

ALİAĞA BÖLGESİNDEKİ DEMİR-ÇELİK ENDÜSTRİLERİNİN TOPRAKTA BULUNAN İZ ELEMENTLERE KATKISININ İZOTOP ORANLARI KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Sercan AKYILDIZ¹, Melik KARA^{1(*)}, Mustafa ODABAŞI¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca/İzmir

ÖZET

Aliağa bölgesinde, topraktaki iz element seviyelerinin mekansal dağılımının ve demir-çelik endüstrilerinin bu seviyelere katkısının belirlenmesi amacıyla farklı noktalardan 23 adet toprak örneği (20 endüstriyel, 3 kırsal) ve 3 farklı elektrikli ark ocaklı demir çelik tesisi baca filtresinden toz örnekleri alınmıştır. Örnekler, asit eklenerek mikrodalga cihazında çözündürüldükten sonra iz element konsantrasyonları ve kararlı izotop oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak ölçülmüştür.

Baca tozunda konsantrasyonları en yüksek elementler sırasıyla Fe, Zn, Pb, Na, Mn, K, Mg, Ca, Al, P, Cu, Sn, Cr, Cd ve Sb'dir. Toprak örneklerinde ise en yüksek seviyeler Fe, Al, K, Ca, Na, Mg, P, Mn, Zn, Ba, Pb, Sr, Cr, Ga ve Cd elementleri için ölçülmüştür. Baca tozunda yüksek konsantrasyonlarda bulunan Fe, Zn, Pb, Cu, Sn, Cr, Cd, Sb ve Hg gibi antropojenik elementlerin mekansal dağılım haritaları, toprakta ölçülen seviyelerin demir-çelik endüstrilerinin emisyonlarından önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir.

Toprak örneklerinde 8 antropojenik element (Cr, Fe, Cu, Zn, Se, Mo, Sb, Hg) için ölçülen kararlı izotop oranları baca tozlarında ve doğada bulunan izotop oranlarıyla grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Toprakta ölçülen izotop oranlarının özellikle demir-çelik endüstrilerine yakın noktalarda baca tozlarında ölçülenlere benzer olması, bu elementlerin toprakta ölçülen seviyelerinin baca tozlarından etkilendiğine işaret etmektedir. Baca tozlarının toprakta ölçülen konsantrasyonlara katkısı izotop oranları kullanılarak kantitatif olarak da saptanmıştır. Baca tozlarının topraktaki seviyelere ortalama katkısının %28±25 (Se) ile %65±29 (Zn) arasında değiştiği belirlenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Baca filtresi tozu, İz elementler, İzotop oranları, Kaynak Katkısı, Aliağa

ABSTRACT

In Aliağa region, 23 soil samples (20 industrial, 3 rural) and 3 filter dust samples from scrap processing iron-steel plants with electric arc furnaces (EAFs) were taken from different points in order to determine the spatial distribution of trace element levels in the soil and the contribution of iron and steel industries to these levels. Samples were measured using Inductively Coupled

^{*} melik.kara@deu.edu.tr







Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) for trace element concentrations and steady-state isotope ratios after dissolution in a microwave acid digestion system.

The elements with the highest concentrations in the EAFs filter dust are Fe, Zn, Pb, Na, Mn, K, Mg, Ca, Al, P, Cu, Sn, Cr, Cd and Sb respectively. In soil samples the highest levels were measured for Fe, Al, K, Ca, Na, Mg, P, Mn, Zn, Ba, Pb, Sr, Cr, Ga and Cd. Spatial distribution maps of anthropogenic elements such as Fe, Zn, Pb, Cu, Sn, Cr, Cd, Sb and Hg at high concentrations in filter dust have shown that the levels measured in the soil are significantly influenced by the emissions of iron and steel industries.

Stable isotope ratios measured for 8 anthropogenic elements (Cr, Fe, Cu, Zn, Se, Mo, Sb, Hg) in soil samples were compared graphically with isotope ratios found in EAFs filter dust samples and in the earth crust soil. The fact that the isotope ratios measured in the soil especially near the iron and steel are similar to those measured in the EAFs filter dusts industries indicate that the levels measured in the soil of these elements are influenced by the EAFs filter dusts. The contribution of EAFs filter dusts to concentrations measured in the soil was quantitatively determined using isotope ratios. It was determined that the average contribution of EAFs filter dusts to the levels in the soil varied between $28 \pm 25\%$ (Se) and $65 \pm 29\%$ (Zn).

KEYWORDS

EAFs Filter Dust, Trace Elements, Isotope Ratios, Source Apportionment, Aliaga

1. GİRİŞ

Sanayi tesisleri, motorlu taşıt emisyonları, konut ısıtma sistemleri, alansal kirletici kaynaklar ve doğal faaliyetler endüstriyel ve kentsel alanlardaki kirleticilerin kaynağını oluşturmaktadır (Azimi vd., 2005; Anatolaki ve Tsitouridou, 2007; Guo vd., 2012). Ekosistemin önemli bir bileşeni olan toprağın yapısında çeşitli kaynaklardan önemli miktarlarda eser elementler bulunmaktadır. Bu nedenle, yüzeydeki topraklarda biriken kirleticiler; toprak, su, bitkiler ve toz gibi çevresel bileşenlerle taşınabilirler. Toprağın elementel kontaminasyonuna çoğunlukla atmosferik çökelmeler neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak partikül maddelerce zenginleşmiş topraklar aynı zamanda eser elementleri de bünyelerinde barındırdıkları için hava kalitesine olumsuz bir kaynak olarak ta karşımıza çıkmaktadır (Ashbaugh vd., 2003).

Toprak kalitesinin korunması ve geliştirilmesindeki birincil hedef, topraktaki eser element içeriğinin değerlendirilmesi ve bu toprakların kirletici kaynaklarının belirlenmesidir. Toprak kirliliği, genellikle elementel konsantrasyonların çevresel verilerle (VROM, 2000; CCME, 2007) karşılaştırılması ve bununla ilgili kirlenmemiş toprak seviyelerine göre potansiyel ekolojik risk endeksi kullanılarak belirlenir (Luo vd., 2012). Endüstriyel ve kentsel topraklarda, olası kaynakları tanımlamak için yaygın olarak çok değişkenli analizler ile jeoistatistiksel analizler uygulanmaktadır. (Wei ve Yang, 2010; Li vd., 2014). Diğer taraftan, çevresel örneklerdeki elementlerin sabit izotop oranları, kaynaklar ve süreçler hakkında değerli bilgiler vermektedir. H, C, O, N, ve S elementlerinin kararlı izotop analizleri çevresel döngüleri incelemek, farklı ortamlardaki çeşitli problemleri çözmek için onlarca yıldır çevresel jeokimyada kullanılmakta



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU Hava Kirlenmesi Araştırmalar ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya



iken diğer elementlerin kararlı izotop oranlarının belirlenmesindeki analitik zorlukların aşılmasıyla beraber, hemen hemen periyodik tablodaki tüm elementler için izotop oranları belirlenir hale gelmiştir. Bu sayede kaynaklar için izleyici olarak elementlerin kararlı izotop oranları ve çevre jeokimyasındaki süreçleri en önemli model yaklaşımı olmuştur (Wiederhold, 2015).

Toprak kirliliği, dünyanın birçok yerinde insan faaliyetleri nedeniyle ciddi bir sorun haline gelmiştir (Davis vd., 2009; Solgi vd., 2012). Son yıllarda dünyadaki sosyal ve ekonomik gelişmede görülen hızlı artışın ardından, Türkiye'nin bazı bölgelerindeki kentsel, endüstriyel, madencilik ve tarımsal alan topraklarının eser element kirliliği ciddi bir hal alarak yaygınlaşmıştır. Son zamanlarda, Türkiye'nin farklı bölgelerinde antropojenik kaynaklardan etkilenen topraklar (örneğin sanayi ve madencilik) üzerinde çeşitli çalışmalar yürütülmüştür (Canbay vd., 2010; Odabaşı vd., 2010; Yatkin ve Bayram, 2011; Yaylalı-Abanuz, 2011; Koz vd., 2012). Bu çalışmalar sonucunda, yoğun olarak sanayileşmiş bazı bölgelerdeki (Ör. İskenderun, Gebze) topraklarda eser element konsantrasyonlarının yüksek seviyelere ulaştığı gözlenmiştir. Bu bölgeler içerisinde yer alan Aliağa da Türkiye'nin ağır endüstri bölgelerinden birisidir. Bölge, tarımsal alan özelliğinden ağır sanayi bölgesine hızlı bir dönüşüm geçirerek; hurda, petrol arıtımı, petrokimya tesisleri, elektrik enerjisi üretimi, demir çelik üretimi ve diğer sanayilerden meydana gelen kompleks bir yapı özelliğini almıştır.

Bu çalışmanın amacı İzmir-Aliağa bölgesinde oluşan elementel kaynaklı toprak kirliliği seviyelerinin ve mekânsal dağılımının belirlenmesi ve ayrıca bölge için önemli bir kirletici kaynak teşkil eden demir çelik endüstrilerinin toprak kirliliğine katkısının ve ilişkisinin elementlerin kararlı izotop oranları kullanılarak belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma alanı

İzmir ilinin yaklaşık 50 km kuzeyinde yer alan Aliağa ilçesi, Elektrikli Ark Ocağı kullanan hurda işleme demir-çelik tesisleri, büyük bir petrol rafinerisi, petrokimya kompleksi, çelik haddehane tesisleri ve doğalgazla çalışan elektrik santrali olmak üzere önemli kirletici kaynakları barındırmaktadır. Bunun dışında bölgede gübre fabrikası, hurda depolama ve sınıflama alanları, büyük ölçekte cüruf ve hurda yığınları, hurda kamyonlarının çok yoğun taşıma faaliyetleri, gemi söküm tesisleri ve hammadde nakliyesi için kullanılan limanlar yer almaktadır. Yaklaşık 90.000 nüfuslu ilçede köyler ve tarım alanları da bulunmaktadır. Ege Denizi kıyısında bulunan bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Yıllık yağış miktarı 696 mm olup en çok yağış alan ay 144 mm ile Aralık ayıdır (MGM, 2017). Hakim rüzgar yönü yaz aylarında kuzeybatı, kış aylarında ise güneydoğudur. Çalışma alanı örnekleme noktaları ve endüstriyel faaliyetler Şekil 1'de gösterilmiştir.



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya





Şekil 1. Çalışma alanının genel görünümü

2.2. Örneklerin toplanması ve analizler

Farklı noktalardan 23 adet toprak örneği (20 endüstriyel, 3 kırsal) ve 3 farklı elektrikli ark ocaklı demir çelik tesisi baca filtresinden toz örnekleri alınmıştır. 0.5 g örnek tartılarak 10 mL HNO₃, 3 mL HCl ve 2 mL HF eklendikten sonra mikrodalga asit çözündürme sisteminde çözündürülmüştür. Çözünen örnekler analiz öncesinde deiyonize su ile 100 mL'ye tamamlanarak 0,45 μm filtreden geçirilmiştir.

Çözündürülen örneklerin iz element (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Hg, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Se, Sn, Sr, Tl, U, V, Zn) konsantrasyonları ve kararlı izotop (^{52/53}Cr, ^{54/56}Fe, ^{63/65}Cu, ^{64/66}Zn, ^{76/82}Se, ^{95/98}Mo, ^{121/123}Sb, ^{198/202}Hg, ^{10/11}B, ^{50/51}V, ^{58/60}Ni, ^{86/88}Sr, ^{107/109}Ag, ^{110/114}Cd, ^{116/122}Sn, ^{235/238}U) oranları Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak ölçülmüştür.

2.3. Kaynak katkısı belirleme yöntemi

Farklı laboratuvarların ölçüm sonuçlarının birbirleriyle ilişkilendirilebilmesi için elementlerin izotop analizlerimin "sıfır çizgisi" olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu nedenle kararlı izotop verileri, standartların izotop oranlarıyla normalleştirilerek delta (δ) değerleri olarak ifade edilir (Denklem 1).



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU Hava Kirlenmesi Araştırmalar ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya

$$\delta^{x}E = \frac{\left(\left({}^{x}E/{}^{y}E\right)_{\ddot{o}rnek}}{\left({}^{x}E/{}^{y}E\right)_{standart}} - 1 \tag{1}$$

Burada x ve y, E elementinin izotoplarını temsil etmektedir.

Kaynak izleme metodu, farklı izotopların karşılaştırılmasına dayanmaktadır. İlgili izotop bileşenleri ve numunedeki farklı kaynak materyallerinin katkısı biliniyorsa karışım hesapları ile sonuca ulaşılabilir. Bir numunenin delta değeri, mevcut toplam miktarın fraksiyonlarıyla çarpılan son elemanlarının delta değerlerinin toplamlarıyla açıklanabilir (Denklem 2).

$$\delta_{\text{örnek}} = \delta_A \times f_A + \delta_B \times f_B$$

Burada f, A (baca tozu) ve B (doğal kaynaklar)'nin göreceli fraksiyonunu tanımlamaktadır (f_{A+} $f_{B} = 1$). Denklem yeniden düzenlenerek bir kaynağın katkısı belirlenebilmektedir (Denklem 3) (Wiederhold, 2015).

$$f_A = \frac{\delta_{\ddot{o}rnek} - \delta_B}{\delta_A - \delta_B} \tag{3}$$

3. SONUÇLAR

3.1. Toprak ve baca tozu örneklerinde element konsantrasyonlarının değişimi

Çalışma ile toplanan toprak ve baca tozu örneklerinin analizi sonucunda element konsantrasyonları belirlenmiştir. Tablo 1' de kırsal ve endüstriyel bölgelerden toplanan toprak örnekleri ile elektrikli ark ocaklı demir çelik tesisi baca filtresinden alınan toz örneklerindeki element konstrasyonları verilmektedir. Toprak örnekleri üzerinde yapılan analizler sonucunda en yüksek seviyeler Fe, K, Na, Al, Ca, P, Ba, Mn, Mg, Sr, Ga, Zn, Cr, ve Pb elementleri için ölçülmüştür. Baca tozundan alınan örneklerde yapılan analizler sonucunda ise konsantrasyonları en yüksek elementler sırasıyla Fe, Zn, Pb, Na, Mn, K, Mg, Ca, Al, P, Cu, Sn, Cr, Cd ve Sb'dir. Bunun yanı sıra, Ag, Cr, Cu, Ge, Hg, Mn, Mo, Sb, Sn ve Zn konsatrasyonları baca tozu örneklerinde toprakta ölçülen konsatrasyonların çok üzerinde ölçülmüştür.



(2)



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU Hava Kirlenmesi Araştırmalara ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya



Tablo 1. Toprakta ve baca filtre tozundaki element konsatrasyonları (mg/kg)

Element	Toprak Örnekleri		Deee Filtre Terry
	Kırsal Bölge	Endüstriyel Bölge	Daca Fille Tozu
Ag	$0,\!09\pm0,\!03$	$0,\!93\pm0,\!90$	$88,70\pm2,\!45$
Al	17043 ± 4597	14193 ± 7611	1008 ± 850
As	$5,04 \pm 3,84$	$39,35 \pm 60,64$	$17,\!15 \pm 1,\!78$
В	$72,7 \pm 12,4$	$48,5\pm38,3$	$147,3 \pm 31,8$
Ba	$982,0 \pm 186,4$	$464,5 \pm 364,5$	$200,6 \pm 37,9$
Be	$3,55 \pm 0,21$	$1,\!14\pm0,\!818$	$0,009 \pm 0,005$
Ca	2048 ± 1093	4131 ± 3540	1818 ± 379
Cd	$0,\!112\pm0,\!072$	$2,020 \pm 4,436$	$315,6 \pm 39,9$
Ce	$3,\!81 \pm 2,\!23$	$11,\!59 \pm 9,\!28$	$2,\!33\pm0,\!397$
Со	$13,22 \pm 2,83$	$9,81 \pm 9,03$	$4,\!97 \pm 0,\!61$
Cr	$48,5 \pm 5,4$	$103,8 \pm 111,5$	$629,7 \pm 46,7$
Cu	$16,4 \pm 2,9$	$65,1 \pm 127,0$	$741,5 \pm 76,5$
Fe	47128 ± 8044	26443 ± 17057	80137 ± 8128
Ga	$249,3 \pm 51,4$	$72,8 \pm 86,1$	$21,3 \pm 4,1$
Ge	$79{,}6\pm7{,}5$	$48,9 \pm 25,1$	$235,0 \pm 30,3$
Hg	$0,\!092 \pm 0,\!054$	$0,\!494 \pm 0,\!609$	$6{,}40\pm0{,}59$
K	42499 ± 13855	10355 ± 8479	4087 ± 718
La	$1,\!24 \pm 0,\!64$	$5,\!22 \pm 4,\!77$	$0,\!92 \pm 0,\!17$
Li	$8,\!44 \pm 1,\!23$	$4,\!90 \pm 3,\!91$	$8{,}99 \pm 1{,}08$
Mg	740 ± 336	1930 ± 1895	2517 ± 561
Mn	769 ± 83	892 ± 776	5054 ± 640
Мо	$0,\!678 \pm 0,\!224$	$5,23 \pm 3,48$	$35,0 \pm 0,842$
Na	23573 ± 1379	3706 ± 2808	5717 ± 929
Ni	$18,9 \pm 2,3$	$36,5 \pm 26,7$	$59{,}8\pm4{,}9$
Р	1939 ± 382	1538 ± 1208	$773,2 \pm 44,5$
Pb	$46,9 \pm 7,2$	$220,0 \pm 387,2$	14632 ± 1486
Rb	$51,5 \pm 38,6$	$16,7 \pm 11,7$	$16,5 \pm 2,8$
Sb	$0,\!641 \pm 0,\!320$	$9,3 \pm 16,3$	$254,1 \pm 8,8$
Se	$0,756 \pm 0,454$	$1,57 \pm 0,74$	$11,54 \pm 1,21$
Sn	$3,56 \pm 0,74$	$11,9 \pm 14,3$	$735,3 \pm 21,8$
Sr	$375,3 \pm 99,4$	$160,3 \pm 85,6$	$19,9 \pm 3,8$
Tl	$1,02 \pm 0,232$	$0,\!626 \pm 0,\!465$	$0,\!999 \pm 0,\!073$
U	$7,2 \pm 5,1$	$2,9 \pm 2,2$	$0,\!207 \pm 0,\!020$
V	$150,7 \pm 24,2$	$62,9 \pm 47,2$	$18,0 \pm 1,7$
Zn	$84,7 \pm 22,3$	561 ± 1203	62009 ± 7812
Zr	3394 ± 1651	14909 ± 11999	$606,7 \pm 162,8$



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Pakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya



3.2. Topraklardaki iz elementlerin mekânsal değişimi

Element konsatrasyonlarının çalışma alanındaki mekânsal dağılımının belirlenmesi amacıyla ArcGIS programı yardımıyla dağılım haritaları hazırlanmıştır. Özellikle antropojenik kaynaklı olan ve demir çelik tesisi baca örneklerinde de yüksek konsantrasyonlarda ölçülen elementler sanayi tesislerinin etkilediği alanlarda yüksek olarak belirlenmiştir. Şekil 2'de çinko ve kalay elementlerinin mekansal dağılımı verilmektedir. Bu elementler ve Fe, Cr, Pb, Cu gibi elementler Nemrut Körfezi'nin güneyinde yer alan demir-çelik tesislerinin bulunduğu bölgede birikim gösterirken, diğer bölgelerde daha düşük konsantrasyonlarda gözlenmiştir. Şekil 3'te Demir-çelik endüstrisi ve gemi söküm tesislerinin etkisi, demir elementi için net bir şekilde görülmektedir. Tesislerden uzak lokasyonlardaki ve kırsal noktalardaki demir konsantrasyonunun yüksekliği, bu elementin hem endüstriyel kaynaklı hem de doğal olarak toprak bileşiminde bulunduğunun göstergesidir. Diğer taraftan litojenik kökenli eleement olan kalsiyum ise diğer bölgelerde de toprak yapısına bağlı olarak yüksek ölçülmüştür.



Şekil 2. Bölgedeki çinko ve kalay elementlerinin mekansal dağılımı



Şekil 3. Bölgedeki demir ve kalsiyum elementlerinin mekansal dağılımı

3.3 Kararlı izotop oranları ve kaynak katkıları

Toprak örneklerinde 8 antropojenik element (^{52/53}Cr, ^{54/56}Fe, ^{63/65}Cu, ^{64/66}Zn, ^{76/82}Se, ^{95/98}Mo, ^{121/123}Sb, ^{198/202}Hg) için ölçülen kararlı izotop oranları baca tozlarında ve doğada bulunan izotop oranlarıyla grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Örneklerdeki izotop oranlarının özellikle demirçelik endüstrilerine yakın noktalarda baca tozlarında ölçülenlere benzer olması, bu elementlerin toprakta ölçülen seviyelerinin baca tozlarından etkilendiğine işaret etmektedir. İki element (^{54/56} Fe ve ^{64/66}Zn) için yapılan karşılaştırmalar örnek olarak Şekil 4 ve 5'te verilmektedir.



Baca tozlarının toprakta ölçülen konsantrasyonlara katkısı izotop oranları kullanılarak kantitatif olarak da saptanmıştır. Baca tozlarının topraktaki seviyelere ortalama katkısının %28±25 (Se) ile %65±29 (Zn) arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Çeşitli elementler için çalışma bölgesindeki ortalama baca tozu ve doğal kaynak katkıları

Genelde tüm bu antropojenik elementler için baca tozu katkı değerleri endüstriyel faaliyetlere yakın noktalarda yoğunlaşmıştır. Katkı değerlerinin mekansal değişimleri iki örnek element (Fe ve Zn) için Şekil 7'da verilmektedir. Katkı değerlerinin mekansal dağılımının toprakta ölçülen seviyelerin mekansal dağılımına benzerlik göstermesi uygulanan yöntemin kaynak katkısı belirlemek için uygun olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 7. Demir ve Çinko için baca tozu katkısı bölgesel dağılım haritası



VII. ULUSAL HAVA KİRLİLİĞİ VE KONTROLÜ SEMPOZYUMU Hava Kirlenmesi Araştırmalar ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü 1-3 Kasım 2017-Antalya



4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma sonucunda toprak örneklerinde özellikle Fe, Al, K, Ca, Na, Mg, P, Mn, Zn, Ba, Pb, Sr, Cr, Ga ve Cd elementleri yüksek konsatrasyonlarda ölçülürken, Baca tozunda konsantrasyonları en yüksek elementler sırasıyla Fe, Zn, Pb, Na, Mn, K, Mg, Ca, Al, P, Cu, Sn, Cr, Cd ve Sb'dir. Baca tozunda yüksek olarak ölçülen bu elementlere ait mekânsal dağılımlar incelendiğinde, demir-çelik tesislerinden kaynaklanan emisyonların toprak konsantrasyonlarını önemli ölçüde etkilediği ortaya konmuştur.

Çalışmanın diğer bölümünde toprak örneklerinde 8 antropojenik element (Cr, Fe, Cu, Zn, Se, Mo, Sb, Hg) için ölçülen kararlı izotop oranları baca tozlarında ve doğada bulunan izotop oranlarıyla grafiksel olarak karşılaştırıldığında, toprakta ölçülen izotop oranlarının özellikle demir-çelik endüstrilerine yakın noktalarda baca tozlarında ölçülenlere benzer olması, bu elementlerin toprakta ölçülen seviyelerinin baca tozlarından etkilendiğine işaret etmektedir.

Baca tozlarının toprakta ölçülen konsantrasyonlara katkısı izotop oranları kullanılarak kantitatif olarak da saptanmıştır. Baca tozlarının topraktaki seviyelere ortalama katkısının %28±25 (Se) ile %65±29 (Zn) arasında değiştiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Azimi, S., Rocher, V., Muller, M., Moilleron, R., Thevenot, D. R., 2005. Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France). Science of the Total Environment, 337, 223–239.
- Anatolaki, C., Tsitouridou, R., 2007. Atmospheric deposition of nitrogen, sulfur and chloride in Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Research*, 85, 413–428.
- Ashbaugh, L. L., Carvacho, O. F., Brown, M. S., Chow, J. C., Watson, J. G., Magliano, K. C., 2003. Soil sample collection and analysis for the fugitive dust characterization study. *Atmospheric Environment*, 37, 1163–1173.
- Canbay, M., Aydin, A.,Kurtulus, C., 2010. Magnetic susceptibility and heavy-metal contamination in topsoils along the Izmit Gulf coastal area and IZAYTAS (Turkey). *Journal of Applied Geophysics*, 70, 46–57.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2007. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health. Quebec.
- Davis, H. T., Marjorie Aelion, C., McDermott, S., Lawson, A. B., 2009. Identifying natural and anthropogenic sources of metals in urban and rural soils using GIS based data, PCA, and spatial interpolation. *Environmental Pollution*, 157, 2378–2385.
- Guo, G., Wu, F., Xie, F., Zhang, R., 2012. Spatial distribution and pollution assessment of heavy metals in urban soils from southwest China. Journal of Environmental Sciences, 24, 410–418.





- Koz, B., Cevik, U., & Akbulut, S., 2012. Heavy metal analysis around Murgul (Artvin) copper mining area of Turkey using moss and soil. *Ecological Indicators*, 20, 17–23.
- Li, Z., Ma, Z., van der Kuijp, T. J., Yuan, Z., Huang, L., 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: pollution and health risk assessment. *Science of the Total Environment*, 468–469, 843–853.
- Luo, X. S., Yu, S., Zhu, Y. G., Li, X. D., 2012. Trace metal contamination in urban soils of China. *Science of the Total Environment*, 421–422, 17–30.
- MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)., 2017. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR#sfB, erişim: Mayıs 2017.
- Odabasi, M., Bayram, A., Elbir, T., Seyfioglu, R., Dumanoglu, Y., Ornektekin, S., 2010. Investigation of soil concentrations of persistent organic pollutants, trace rlements, and anions due to iron-steel plant emissions in an industrial region in Turkey. *Water, Air, & Soil Pollution*, 213, 375–388.
- Solgi, E., Esmaili-Sari, A., Riyahi-Bakhtiari, A., Hadipour, M., 2012. Soil contamination of metals in the three industrial estates, Arak, Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, 634–638.
- Wei, B., Yang, L., 2010. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*, 94, 99–107.
- VROM, 2000. Circular on target values and intervention values for soil remediation Annex A: target values, soil remediation intervention values and indicative levels for serious contamination Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment.
- Wiederhold, J. G., 2015. Metal stable isotope signatures as tracers in environmental geochemistry, *Environmental Science and Technology*, 49, 2606-2624.
- Yatkin, S., Bayram, A., 2011. Investigation of chemical compositions of urban, industrial, agricultural, and rural top-soils in Izmir, Turkey. *CLEAN Soil, Air, Water*, 39, 522–529.
- Yaylalı-Abanuz, G., 2011. Heavy metal contamination of surface soil around Gebze industrial area, Turkey. *Microchemical Journal*, 99, 82–92.