

ÇİMENTO ÜRETİMİ TOZ EMİSYONLARINDA KURŞUN VE KADMIYUMUN HAVA KİRLİLİĞİNE KATKISININ BELİRLENMESİ

Cemile YERLİKAYA^(*), Y. Volkan ARINCI, Nalan ERDÖL AYDIN, Ali ÖZTÜRK, Hasancan OKUTAN

İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak/İstanbul

ÖZET

Günümüzde çok önemli bir çevre problemi olan hava kirliliği, atmosfer bileşenlerinin tabii kaynaklar ve insan faaliyetleri sonucu değişikliğe uğraması nedeniyle meydana gelmektedir. Ulaşım, endüstri ve ısınma için yakıtların yakılması, elektrik santralleri ve endüstriyel faaliyetler insan tarafından oluşturulan kirlilik kaynakları olup; atmosferik kirlilik yoğunluğu bölgenin endüstriyel gelişimi, nüfus, şehirleşme, meteorolojik ve topografik şartlara bağlı olarak değişim göstermektedir. Pb ve Cd insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerinde zehirli etkiye sahiptir. Bu iki element US EPA' nın (United States Environmental Protection Agency) 188 adet Zararlı Hava Kirletici Listesi' nde yer almaktadır. Bu çalışmada ülkemizde faaliyet gösteren bir çimento üretim tesisinin toz atıklarında ölçülen Pb ve Cd hava kalitesine katkısı, EPA onaylı BREEZE AIR ISCLT3 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş, Türkiye' de ilgili yönetmeliğin sınır değerleri ile karşılaştırılmış, alıcı ortamlardaki değerlendirmeleri yapılmıştır.

ABSTRACT

Nowadays, a major environmental problem, air pollution occurs by the alterations in atmosphere components by means of natural resources and human beings. Transportation, combustion for industry and warming, power plants and industrial activities have been pollution sources formed by mankind and atmospheric pollution consistence shows differences in various regions with respect to the industrial development, population, urbanization, meteorological and topographic conditions. Pb and Cd have poisonous effect on humans, animals and plants. Both elements can be clenched on dust particulates and consumed by respiration. These elements are declared as exclusive materials in US Environmental Protection Agency's (EPA) list of 188 corruptive air pollutants. In this study, contribution to air quality of Pb and Cd in a cement plant in our country is modeled with EPA approved BREEZE AIR ISCLT3 software and compared with Turkey's related regulation's limiting values followed by assessments done in recipient ambient.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Pb , Cd, Çimento, Klinker, ISCLT3

* yerlikayace@itu.edu.tr

GİRİŞ

Özellikle 20. Yüzyıl'ın ikinci yarısında baş döndürücü bir hızla ulaşan teknolojik ve endüstriyel gelişmelerin beraberinde getirdiği çevresel değerlerin tahribi, çevre kirliliği ve yenilenemeyen kaynakların hızla azalması günümüzde hızlanarak sürmektedir.

Ağır metal kirliliği çevrenin doğal yapısından kaynaklanabilmekte veya insan faaliyetleri sonucu da oluşabilmektedir. Trafik, endüstriyel tesisler, güç santralleri, atık yakma, inşaat faaliyetleri gibi ortam havasındaki ağır metal konsantrasyonlarını artıran çok sayıda insan faaliyetleri vardır. Cu ve Zn gibi bazı ağır metaller düşük konsantrasyonlarda zararlıdır ancak Pb, As ve Cd gibi metaller çok düşük konsantrasyonlarda bile zehirlidirler, kanser ve kalp-damar hastalıklarına sebep olabilir ya da var olan hastalığı şiddetlendirebilirler. Ağır metaller arasında en zehirli olanı Pb olup, ortam atmosferine yayılınca zamanla yeryüzü toprağı üzerine çökmektedir. Pb bileşikleri, endüstriyel ve yakma emisyonları gibi sanayi faaliyetleri haricinde, egzoz gazlarından atmosfere oradan da toprağı ve suya çökerek çevreyi kirletmektedir. Düşük seviyelerde kurşuna maruz kalmak insanda kan, enzim sistemi, böbrekler ve beyinde önemli hasarlara yol açmaktadır. Özellikle çocuklarda öğrenme zorluğu, davranış bozukluğu, fiziksel gelişimi engelleme ve IQ'da düşük değerlere sebep olmaktadır (Sezgin vd.,2003; Li vd., 2001; EPA, 2006).

Havaya karışan Cd partikülleri yere ya da suya düşmeden çok uzun mesafeler kat edebilir. Endüstriyel atıklardaki Cd bileşikleri ise depo sahalarından sızıntı ve taşmalar sonucunda suya ve toprağı karışabilir, toprak partiküllerine güçlü şekilde bağlanabilir, doğada kolaylıkla parçalanmaz, vücutta çok uzun süre kalabilir ve düşük düzeyde alınsa bile yıllar içinde birikebilir. Düşük düzeylerde alınan Cd böbrek hastalıklarına, yüksek düzeylerde alınan ise akciğer hasarı ve kemik kırılabilirliği artışına sebep olur (EPA, 2006).

Çimento üretimi klinker ve çimento üretim prosesleri olarak iki kısımda incelenebilir. Klinker olarak adlandırılan çimento ana yapıtaşının üretimi, kil ve kalkerin ocaklardan çıkarılması, kırılması, belirli oranlarda karıştırılarak toz haline getirilmesi, döner fırınlarda kalsinasyonu aşamalarını içermektedir. Çimento üretim prosesi ise klinkerin çeşitli oranlarda alçı, mermer, kalker veya diğer katkı malzemeleri ile karıştırılarak öğütülmesinden, paketlenmesine kadar olan süreçleri içermektedir. Bu prosesler toz tutma sistemlerinde tutularak prosese geri döndürülenler de dahil olmak üzere, çeşitli atıklar meydana getirir. Çimento fabrikalarında emisyonuna neden olan ana kaynaklar (Döner Fırın Bacaları, Klinker Soğutucuları, Çimento Değirmeni Bacaları, Kömür Değirmeni Bacaları, By-Pass Bacaları) ve tali kaynaklar (Silo Üstü Bacaları, Ham Madde Değirmeni Bacaları, Kırıcı Bacaları, Öğütme ve Paketleme Bacaları) olarak iki gruba ayrılabilir. Çimento ana hammaddeleri genel olarak çok zararlı maddeler içermemesine rağmen, çimento tesislerinin yüksek üretim kapasitesi ve emisyon debileri, emisyon noktalarının çok sayıda oluşu, özellikle standartların altında hava kalitesine sahip, hava sirkülasyonu az olan ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanlarda yaşamı tehdit etmektedir (Kalafatoğlu vd., 2001).

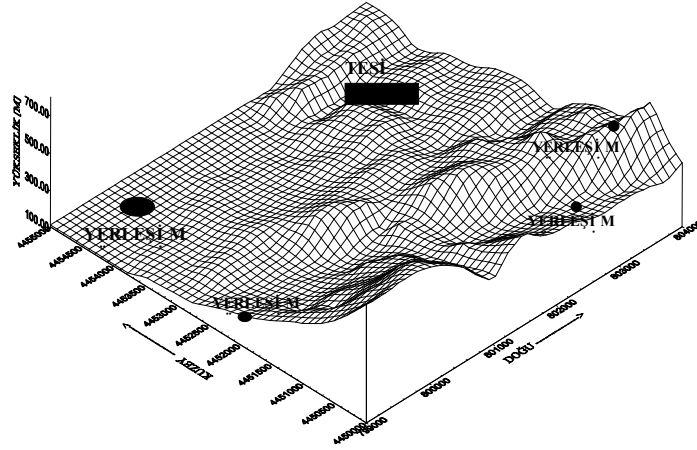
Bu çalışmada ülkemizde faaliyet gösteren bir çimento üretim tesisinin toz atıklarında ölçülen Pb ve Cd elementinin hava kalitesine katkısı değerlendirilmiştir. Çimento tesisinde 2 adet döner fırın üretim hattı bulunmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi, her iki üretim hattında toplam olarak 1 356 750 ton yıl⁻¹ klinkerdir. Bu iki adet üretim hattında üretilen klinker toplam 236

ton saat⁻¹ kapasiteli 3 adet çimento değirmeninde katkı maddeleri ile birlikte öğütülerek çimento üretilmektedir.

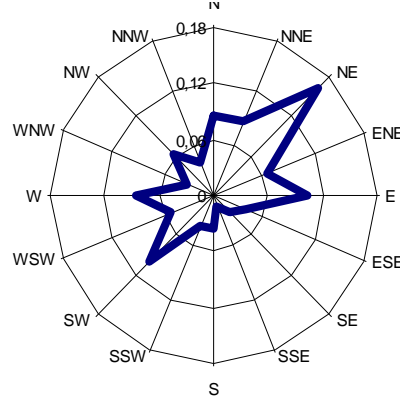
Pb ve Cd elementlerinin hava kalitesine katkısı EPA onaylı BREEZE AIR ISCLT3 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş, Türkiye’ de ilgili yönetmelik olan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) sınır değerleri ile karşılaştırılmış, alıcı ortamlardaki değerlendirmeleri yapılmıştır (HKDYY, 2008).

MATERYAL VE METHOD

Çimento tesisi üretim hatlarında ölçülmüş olan havada asılı toz partiküller içindeki Pb ve Cd konsantrasyonları kullanılarak Hava Kalitesi Modellemesi yapılmıştır. Modellemede EPA onaylı BREEZE AIR ISCLT3 yazılımı kullanılmıştır. Program; nokta, alan, hacim ve açık çukur kaynaklarının ve/veya kaynak gruplarının emisyonlarının hava kalitesine etkisini belirleyebilecek kapasitededir. Kentsel bölgelerde mevcut alıcı noktalar dışında, özel alıcı noktaların da hava kalitesi değerlendirilebilmektedir. Meteorolojik veriler rüzgar hızı, kararlılık sınıfı ve rüzgar yönüne göre rüzgar frekans dağılımlarını içerir (Arıncı vd., 2002). Model için gerekli meteorolojik veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan uzun dönem aylık ortalama iklim verilerinden alınmıştır. Fabrika çevresindeki topografya incelenerek yükseltiler okunmuş, topografya grafikleri oluşturulmuştur. Topografik veriler 1/25 000 standart haritalardan, 500 m’lik gridlere bölünerek elde edilmiştir. Bölgenin üç boyutlu topografik haritası Şekil 1’ de verilmiştir. Model programı için konsantrasyon dağılım alanı 5 km x 5 km olarak seçilmiştir. Bölgeye ait rüzgar gülü ise Şekil 2’ de sunulmaktadır. Bilgisayar programı hava kirliliğine katkı değerlerini ortalama yıl bazında, yerleşim bölgesinin solunum yüksekliği olan 1,6 m seviyesi içinde ve maksimum konsantrasyon bazında hesaplamaktadır.



Şekil 1. Çimento tesisi yerleşim bölgesine ait topografik harita



Şekil 2. Çimento tesisi yerleşim bölgesine ait rüzgar gülü

Çimento tesisindeki nokta kaynakların özellikleri Tablo 1’ de verilmiştir. Bu kaynaklarda ölçülen Pb ve Cd konsantrasyon ve emisyon hızları ise Tablo 2’ de sunulmuştur.

Tablo 1. Çimento tesisi nokta kaynaklarının özellikleri

	Çap (m)	Hız (m san ⁻¹)	Sıcaklık (°C)	Baca Yüksekliği (m)
1 No’ lu döner fırın bacası	2.8	10.4	90	55
2 No’ lu döner fırın bacası	2.5	15.5	120	42

Tablo 2. Döner fırın bacalarında emisyon hızları

	Emisyon Hızı (g san ⁻¹)	
	Pb	Cd
1 No’ lu döner fırın bacası	0.207	0.553
2 No’ lu döner fırın bacası	0.175	0.468

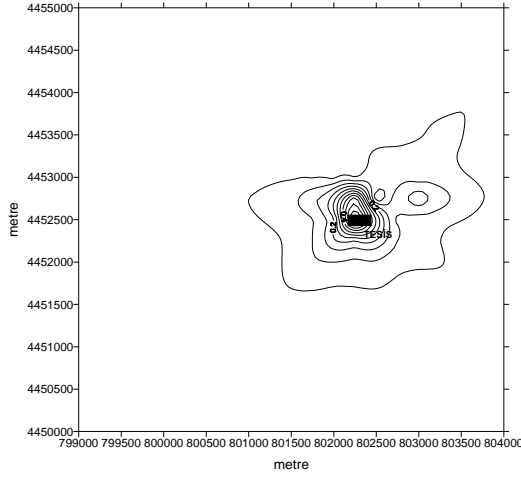
SONUÇLAR

Hava kalitesi model programı ile çimento tesisinin döner fırın bacalarında ölçülmüş olan Pb ve Cd konsantrasyonlarının yıllık bazda hava kalitesine etkisi belirlenmiştir. Bölgede meteorolojik şartların da etkisi ile elde edilen maksimum Pb ve Cd konsantrasyonları ve Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) sınır değerleri Tablo 3’ te verilmektedir. Model programı değerleri tesise ait olan her iki bacadan yayılan Pb ve Cd konsantrasyonlarının hava kalitesine katkısını hesaplamaktadır. Tablo 3’ te verilen değer 5 km x 5 km’ lik alan içinde Pb ve Cd emisyonundan kaynaklanan maksimum değerlerdir. Seçilen bölgede, Pb elementinin maksimum konsantrasyonu 0,66 µg m⁻³, Cd elementi ise 1,64 µg m⁻³’ tür. Bu konsantrasyonlar yönetmelikteki sınır değerlerle karşılaştırıldığında, Pb için geçiş sınır değerinin altında kaldığı fakat hedef sınır değerinin üstüne çıktığı görülmektedir. Cd için ise hedeflenen sınır değerinin çok üstüne çıkmıştır.

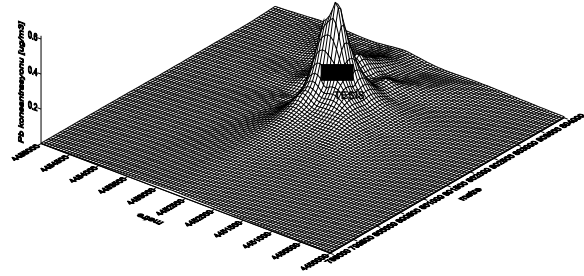
Şekil 3 ve Şekil 4’ te, seçilen alanda Pb emisyonunun oluşturduğu hava kalitesi değerlerinin dağılımı sırasıyla 2 ve 3 boyutlu olarak gösterilmiştir. Benzer şekilde, Şekil 5 ve Şekil 6’ da, Cd emisyonunun oluşturduğu hava kalitesi değerlerinin dağılımı sırasıyla 2 ve 3 boyutlu olarak gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde maksimum konsantrasyonların, noktasal kaynakların yaklaşık 250 m güneyinde olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Çimento Tesisi yerleşim bölgesinde maksimum Pb ve Cd konsantrasyonları ve HKDYY sınır değerleri

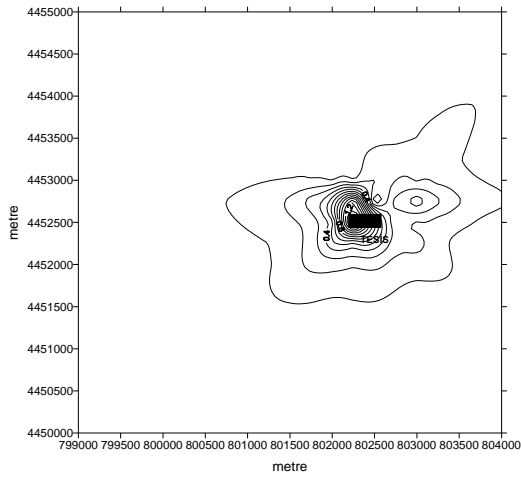
	Model Programı Değerleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)	HKDYY Geçiş Dönemi Sınır Değerleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)	HKDYY Hedef (2020 yılı) Sınır Değerleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Pb	0.66	2	0.5
Cd	1.64	-	0.005



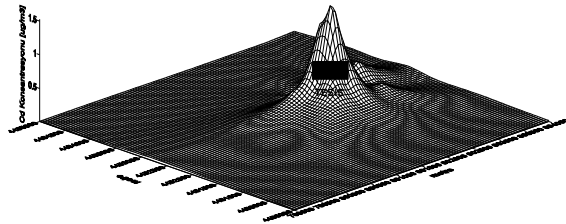
Şekil 3. Pb emisyonunun 2 boyutlu dağılımı



Şekil 4. Pb emisyonunun 3 boyutlu dağılımı



Şekil 5. Cd emisyonunun 2 boyutlu dağılımı



Şekil 6. Cd emisyonunun 3 boyutlu dağılımı

ÖNERİLER

Her geçen gün ülkelerin yönetmeliklerindeki sınır değerler daha düşük değerlere çekilmektedir. Türkiye HKDYY sınır değerleri de Pb ve Cd için önümüzdeki yıllarda daha düşük değerleri işaret etmektedir. Çimento üretimi uzun yıllardır prosesleri ve şartları belirlenmiş bir üretim şekli olmasına rağmen, çevre kirliliği açısından fabrika emisyonlarının daha dikkatle değerlendirilmesi gerekecektir. Bu çalışmada Pb elementi için, şu an yürürlükte

olan yönetmeliğin geçiş dönemi sınır değeri altında kalınmasına rağmen önümüzdeki yıllarda iki ana fırın bacası için ölçülen emisyon değerinin altına inilmesi gerekmektedir. Yönetmelikte Cd için hedeflenen sınır değer çok düşük olup, ele alınan sistem için bu değer çok aşılmıştır. Bu çalışmada sadece iki döner fırın bacasından çıkan toz emisyonu içindeki Pb ve Cd elementlerinin hava kalitesine katkı değerleri belirlenmiştir. Bu emisyon kaynakları dışında diğer birçok noktada toz emisyonu ile Pb ve Cd elementi yayılımı olmaktadır. Bu tesis için tüm noktalar göz önünde bulundurulurak toz emisyonların kontrol altına alınmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Arıncı, A., İşkender, H. ve Okutan, H. An Investigation of CO Contribution to the Air Quality Due to Vehicular Traffic in Istanbul. Volume 3, Environmental Problems of the Mediterranean Region, 1545-1548, Near East University, Lefkořa-Turkish Republic of Northern Cyprus, 2002.

EPA, [http:// www.epa.gov/opptintr/index.htm](http://www.epa.gov/opptintr/index.htm), 2006.

HKDYY, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Ynetmelięi, Resmi Gazete, Türkiye, No.26898, Haziran 6, 2008.

Kalafatoğlu, E., rs, N., zdemir, S.S. ve Munlafalıoğlu, İ. Trace Element Emission from Some Cement Plants in Turkey, *Water, Air, and Soil Pollution*, 129, 91-100, 2001.

Li, X., Poon, C. ve Liu, P.S. Heavy Metal Contamination of Urban Soils and Street Dusts in Hong Kong, *Applied geochemistry*, 16, 1361-1368, 2001.

Sezgin, N., zcan, H.K., Demir, G., Nemlioęlu, S. ve Bayat, C. Determination of Heavy Metal Concentrations in Street Dusts in İstanbul E-5 Highway, *Environment International*, 29, 979-985, 2003.