

ÇİMENTO SEKTÖRÜ, DÖNER FIRIN BACALARINDAN ÇIKAN AĞIR METAL SONUÇLARININ İNCELENMESİ, YAKITLARA GÖRE DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Birkan İSKAN^(*), H. Cihan SIDAL, Ufuk MALAK

Artek Mühendislik Çevre Ölçüm Ve Danışmanlık Hiz. Tic. A.Ş., İstanbul

ÖZET

Bu çalışmada, farklı ısı güçlerinde kömür ve petrokoku kullanarak faaliyet gösteren on beş adet çimento fabrikasının, döner fırın bacalarına ait ağır metal ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan ölçümler uluslararası geçerliliği olan EPA 29 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler üç ardışık ölçüm ve bir şahitten oluşacak şekilde gerçekleştirilmiş, ölçüm sonuçları ardışık ölçümlerin ortalaması alınarak değerlendirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları neticesinde konsantrasyon ve kütleli debiler hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonuçlarına göre en yüksek konsantrasyon ve kütleli debiler krom, nikel ve vanadyum parametreleri için tespit edilmiştir. Bu parametreler için en yüksek konsantrasyonlar krom için, $16 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $5,9687 \text{ g/saat}$, Nikel için $32,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $7,2432 \text{ g/saat}$ ve Vanadyum için $12,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $5,5029 \text{ g/saat}$ en düşük konsantrasyonlar ise sırasıyla $0,08 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $0,0350 \text{ g/saat}$, $0,35 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $0,06013 \text{ g/saat}$, $0,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $0,00003 \text{ g/saat}$ olarak belirlenmiştir. Her bir işletmede belirlenen konsantrasyon ve kütleli debi değerleri uluslararası ve ulusal limit değerler ile kıyaslanmış bu doğrultuda değerlendirmeler yapılmıştır. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Ek-1 Tablo 1.1.1.' de belirtilen çeşitli kriterlere göre değerlendirilerek yüksek çıkan Krom, Nikel ve Vanadyum parametrelerinin çevresel ve insan sağlığına olası olumsuz etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

ABSTRACT

In this study, evaluation of heavy metal measurements have been performed at the rotary kilns of fifteen cement factories which are active by using coal and petrocok in different thermal powers. The measurements performed were realized by EPA 29 metot with international validity. All measurements have been performed that compares from three consecutive and 1 blank, measurement results have been evaluated by taking the average of consecutive measurements. Concentration and mass flows have been calculated according to the analysis results. The highest concentration and mass flows were determined for Chrom, Nickel and Vanadium parameters, according to the calculation results. Highest concentrations determined for these parameters were ; $16 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $5,9687 \text{ g/hour}$ for Chrom, $32,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $7,2432 \text{ g/hour}$ for Nickel and $12,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $5,5029 \text{ g/hour}$ for Vanadium. With the same order lowest concentrations were $0,08 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $0,0350 \text{ g/hour}$, $0,35 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $0,06013 \text{ g/hour}$, $0,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, $0,00003 \text{ g/hour}$ Concentration and mass flow values that were determined for each facility have been compared with national and international limit values and evaluated in this direction. The negative effects of Chrom, Nickel and Vanadium which extended the limits to the ecology and human health were determined by evaluating according

* birkan.iskan@artekcevre.com.tr

to the various criteria defined by the industrial air pollution control regulation Attachment 1 Table 1.1.1.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Çimento, Petrokok, Metal, Emisyon

1. GİRİŞ

Havada bulunan partiküllerin % 0.01-3' ünü sağlık yönünden çok toksik etkiler gösteren eser elementler meydana getirir. Bunların sağlık yönünden önemi insan dokularında birikime uğramalarından ve muhtemel sinerjik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Doğal veya yapay nedenlerle ağır metallerin birikimi ve bunların nedenleri önemli çevresel sorunlar arasına girmiştir. Atmosfer kirliliğinin bir bölümünü oluşturan metaller; fosil yakıtların yanması, endüstriyel işlemler, metal içerikli ürünlerin insineratörler de yakılması sonucunda ortama yayılırlar. Metal kirliliği antik çağlardan bu yana görülmektedir. Sanayileşme ile kirlilik çok büyük seviyelere ulaşmıştır. Bilinen ilk kirlenme Japonya' da bildirilmiştir. Uzun zamanlardan beri süregelen bilinçsiz sanayileşme çalışmaları sonucunda kirlilik boyutları inanılmaz seviyelere yükselmiştir. Havaya yayılan kirleticiler rüzgar, hava akımı gibi etkilerin nedeniyle uzak yerlere taşınabilmektedir. Çimento Türkiye'de bir çok kentsel yerleşim alanında, büyük tesislerde üretilir. Çimentonun hammaddesi kum, kireçtaşı demiroksitler ve alüminyumlu bileşiklerdir. Bu hammaddelerin ön işlemlerden geçirilip işlenebilir hale getirilmesi ve depolanmasından sonra uygun karışımlar hazırlanır. Hazırlanan Çimento ham karışımı döner fırın akkor derecesine kadar kademeli olarak ısıtılıp "klinker" denilen gri renkli ara ürüne dönüşür. Klinker soğuduktan sonra değirmenlerde çok ince öğütülüp, torbalanarak satılır. Buna göre bir çimento tesisinin iki tür hava kirletici salınımı yapması söz konusudur. Bunlardan birincisi; hammadde taşıma, öğütme, karışım hazırlama, klinker öğütme gibi partikül madde çıkaran işlemlerden havaya karışan tozluluk ikincisi ise bizim çalışmamızı teşkil eden fırında kullanılan, ısı için yakılan yakıtlardan kaynaklanan kirletici gazlar ve partikül maddelerdir.

Bu çalışmada çimento fabrikalarından kaynaklanan emisyonlardan olan ağır metal parametreleri 15 farklı çimento Fabrikasında sürekli olarak takip edilmiş en yüksek konsantrasyon ve kütledebiler krom, nikel ve vanadyum parametrelerinin sonuçları Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmaya ait farklı ısı güçlerinde kömür ve petrokokun neden olduğu ağır metal ölçümleri sektörde faaliyet gösteren on beş farklı çimento fabrikasına ait döner fırın bacalarında gerçekleştirilmiştir. Çimento fabrikalarının Döner Fırın Bacalarında örneklenmesi ve tayini gerçekleştirilen ağır metal parametresinin TS EN ISO/IEC 17025 akreditasyon belgesine sahip laboratuvar tarafından, uluslararası geçerliliği olan EPA Metot 29 ve TS EN 14385 standart metoduna uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Örnekleme yöntemi

Bacadan numune alma işlemi için genel olarak EPA Metot 29 veya TS EN 14385' de verilen işlemlere göre yapılır. Sadece partikül madde emisyonları tayin edilmeyecek ise filtrenin

kurutma, tartım gibi ön işlemlerden geçirilmesine gerek yoktur. İlk olarak filtre ekipmanı sıcak musluk suyu ile yıkanır, daha sonra ise sabunlu su ile yıkanır. Daha sonra cam malzemeleri üç kez musluk suyu ile yıkayın ayrıca üç kez de çalkalayın. Daha sonra hacimsel olarak %10' luk bir nitrik asit çözeltisinde en az 4 saat boyunca suda tutulur, üç kez çalkalanır ve son olarak da aseton ile yıkanır ve ortam havasında kurumaya bırakılır. Tüm malzemeler kuruma sırasında kirlenme olmaması için üzerleri kaplanırlar. Örnekleme hattı hazırlanırken tüm bağlantılar olası bir kirlenmeye karşı kapalı tutulur. Nem bu sistemden ayrı olarak tayin edilir. Bu nedenle birinci ve ikinci gaz yıkama şişelerine 100 ml HNO₃/H₂O₂ çözeltisinden eklenilir. Üçüncü gaz yıkama şişesi boş bırakılır. Daha sonra dördüncü ve beşinci gaz yıkama şişelerine asidik KMnO₄ (%4 KMnO₄ / %10 H₂SO₄) eklenir. Son gaz yıkama şişesinde ya da kendi kutusunda pompayı nemden korumak için silika jel bulundurulur. Örnekleme öncesi sistemde kaçak olmaması için gerekli önlemler alınır ve kaçak testleri yapılır. Örnekleme İşlemi EPA 1 veya TS ISO 9096 Standardına göre uygun örnekleme noktasından ve izokinetik olarak yapılmalıdır. Örnekleme esnasında kullanılacak olan ısıtmalı hat ve filtre tutucu yapısı 120 °C derece sıcaklıkta tutulmalıdır. Emisyon kaynağında örnekleme cihazı metodun istemiş olduğu uygun sıcaklıklara ulaştığında cihazında pompası çalıştırılır ve izokinetik olarak numune alımına başlanır. Numune alımında kullanılan filtreler numune saklama kapları ile laboratuvara ulaştırılır. İzokinetik örnekleme noktalarından numune alma işlemi sırasında elde edilen veriler daha sonra hesaplamalarda kullanılmak üzere kaydedilir. Örnekleme işlemi tamamlandıktan sonra örneğin geri kazanılması işlemleri gerçekleştirilir.

2.2. Analiz yöntemi

Ağır Metal Örnekleme sonucunu sahada uygun filtrelere çekilen numuneler ve yıkama çözeltileri laboratuvara ulaştığında, kapalı kap mikrodalga sisteminde sıcaklık ve basınç ile parçalanarak analize hazır hale getirilir ve analiz için ICP-OES veya AAS cihazına verilerek ağır metal tayini gerçekleştirir. Ön işlemleri için mikrodalga cihazına ait basınçlı kaplara yerleştirilen (1., 2., 3. Ölçüm ve şahit filtrelerden her biri ayrı ayrı olmak üzere) filtre ve onlara ait yıkama çözeltileri üzerine Hidroflorik Asit (HF) ve Nitrik Asit (HNO₃) ilave edilerek kaplar kapatılır ve mikrodalga cihazına yerleştirilir. Bu işlem CEM MARS6 cihazında maksimum 190 °C' de 3 saat sürer. Mikrodalga programı bittikten sonra kapların oda sıcaklığına gelmesi beklenerek, çeker ocak altında kapların basınçları alınarak açılır. Parçalanmış numuneler belirli bir hacme seyreltilerek analiz edilecek kaplara konur.

Berrak bir çözelti haline getirilmiş numunenin ağır metal analizleri PERKIN ELMER ICP-OES cihazımızda veya AAS cihazımızda analiz edilir. ICP-OES ile analizde numune bir otomatik örnekleyici vasıtasıyla 8000 K-10000 K arası sıcaklıktaki plazmaya püskürtülerek detektörden gelen sinyaller aracılığıyla uygun kalibrasyon grafiğinde miktarı tespit edilir. AAS cihazında ise "Civa (Hg)" analizleri sadece Soğuk Buhar Tekniği ile yapılırken diğer ağır metallerin çoğu alev ve fırın sistemi olmak üzere her iki sistemde de yapılabilmektedir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Baca gazındaki ağır metal ölçümleri çimento sektöründe faaliyet gösteren on beş farklı çimento fabrikasının Döner Fırın Bacası'nda gerçekleştirilmiştir. Farklı çimento fabrikalarında yakıt olarak kömür ve petrokok kullanan tesislerin Krom, Nikel ve Vanadyum sonuçları Tablo-1 de verilmiştir. Yapılan ağır metal ölçümleri sonucunda belirlenen Krom, Nikel, Vanadyum parametreleri için maksimum ve minimum konsantrasyon, kütleli debi değerleri ve SKHKKY sınır değerleri Tablo-2 de belirtilmiştir.

Tablo 1. Fabrikaların Farklı Yakıt Türüne Göre Ağır Metal Konsantrasyonu ve Kütleli Debi Değerleri

DÖNER FIRIN BACASI	KROM		NİKEL		VANADYUM		YAKIT	
	Kons. ($\mu\text{g Nm}^{-3}$)	Kütleli Debi (g saat^{-1})	Kons. ($\mu\text{g Nm}^{-3}$)	Kütleli Debi (g saat^{-1})	Kons. ($\mu\text{g Nm}^{-3}$)	Kütleli Debi (g saat^{-1})	Kömür	Petrokok
Fabrika 1	0,23	0,04	0,35	0,06	0,19	0,00003	X	X
Fabrika 2	5,82	1,26	14,82	3,10	10,87	2,36	X	
Fabrika 3	4,20	5,96	17,30	7,24	3,10	0,85	X	X
Fabrika 4	16,00	1,64	6,37	1,15	5,20	0,94	X	
Fabrika 5	1,25	0,03	1,13	0,04	0,63	0,02	X	X
Fabrika 6	0,58	0,10	4,14	0,72	1,75	0,31		X
Fabrika 7	0,47	0,07	0,90	0,20	0,29	0,06	X	
Fabrika 8	3,00	2,59	5,10	2,76	3,57	5,50		X
Fabrika 9	0,46	0,08	1,43	0,26	0,13	0,72		X
Fabrika 10	0,08	3,63	5,71	5,12	0,42	2,01	X	X
Fabrika 11	0,37	0,05	1,15	0,15	0,35	0,05		X
Fabrika 12	1,28	0,16	1,15	0,22	0,38	0,07	X	X
Fabrika 13	3,91	0,41	6,05	1,15	12,50	0,44	X	X
Fabrika 14	2,08	1,09	1,06	0,55	1,06	0,44		X
Fabrika 15	1,26	5,82	32,2	3,10	10,87	2,36	X	

Tablo 2. Ağır Metal Ölçümleri Sonucu Maksimum ve Minimum Konsantrasyon, Kütleli Debi ve SKHKKY Sınır Değerleri

Parametre	Maksimum		Minimum		SKHKKY Sınır Değer	
	Kons ($\mu\text{g Nm}^{-3}$)	Kütleli Debi (g saat^{-1})	Kons ($\mu\text{g Nm}^{-3}$)	Kütleli Debi (g saat^{-1})	Kons ($\mu\text{g Nm}^{-3}$)	Kütleli Debi (g saat^{-1})
Krom	16	5,9688	0,08	0,0350	5000	25
Nikel	32,2	7,2432	0,35	0,0601	1000	5
Vandyum	12,5	5,5029	0,1	0,0003	200	1

*SKHKKY: Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

3.1. Çevre ve insan sağlığı risklerinin değerlendirilmesi

Hava kirlenmesi, “Çeşitli doğal veya yapay nedenler ile doğal olarak havanın bileşiminde bulunmayan bazı maddelerin havanın bileşimine katılması veya normalde havanın bileşiminde bulunan bazı maddelerin yine çeşitli doğal ve yapay nedenler ile yüksek miktarlara erişmesi sonucunda, kişilerin sağlıklarını ve bitki ile hayvanların yaşam ve gelişimlerini olumsuz yönde etkileyen hava durumu” olarak tanımlanmaktadır.

Fosil kaynaklı katı ve sıvı yakıtların içerdiği bir çok metal yakın çevremizdeki havayı kirletir. Metaller solunum yolu, besinler ve içme suları ile organizmaya girerler. Besinlerin normal bileşeni olabildikleri gibi kirlilik olarak da bulunabilir. Hava ,su ve toprak ,doğal kaynaklar ve teknolojik nedenlerle metallerle kirlenebilir. Dağılım ve taşınma sonucu metaller emisyonla uğradıkları yerlerden çok uzaklarda da birikerek çevredeki konsantrasyonu artır. Ağır

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

metaller yağış durumuna göre, doğrudan doğruya toprağa gelip, oradan bitkilere, hatta bazı koşullarda taban sularına ulaşır. Kısmen de yüzeysel akışla uzak çevreye yayılır (Yıldız, 2004) Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayınımları söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayınımları önemli miktarlara ulaşabilmektedir (1979’ da Lengrich’te çimento tesisinden talyum kaçağı). Havada bulunan gazların yalnızca % 1 -1.5’lik kısmı uçucu ağır metaller olmasına karşın bu maddelerin birikimleri günümüzde bir çok rahatsızlığa neden olmaktadır. Bunun yanında toprak ve su kaynaklarına bulaşan ağır metallerin bitkiler tarafından alınarak ve bu ortamlarda gelişen canlılar tarafından absorblanması ile yine birikim yoluyla seviyelerinde giderek artmalar görülür. Maruz kalma süresi de hastalıkların sayısında artışa neden olmaktadır. Bitkisel ve hayvansal üretim yanında yeryüzündeki tüm canlıları risk altında bırakan ağır metaller özellikle insan sağlığını da tehdit etmektedir. Bütün bitkiler toprak ve sudan kendi büyüme ve gelişimleri için şart olan ağır metalleri toplama kabiliyetine sahiptirler. Bu metaller Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo ve Ni içermektedirler (Langille ve MacLean, 1976). Bazı bitkiler de biyolojik fonksiyonları bilinmeyen ağır metalleri biriktirme kabiliyetine sahiptirler. Bunlar Cd, Cr, Pb, Co, Ag, Se ve Hg içermektedirler (Hana ve Grant, 1962; Baker ve Brooks, 1989).Yüksek konsantrasyonlardaki ağır metallerin hem tolere edilebilir hem de biriktirilebilir üst sınırları farklı bitki türlerine göre değişmektedir (Ernst ve ark., 1992).

Krom; beyaz, sert, aşınmaya dayanıklı bir metaldir. Ergime ısısı 1890 °C’dir. Doğada -2’ den +6 değerlikliye kadar değişen kombine formlarda bulunur. Endüstriyel amaçlı olarak en sık +3 (kromik) ve +4 (kromatlar) değerli kullanılmaktadır. Vücutta en önemli giriş yolu akciğerlerdir. Toz ve dumanlarının akciğerlerde birikimi diğer toz ve aerosollerde olduğu gibidir. Bileşiğin çözünürlüğüne bağlı olarak trivalan bileşiklerin % 0.2-3’ ü, heksavalan bileşiklerin % 1-10’ u ağızdan alımdan sonra emilir. Krom pigmenti partikülleri, Cr dumanları, kromik asit aerosolleri genellikle 1 µm’den küçük partiküller içerirler. Dolayısıyla alveollere maksimum miktarda ulaşırlar. Solubiliteleri arttıkça emilim ve toksisitesi artar. Heksavalan form vücutta trivalan forma indirgenir. İndirgenme hızı organlardaki indirgeyici ajanların miktarına bağlıdır. Bu, heksavalan formların toksisitesini ve atılımını da etkiler. Atılım başlıca idrar ve feçesle olur. Atılım hızı değişik Cr bileşiklerine göre değişir. Kromit cevherinin veya Cr metalinin insanda toksik olduğuna dair bulgu yoktur. Trivalan Cr formları heksavalan formlardan daha az toksiktirler. Krom ,düşük seviyelerde kroma maruz kalındığında, deride iritasyon ve ülser meydana gelir. Uzun süreli maruz kalındığında böbreklerde ve karaciğerde hasara yol açabildiği gibi kan dolaşım sistemini ve sinir dokularını tahrip edebilir. Krom daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Dolayısıyla yüksek seviyelerde kroma maruz kalmış balık yemek oldukça tehlikelidir.

Nikel; ağır, gümüş rengine, dövülebilir, manyetik bir metaldir. Kullanım alanı geniştir. Nikel yakıtların yanması, madencilik ve rafinasyon işlemleri ve kentsel atıkların küllleştirilmesi ile atmosfere yayılmaktadır. Bunun yanı sıra lağım çamuru karışmış toprakta ve sigarada (0 - 0.51 µg/sigara) bulunmaktadır. Nikelin emilimi başlıca solunumla olur. Solunabilen nikel bileşikleri ve nikel karbonil, solunduktan sonra çabucak emilir. Nikelin başlıca maruziyet, toz ve buharlarının solunması ile olur. Nikel maruziyetinin oluşturulabileceği başlıca sağlık riski solunum sistemi kanserleridir. Burun ve akciğer kanserlerine en sık rastlanılanlarıdır. Nikel maruziyetinin bir diğer önemli etkisi de alerjidir. Astım, ürtiker, eritem, kontakt dermatit

oluşturabilir. Bazı bitki türleri, örneğin; baklagiller, için yararlı bir element olan nikel, belli bir doz aşımında (0,18-5 ppm) zehirleyici olmaktadır.

Vanadyum; yumuşak gri bir metaldir. Asitlerde ve deniz suyunda oksitlenmez. Kullanılan cevherleri vanadyum sülfid ve kurşun-çinko vanadatlarıdır. Sık kullanılan bileşikleri vanadyum pentoksit (V_2O_5), vanadyum dioksit (VO_2), vanadyum trioksit (V_2O_3), sodyum metavanadat ($NaVO_3$) ve vanadyum tetraklorittir (VCl_4). Öğütme ve fırınlama sırasında vanadyum pentoksit toz ve dumanlarına maruz kalınabilir. Fosil yakıtların yakıldığı tesisler, hava ve çevrenin vanadyum bileşikleriyle önemli derecede kirlenmesine neden olabilir. Akut etkiler Vanadyum oksitlerinin buhar, toz ve dumanlarının solunması; gözyaşı salgısında artma, burun akıntısı, kanaması, inatçı öksürük, balgam (bazen yeşil renkli), göğüs ağrısı yapar. Vanadyum duyarlılığı olanlarda düşük maruziyet düzeylerinde öksürük ve bronkospazmla birlikte allerjik astım görülebilir. Semptomlardan önce genellikle 1-6 günlük bir latent periyod vardır. Semptom ve bulgular ortaya çıktıktan sonra da 2-5 günde kaybolur. Maruziyet yoğunluğu arttıkça halsizlik, yorgunluk, frontal baş ağrısı, ateş, bulantı, ağızda metalik tad, kaşıntılı eritem (derinin kızarması) eklenir. Kronik etkiler Vanadyum tuzlarının birikimine bağlı olarak dilde yeşil renk oluşur. Bu, maruziyetin iyi bir göstergesidir. Plazma kolesterolü düşer. Kronik rinit, kronik atrofik farenjit, kronik bronşit, obstrüktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu, pnömonitis tablolarına neden olur. Vanadyum pentoksit (V_2O_5) maruziyetine bağlı olarak gelişen bronş aşırı duyarlılığı, kalıcıdır.

4. SONUÇLAR

On beş farklı çimento fabrikasında yapılan örnekleme ve analizler neticesinde yapılan hesaplama sonuçlarına göre tespit edilen ağır metal parametrelerinden en yüksek konsantrasyon ve kütleli debiler krom, nikel ve vanadyum parametreleri için SKHKKY EK-1 g bendinde; Atık gazlardaki özel toz emisyonları için sınır değerlerine bakılmıştır. SKHKKY EK-1 g bendinde tesisin üretim prosesine göre, bu emisyonların oluşma ve atmosfere deşarj edilme periyodu dikkate alınarak tesis en yüksek kapasitede çalışırken bu emisyonların ölçülmesi gerektiği ve bu ölçüm sonuçları neticesinde SKHKKY EK-1 g bendinin Tablo 1.1.1 İnorganik toz emisyonunda özel maddeler de I, II ve III olarak sınıflandırılan özel toz emisyonları Krom, Nikel ve Vanadyum parametrelerinin konsantrasyon ve kütleli debilerinin yönetmelik sınır değerlerini aşmadığı görülmüştür .

KAYNAKLAR

Müezzinoğlu A.,2000, Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir

Borat O.Balcı M.Sürmen A.1992.Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniği,TEV Yayını, İstanbul

Borat O.Balcı M.Sürmen A1992.Yanma Bilgisi,TEV Yayını İstanbul

De Nevers,N.,1995.Air Pollution Control Engineering,Mc GrawHill, New York

Schnelle K.B.Brown C.A.2002,Air Pollution Control Technology Handbook,CRC Pres,LLC USA

Tünay O.Alp K.,1996,Hava Kirlenmesi Kontrolü,Çevre Müh.Odası İstanbul Şubesi

Yıldız, N., 2004. Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.

Langille, W.M. and MacLean, K.S., 1976. Some essential nutrient elements in forest plants as related to species,plant part, season and location. Plant Soil. 45: 17-26

Baker, A.J.M. and Brooks R.R., 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements- A review of their distribution, ecology and phytochemistry. Biorecovery. 1:81- 126.

Hana, W.J. and Grant C.L., 1962. Spectrochemical analysis of the foliage of certain trees and ornamentals for 23 elements. Bull Torrey Bot Club. 89: 293-302.

Ernst WHO, Verkleji JAC, Schat, H., 1992. Metal Tolerance in Plants. Acta Bot Neerl 41: 229-248.

http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf

<http://www.foodelphi.com/metallerin-toksik-etkileri-prof-dr-kemal-guven/>

<http://www.genbilim.com/fen-bilimleri/tip/adyr-metallerin-sadlyk-uzerine-etkileri/>

<http://www.biyolojigunlugu.com/agir-metal-kirliligi>

<http://cevremuhendisiyim.com/agir-metaller-ve-etkileri>

<http://www.csb.gov.tr/turkce/index.php>

<http://194.27.141.99/dosya-depo/ders-notlari/serdar-selcuk-koksal/%C7evre%20Sa%F01%FD%F0%FD%20Hava%20Kirlenmesi.pdf>

http://www.csgeb.gov.tr/csgebPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/isgip_saglik_tani

<http://e-dergi.atauni.edu.tr/atauniazb/article/download/.../1025006699>