

## İZMİT (KOCAELİ) CİVARINDA ENDÜSTRİLEŞMENİN TOPRAK AĞIR METAL DERİŞİMİNE ETKİSİ

Effect of Industrialization on Soil Heavy Metal Concentrations in Izmit (Kocaeli) Region

Cafer ÖZKUL\*

### ÖZET

Son yıllarda İzmit hızlı endüstrileşme ve yerleşmenin etkisi altında kalmıştır. Bu değişim İzmit civarında insan kaynaklı ağır metal kirlenmesine neden olmaktadır. Başlıca kirlenme kaynakları; eksoz ve sanayi emisyonları ile katı atık yakma tesisidir.

Bu çalışma İzmit civarı üst topraklarında ağır metal toprak kirliliğinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. 16 istasyondan alınan örneklerde çevre açısından önemli Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg, Se elementlerinin konsantrasyonları ölçülmüştür. Ayrıca karşılaştırma amacıyla kirlenmemiş uzak alanlardan 3 adet örnek alınmıştır. Ölçümler Cu, Zn, Ni ve Co elementlerinin konsantrasyon değerlerinin, yer yer, Türkiye Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği limit değerlerinin üstüne çıktığını göstermektedir. Diğer element derişimleri bu limit değerlerin altındadır.

İzmit toprak değerlerinin diğer yoğun endüstrileşmiş toprak değerleriyle karşılaştırılması neticesinde, İzmit topraklarının henüz ağır metallerce kirlenmediğini ancak, Cu ve Zn'da kirlenmenin yeni başladığını göstermektedir.

Bu, ayrıntılı çalışmaların gerektiğini gösteren öncel bir çalışmadır. Bu tip çalışmaların en az beş yılda bir tekrarlanması kirliliğin kontrolü açısından önemlidir.

### ABSTRACT

During the last few decades, due to rapid industrialization and resulted urbanization, Izmit area is subject to anthropogenically induced heavy metal pollution. The main potential pollution sources are industrial emission, vehicle exhaust and waste incineration plant.

This study was conducted to investigate the suspected heavy metal contamination of top soil in the vicinity of industries around Izmit. 16 sites were sampled at 0-10 cm depth and investigated for their heavy metal (Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg, Se) abundances that are environmentally sensitive. Soils were also sampled in the suspected unpolluted area to understand the baseline conditions. The results indicate the urban soils in Izmit, locally, have elevated concentrations of Cu, Zn, Ni and Co. Other elements abundances are under the limit values.

Comparison of Izmit soil with other industrialized city soils revealed that, in general Izmit area has not yet polluted, but also indicate elevated Cu and Zn concentrations.

The present study should be regarded as an indication of detail investigations and such studies should be repeated, at least every five years.

## GİRİŞ

Geçtiğimiz yüzyılın son yarısından başlayarak, İzmit civarı yoğun bir endüstrileşme sürecine girmiştir. Ulaşım, İstanbul'a yakınlık, atıklar için deniz ve akarsu mevcudiyeti, ova konumu ve yeraltı suyu bolluğu bu yoğunlaşmaya neden olan etkenlerdir. İSO (İzmit Sanayi Odası) verilerine

\* KOÜ., Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Umuttepe Merkez Yerleşkesi, Eski İstanbul Yolu 10.km, İZMİT-KOCAELİ. e-mail: [cozkul@kocaeli.edu.tr](mailto:cozkul@kocaeli.edu.tr)

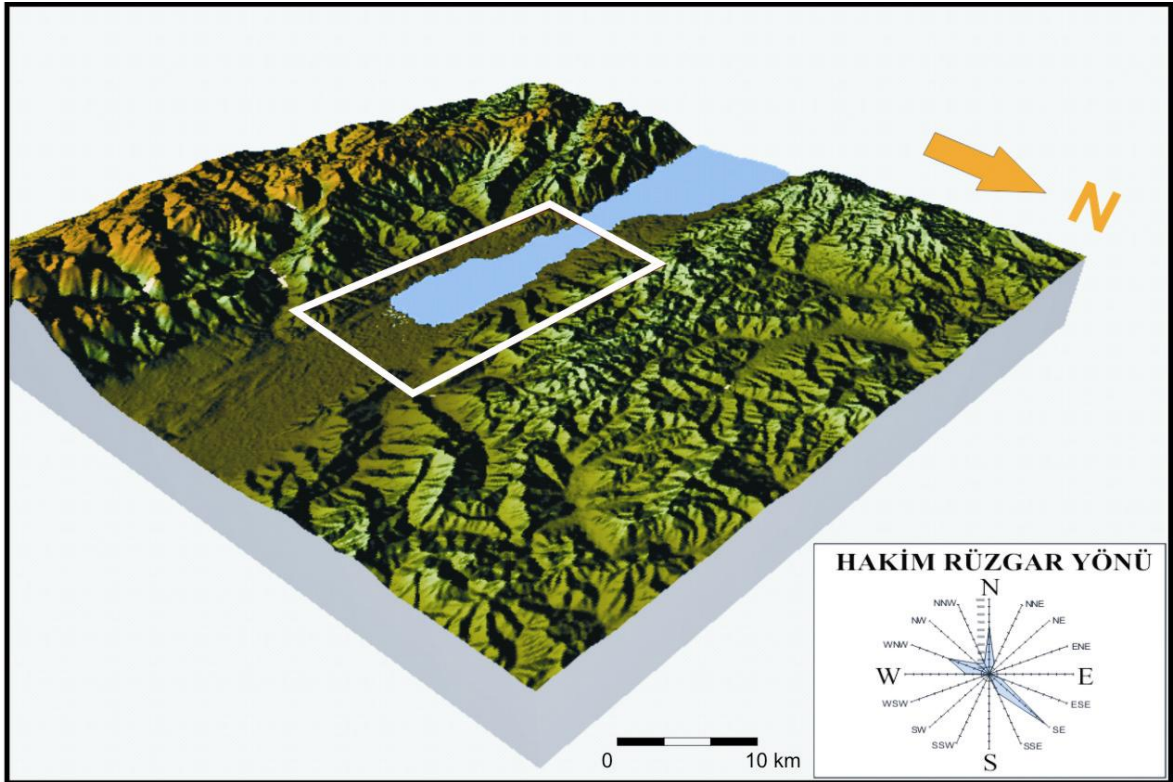
göre bu endüstrileşme 15'i aşkın sanayi grubunda 348 sanayi kuruluşunun yer almasıyla kendini göstermektedir.

Bu yoğun endüstrileşmenin çevrede, antropojenik ağır metal derişimlerine neden olacağı açıktır. Ayrıca İzmit yerleşim sınırının KD bitişğinde kurulmuş 35000 t/yıl kapasiteli tehlikeli atık ve çöp yakma tesislerinin (İZAYDAŞ) çıkardığı gaz ve partiküllerin neden olacağı kirlilik de ilerisi için ayrı bir risk faktörüdür. Bu kirliliklerin saptanmasına ilişkin çalışmalar çok sınırlıdır.

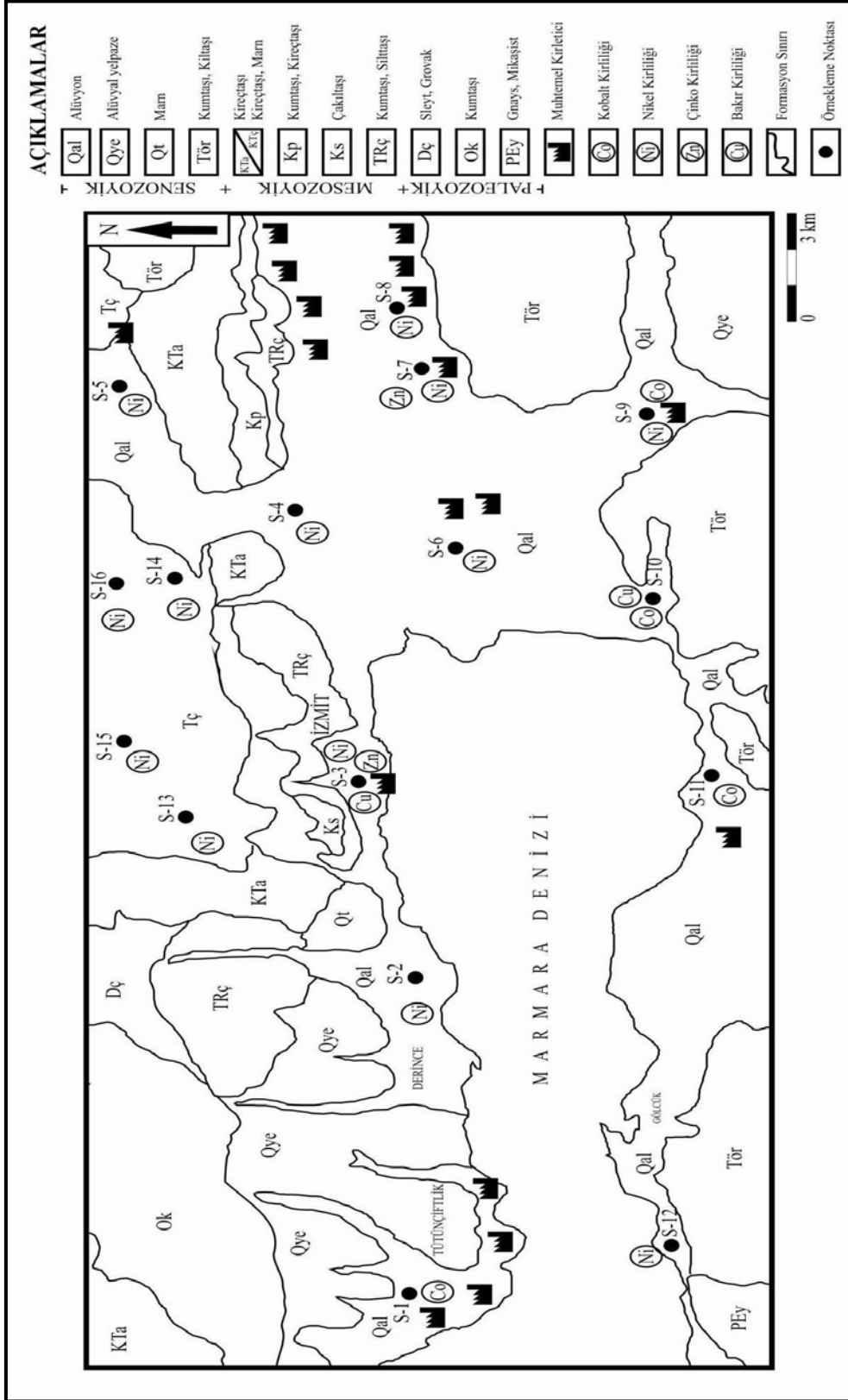
Bu çalışmanın amacı İzmit'te oluşabilecek bu antropojenik ağır metal kirlenmesinin topraktaki derişimlere etki edip etmediği, etkisinin daha ziyade hangi metallerde belirginleştiği ve bu olgunun dünyadaki diğer endüstrileşmiş kentlerde oluşmuş kirliliklerle karşılaştırılması konularını kapsamaktadır.

## JEOLojİK YERLEŞİM

Çalışma alanı, Kocaeli ve Armutlu yarımadaarı arasında kalmış Marmara Denizi'nin Doğu uzantısıdır. Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde, iki horst arasında 6-10 km eninde her iki tarafta da fay diklikleri ile sınırlı bir graben şeklindedir. Genel morfoloji ve çalışma alanı sınırları Şekil 1'de konumlanmıştır. Çalışma alanının temeli gnays ve mikaşistler üzerine gelişmiş kırıntılı ve karbonatlı kayalardan oluşmuştur. Örtü birim olarak karasal kırıntılılar ve alüvyal tortullar geniş alanlar kapsar. Çalışma alanı içinde kalan bölgenin litolojik haritası, örnek alım yerleri ve muhtemel kirleticilerin konumları Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanının morfolojik konumu ve sınırları  
Figure 1. Morphological location and border of investigation area

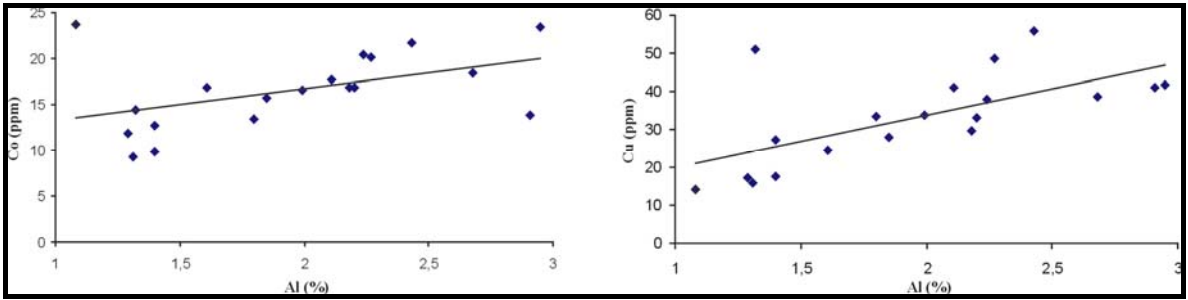


**Şekil 2.** Çalışma alanı jeolojik (litolojik) haritası üzerinde örnek yerleri ve muhtemel kirlenici yerleri ve muhtemel kirlenici yerleri ve muhtemel kirlenici yerleri (Özkuş, 2003)  
**Figure 2.** Sample locations on investigation area geologic map and probable pollutive places (Özkuş, 2003)

## YÖNTEM

Örnekler kirlenme potansiyelinin yüksek olabileceği 16 istasyondan ve ayrıca kirlenmenin olmadığı düşünülen, bölge dışındaki 3 istasyondan kontrol amacıyla 2003 yılında alınmıştır.

Her örnek o istasyon bölgesini temsil eden 100 m<sup>2</sup>'lik bir alandan alınmış beş adet örneğin karışımından oluşmuştur. Örnekler üst topraktan 0-10 cm derinlikten (A zonu) alınmıştır. Güncel literatürdeki verilerle yapılacak karşılaştırma amacıyla öğütülmeden elenen 80 mesh altı tane boyu analize alınmıştır. Buna neden, ortama gelen metal katyonlarının ince taneli partiküllerinin (örneğin kil tanelerinin) eksi yüklü geniş yüzeyleri tarafından çekilip adsorbe edilmesi dolayısıyla ince tane boyulu partiküllerin metal birikiminde ana faktör olmasıdır (Gibbs, 1977; Pepper ve diğ., 1996). Bu açıdan örneklerdeki kil ve organik madde içeriklerinin farklılık göstermemesine dikkat edilmiştir. Kontrol amacıyla Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarları kil miktarlarına gösterge olarak kabul edilmiş ve bu miktarlara göre metal konsantrasyon dağılımları incelenmiştir. Bu açıdan sadece Co ve Cu'da ihmal edilebilir bir korelasyon görülmüştür (Şekil 3). Diğer elementlerde ise böyle bir ilgi saptanmamıştır. Sonuçta örneklerdeki kil ve organik madde içeriklerinin fazla değişkenlik göstermemesi sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir.

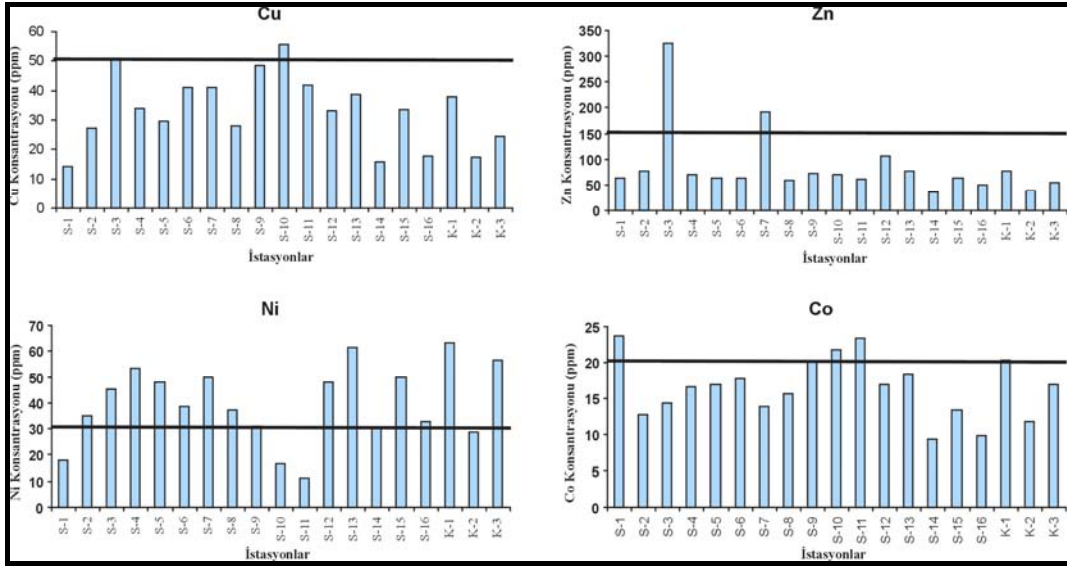


**Şekil 3.** Örneklerdeki Co ve Cu derişimlerinin alüminyum derişimlerine göre dağılımları  
**Figure 3.** Distrubition of Co and Cu concentrations based on aluminium concentrations

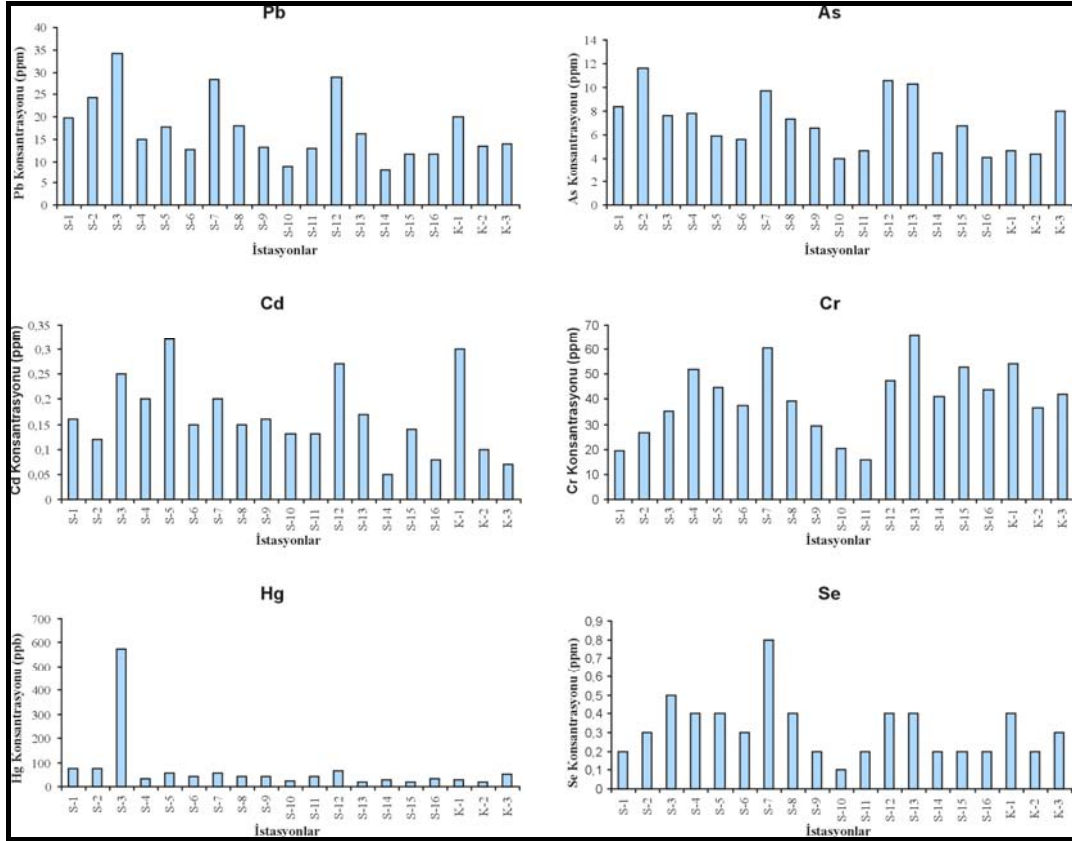
Çözündürme A.R. solüsyonunda (HCl+HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O) 95 °C'de teflon basınçlı krozölerinde 1 saat süreyle yapılmıştır. Bu, toplama en yakın, sıcak asit çözündürme (near-total; hot extractable) yöntemi olarak toprak analizlerinde kullanılmaktadır. Bu çözümlerden Cu, Pb, Zn, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg, Se ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konsantrasyon ölçümleri ICP-ES ve ICP-MS teknolojisi ile ACME (Kanada) laboratuarlarında yaptırılmıştır.

## İRDELEME VE KARŞILAŞTIRMA

Örneklerdeki ağır metal konsantrasyon değerleri histogramlar şeklinde gösterilip Türkiye Toprak Kirliliği Yönetmeliği sınır değerleri ile karşılaştırıldığında, sadece dört element (Cu, Zn, Ni ve Co) derişimlerinin yer yer sınır değerleri aştığı gözlenmektedir (Şekil 4). Ölçümleri yapılan diğer elementler açısından hiçbir örnekte sınır değeri aşan bir ölçüme rastlanılmamıştır (Şekil 5).



**Şekil 4.** Sınır değerleri aşan kirlenici ağır metallerin istasyonlara göre derişim değerleri. Türkiye Toprak kontrolü Yönetmeliği sınır değerleri düz çizgiyle belirtilmiştir  
**Figure 4.** Concentration values of polluted heavy metals above limit values according to stations. The soil control regulation limit values are indicated as straight lines



**Şekil 5.** Bölge üst topraklarında ağır metal konsantrasyonlarının istasyonlara göre dağılımları  
**Figure 5.** Distribution of heavy metal concentration in upper soils of the region according to stations

Türkiye Toprak Kirliliği Yönetmeliği'ndeki sınır değerleri, Avrupa Birliği ülkelerinin kendi ülkelerinde kabul edilen sınır değerler ile birlikte karşılaştırılmak amacıyla Çizelge 1'de verilmiştir. Bölge üst topraklarında yer yer Cu, Zn, Ni ve Co konsantrasyonlarının yer yer kirlilik düzeyine erişmesinin nedeni olarak bu elementlerin emisyonunu sağlayan petrokimya, metal, kimya, selüloz ve kağıt-karton sanayilerinin bölgede yoğunlaşması gösterilebilir.

**Çizelge 1.** Türkiye Toprak Kontrolü Yönetmeliği sınır değerlerinin AB ülkelerinin kendi ülkelerinde kabul edilmiş sınır değerleriyle karşılaştırılması

**Table 1.** Comparison of Turkey soil control regulation limit values that of values accepted in EU countries

Ağır Metal ppm	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
Civa	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
Kadmiyum	1	1-3	3	0,4	3	1
Krom	-	100-200	200	60	-	100
Bakır	50	50-140	100	40	135	50
Civa	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

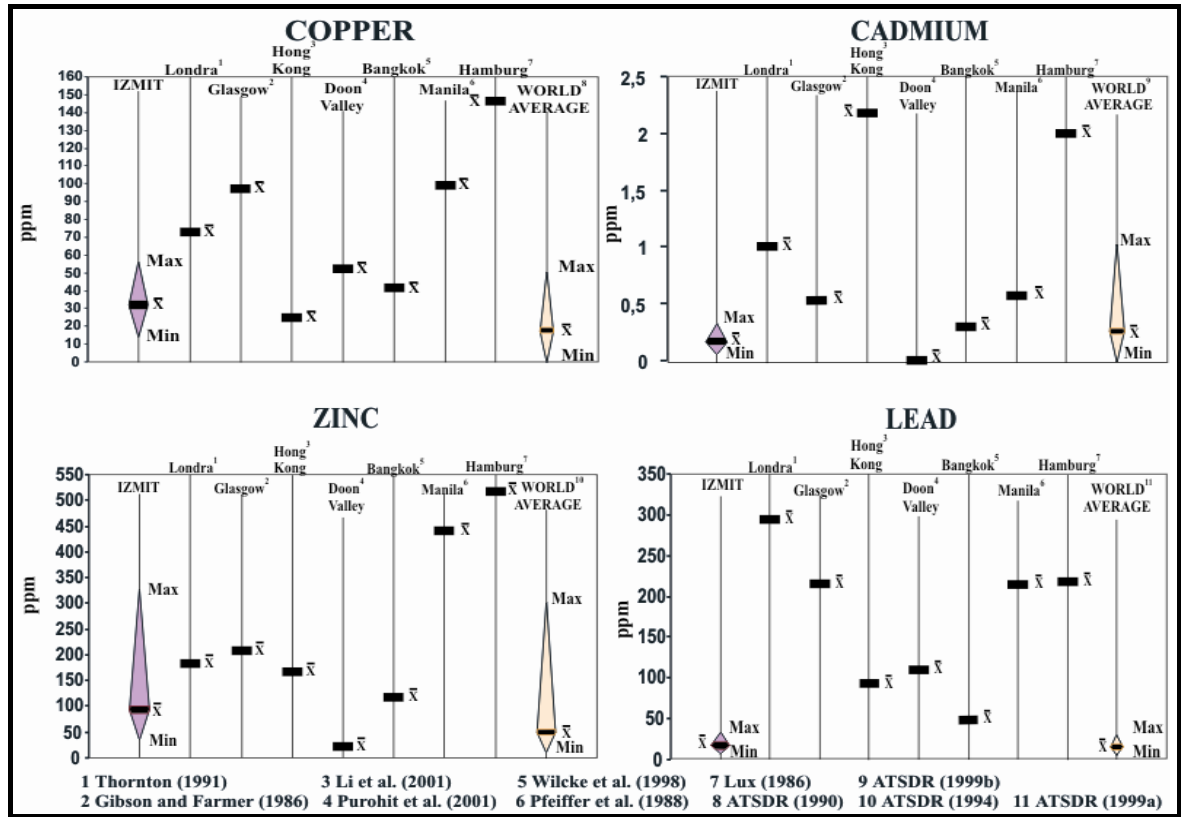
Örneğin Seka Kağıt fabrikası civarı Cu, Ni ve Zn için kirlilik sınırını aşan değerler verilmiştir. Ayrıca Hg açısından da her ne kadar limit değerinin(1 ppm) altında ise de (~0,6 ppm) bu değer diğer bütün istasyonlara göre (<0,1 ppm) yaklaşık 6 kat büyüktür. Kobalt kirliliği Tütüncüçiftlik petrokimya tesisleri civarında ve Seymen MKE hurdalığı civarında görülmüştür. Nikel genelde konsantrasyon noktaları da dahil olmak üzere 30 ppm'lik konsantrasyon değerleri vermiştir. Bu Dünya ortalamasının (17 ppm) üzerindedir. İzmit dışındaki kontrol noktalarının da yüksek değerler vermesi ancak toprakların türediği ana kayaların çoğunlukla şeyl olmasıyla açıklanabilir. Turekian (1977), şeyllerde Ni için 68 ppm ortalama değer göstermiştir. Ayrıca Türkiye Toprak Kirliliği Yönetmeliği'nde Ni için sınır değerinin (30 ppm), diğer Avrupa Birliği ülkeleri yönetmeliklerine göre düşük tutulması İzmit'te ölçülen bu Ni değerlerini yüksek göstermektedir.

Endüstrileşmenin neden olabileceği bu tip toprak kirlenmesinin İzmit'te ulaştığı boyutu saptayabilmek için en geçerli yöntem endüstrileşmenin veya popülasyonun aşırı yoğun olduğu bilinen diğer şehirlerde yapılan toprak ölçümleri ile karşılaştırmaktır. Bu amaçla İzmit'te saptanan ortalama Cu, Cd, Zn ve Pb değerleri, Dünya ortalama değerleri ile birlikte, Londra, Glasgow, Hamburg (endüstrileşmiş)-Bangkok, Manila, Hong Kong (yoğun nüfus)-Doon Valley

(Himalayalar'da, endüstri yok, nüfus yoğun) şehirlerinde yapılmış ölçüm değerleriyle Şekil 6'da gösterilmiştir.

Bu karşılaştırılma incelendiğinde kurşun kirlenmesi açısından Londra, Glasgow ve Hamburg gibi sanayi devrimine öncülük eden şehirlerin İzmit'ten 10-15 kat daha kötü durumda oldukları görülmektedir. Hong Kong ve Bangkok gibi kalabalık şehirler İzmit'ten 2-4 kat kirlidir.

Bakır kirlenmesi İzmit'te, Londra, Glasgow ve Hamburg kadar olmasa bile Hong Kong ve Bangkok gibi kalabalık şehirler düzeyini ulaşmıştır. Diğer tehlikeli bir kirletici olan kadmiyum açısından da İzmit, kurşunda olduğu gibi, karşılaştırılan bu şehirler içinde en temiz olanıdır. Hong Kong ve Hamburg İzmit'e göre 10 kattan daha fazla, diğer şehirler ise 1-4 kat daha fazla kirlilik göstermektedir.



**Şekil 6.** İzmit topraklarındaki bakır, kadmiyum, çinko ve kurşun değerlerinin diğer şehirlerde ölçülmüş değerlerle karşılaştırılması. X : Ortalama değerler; Max-Min : Ölçülen en yüksek ve en düşük değerler (sadece İzmit ve Dünya Ortalaması için); World Average: Dünya Ortalaması

**Figure 6.** Comparison of copper, cadmium, zinc and lead values with that of other countries. X: medium values; max-min: max and min measured values (only Izmit and world average)

Diğer tehlikeli bir kirletici olan kadmiyum açısından da İzmit, kurşunda olduğu gibi, karşılaştırılan bu şehirler içinde en temiz olanıdır. Hong Kong ve Hamburg İzmit'e göre 10 kattan daha fazla, diğer şehirler ise 1-4 kat daha fazla kirlilik göstermektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmit ve civarı yerleşim bölgelerinde endüstrileşmenin ve nüfus yoğunluğunun etkisi olan antropojenik kirlenme toprakta kirletici dört elementle (Cu, Zn, Ni ve Co) kendini göstermiştir. Ancak bu toprak ağır metal kirliliği, yüzyılı aşan bir süredir endüstrileşmeye öncülük etmiş sanayi şehirlerine ve yine asrın başından beri nüfusu aşırı yoğunlaşmış yerleşim merkezlerine göre şimdilik düşük düzeydedir. Önlem alınmadığı takdirde kısa bir zaman sürecinde bu kirlilik yaygınlaşır ve yoğunluğu artar. Toprak kirliliğinde hava kirliliği gibi geriye dönüş olanağı yoktur. Bu nedenle bu öncel çalışma baz olarak alınmalı ve her 3-4 yılda bir daha geniş boyutlarda tekrarlanarak sonuçlar karşılaştırılmalıdır.

Bu inorganik parametrelerin dışında, bunlarla aynı paralelde oluşan ve daha büyük tehlikelere yol açan inorganik toksik bileşikler, örneğin poliklorlanmış dioksin ve furan izomerleri (TCDD, PCDD, TCDF, PCDF vb.) bölgede üretilmiş hayvansal yağ içeren gıdalarda aranmalı ve derişimleri dikkatle takip edilmelidir.

Bu araştırmaların yapılmasına üniversite (lisansüstü çalışmalarıyla), kamu ve sivil toplum kuruluşları öncülük etmeli, dolayısıyla bol veri elde edilmelidir. Bu veriler, yurtdışı ISO belgeli laboratuarlarda yapılmış olanlarla denetleştirilerek gerçeğe yaklaşılmalıdır.

## KAYNAKLAR

ATSDR, 1994. Toxicological Profile for Zinc. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.

ATSDR, 1990. Toxicological Profile for Copper. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.

ATSDR, 1999a. Toxicological Profile for Lead. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.

ATSDR, 1999b. Toxicological Profile for Cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Georgia.

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.

GIBBS, R.J., 1977. Transport Phases of Transition Metals in the Amazon and Yukon Rivers. Geol. Soc. Am. Bull 88:829-843.

GIBSON, M.G., and FARMER, J.G., 1986. Multi-Step Chemical Extraction of Heavy Metals from Urban Soils. Environ. Pollut., B 11,117 .135.

LI. X., POON, C. and LIU, P. S., 2001. Heavy Metal Contamination of Urban Soils and Street Dusts in Hong Kong, Applied Geochemistry, pp. 1361-1368.

LUX, W., 1986. Scwermetolgehalte und Isoplethen in Boden, Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, pp. 245.



ÖZKUL, C., 2003. İzmit Civarı (Kocaeli), Endüstrileşmenin Toprak Ağır Metal Derişimine Etkisi, Öncel Çalışma. KOÜ Fen Bil. Ens. Yük. Lisans Tezi, s.66, Kocaeli.

PEPPER, I.L., GERBO, C.P., and BRUSSEAU, M.L.,1996. Pollution Science, Academic Press.

PFEIFFER, E. M., FREGTAGI., SCHERPENSEEL, H. W., MIEHLICH, G., and VICENTE, V., 1988. Trace Elements and Heavy Metals in Soils and Plants of the Southeast Asian metropolis Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, pp. 264.

PUROHIT K. K., MUKHERJEE, P. K., KHANNA, P. P., SAINI N.K., and RATHI, M. S., 2001. Heavy Metal Distribution and Environmental Status of Doon Valley Soils. India. Environmental Geology 40, pp. 716-724.

THORNTON, I., 1991. Metal Contamination Soils in Urban Areas. In: Bullockp., Gregory P.J.(Eds.) Soils in the Urban Environment. Blackwell, pp. 47-75.

TUREKIAN, K.K.,1977. Geochemical Distribution of Elements. In: "Encyclopedia of Science and Technology" 4th edn, 627-630. McGraw-Hill, New York.

TOPRAK KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ, 2001. 24609.

WILCKE, W., MULLER, S., and KANCHONAKOL, N., 1998. Urban Soil Contamination in Bangkok. Heavy Metal and Aluminium Partioning in Top Soil., Geoderma 86, pp. 211-228.