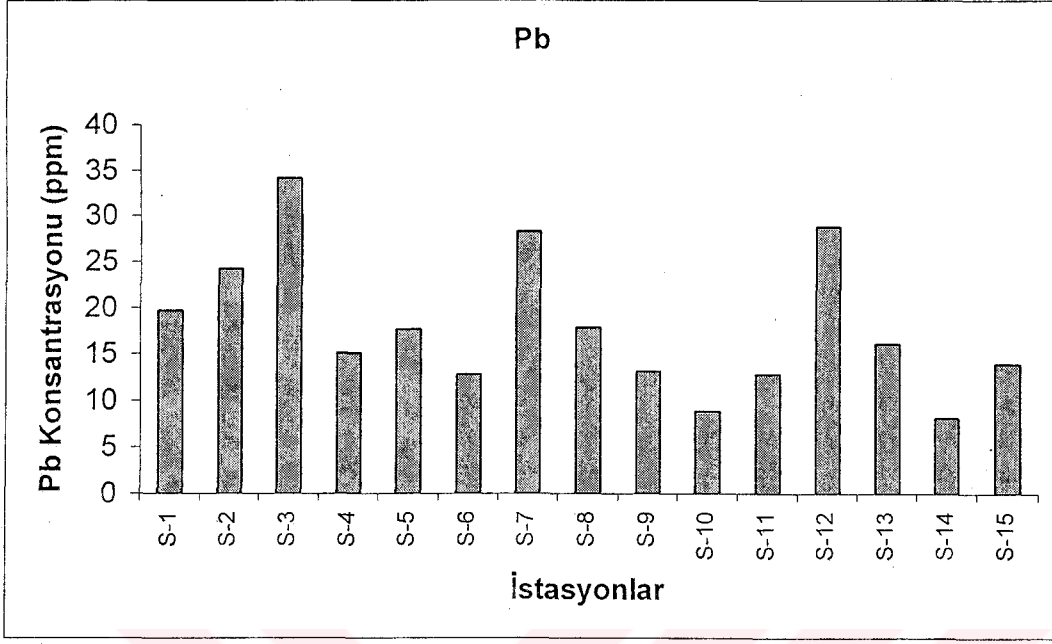
Çalışmamızda alınan toprak örneklerindeki kil minerallerinin çokluğunun yaklaşık değerini saptamak amacıyla alüminyum ölçümleri yapılmış ve örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları diyagramları ile birlikte bu dağılımın alüminyum çokluğu ile ilgisi de ayrıca gösterilmiştir (Şekil 4.4b, 4.5b, 4.6b, 4.7b, 4.8b, 4.9b, 4.10b, 4.11b, 4.12b ve 4.13b). Tüm dağılımlarda ağır metal konsantrasyonu ile alüminyum miktarları arasında genel bir bağıntı gözlenmemiştir. Ancak Cu-Co-Se konsantrasyonları ile Al çokluğu arasında gözlenebilir bir ilgi saptanmıştır.



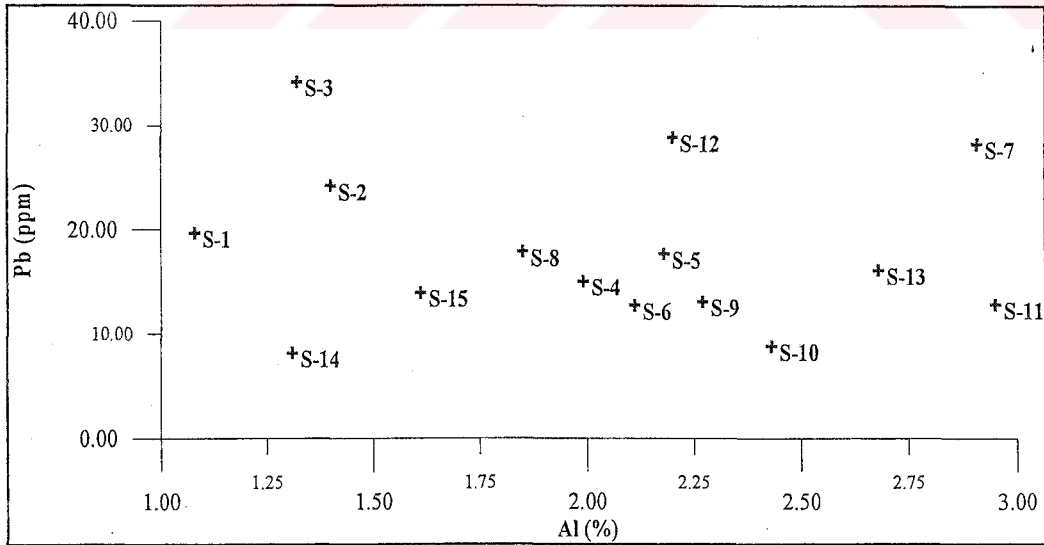
Şekil 4.4a : Bakır ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



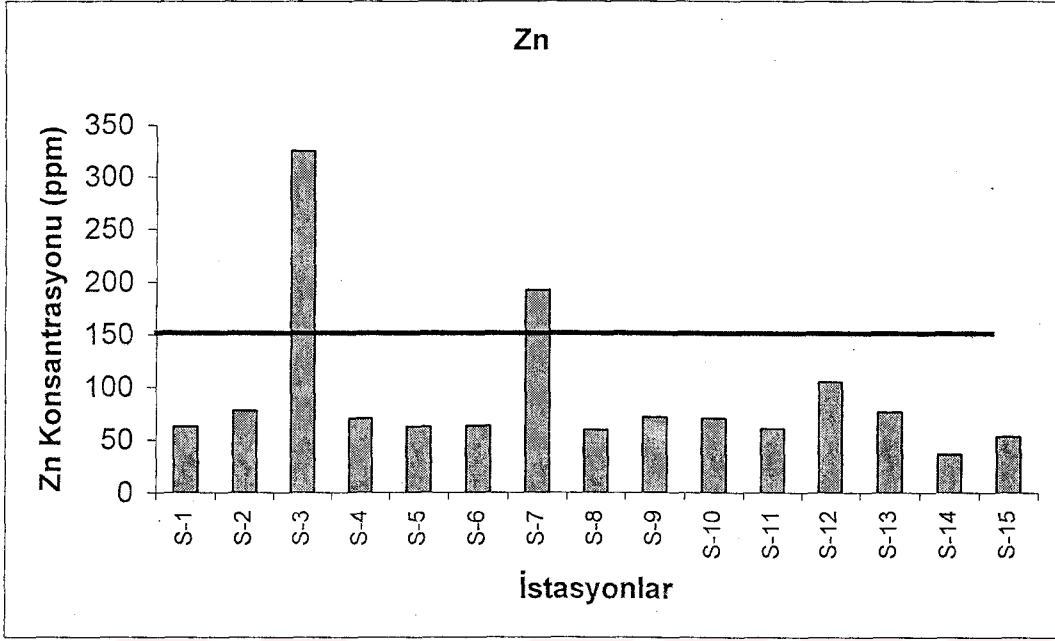
Şekil 4.4b : Cu-Al dağılım grafiği.



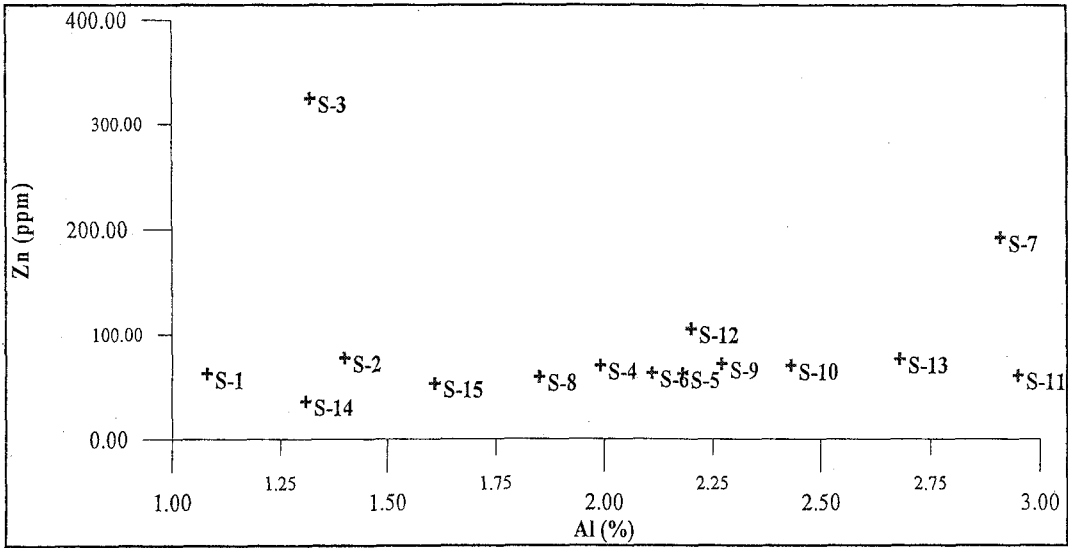
Şekil 4.5a : Kurşun ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



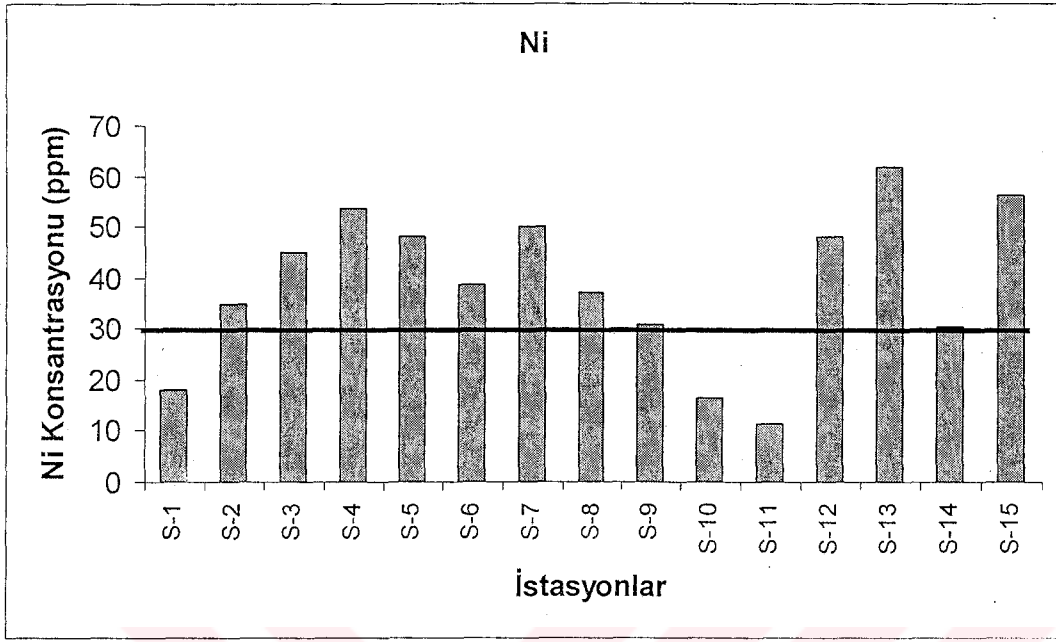
Şekil 4.5b : Pb-Al dağılım grafiği.



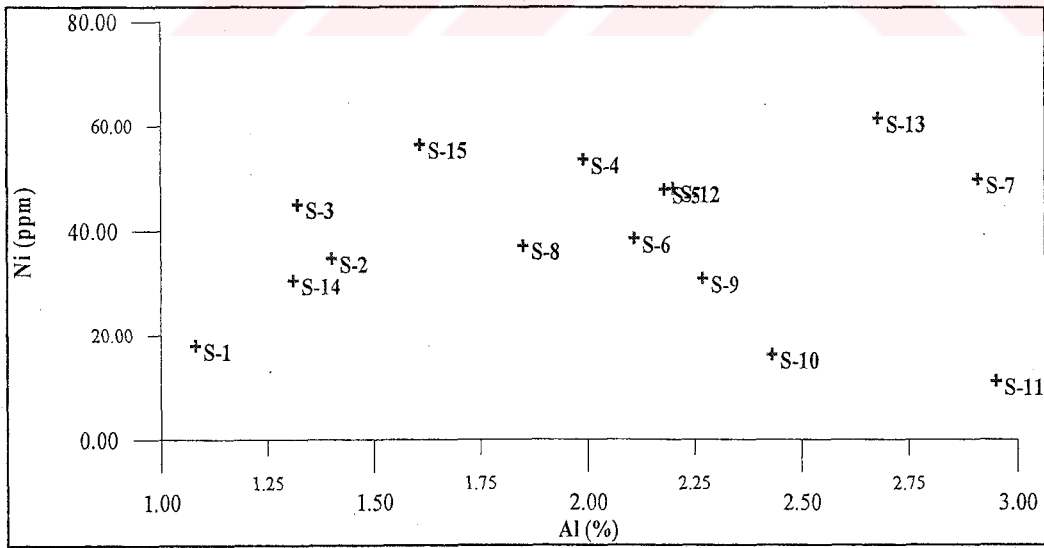
Şekil 4.6a : Çinko ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu



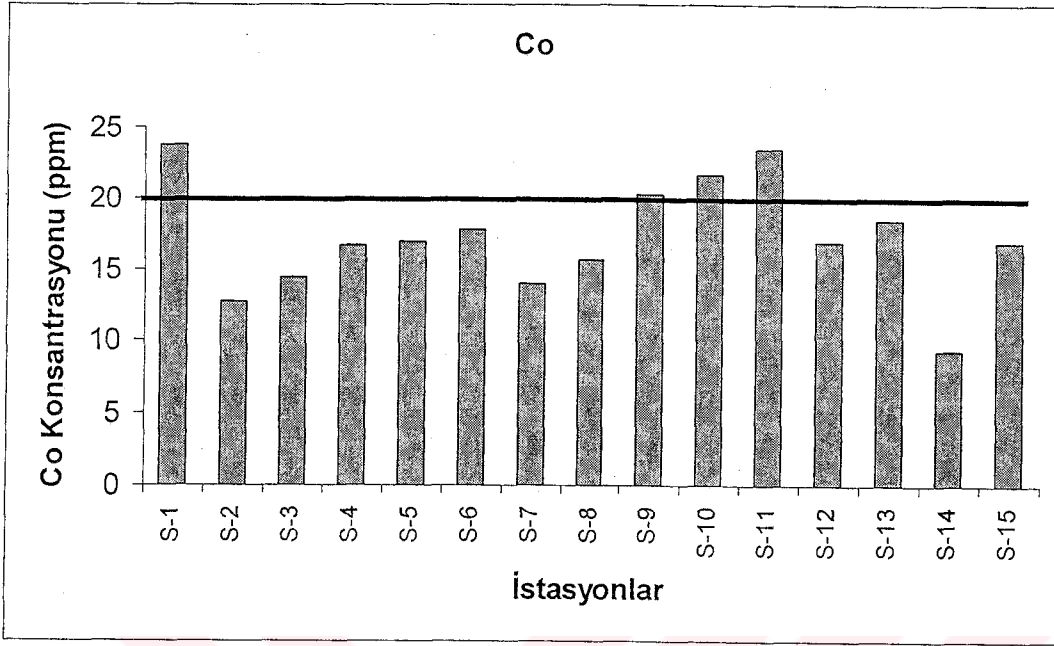
Şekil 4.6b : Zn-Al dağılım grafiği.



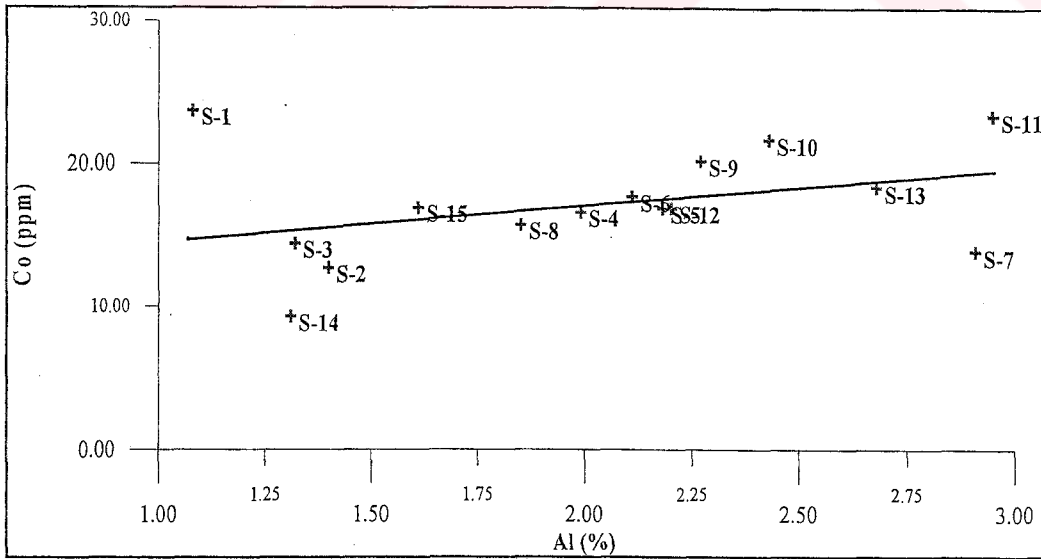
Şekil 4.7a : Nikel ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



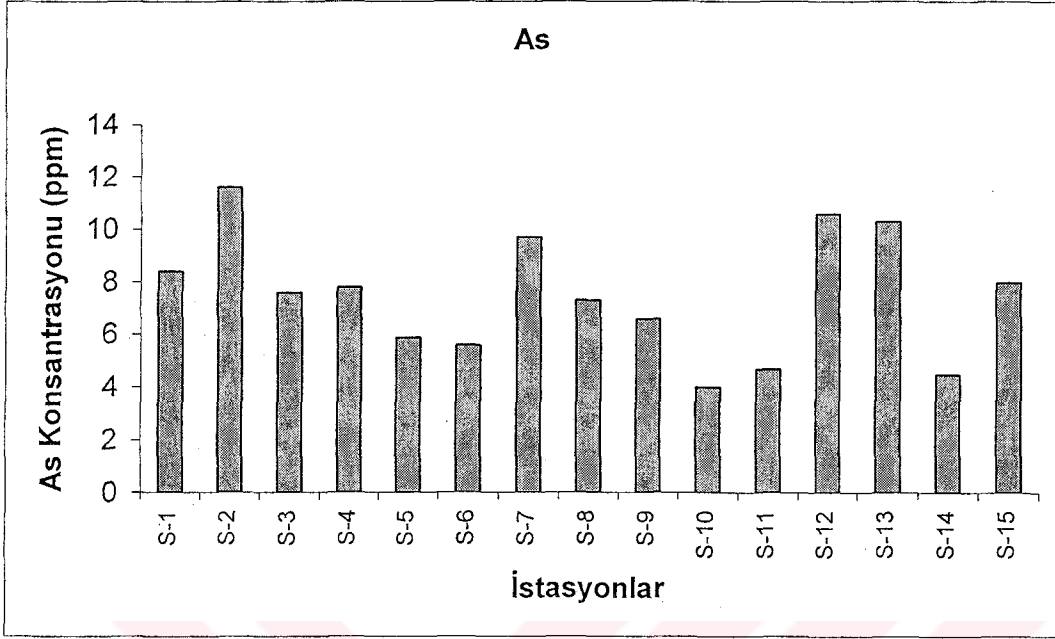
Şekil 4.7b : Ni-Al dağılım grafiği.



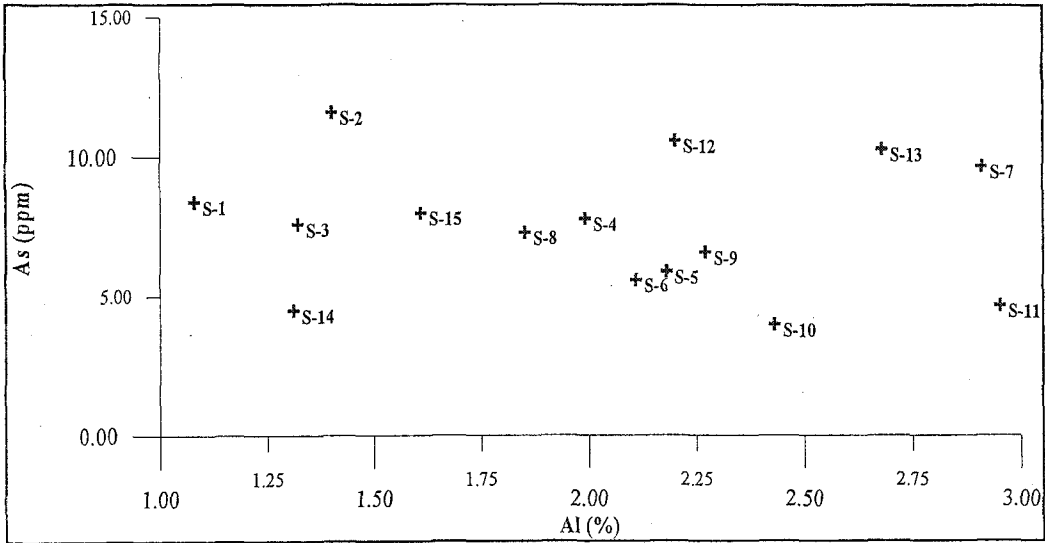
Şekil 4.8a : Kobalt ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu



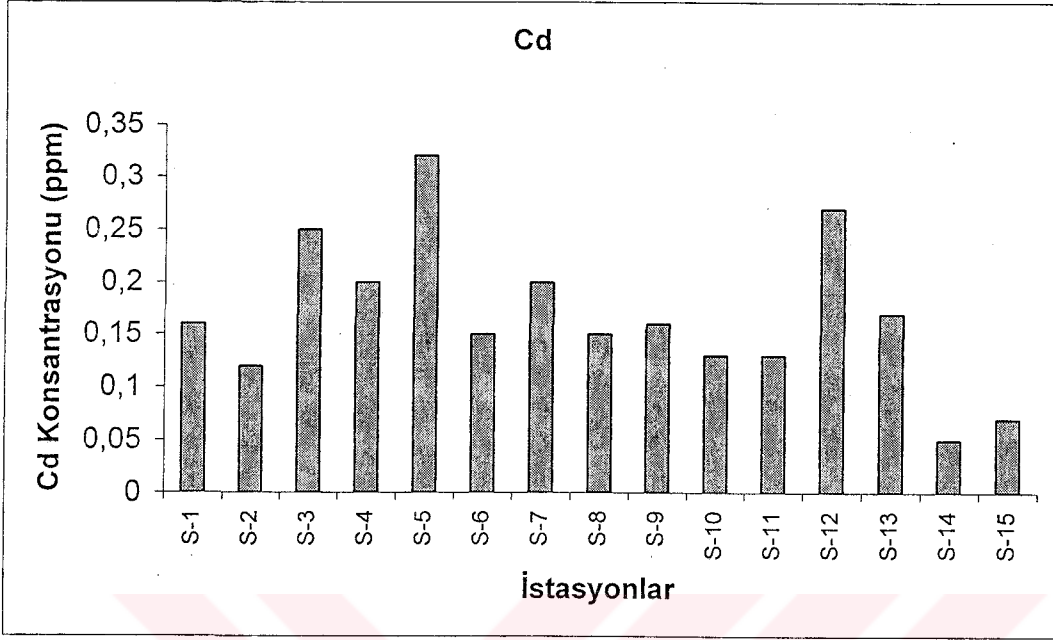
Şekil 4.8b : Co-Al dağılım grafiği.



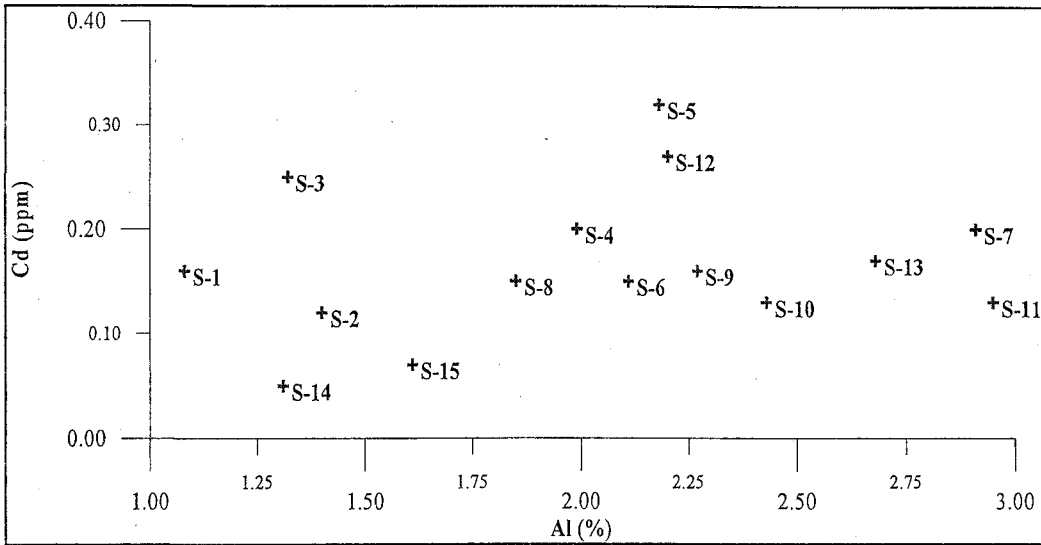
Şekil 4.9a : Arsenik ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu



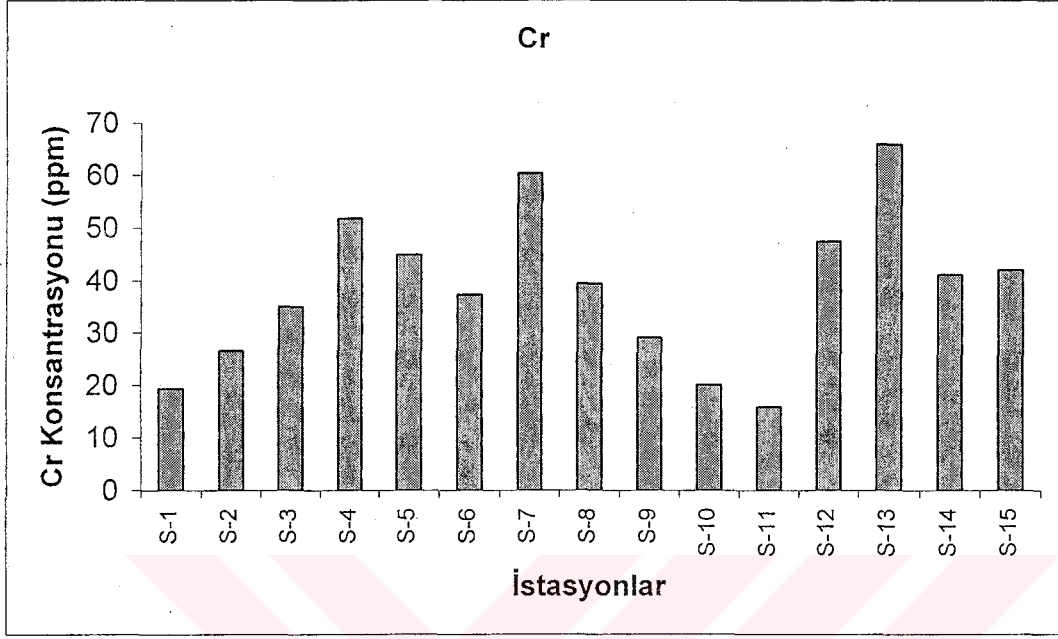
Şekil 4.9b : As-Al dağılım grafiği.



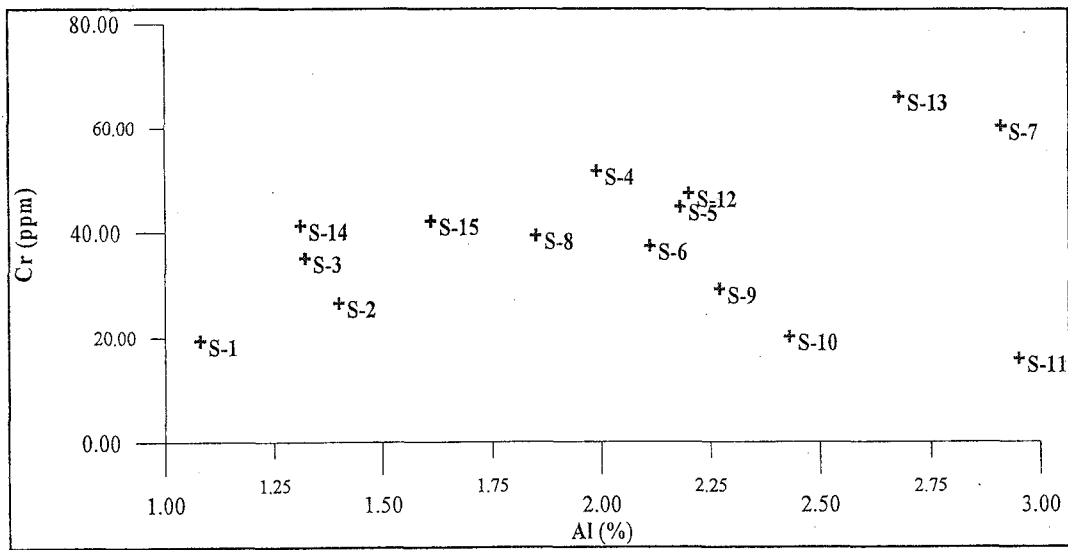
Şekil 4.10a : Kadmiyum ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



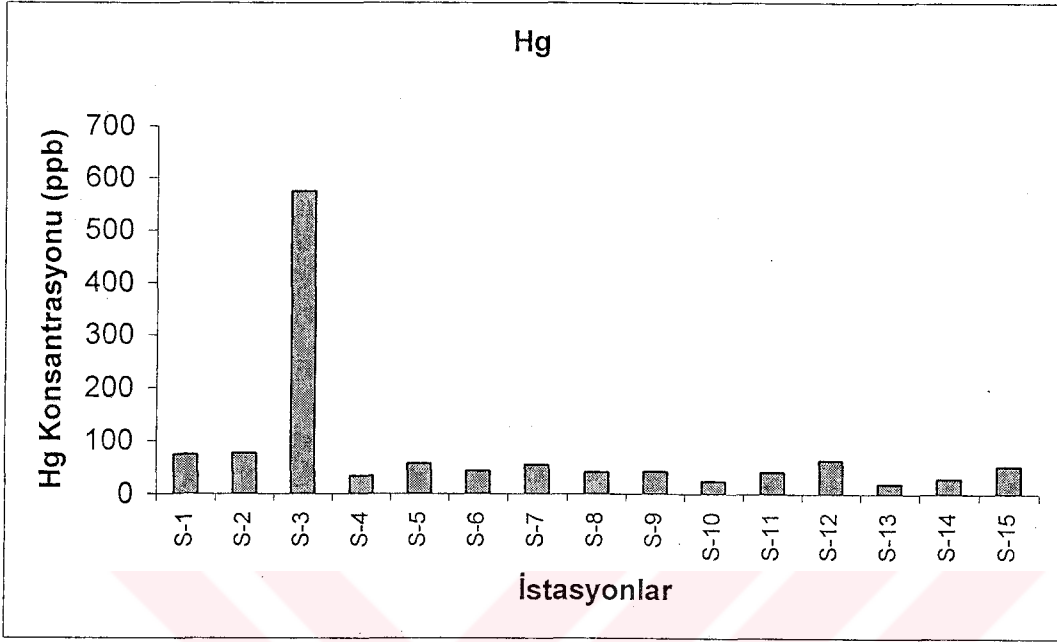
Şekil 4.10b : Cd-Al dağılım grafiği.



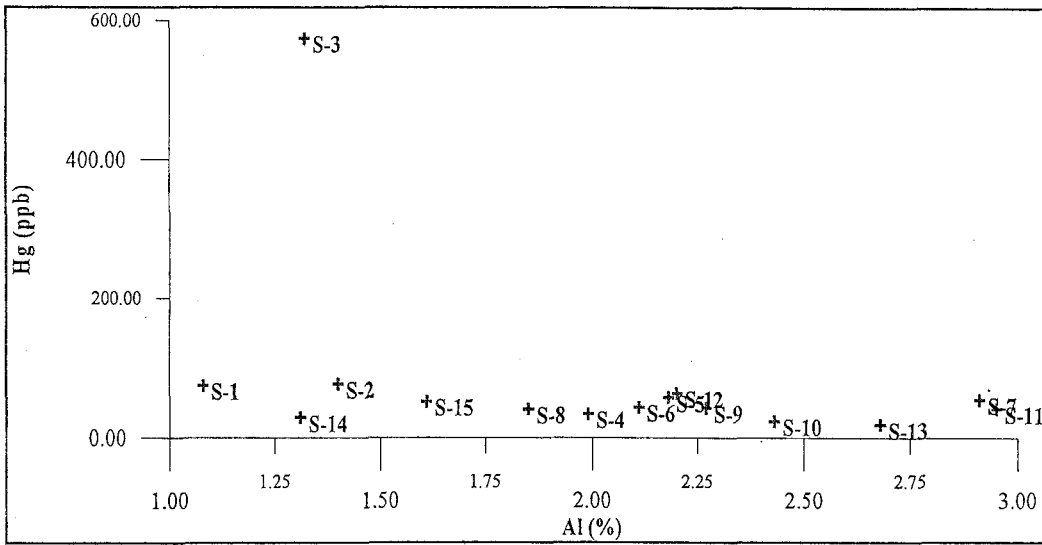
Şekil 4.11a : Krom ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



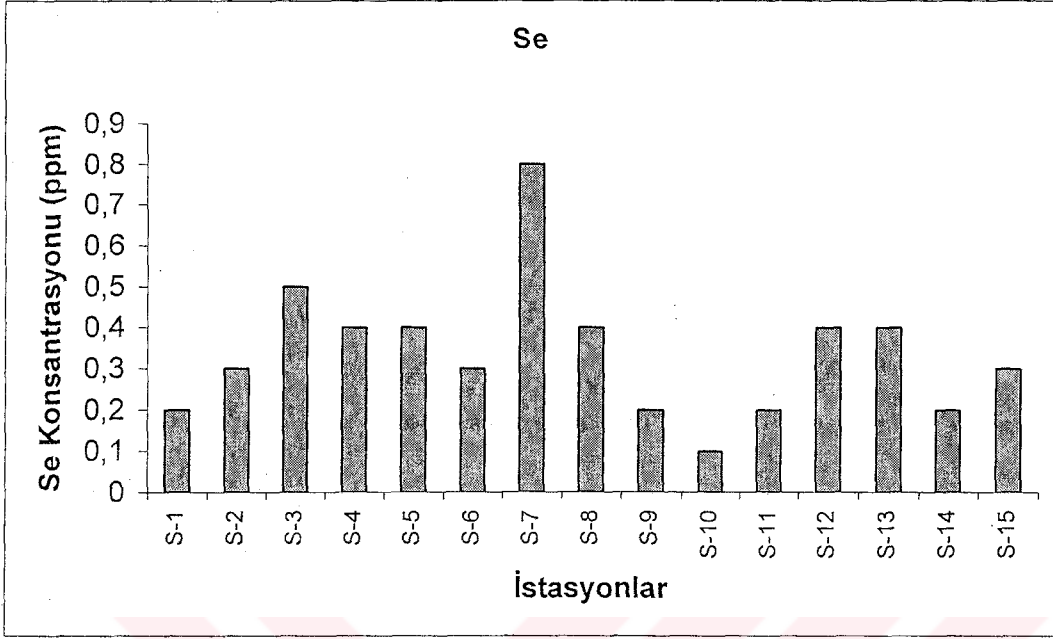
Şekil 4.11b : Cr-Al dağılım grafiği.



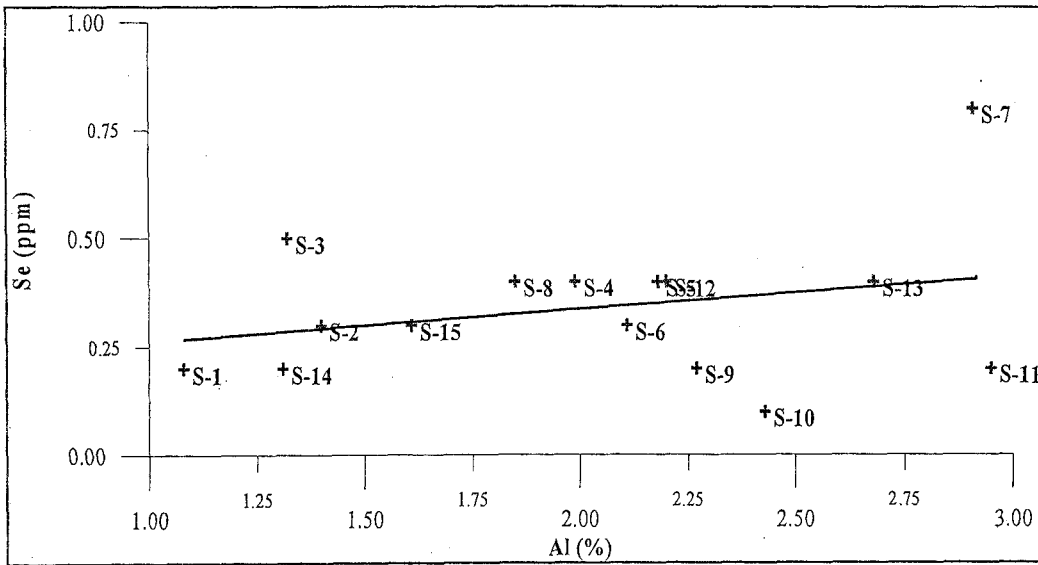
Şekil 4.12a : Civa ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



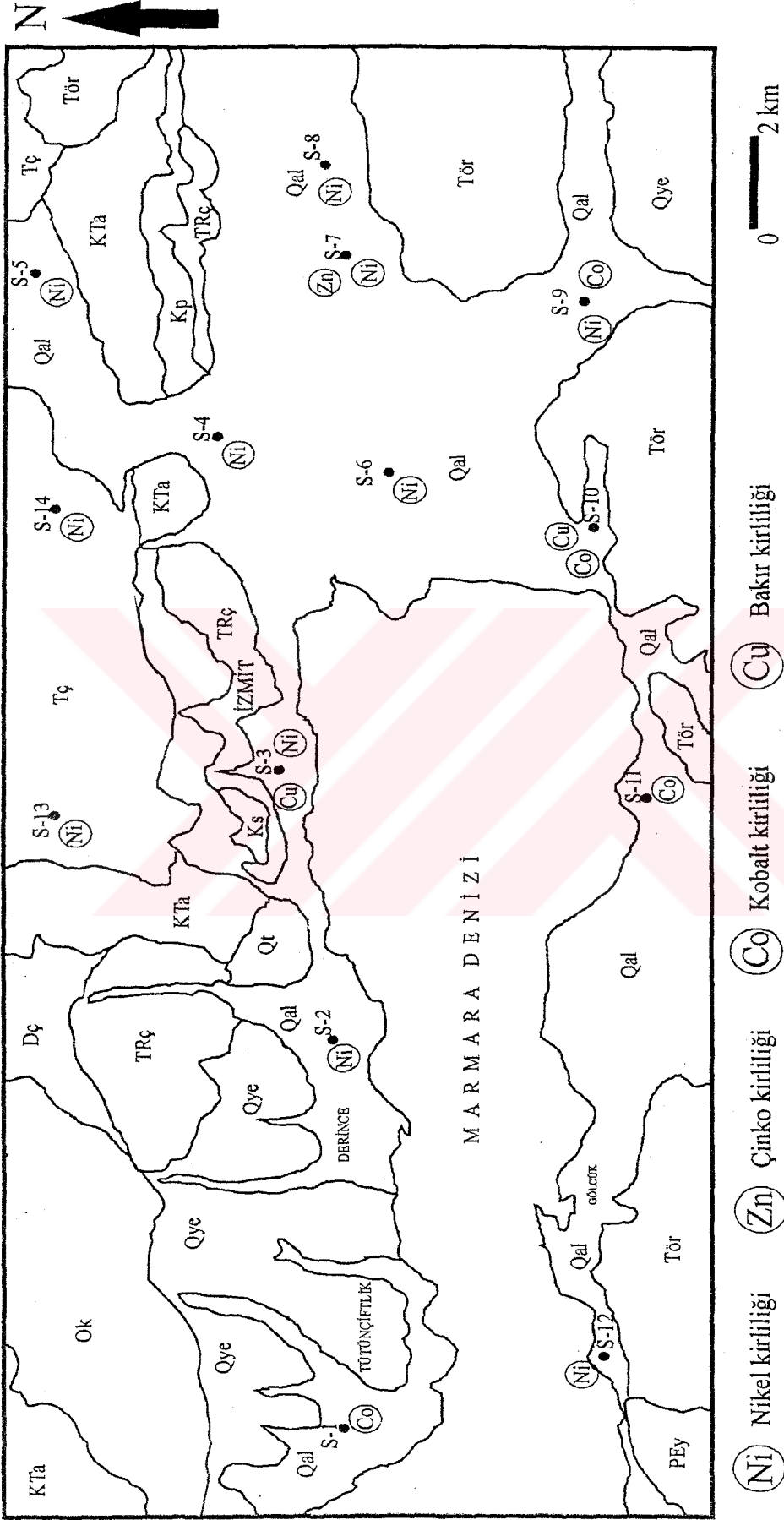
Şekil 4.12b : Hg-Al dağılım grafiği.



Şekil 4.13a : Selenyum ağır metalinin istasyonlara göre konsantrasyonu.



Şekil 4.13b : Se-Al dağılım grafiği.



Şekil 4.14 : İzmit ve civan ağır metal kirliliğinin görüldüğü istasyonlar.

Tablo 4.3 : Toprak kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre toprak kirleticilerin sınır değerleri.

Ağır Metal	Sınır Değerler (ppm)	Ağır Metal	Sınır Değerler (ppm)
Bakır	50	Arsenik	20
Kurşun	50	Kadmiyum	1
Çinko	150	Krom	100
Nikel	30	Civa	1
Kobalt	20	Selenyum	5

Yukarıda 10.12.2001 tarih ve 24609 sayılı Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan toprakta bulunan ağır metal kirleticilerin sınır değerleri verilmiştir. Bu sınır değerler ile inceleme alanında bulunan ağır metal kirleticilerin konsantrasyonu aşağıdaki tabloda karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.4 : Çalışma alanı ağır metal konsantrasyonları ile sınır değerlerin karşılaştırılması.

Ağır metaller	İstasyonlarda gözlenen Ağır metalin maksimum-minimum konsantrasyonu (ppm)	Ağır metal konsantrasyonlarının sınır değerleri aştığı istasyonlar
Bakır	55,85-14,24	S-3 ve S-10
Kurşun	34,17-8,17	Gözlenmedi
Çinko	325-36,5	S-3 ve S-7
Nikel	61,6-11,3	S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8, S-9, S-12, S-13, S-14 ve S-15

Kobalt	23,7-9,3	S-1, S-9, S-10 ve S-11
Arsenik	11,6-4	Gözlenmedi
Kadmiyum	0,27-0,05	Gözlenmedi
Krom	66-16	Gözlenmedi
Civa¹	574-19	Gözlenmedi
Selenyum	0,8-0,1	Gözlenmedi

Civa¹ : Civa konsantrasyonu tabloda ppb olarak verilmiştir.

Buna göre inceleme alanındaki topraklarda bulunan bakır ağır metal kirleticisi konsantrasyonu S-3 ve S-10 istasyon bölgelerinde sınır değerlerin üzerine çıkmıştır. S-3 ve S-7 istasyonlarında ise çinko ağır metal kirleticisinin konsantrasyonu sınır değerleri aşmıştır. Nikel ağır metal kirleticisi konsantrasyonu S-1, S-10 ve S-11 istasyon bölgeleri hariç diğer tüm istasyonlarda sınır değerlerin üzerindedir. Kobalt ağır metal kirleticisi de S-1, S-9, S-10 ve S-11 istasyonlarında sınır değerleri aştığı görülmüştür. Diğer ağır metal kirleticileri; Pb, As, Cd, Cr, Hg ve Se nin konsantrasyonlarının 10-12-2001 tarihli yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin üzerinde çıkmadığı belirlenmiştir.

Türk Çevre Mevzuatı'nda yer alan 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde sanayi tiplerine ait atık tür, özellik ve sınır değerleri verilmektedir. Bu çalışmada kirlilik oluşturan bakır, çinko, nikel ve kobalt ağır metalleri, yönetmelikte bahsedilen sanayi kollarına ait atık tiplerinde bulunan elementler ile istasyonların çevresinde bulunan fabrikalar karşılaştırılarak kirletici kaynağı yorumu yapılmaya çalışılmıştır.

Bu sonuçlarına göre çalışma alanını içerisinde alınan numunelerde Ni, Cu, Co ve Zn kirliliği sınır değerler üzerindedir. Yönetmelikte bu elementlere ait kirletici sektörleri petrokimya, metal, kimya, selüloz, kağıt ve karton sanayileri olarak verilmektedir. Bölgede bu sektörlerle ait bir çok fabrika mevcuttur. Meydana gelen bu kirliliğin fabrikaların atıklarından oluşabileceği düşünülmektedir.

Avrupa Birliği üye ÷lkeleri tarafından kendi ÷lkelerinde belirlenmiş topraktaki Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ve Zn ağır metal konsantrasyonları sınır değerleri tablo 4.5 de verilmiştir. Türkiye’de uygulanan toprak kontrolü yönetmeliğinde yer alan sınır değerler ile Avrupa Birliği ÷lkelerince kendi ÷lkelerinde belirlenen ağır metal sınır değerleri arasında çeşitli farklılıklar vardır.

Buna göre yönetmelikte yer alan; Cd sınır değeri, Danimarka, Finlandiya ve İskoçya’dan yüksek, İrlanda’ya eřit ve diğer ÷lkelere oranla daha dūřuktur. Cr sınır değeri, Belçika’nın Flanders kantonu ile Danimarka ve İskoçya’ya oranla yüksek, Belçika’nın Wallonia kantonu ve Almanya’ya, eřit diğer ÷lkelerin sınır değerlerinden ise azdır. Cu sınır değeri, Danimarka ve İskoçya’ya oranla yüksek, Wallonia ve İrlanda’ya eřit, diğer ÷lkelere oranla dūřuktur. Hg sınır değeri, Danimarka, Finlandiya ve İskoçya’ya göre daha fazla, Wallonia, Almanya, Fransa, İrlanda ve İngiltere’ye eřit, Flanders, Lüksemburg ve Polonya’ya oranla daha azdır. Ni sınır değeri, Danimarka’dan yüksek, İrlanda ve İskoçya’ya eřit, diğer ÷lkelere göre ise dūřuktur. Pb sınır değeri, Danimarka ve İskoçya’ya oranla yüksek, İrlanda’ya eřit ve diğer ÷lke değerlerinden dūřuktur. Zn sınır değeri ise, Danimarka ve İskoçya’dan fazla, Finlandiya ve İrlanda sınır değerlerine eřit, Belçika’nın her iki kantonu, Almanya, Fransa, Lüksemburg, Polonya ve İngiltere’de uygulanan sınır değerlerden dūřuktur.

Cd, Cu, Pb ve Zn ağır metalleri daha önceden de bazı şehir topraklarında çalışılmıştır. İnceleme alanındaki metal konsantrasyonlarının ortalama değerleri, diğer şehir merkezi toprakları ile Tablo 4.6 da karşılaştırılmıştır.

Kadmiyum, inceleme alanında 0,168 (ppm) ortalama değerinde iken, Hong Kong oyun bahçelerinden alınan örnekte 2,18 (ppm) değerine ulaşmıştır. Bakır ortalama olarak 32,21 (ppm) civarında iken, Hamburg’da 146,6 (ppm) olarak şehir toprağında belirlenmiştir. Kurşun inceleme alanında 16,18 (ppm) olarak bulunmasına karşın, Londra’da bu değer 294 (ppm) olarak ölç÷lmüştür. Çinko ise 92,8 (ppm) civarında ortalama değere sahipken, Hamburg’da bu değer 516 (ppm) ulaşmaktadır.

Tablo 4.5 : Avrupa Birliği ülkelerince uygulanan toprakta ağır metal sınır değerleri (Directive 86/278/EEC on sewage sludge, (ppm)).

Ağır Metal	Belçika		Almanya	Danimarka	Fransa	Finlandiya
	Flanders	Wallonia				
Kadmiyum	1,2	2	1,5	0,5	2	0,5
Krom	78	100	100	30	150	200
Bakır	109	50	60	40	100	100
Cıva	5,3	1	1	0,5	1	0,2
Nikel	55	50	50	15	50	60
Kurşun	120	100	100	40	100	60
Çinko	330	200	200	100	300	150

Ağır Metal	İrlanda	Lüksemburg	Polonya	İskoçya	İngiltere	Türkiye
Krom	-	100-200	200	60	-	100
Bakır	50	50-140	100	40	135	50
Cıva	1	1-1,5	1,5	0,3	1	1
Nikel	30	30-75	75	30	75	30
Kurşun	50	50-300	300	40	300	50
Çinko	150	150-300	300	100 - 150	300	150

Tablo 4.6 : Şehir topraklarında ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırılması (ppm).

Ağır Metal	Londra ¹	Glasgow ²	Hong Kong ³	Hong Kong ⁴	Doon Valley ⁵	Bangkok ⁶	Manila ⁷	Hamburg ⁸	Bu çalışma
Cd	1	0,53	1,89	2,18	-	0,29	0,57	2	0,168
Cu	73	97	27,5	24,8	52	41,7	98,7	146,6	32,21
Pb	294	216	100	93,4	110	47,8	213,6	218,2	16,18
Zn	183	207	93,9	168	23	118	440	516	92,8

1 Thornton (1991)

2 Gibson and Farmer (1986)

3 Wong et al. (1996)

4 Li et al. (2001)

5 Purohit et al. (2001)

6 Wilcke et al. (1998)

7 Pfeiffer et al. (1988)

8 Lux (1986)

BÖLÜM-5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İzmit Türkiye'nin en gelişmiş sanayi ilidir. Örneğin, petrokimya ve yan sanayi kolları ülke payının %33 ünü karşılamaktadır. Bölge son 20 yılda daha önceleri tarım amaçlı olarak kullanılan topraklar üzerinde hızla sanayileşmiştir. Sanayinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi uzun yıllar göz ardı edilmiştir. Bu çalışmada sanayi kuruluşlarının toprakta ağır metal kirlilik parametresi araştırılarak İzmit ve civarındaki mevcut durum tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla sanayi yoğun alanlarda alınan toprak numunelerine ait kirlilik özellikleri aşağıda verilmektedir.

Çalışma alanında analizi yapılan ağır metallere bakır konsantrasyonu 14,24 ppm ile 55,85 ppm arasında değişmektedir. S-3 ve S-10 istasyonlarında bakır değerleri 10-12-2001 tarihinde belirlenen 24609 sayılı toprak kirliliği yönetmeliğindeki 50 ppm sınır değerini aşmıştır.

Kurşun konsantrasyonu 8,17 ppm ile 34,17 arasındadır. Bu değerler 50 ppm sınır değerinin altında kalmaktadır.

Çinko konsantrasyonu ise 36,5 ppm ile 325 ppm arasında değişmekte olup, S-3 ve S-7 istasyonlarında yönetmelik sınır değeri olan 150 ppm aşılmıştır.

Nikel konsantrasyonu 11,3 ppm ile 61,6 ppm arasında bulunmuş ve S-1, S-10 ve S-11 istasyonları hariç diğer tüm istasyonlarda 30 ppm sınır değerin üzeri çıkmıştır.

Kobalt konsantrasyonu 9,3 ile 23,7 ppm arasında değişmektedir ve bu değerler S-1, S-9, S-10 ve S-11 istasyonlarında 20 ppm sınır değerini aşmıştır.

Çalışma alanında arsenik konsantrasyonu 4 ppm ile 11,6 ppm arasında bulunmuş ve bu değerlerin yönetmelikte belirtilen 20 ppm sınırı aşmadığı belirlenmiştir.

Kadmiyum konsantrasyonu 0,05 ppm ile 0,27 ppm arasındadır. Hiçbir istasyonda 1 ppm sınır değeri aşılmamıştır.

Krom konsantrasyonu 16 ppm ile 66 ppm değerleri arasında olup, yönetmelikte belirtilen 100 ppm sınır değerinin altındadır.

Civa konsantrasyonu 19 ppb ile 574 ppb arasındadır ve yönetmelikteki 1 ppm sınır değerini aşmamıştır. Çalışma alanında belirlenen maksimum 574 ppb değeri Seka Kağıt Fabrikası'ndan alınan toprak numunesinde tespit edilmiştir.

Selenyum konsantrasyonu ise 0,1 ppm ile 0,8 ppm arasında bulunmuş ve 5 ppm sınır değerinin altında olduğu gözlemlenmiştir. Ancak S-10 istasyonunda Se konsantrasyonunun toprakta bulunması gereken minimum 0,1 ppm sınır değerinde olduğu saptanmıştır. Selenyumdaki bu konsantrasyon düşüklüğü insanlarda görülen (WMD) adale hastalığına sebebiyet verebileceği düşünülmektedir

Türk Çevre Mevzuatı'nda sanayi kolları ve bunların atık türleri ile sınır değerleri belirtilmiştir. Çinko, bakır, kobalt ve nikel petrokimya, metal ve metal kaplama, alaşım, akü, selüloz , kağıt ve karton sanayinde kullanılan ağır metallerdir. Bu tip sanayi kuruluşları çalışma alanında yoğun olarak bulunması kirliliğin sanayi kökenli olabileceğini düşündürmektedir.

Elde edilen değerlerin diğer sanayi yoğun şehirlerin topraklarında saptanan ağır metal değerleriyle karşılaştırıldığında, İzmit ve civarında meydana gelen kirlenmenin az olduğu görülmüştür. Ancak bu sonucun örneklerin azlığından da kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir.

Bölgede incelenen metalleri girdi olarak kullanan tüm fabrikaların, bu metalleri atıkları ile çevreye bırakmamaları için daha gelişmiş arıtma sistemleri kullanmaları önerilmektedir. Ayrıca bölgede yaşayan insanların ağır metaller ve bunların etkileri konusunda daha da bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. ABBASI, S. A., NIPANEY, P.C., SONI, R. 1989. Environmental Status of Cobalt and Its Micro Determination with 7-Nitroso-8-Hydroxyquinoline-5-Sulfonic Acid in Waters, Aquatic Weeds and Animal Tissues. Anal Lett 22(1):225-235.
2. AKYOL, Z. ve diğ., 1974. Kurucaşile Dolayının Jeolojisi Haritası, MTA Enst., Ankara.
3. ALTINLI, E., 1968. İzmit Hereke-Kurucadağ Alanının Jeoloji İncelemesi. MTA Ens. Dergisi, Ankara.
4. ANDERSSON, A., 1979. Mercury In Soils. In: Nriagu JO, ed. The Biogeochemistry of Mercury In the Environment. New York, NY: Elsevier/North Holland Biomedical Press, 79-112.
5. ANONYMOUS, 1994. Heavy Metals in Sewage Sludge. Fd Chem Toxic 32(6):583-588.
6. ARHAN, Y., 1997. Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Zeminlerin Islahı, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, Cilt II, s. 441-442.
7. ATSDR, 1990. Toxicological Profile for Copper. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
8. ATSDR, 1994. Toxicological Profile for Zinc. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
9. ATSDR, 1997 Toxicological Profile for Nickel. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
10. ATSDR, 1999a. Toxicological Profile for Lead. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
11. ATSDR, 1999b. Toxicological Profile for Cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
12. ATSDR, 1999c. Toxicological Profile for Mercury Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
13. ATSDR, 2000a. Toxicological Profile for Arsenic. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.

14. ATSDR, 2000b. Toxicological Profile for Chromium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
15. ATSDR, 2001a. Toxicological Profile for Cobalt. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
16. ATSDR, 2001b. Toxicological Profile for Selenium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.
17. AYBERK, S., 2000a. Toprak Ekosistemlerinde Fiziksel ve Kimyasal Bozulma, Koruma ve İyileştirme, Kocaeli.
18. AYBERK, S., 2000b. Çevre Kirliliği ve Kontrol Yöntemleri, Kocaeli.
19. AYDIN, M. ve diğ., 1987. Çamdağ (Sakarya)-Sünnicedağ (Bolu) Yöresinin Jeolojisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 30, 1-14, Ankara.
20. BAUSCELLS, M. and KELPO, M. T., 1985. Cadmium Determination in Soils Extracts by Furnace AAS Anal. Chem., Vol. 22, pp. 61-70.
21. BAYKAL, A. F., 1943. Adapazarı-Kandıra Bölgesinde Jeolojik Etüdü. İst. Üniv. Fen. Ak. Mecm., No:12, İstanbul.
22. BAYSU, N., ERSOY, E., 1986. Biokimya, A. Ü. Veteriner Fak. Yayınları No: 408, Ders Notları, Ankara.
23. BIGGINS, P. D. E. and HARRISON, R. M., 1980 Chemical Specification of Lead Compounds In Street Dusts. Envir. Sci. Tech., Vol. 14, pp. 9-336.
24. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2000. Report From the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of Community Waste Legislation, Directive 86/278/EEC on sewage sludge.
25. ÇAKIR, Ş., 1998. İzmit-Körfez (Kocaeli) Dolayının ve Kuzeyinin Stratigrafisi. Fırat Üniv. Jeo. Müh. Böl. 20. Yıl Sempozy. Bil. s. 1-9, Kocaeli.
26. ÇAKIR, Ş., 2000. Demirciler-Sadıklar-Gündoğdu-Tütünçiftlik (Kocaeli) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, Kocaeli.
27. ÇEPEL, N., Toprak Kirliliği ve Çevreye Verdiği Zararlar, TEMA Vakfı Koruma Yayınları: 14, İstanbul.
28. DUKE, J. M., 1980. Nickel in Rocks and Ores. In: Nriago JO. Ed. Nickel in the Environment New York, N. Y. : John Willey and Sons, Inc., 27-50.
29. EMSLEY, J., 1989. The Elements, Clarendon Press, Oxford, pp. 36-221, England.

30. EISLER, R. 1985. Cadmium Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic View. U.S. Fish Wild Serv Biol Rep 85(1.2) 1-46.
31. EPA, 1980. Exposure and Risk Assessment for Zinc. Washington, DC : U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards (WH-553). EPA 440/4-81-016 PB85-212009.
32. FUHRER, G.J., 1986. Extractable Cadmium, Mercury, Copper, Lead, and Zinc in the Lower Columbia River Estuary, Oregon and Washington. In: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report. Portland, OR: U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey 86:4088.
33. GEERING, H. R., CARY, E. E., JONES, L. H. P., ALLOWAY, W. H., 1968. Solubility and Redox Criteria for the Possible Forms of Selenium In Soils. SSSa. Prac. 32:35-40.
34. GIBSON, M.G., FARMER, J.G., 1986. Multi-Step Chemical Extraction of Heavy Metals From Urban Soils. Environ. Pollut. B 11, 117-135.
35. GÖNCÜOĞLU, M. C. ve diğ. 1986. Armutlu Yarımadasının Doğu Kesiminin Jeolojisi, Ankara.
36. GÜÇER, Ş., 1981. Atomik Soğurma Spektroskopisinin Çevre Kimyasındaki Önemi ve Sorunları, Profesörlük Tezi, İzmir.
37. HAKTANIR, K., 1983. Çevre Kirliliği, A. Ü. Ziraat Fak. Top. Böl., Ankara.
38. HASS, W., 1968. Das Alt-Palaozoikum von Bithynien (Nord-West-Türkei) N.
39. HERRICK, R. P., FRIEDLAND, A. J., 1990. Patterns of Trace Metal Concentration and Acidity in Mountain Forest Soils of Northeastern U. S. Water, Air, Soil Pollution, Vol. 53, pp. 7-151.
40. HURLBUT, C. S. Jr., ed. 1971. Dana's Manual of Mineralogy. 18th ed. New York, NY: John Wiley and Sons, Inc., 346-347.
41. ISO, 1995. Soil Quality. Extraction of Trace Elements Soluble in Aqua Regia. ISO-11466.
42. JORNAT, O. T. S. N. P., 1977. Zinc Emissions and Their Unfavorable Effect on Plant Production and Crop Quality. Cistota Ourdusia.
43. KETİN, İ., 1968. Relation Between General Tectonic Features and Main Earthquake Regions of Turkey. MTA Bull., 71, 63-67.
44. KOREL, H., ÖNCEL, A. O., 1995. İzmit Körfezinin Yapısal ve Sismolojik Özellikleri. Jeofizik Dergisi, 9, 10, 79-82.

45. KRAUSKOPT, K., 1979. Introduction to Geochemistry, Mc Graw - Hill Book Company.
46. LAGERWERF, J. V. and SPECHT, A. W., 1970. Contamination of Roadside Soil and Vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc. *Envir. Sci. Tech.* 4:583-586.
47. LI, X., POON, C., LIU, P. S., 2001. Heavy Metal Contamination of Urban Soils and Street Dusts in Hong Kong, *Applied Geochemistry*, pp. 1361-1368.
48. LLARADO M. et al., 1994. Radiocesium Behaviour in Mediterranean Conditions. *J., Environ Radioact.*, 23:81-100.
49. LUX, W., 1986. Schwermetallgehalte und Isoplethen in Boden, *Hamburger Bodenkundliche Arbeiten*, pp. 245.
50. MERIAN, E., 1985. Introduction on Environmental Chemistry and Global Cycles of Chromium, Nickel, Cobalt, Beryllium, Arsenic, Cadmium and Selenium, and Their Derivatives. *Curr Top Environ Toxicol Chem* 8:3-32.
51. NAS. 1977. Medical and Biologic Effects of Environmental Pollutants: Arsenic. Washington, DC: National Academy of Sciences.
52. OKAY, O. S. et al., 2001. Izmit Bay (Turkey) Ecosystem After Marmara Earthquake and Subsequent Refinery Fire: The Long Term Data. pp. 361-369, Kocaeli.
53. ÖNALAN, M., 1981. İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen İstifinin Çökelme Ortamları. *İ. Ü. Yerbilimleri Fak. Yerbilimleri Dergisi*, Cilt 2, 3-4, 161-177, İstanbul.
54. ÖZYILMAZ, G., 1999. İskenderun Körfezinde Endüstri Kuruluşlarının Neden Olduğu Hava ve Toprak Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, Antakya.
55. PARLAK, H., 1980. Mugil Ssp ve Chastmistyc Gluosus Üzerinde Kadmiyum, Demir ve Kurşun'un Ayrı Ayrı ve Birlikte Oluşturdukları Toksik Etkilerin Araştırılması, Doktora Tezi, E. Ü. Fen Fak. Hidrobiyoloji Enst., İzmir.
56. PERKINS, H., 1986. Air Pollution, Mc Graw - Hill Book Company.
57. PERWAK, J., BAYSSHE, S., GOYER, M., et al., 1980. Exposure and Risk Assessment for Copper. Cincinnati, OH: U. S. Environmental Protection Agency. EPA 440/4-81-015 NTIS PB85-211985.
58. PFEIFFER, E. M., FREGTAGI, SCHERPENSEEL, H. W., MIEHLICH, G., VICENTE, V., 1988. Trace Elements and Heavy Metals in Soils and Plants of the Southeast Asian metropolis *Hamburger Bodenkundliche Arbeiten*, pp. 264.

59. PUROHIT K. K., MUKHERJEE, P. K., KHANNA, P. P., SAINI N.K., RATHI, M. S., 2000. Heavy Metal Distribution and Environmental Status of Doon Valley Soils. India.
60. ROSE, A. W., HAWKES, H. E., WEBB, J. S., 1979. Geochemistry in Mineral Exploration, Academic Press, New York.
61. SAKINÇ, M. ve BARGU, S., 1989. İzmit Körfezi Güneyindeki Geç Pleyistosen Çökel Stratigrafisi ve Bölgenin Neotektonik Özellikleri, TJ Bült. 32 (1-2), 51-64S
62. SANER, S. ve diğ., 1981. Zonguldak Dolayının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi, Rapor No:1536, Ankara.
63. SARIASLAN, M. M. ve diğ., 1999. Kocaeli'nin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları, MTA, Ankara.
64. SEHMEL, G. A., 1962. Particle Resuspension from on Asphalt Road Caused by Tetraethyl Lead, Science N. Y., pp. 137-565.
65. SMITH, I.C., CARSON BL. 1981. Trace Metals in the Environment. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publisher.
66. ŞENGÖR, A. M. C. et al., 1999. A Preliminary Note on the Structure of the Gulf of İzmit. Implication for the Westerly Prolongation of the North Anatolian Fault. Proceedings ITU-IAHS Int. Conf., İstanbul.
67. ŞENTÜRK, K. Ve diğ., 1997. Adapazarı Belediyesi Düzenli Katı Atık Depolama Alanı (Taşkısığı Güneybatısı) ve Dolayının Jeoloji Etüdü, MTA, Ankara.
68. ŞERDAR, H. S. ve DEMİR, O., 1983. Bolu, Mengen, Devrek Dolayının Jeolojisi ve Petrol Olanakları. Türkiye Petrol S. O., Arama Grubu Rap. No:1781, Ankara.
69. SPARKS, D. L., 1995. Environmental Soil Chemistry, Academic Press, California.
70. THORNTON, I., 1991. Metal Contamination Soils in Urban Areas .In: Bullockp., Gregory P.J.(Eds.) Soils in the Urban Environment. Blackwell, pp.47-75.
71. TOKEL, S., 1984. Jeokimyasal Veriler ve Elde Edilmeleri, Jeokimya Temel Kavramlar ve İlkeler, Jeo. Müh. Oda. Yay. 32, Ankara.
72. TOLUN, L. G. Et al., 2001. The Pollution Status and Toxicity of Surface Sediments in İzmit Bay, Turkey, pp. 163-168, Kocaeli.
73. TOPRAK KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ, 2001. 24609.

74. TÜRK ÇEVRE MEVZUATI, 1988. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Cilt 2. Ankara.
75. USGS. 1984. Element Concentrations in Soils and Other Surficial Materials On of the Conterminous United States. U. S. Geological Survey. Professional Paper 1270.
76. ÜN, R., 1968. Metal Kimyası, s. 220-627.
77. VIDAL et al., 1994. Forest Soil Sampling for Pollution Assesment. Quim. Anal., 13:570-575.
78. WILCKE, W., MULLER, S., KANCHONAKOL, N., 1998. Urban Soil Contamination in Bangkok. Heavy Metal and Aluminium Partioning in Top Soil.
79. WONG, M.H., CHEN, T.B., WONG, J.W.C., 1996. Trace Metal Contamination of the Hong Kong Soil Environment: A Review. Contaminants and the Soil Environment in the Australia Pacific Region. Klummer Academic Publisher, Dordrecht, p.501-511.
80. YILMAZ, F.. 1999. Heavy Metal Pollution in Surface Soils of Industrial Sites of Kocaeli and Adapazarı, Master of Science, İstanbul.

EKLER

EK-1 : İzmit ve Cıvart (Kocaeli) Jeoloji Haritası.



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk öğrenimini Kütahya’nın Emet ilçesinde, orta ve lise öğrenimini ise Kütahya’da tamamladı. 1996 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2000 yılında mezun oldu ve aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları-Jeokimya anabilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.