

ARAŞTIRMA MAKALESİ

İSTANBUL E-5 KARAYOLUNUN CADDE TOZLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

H. Kurtuluş ÖZCAN, Naim SEZGİN, Göksel DEMİR, Semih NEMLİOĞLU, Cuma BAYAT

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Avcılar-İSTANBUL

Geliş Tarihi: 18.04.2003

EVALUATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN STREET DUSTS IN ISTANBUL E-5 HIGHWAY

ABSTRACT

Components and quantity of street dust is an indicator of environmental pollution especially in big cities. Street dust is generally composed of car exhaust gas originated particles and wind transported particles. Heavy metals which are found in street dust such as Pb, Cu, Zn, and Ni are some of the most important micro pollutants contribute significantly to the contamination of air, soil and water. According to the kind of vehicle gasoline in traffic, quantity and type of heavy metals vary in street dust. The use of leaded gasoline gives a boost to the importance of lead level especially in street dust even at the start of 21st century. In this study, Pb, Cu, Zn, and Ni concentrations have been evaluated in street dusts collected in E-5 Highway from Topkapı to Avcılar regions that spans about 18-km between May 1999 and March 2002 in Istanbul, Turkey.

Key Words : Heavy metal, Air pollution, Soil pollution, Street dust

ÖZET

Cadde tozlarının miktar ve bileşimi, özellikle büyük şehirlerde çevre kirliliği göstergelerinden birini oluşturmaktadır. Cadde tozları genel olarak araç egzozlarından çıkan partikül ile rüzgarla taşınan partiküllerden oluşmaktadır. Cadde tozlarının bileşiminde bulunan Pb, Cu, Mn, Zn, Cd ve Ni gibi ağır metaller önemli mikro kirlenmelerden olup, hava, toprak ve su kirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Trafikte seyreden araçların yakıt cinsine bağlı olarak yukarıdaki ağır metallerin cins ve miktarları cadde tozlarında farklılık göstermektedir. Türkiye’de 2000’li yıllarda bile kurşunlu yakıtların kullanılması özellikle cadde tozlarında ki kurşunun önemini artırmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul E-5 karayolunun Topkapı- Avcılar arasında yaklaşık 18 km’lik mesafesinde bulunan cadde tozlarında Mayıs 1999 ve Mart 2002 dönemlerinde alınan numunelerde tespit edilen Pb, Cu, Zn, ve Ni konsantrasyonları değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Ağır metal, Hava kirliliği, Toprak kirliliği, Cadde tozu

1. GİRİŞ

Cadde tozlarının bileşimi şehirlerdeki çevre kirlenmesinin bir göstergesidir ve yapılarında yer alan ağır metaller bu tozların önemini artırmaktadır. Araç egzozlarından çıkan partiküller, havada bulunan maddelerin çökmesi, topraktan kaynaklanan tozlar, ev tozları ve suyla taşınan partikül maddeler cadde tozlarının kaynağını oluşturmaktadır. Cadde tozları ile yapılan bir çok çalışma elementer konsantrasyon ve kaynak tanımlama üzerine yoğunlaşmaktadır [1, 2, 3, 4].

Cadde tozlarında ki ağır metallerin kaynakları çeşitlilik göstermektedir. Araç emisyonları bu kaynakların başında gelir [5, 6]. Atmosferik taşınım ile oluşan kirlilik ağır metal kirliliğini oluşturan önemli kaynaklardan biridir. Ağır metaller, atmosferik çökelti ile toprak üzerinde birikirler ve toprakta bozulmadan uzun süre kalabilirler [7]. Toprak üzerinde ve yol kenarında

biriken ağır metaller atmosferik çökelti sonucu oluşan ağır metal kirliliğinin önemli bir göstergesidir. Yoğun trafik yükünün olduğu yolların yakınında ki toprakta Pb ve diğer metallerin kirliliğe neden olduğu belirtilmiştir [8, 9]. Araçlardan kaynaklanan kurşunun büyük partikül boyutuna sahip olanlarının (>5 µm olanlar) otoyola yakın yerlerde (>%90 1,5 m) biriktiği tespit edilmiştir [10].

Çevreye yayılan ağır metaller insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedirler. Düşük seviyelerde kurşuna maruz kalmanın insanda kan üretimini ve spesifik enzim sistemini etkilediği belirlenmiştir. Çocuklarda ise kurşun zehirlenmesinin beyine zarar verdiği tespit edilmiştir [10]. Çevrede yüksek konsantrasyonda bulunan kurşun, kandaki kurşun seviyesini artırmakta; zeka geriliği ve davranış bozukluklarına sebep olmaktadır [11]. Yapılan çalışmalarda ağır metallerin ağız ve el yoluyla vücuda girdiği belirlenmiştir [12]. Şehir cadde ve oyun parklarının tozları kurşun için önemli potansiyel bir kaynak olmakta ve toz içindeki kurşun miktarı 1000 ppm (% 0.1)' e kadar ulaşabilmektedir[10].

Kurşunla birlikte kadmiyum, bakır ve çinko gibi diğer ağır metaller de kirlilik göstergesi olabilmektedir. Bu elementler; dizel yakıtlardan, endüstriyel emisyonlardan ve yanma emisyonlarından buldukları cadde tozlarına karışırlar [13].

2. ÇALIŞMA ALANI

Türkiye genelinde 2002 Nisan ayı sonu itibarıyla trafiğe kaydı yapılan taşıtların içinde %61.7 ile otomobil 1. sırada yer almakta, otomobili % 14 ile motosiklet, %11.4 ile kamyonet , %5.4 ile kamyon takip etmektedir. Tablo 2'de Türkiye genelinde 1992-2002 yılları arasında trafiğe kayıtlı bulunan taşıt sayıları görülmektedir. Bu tabloya göre toplam araçların %50'den fazlasını otomobiller oluşturmaktadır. Nisan 2002 verilerine göre otomobillerin %21'i, toplam taşıtların ise % 17'si İstanbul'da bulunmaktadır [14].

İstanbul, 10 milyonu aşan nüfusuyla Türkiye'nin en büyük metropolüdür. Toplu taşımacılığa gerekli önemin verilmemesinden dolayı, özellikle otomobil sayısında meydana gelen artış trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.

İstanbul'da trafiğin en yoğun olduğu bölgelerden biri E-5 karayoludur. Bu nedenle çalışma alanı E-5 karayolu üzerinde seçilmiş ve bu alan, Avrupa yakasında Avcılar – Topkapı arasını kapsamaktadır. Güzergahın toplam uzunluğu yaklaşık 18 km'dir. Seçilen güzergah, İstanbul'da her gün en yoğun trafiğin olduğu ana arter üzerinde olup, İstanbul Üniversitesi Avcılar Kampüsü ile Topkapı Ticaret Merkezi'ni birleştirmektedir (Şekil 1). Ayrıca seçilen güzergah etrafında (özellikle E-5' e 100-1000m uzaklıkta bulunan numune alma noktalarında) yoğun yerleşim alanları ve çok sayıda küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşları (örneğin; otomobil tamirhaneleri ve metal işleme atölyeleri) bulunmaktadır.

3. NUMUNELERİN HAZIRLANMASI

Daha önceden tespit edilmiş 13 ana bölgeden oluşan toplam 20 farklı noktadan, 0,5 kg kadar cadde tozu numunesi alınmıştır. Bu numunelerden 5 tanesi E-5'e 500-1000 m mesafede bulunan noktalardan, 15 tanesi daha önceden tespit edilmiş olan E-5'in kuzey ve güney kenarında bulunan noktalardan, 1 tanesi Avcılar yanyol girişinden E-5'e 100 m uzaklıktaki noktadan alınmıştır. Numunelerin alındığı noktalar Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir. Alınan toprak numunelerinin konulduğu polietilen plastik torba üzerine tarih başta olmak üzere numunelerin alındığı yeri tanımlayıcı noktalar ayrıntılı bir şekilde yazılmıştır. Numune noktalarını belirlemede trafik yoğunluğu, yol ayrımları gibi kriterlere dikkat edilmiştir.

İstanbul E-5 Karayolunun Cadde Tozlarında Ağır...

Tablo 2. Türkiye’de 1992-2002 yılları arasındaki motorlu kara taşıt sayıları [14]

Yıllar	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet
1992	3 756 137	2 181 388	145 312	75 592	308 180	287 160	655 347
1993	4 380 063	2 619 852	159 900	84 254	354 290	305 511	743 320
1994	4 711 206	2 861 640	166 424	87 545	374 473	313 771	788 786
1995	4 985 331	3 058 511	173 051	90 197	397 743	321 421	819 922
1996	5 317 565	3 274 156	182 694	94 978	442 788	333 269	854 150
1997	5 810 081	3 570 105	197 057	101 896	529 838	353 586	905 121
1998	6 264 084	3 838 288	211 495	108 361	626 004	371 163	940 935
1999	6 626 885	4 072 326	221 683	112 186	692 935	378 967	975 746
2000	7 161 379	4 422 180	235 885	118 454	794 459	394 283	1 011 284
2001	7 342 888	4 534 803	239 381	119 306	833 175	396 493	1 031 221
2002	7 366 450	4 545 664	239 792	119 388	841 241	397 019	1 033 953

Tablo 3. Toprakta bulunabilecek ağır metal konsantrasyonları, mg/kg-kuru toprak [15]

Metaller	Bulunduğu Aralık	Kabul Edilebilir Değer	Maksimum Değer
Kurşun	0,1-20	100	100
Kadmiyum	0,1-1	3	3
Krom	10-50	100	100
Bakır	5-20	50	100
Nikel	10-50	50	50
Civa	0,1-0,1	2	2
Çinko	10-50	300	300
Bor	5-30	25	-
Kobalt	1-10	50	-
Molibden	1-5	5	-
Selenyum	0,1-5	3	-
Arsenik	2-20	20	-
Titan	-	500	-
Vanadyum	10-100	50	-
Uranyum	-	5	-

4. ANALİZ

Bu çalışmalarda (Mayıs 1999, Mart 2002) alınan numunelerde ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. İlk yapılan çalışmada numuneler 105 °C 'de kurutulduktan sonra, 0,2 mm gözenekli paslanmaz çelik elekten geçirilerek % 37' lik HCL ve % 65' lik HNO₃ çözeltisiyle ekstrakte edilmiştir. İkinci çalışmada ise numuneler 105 °C'de kurutulduktan ve 0,5 mm gözenekli elekten geçirildikten sonra 1 gr alınarak 30 dak. 350 °C'de yakılmıştır. Daha sonra 15 dak. 25 ml %25'lik HNO₃ çözeltisiyle ekstrakte edilmiştir. Her iki çalışmada da ekstraksiyondan sonra numuneler soğutulmuş filtreden geçirilmiştir. Elde edilen süzuntu 100 ml'ye saf su ile tamamlanmış ve UNICAM 929 atomik absorpsiyon cihazında analiz edilmiştir [16].



■ : Numune Alma Noktaları

1.Topkapı Tic. Merkezi	8.Cennet Mahallesi
2.Merter	9.Cennet Mahallesi (500m içeri)
3.Merter (700m İçeri)	10.Küçükçekmece Köprü Üzeri
4.İncirli	11.Küçükçekmece (500m içeri)
5.İncirli (1km içeri)	12.Avcılar Yanyol girişi
6.Şirinevler	13.Avcılar İnsa Lisesi
7.Şirinevler(1km içeri)	

Şekil 1. Çalışma güzergahı ve numune alma noktaları

İstanbul E-5 Karayolunun Cadde Tozlarında Ağır...

5. BULGULAR

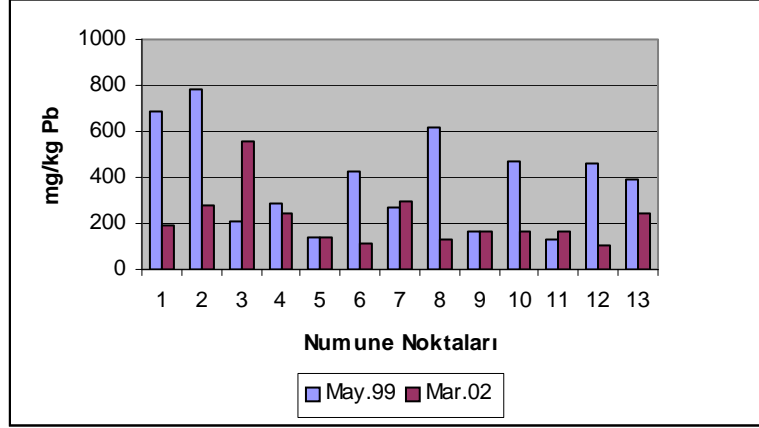
Çalışma alanında belirlenen 13 noktadan, Mayıs 1999 ve Mart 2002 tarihlerinde alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo-4 ve Tablo 5’de verilmiştir. 1999 ve 2002 yılında yapılan analiz sonuçlarının karşılaştırılması ise; kurşun, çinko bakır ve nikel için sırasıyla Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’ de sunulmuştur.

Tablo 4. Ağır metal konsantrasyonları ve ortalama değerleri [17]

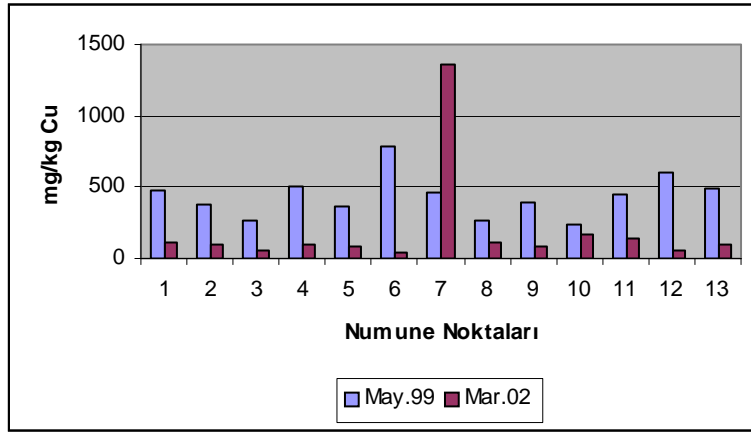
Numune Alma Noktaları	Konsantrasyon (mg/kg kuru toprak)			
	Pb	Zn	Cu	Ni
Top. Tic. Merkezi E-5 ort. kons.	687,5	476,9	267,7	49,4
Merter E-5 üzeri ort. kons.	782,6	373,2	235,1	82,7
Merter (700 m içeri)	211,2	262,4	203,3	28,9
İncirli E-5 üzeri ort. kons.	288,1	503	213,9	28,8
İncirli 1 km içeri	135,5	367,7	274,8	50
Şirinevler E-5 üzeri ort. kons.	429	779,3	180,9	40,9
Şirinevler 1 km içeri	272,2	460	159,2	10
Cennet Mah. E-5 üzeri ort. kons.	620,2	269,2	189,8	27,9
Cennet Mahallesi 500 m içeri	162,5	395,9	157,2	58,5
Küçükçekmece köprü üzeri	466,8	236,9	280,5	25,1
Küçükçekmece 500 m içeri	127,2	455,5	178,7	30,6
Avcılar Yanyol girişi (E-5’e 100 m uzaklıkta)	458,2	597,4	227,6	44,1
Avcılar İnsa Lisesi önü E-5 ort. kons.	395,1	484,3	324,2	31,3

Tablo 5. Ağır metal konsantrasyonları ve ortalama değerleri [18]

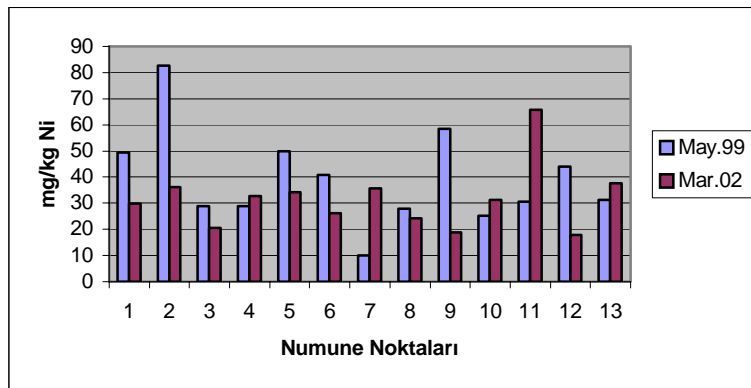
Numune Alma Noktaları	Analiz Sonuçları (mg/kg kuru toprak)			
	Pb	Zn	Cu	Ni
Top. Tic. Merkezi E-5 ort. kons.	188,11	590,86	113,96	29,81
Merter E-5 üzeri ort. kons.	281,45	1124,00	102,80	36,25
Merter (700 m içeri)	555,40	274,05	53,20	20,60
İncirli E-5 üzeri ort. kons.	243,10	390,58	101,28	32,80
İncirli 1 km içeri	141,85	403,70	81,80	34,20
Şirinevler E-5 üzeri ort. kons.	111,85	300,55	49,05	26,10
Şirinevler 1 km içeri	297,10	1502,50	1358,5	35,70
Cennet Mah. E-5 üzeri ort. kons.	130,75	308,90	114,35	24,10
Cennet Mahallesi 500 m içeri	166,60	242,80	78,25	18,90
Küçükçekmece köprü üzeri	164,15	366,00	171,50	31,20
Küçükçekmece 500 m içeri	161,10	950,00	144,60	65,70
Avcılar Yanyol girişi (E-5’e 100 m uzaklıkta)	105,50	190,90	51,30	17,90
Avcılar İnsa Lisesi önü E-5 ort. kons.	240,50	271,95	91,77	37,75



Şekil 2. Pb Konsantrasyonları



Şekil 3. Zn Konsantrasyonları



Şekil 4. Ni Konsantrasyonları

İstanbul E-5 Karayolunun Cadde Tozlarında Ağır...

Seçilen güzergah üzerinde, 1999 yılında yapılan analizlerde kurşun konsantrasyonları 127,2 – 782,6 mg/kg kuru toprak arasında, 2002 yılındaki çalışmada ise kurşun miktarı 105,5 – 555,4 mg/kg kuru toprak değerleri arasında değişmektedir. Her iki dönemde yapılan ölçümlerde de kurşun miktarlarının toprakta bulunan maksimum konsantrasyonu (100 mg/kg kuru toprak) aştığı görülmüştür. 13 farklı noktadan alınan numunelerden elde edilen sonuçlara göre en yüksek Pb konsantrasyonlarına, 1999 yılında Merter E – 5 üzerinde, 2002 yılında ise Merter 700 m içeriden alınan örneklerde rastlanmıştır. Merter 700 m içerideki numune alma noktasının etrafının yüksek binalarla çevrili olması burada rüzgarın dolayısıyla atmosferik taşınımın etkisini azaltmakta ve Pb birikimini artırmaktadır. En düşük kurşun konsantrasyonlarına ise 1999 yılında, Küçükçekmece 500 m içeride (127,2 mg/kg kuru toprak), 2002 yılında Avcılar yanyol girişinde (105,50 mg/kg kuru toprak) rastlanmıştır. Bu iki nokta mesafe olarak yakındır ve benzer özellikler göstermektedir. Her iki noktada da araç yoğunluğu diğer noktalara göre daha azdır ve atmosferik etkilere daha açık konumlarda bulunmaktadır.

Bakır konsantrasyonlarının 1999 yılında 159,2 – 324,2 mg/kg kuru toprak değerleri arasında iken 2002 yılında 51,3 – 1358,5 mg/kg kuru toprak değerleri arasında değişmiştir. 1999 yılında yapılan analizlerde bakırın ortalama değeri 220,7 mg/kg kuru toprak iken, 2002 yılındaki analizlerde ise 208,49 mg/kg kuru toprak olarak tespit edilmiştir. Bakır için toprakta bulunma değerinin 50 mg/kg kuru toprak olduğu düşünülürse, bulunan sonuçları bu değeri 4 – 5 kat aştığı görülmektedir.

Çinkonun toprakta kabul edilebilir maksimum konsantrasyonu 300 mg/kg kuru topraktır. Her iki dönemde alınan numunelerde, ortalama Zn miktarları bu sınır değeri aşmıştır. 2002 yılında yapılan çalışmada ortalama konsantrasyonu en yüksek metal, çinko olarak tespit edilmiştir. Çinkonun genel ortalaması 520,81 mg/kg kuru toprak olarak bulunmuştur. Elde edilen bu ortalama değer toprakta bulunabilecek maksimum değer yaklaşık 2 katıdır. En yüksek çinko konsantrasyonları ise, 1999 yılında Şirinevler E – 5 üzeri (779,3 mg/kg kuru toprak), 2002 yılında ise Şirinevler 1km içeride (1502,5 mg/kg kuru toprak) olarak belirlenmiştir.

Nikel konsantrasyonları her iki dönemde yapılan analizlerde toprakta bulunma aralığı olan 10 – 50 mg/kg kuru toprak değerleri arasında sonuçlar elde edilmiştir. 1999 yılında ortalama nikel konsantrasyonu 37,7 mg/kg kuru toprak, 2002 yılında 31,52 mg/kg kuru toprak olarak bulunmuştur. Her iki dönemde yapılan analizlerde toplam üç noktada nikel konsantrasyonları maksimum değerleri geçmiştir. Bu nokta 1999 yılında Merter E-5 üzeri (82,70 mg/kg kuru toprak) ve Cennet Mah. 500 m içeri (58,50 mg/kg kuru toprak), 2002 yılında Küçükçekmece 500 m içeri (65,70 mg/kg kuru toprak) olarak belirlenmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ortalama metal konsantrasyonlarına göre nikel hariç diğer metallerin hepsinde toprakta bulunma aralığı aşılmıştır. Kurşun, bakır ve çinko konsantrasyonları toprakta bulunabilecek maksimum konsantrasyonlardan daha fazla tespit edilmiştir. Pb, Cu ve Zn metallerinin konsantrasyonlarının fazla olması numune alınan noktalarda metal kirlenmesinin olduğunu göstermektedir.

Toprakta bulunabilecek maksimum konsantrasyonların aşıldığı noktalar, yoğun yerleşim bölgelerinin, küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşlarının ve araç yoğunluğunun diğer noktalara göre daha fazla olduğu alanlardır. Çalışmada seçilen yerleşim bölgelerinin bazılarında yapılan bir araştırmada ısınma amaçlı kullanılan yakıtların yaklaşık %49'unu katı yakıtların (kömür) oluşturduğu tespit edilmiştir [19]. Katı yakıtların (kömür) yapısında bulunan ağır metallerin ise yakma sistemlerinden baca gazı ile atmosfere karıştığı bilinmektedir [20]. Ayrıca bu noktalarda atmosferik taşınımın düşük olması nedeniyle metallerin yollara yakın yerlere çöktüğü söylenebilir. En düşük metal konsantrasyonlarına rastlanan noktaların etrafında ise yerleşim, sanayi faaliyetleri ve trafik yoğunluğunun diğer noktalara göre (örneğin Avcılar yan yol girişi) daha az olduğu tespit edilmiştir.

Üç yıl arayla yapılan ağır metal analizlerinde hemen hemen tüm metaller için ölçülen değerlerde bir azalma tespit edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada zamanla artış beklenirken azalma görülmüştür. Bunun nedenleri ise şunlar olabilir;

- Toplu taşınmanın artması
- Trafikteki araç sayısı artmakla birlikte, kurşunsuz benzin kullanan araç sayısının zamanla artması kurşun konsantrasyonunun azalmasına neden olabilir.
- Fosil yakıtların yasal düzenleme ile kullanımının azalması ve doğalgaz kullanımının yaygınlaşması
- Büyükşehir ve yerel belediyelerin teşvik ve tedbirleri ile küçük ve orta ölçekli sanayiinin şehir dışına taşınması
- Caddelerin düzenli olarak süpürülmesi de ağır metal konsantrasyonlarının azalmasında etkili bir faktör olarak düşünülebilir.

Özel otomobil kullanımını azaltıcı tedbirler almak ve metro gibi düzenli ulaşım ağları kurularak toplu taşımacılığın cazip hale getirilmesi de trafik kaynaklı metal kirlenmesini uzun vadede daha da azalacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Fergusson, J.E., Kim, N., "Trace Elements in Street and House Dusts Source and Speciation", *Sci. Total Environ.* 100: 125-150,1991.
- [2] Fergusson, J.E., "Dust in the Environment", *Science of Global Change, American Chemical Society*, 117-133, 1992.
- [3] Naqerotte S.M., Day, J.P., "Lead Concentrations and Isotope Ratios in Street Dust Determined by Electrothermal Atomic Absorbtion Spectrometry and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry", *Analyst* .123: 59-62, 1998.
- [4] De Miquel, E., Llamas, J.F., Chacan, E. "Origin and Patterns of Distribution of Trace Elements in Street Dusts; Unleaded Petrol and Urban Lead", *Atmos. Environ.* 2733-2740, 1997.
- [5] Harrison, R.M., Laxen, D.P.H., Wilson,S.J., "Chemical Association of Lead, Cadmium, Copper, and Zinc in Street Dust and Roadside Soil", *Environ. Sci. Technol.* 15,1378-1383, 1981.
- [6] Gibson, M.G., Farmer, J.G., "Multi-step Chemical Extraction of Heavy Metals From Urban Soils", *Environ. Pollut. B* 11, 117-135, 1986.
- [7] Kelly, J., Thornton, I., Simpson, P.R., "Urban Geochemistry: A Study of Influence of Anthropogenic Activity on Heavy Metal Content of Soils in Traditionally Industrial and Non- Industrial Areas of Britain", *Appl. Geohem.* 11: 363-370, 1996.
- [8] Culbard, E.B., Thornton, I., Watt, J.,et.al., "Metal Contamination in British Urban Dusts and Soils", *J. Environ. Qual.* 17, 226-234, 1988.
- [9] Wong,J.W.C., Mak, N.K., "Heavy Metal Pollution in Chilren Playgrounds in Hong Kong and Its Health Implications", *Environ.Technol.*18,109-115, 1997.
- [10] Hamamci, C., Gungum, B., Akba, O., et.al., "Lead in Urban Street Dust in Diyarbakır, Turkey", *Fresenius Environ. Bull.* 6: 430-437, 1997.
- [11] McMichael, A.J., Baghurst, P.A, Robertson, E.F.,et.al., "The Port Pirie Study: Blood Lead Concentrations in Early Childhood", *Med. J. Australia* 143,499-503, 1985.
- [12] Watt, J., Thornton, I., Cotter-Howells, J., "Physical Evidence Suggesting the Transfer of Soil Pb Into Young Children Via hand-to-mouth Activity", *Appl. Goechem.* S2,269-272, 1993.
- [13] Li, X., Liu, P.S., "Heavy Metal Contamination of Urban Soils and Street Dusts in Hong Kong", *Appl. Geohem.* 16: 1361-1368, 2001.
- [14] Devlet İstatistik Enstitüsü Raporları , 2002.

İstanbul E-5 Karayolunun Cadde Tozlarında Ağır...

- [15] Fabis, W., "Schadstoffbelastung von Böden-Auswirkungen auf Böden-und Wasserqualität", Allg. Forstzeitsehr. 128-131. BLV Verlagsgesellschaft GmBH Munich, 1987.
- [16] Jones, K., McDonald, A., "The Efficiency of Different Methods of Extracting Lead From Street Dust" Environ.Pollution (Series B). 6, 133-143, 1983.
- [17] Soyhan B., Demir G., Barlas H. Ve diğerleri, "İstanbul E5 Karayolundaki Trafikten Kaynaklanan Ağır Metal Kirlenmesi", Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Sempozyumu İzmir (1999),242-248.
- [18] Sezgin, N., Özcan, H.K., Demir, G. et al. "Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway", Environment International (Baskıda).
- [19] Şahin, Ü., ve Bayat, C., Avcılar ve Küçükçekmece İlçelerinin Hava Kirliliği Emisyon Envanteri, Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar I.Kongresi (2003), İstanbul, Özetler kitabı, 80.
- [20] Ersoy Mericboyu, A., Gurbuz Beker, U., and Kucukbayrak, S., Kömür özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri. ed. Kural, O., Ozgun Ofset Matbaacilik A.S., 1998 ; 571-583.