

ÜLKEMİZDE ELEKTRİK ARK OCAKLI TESİSLERİN EMİSYON AZALTIM ÇALIŞMALARININ GELİŞİMİ VE AB ÇEVRE MEVZUATINA UYUM

A.Yavuz YÜCEKUTLU(*), A. Teoman SANALAN

ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

ÖZET

Demir çelik üretiminde önemli yeri olan elektrik ark ocaklı demir çelik tesisleri, kirletici vasfı yüksek tesislerden olup, buldukları bölgelerin hava kalitesine etkileri olması nedeni ile ülkemizde ve gelişmiş ülkelerde alınması gereken çevresel önlemler açısından üzerinde önemle durulan ve emisyon azaltım teknikleri açısından gelişim gösteren tesisler arasında yer almaktadır.

Türkiye'nin ham çelik üretimi, 2012-2015 döneminde % 12'lik düşüşün ardından, 2016 yılında büyümeye geçti ve % 5.2 artışla, 33.2 milyon tona yükseldi. 2015 yılında Türkiye Avrupa'nın 2. ve dünyanın 9. büyük demir çelik üreticisi olmuştur. Buna karşın ülkemiz hammadde bakımından ithalata bağımlıdır.

Bu tesislerde, üretimde kullanılan hurdanın içinde bulunan pas, yağ, plastik maddeler, boya ve kaplama gibi safsızlıklar kirliliğin oluşmasındaki ana etken olduğundan dolayı tesislerinden kaynaklanan belli başlı emisyonlar; toz, ağır metaller, karbonmonoksit, azot oksitler, organik gaz ve buharlar, PAH'lar, dioksin ve furanlardır. Bu kirleticiler, yarattıkları ciddi orandaki kirlilik ve sağlık zararları nedeniyle ölçülmesi ve sınırlandırılması gerekli olan emisyonlardandır.

Ülkemizde bulunan demir çelik tesislerinin, Çevre Mevzuatına uyum içinde üretim yapmak ve yurt dışında rekabet edebilmek için son 10 yılda yüksek maliyetli çevresel yatırımların yapılmasına önem verdikleri bilinmektedir. Türk çelik sektörü çevrenin korunmasına, enerji verimliliğinin artırılmasına ve emisyonların azaltılmasına yönelik projeler için, son beş yıl içerisinde toplam 1,5 milyar Dolar civarında yatırım yapmıştır. Emisyon kontrolünde sadece baca gazı emisyonlarının azaltılması değil, alan kaynaklı emisyonların azaltılmasında da önemli gelişme kaydedilmiştir. Tesis içi yolların asfalt veya betonla kaplanması çalışmaları, hemen hemen bütün tesislerde yerine getirilmiştir. Hurda sahalarının etrafı kapatılarak tozla mücadele verilmektedir.

Tesislerin yükümlü oldukları emisyon değerlerini sağlayıp sağlamadığı Bakanlığımızca sürekli ölçüm sistemleri ile izlenmektedir. Diğer taraftan bu tesislerden kaynaklanan baca gazı ve hava kalitesinin ölçüm ve analizi konusunda alt yapının geliştirilmesi için son yıllarda yapılan yatırım ve düzenlemeler ile ülke ihtiyacına cevap verecek özel ve kamu laboratuvarları kurulmuştur.

Demir çelik tesislerinden kaynaklanan kirletici emisyonları arasında toz emisyonlarının öncelikli bir önemi olduğundan, Ülkemizde ve Avrupa Birliğinde bu toz emisyonlarının azaltılmasına yönelik yasal hükümler ve alınan önlemler sürekli gelişmekte, her geçen gün ilave önlemler getirilmekte, yatırımlar yapılmaktadır. Bunda en önemli etken de toz emisyonlarının içerisindeki

kalıcı kirleticilerden dioksin ve furanların ve 2,5 mikron altı ince tozun yol açtığı sağlık zararlarının önemli boyutlarda olduğuna dair verilerin elde edilmesidir.

2010 yılında elektrik ark ocaklı demir çelik üretim tesislerinde mevcut en iyi teknikler uygulamalarının yeterliliği ve ulaşılan emisyon değerlerinin değerlendirildiği bir çalışma yapılmıştı. Bu çalışmada; toz emisyonu başta olmak üzere emisyon azaltımı konusunda elektrikli ark ocaklı tesislerde zaman içindeki değişimi incelenerek, gelinen noktada, AB çevre mevzuatında önemli bir yeri olan Mevcut En İyi Tekniklere dayalı emisyon değerlerine göre değerlendirme yapılarak sonuçlar yorumlanacaktır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

emisyonların azaltılması, mevcut en iyi teknikler, emisyon kontrol teknolojileri, demir çelik, hava kirleticiler.

ABSTRACT

Iron and steel industry in Turkey is a growing sector with a continuous increase in capacity, while Turkey is the second largest producer in Europe and 9th in the World. Secondary steel production has the large share in this regard. There are several secondary steel production plants nearly all operating with electric arc furnaces. These furnaces work on scrap metal, hence cause quite a number of serious environmental and health problems with emissions of fine dust, heavy metals, PAH's. Control of the pollution from these installations play an important role for the environment, especially human health, agricultural production and ecosystem protection. The most effective control can be achieved via effective implementation of BAT's (Best Available Techniques) put forward by the European Union Industrial Emissions Directive (201/75/EU). Previous studies have been carried out in Turkey regarding the BAT implementation and associated environmental performance levels. In this study, the survey was carried out with most recent data on emissions from these plants, results of the continuous and periodical emissions monitoring. The outcomes of the study conclude that while there is reduction in emissions of these plants, there is quite a room for improvement for most of the plants for further reduction of emissions and improvement of the emission control systems.

KEYWORDS

emission reduction, best available techniques, emission control technologies, iron and steel, air pollutants.

1. GİRİŞ

Kirletici vasfı yüksek tesislerden olan elektrik ark ocaklı demir çelik tesisleri; çelik üretimi, hurda ve cüruf depolama faaliyetleri, hammaddenin ve ürünün tesis içine ve dışına taşınması gibi faaliyetleri ile bulunduğu bölgede çok çeşitli emisyonların oluşmasına neden olmaktadır. Çelik üretimi açısından, Dünya Çelik Derneği (worldsteel) verilerine göre, Türkiye Dünyanın dokuzuncu, Avrupa'nın ise üçüncü en büyük çelik üreticisi olup, üretilen çeliğin %75'i hurdadan üretilmektedir. Bu üretimin sonucunda çeşitli hava kirleticileri önemli miktarlarda salınmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde hurda demir çelik kullanılarak çelik üretilen tesislerden kaynaklanan emisyonların çeşitliliği ve etkileri nedeni ile bu tesislerden kaynaklanan birçok kirleticiye sınırlama getirilmiştir. Son yıllarda özellikle Avrupa Birliğinde gerçekleştirilen çalışmalar ile saha verileri ışığında tesislerin bütünlük olarak ele alınmaları ve kirliliğin kaynağında bir bütün olarak önlenmesi ana ilke olmuştur.

Bu tesislerde, üretimde kullanılan hurdanın içinde bulunan pas, yağ, plastik maddeler, boya ve kaplama gibi safsızlıklar kirliliğin oluşmasındaki ana etken olarak sayılabilir. Elektrik ark ocaklı demir çelik tesislerinden kaynaklanan belli başlı emisyonlar; toz, ağır metaller, karbonmonoksit, azot oksitler, organik gaz ve buharlar, PAH'lar, dioksin ve furanlar ve diğer kirleticilerin önemi nedeniyle sınırlandırılması ve ölçülmesi gerekli olan emisyonlardandır. Pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de çevre mevzuatı bu tesislerden kaynaklanan çoğu emisyonu ve hava kalitesine etki eden kirleticilere sınırlama getirmiştir.

Bu emisyonların azaltılması için emisyon azaltım tekniklerinin uygulanması ile bu tesislerden kaynaklanan baca gazı emisyonları ile hava kalitesi sınır değerlerinin sağlanmasının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Diğer taraftan bu tesislerden kaynaklanan baca gazı ve hava kalitesinin ölçüm ve analizi konusunda alt yapının geliştirilmesi için son yıllarda yapılan yatırım ve düzenlemeler ile ülke ihtiyacına cevap verecek laboratuvarlar kurulmuştur.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen konular ayrıntılı olarak irdelenecek, ülkemizde faaliyet gösteren tesislerden elde edilen veriler ışığında yapılmakta olan çalışmalar sonucunda kaydedilen ilerlemeler yer almaktadır.

2. DEMİR ÇELİK ÜRETİMİ VE EMİSYONLARI

Ülkemizde çelik üretimi, entegre demir çelik fabrikalarında hammadde olarak cevher, elektrik ark ocaklı tesislerde ise (ağırlıklı olarak ithal edilen) hurda demir ve çelik kullanılarak yapılmaktadır.

Türkiye'nin çelik ithalatının hızla artış göstermesi ile kapasitesinin yaklaşık 18 milyon ton civarındaki kısmını kullanamayan Türkiye, çelik ürünlerinde net ithalatçı pozisyonuna geçmiştir. Bu yıl 17,5 milyon ton çelik ithal eden Türkiye'nin, 18 milyon ton civarındaki kapasitesi de atıl durumda bulunmaktadır. Türk çelik sektörünün, dünyanın en fazla çelik ithal eden bölgelerine yakınlığından, yüksek üretim teknolojilerinden, bilgi ve tecrübe birikiminden, kaliteli üretiminden kaynaklanan avantajları, dünya genelinde artan dampedingli ihracat karşısında zorlanmaktadır.

Çelik sektörümüz, her yıl yaklaşık 180 ülkeye gerçekleştirdiği, katma değeri giderek artan ihracatı ile dünya piyasalarında önemli oyuncu konumunu sürdürmektedir. Dünya çelik üretiminin yaklaşık % 2 oranındaki bölümünü gerçekleştiren Türkiye, Orta Doğu ve Körfez ülkelerinin, çelik ürünlerinde en büyük çelik tedarikçilerinden birisi konumunda bulunmaktadır.

Dünya Çelik Derneği (worldsteel) verilerine göre, 2015 yılı itibarıyla Türkiye;

- Dünyanın en büyük 9. çelik üreticisi
- Dünyanın en büyük 8. çelik tüketicisi

- Dünyanın en büyük 9. çelik ihracatçısı
 - Dünyanın en büyük 5. çelik ithalatçısı
 - Dünyanın en büyük 14. net çelik ithalatçısı
- konumunda bulunmaktadır.

Ark ocaklı tesislerden kaynaklanan belli başlı emisyonlar; toz, ağır metaller, karbonmonoksit, azot oksitler, organik gaz ve buharlar, PAH'lar, dioksin ve furanlardır. Elektrik ark ocağı toz örneklerinin kalitatif kimyasal analiz sonuçlarından Fe, Zn, Pb, Mn, Cu, Al, Ca, Mg, K, S, P, C, O, ve Cl elementlerinin varlığı görülmektedir. Bu metaller arasında toksisite derecesi yüksek olanlar; arsenik, kadmiyum, krom, kurşun ve cıvadır. (Tchounwou, et al., 2012)

Ülkemizde elektrik ark ocaklı tesislerin toplam çelik üretimdeki payının zaman içinde hızlı bir artış gösterdiği yukarıda yer alan veriler incelendiğinde görülmektedir. Bu durumda bu tesislerden kaynaklanan kirlilik miktarının da artış göstermekte olduğu düşünülmektedir. Demir çelik üretiminden kaynaklanan hava kirliliği, içeriğinde çeşitli tehlikeli kirleticiler de barındıran toz emisyonu, organik ve buharlar gazlar şeklinde oluşmaktadır. Ergitme sırasında kirliliğin oluşmasındaki ana etkenler; kullanılan hurdanın içinde bulunan pas, yağ, plastik maddeler, boyalar ve kaplama malzemeleri gibi safsızlıklardır. Bu tesislerden kaynaklanan toz emisyonu, tutulması gereken en öncelikli emisyondur.

2.1. Toz

Atık gazlar; toz tutma öncesi, karbon çeliği veya düşük alaşımlı çelik üretiminde, 10 – 30 kg toz/t sıvı çelik, yüksek alaşımlı çelik için ise, 10 – 18 kg toz/t sıvı çelik içermektedir. Paslanmaz çelik üretilen EAO'larda maksimum toz değeri 30 kg toz/t. Tozların kompozisyonu, toz tutucularda toplanmış tozların analizinden görülebilmektedir. Ağır metallerin çoğu ayrılmış tozlar ile birlikte atık gazlardan alınmaktadır. Azaltım sonrasında ortaya çıkan toz emisyon faktörlerinin aralığı Tablo 1'de görülmektedir. Tozun yaklaşık %96'sı PM10'a aittir. Aralık (üç büyüklük sırası), toplama ve azaltım verimliliğindeki büyük farklılığı gösterecek derecede, oldukça geniştir. Konsantrasyon şartları bakımından birçok tesisin emisyonları 0.5 – 50 mg toz/Nm³ civarındadır (Kuruluşların geneli bu aralığın en altındadır). Normal olarak bu emisyon faktörleri veya emisyon konsantrasyonu, ikincil toz emisyonunu da kapsamaktadır çünkü birincil ve ikincil emisyonlar sıklıkla, aynı donanım içerisinde arıtılmaktadır.

2.2. Ağır Metaller

Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.'de bazı emisyonlar geniş aralıkta yer almaktadır. Yüksek değerlerin çevresel etkileri yüksektir. Çinko, en yüksek emisyon faktörüne sahip metaldir. Krom ve nikel emisyonları paslanmaz çelik üretiminde daha yüksek değerlere sahiptir. Kromun bir kısmı altı değerlikli krom olarak oluşabilir. Solunumla kansere yol açabildiğinden ayrı bir önem verilmelidir.

AB'de, üç EAO tesisinde de arsenik emisyon faktörleri 0.025 ve 14 g/t arasında ölçülmüştür. Gaz fazında olduğu için cıva, ESP veya filtrasyon ile bertaraf edilememektedir. Cıva emisyonları hurda kalitesine/bileşimine bağlı olarak şarjdan şarja ciddi oranda değişebilmektedir. Satın alınan hurdada cıva miktarını azaltma çabalarına rağmen, yerli ve ithal hurda için hemen hemen aynı değere sahip, yıllık bazda gözlemlenen, cıva emisyon faktörleri 170 mg/t sıvı çeliktir.

2.3. Kükürt ve Azot Oksitler

Kömür, lastik ve yağ girdilerinin miktarına bağlı olan kükürt dioksit emisyonları oluşmaktadır. Azot oksit emsiyonları (NO_x) büyük boyutta değildir. Diğer inorganik kirleticilerin başında flor ve klor gelir.

2.4.Uçucu Organik Bileşikler (UOB)

Uçucu Organik Bileşikler (UOB) emisyonları, ocağa şarj edilen ham maddeye yapışan organik maddeler sonucu oluşabilmektedir (örneğin; solventler, boyalar). Doğal kömürün (antrasit) kullanılması durumunda, benzol gibi bileşikler yanmadan önce buharlaşabilir.

Poli Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) hurda girdisi içerisinde mevcuttur ve ayrıca elektrik ark ocağının çalışması esnasında oluşabilir. PAH için emisyon faktörleri de yüksektir. (9 – 970 mg/t sıvı çelik) fakat kaydedilen ölçüm sayısı fazla değildir. PAH profili, naftalin, asenaften ve antrasen gibi çok daha uçucu iki veya üç halka PAH'tan oluşmaktadır.

2.5.Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK'lar)

1990'lardan bu yana KOK'lara artan şekilde önem atfedilmektedir. Analitik sonuçlar yalnızca sınırlı sayıda bileşikler için mevcuttur. Klorobenzen, PCB ve PCDD/F gibi klorlu organik bileşiklerin ölçümü yapılmıştır.

Klorlu benzenler birçok EAO'nun çalışması sırasında belirlenmiştir. (0.2–12 mg/t SÇ– bakınız: **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**) EAO tesisinin birinden alınan ölçümlerde atık gaz emisyonlarında hekza kloro benzenlere rastlanmıştır.

2.6.Poliklorlu Bifeniller (PCB)

Poliklorlu bifeniller (PCB) 209 aynı türden oluşan klorlu yarı uçucu organik bileşikler sınıfındadır. Değerler, en düşük 0.01 mg/t sıvı çelikte en yüksek 5 mg/t sıvı çelik olarak rapor edilmiştir (Elektrik Ark Ocaklı Demir Çelik Tesisleri İçin MET Kılavuzu, 2012).

3. EAO'LI ÇELİKHANELERDE HAVA KİRLİLİĞİNİ ÖNLEYECEK MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

Elektrikli Ark Ocaklı (EAO) demir çelik fabrikalarından kaynaklanan emisyonların büyük ölçüde toksik, tehlikeli ve kalıcı kirletici özelliği göstermesi bu tesislerde BAT'ların öncelikle uygulanmasını, çevrenin korunması için gerekli ve öncelikli kılmaktadır.

Elektrikli ark ocaklı demir çelik tesislerinde hurda içinde bulunan boya, yağ ve kaplamalar gibi maddeler ayrıştırılmadığında ve olumsuz yakma koşulları altında dioksin ve furanlar için öncü kirleticiler oluşmasına neden olurlar. PCDD/F emisyonlarının atmosfere verilmesini engellemek ve 0,1 ng ITEQ/Nm³ emisyon limit değeri ile uyumlu çalışabilmek amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan mevcut en iyi teknikler kapsamında, uygun bir adsorbent ile adsorpsiyon yöntemi kullanılır.

Tablo 1. Türkiye’de ve AB de elektrik ark ocaklı çelik tesislerinin emisyon aralıkları

| Hava emisyonları | Birim | Türkiye’de elektrik ark ocakları için emisyon aralıkları | AB’de elektrik ark ocakları için emisyon aralıkları |
|------------------|---------------------------|--|---|
| Atık gaz akışı | milyon Nm ³ /s | 1 – 3,55 | 1 – 2 |
| | Nm ³ /t SÇ | 11.600 – 17.700 | 8 000 – 10 000 |
| Toz | g/t SÇ | 13 – 127 | 4 – 300 |
| | mg/m ³ | 0.53 – 11 | 0.35 – 52 |
| Hg | mg/t SÇ | 14 | 2 – 200 |
| Pb | mg/t SÇ | 56 – 97 | 75 – 2 850 |
| Cr | mg/t SÇ | 7,6 – 18 | 12 – 2 800 |
| Ni | mg/t SÇ | 14 – 44 | 3 – 2 000 |
| Zn | mg/t SÇ | 0 – 137 | 200 – 24 000 |
| Cd | mg/t SÇ | 1 – 148 | 1 – 148 |
| Cu | mg/t SÇ | 11 – 510 | 11 – 510 |
| HF | mg/t SÇ | -- | 0.04 – 15 000 |
| HCl | mg/t SÇ | -- | 800 – 35 250 |
| SO ₂ | g/t SÇ | 5 – 100 | 5 – 210 |
| NO _x | g/t SÇ | 46 – 190 | 13 – 460 |
| CO | g/t SÇ | 42 – 360 | 50 – 4 500 |
| CO ₂ | kg/t SÇ | 72 – 180 | 72 – 180 |
| TOC | g C/t SÇ | 1,35 | 35 – 260 |
| Benzen | mg/t SÇ | 17 | 30 – 4400 |
| Klorlu Benzenler | mg/t SÇ | -- | 0.2 – 12 |
| PAH | mg/t SÇ | 93 - 103 | 9 – 970 |
| PCB | mg/t SÇ | 0.01 – 5 | 0.01 – 5 |
| PCDD/F | µg I-TEQ/t SÇ | 0,09 – 1,23 | 0.04 – 6 |

*Elektrik Ark Ocaklı Demir Çelik Tesisleri İçin MET Kılavuzu

Aktif hale getirilmiş karbon ya da linyit kok tozu atık gaz içine enjekte edildikten sonra yüksek performanslı torba filtreler tarafından tutulmaktadır. Bu sayede PCDD/Fs absorbe edilmiş olarak filtre tozu içinde tutulmuş olur (Gass vd., 2005).

Demir ihtiva eden malzemelerin direkt ergitilmesi, özellikle hurdanın kullanıldığı elektrikli ark ocakları oldukça büyük miktarda elektrik enerjisi tüketirken havaya vermiş olduğu emisyonlar ve oluşan cüruf lar belli başlı atıklardır. Havaya verilen emisyonlar demir oksit ve ağır metaller, önemli organik bileşiklerden; kloro benzenler, PCB ve PCDD/F’leri içerir. BAT’lar belirlenirken bu yayılan kirlilik parametrelerinin önlenmesi; özellikle toz ve PCDD/F parametreleri en iyi tekniğin belirlenmesinde en önemli kirleticilerdir. Hurda ön ısıtması, cüruf ve tozların yeniden kullanımı/geri kazanımı gibi hususlar BAT’ta dikkate alınır (Commission of the European Union (EC), 2001).

Demir çelik tesislerinde toz emisyonu konusunda alınacak önlemler aynı zamanda ağır metal ve dioksin furan emisyonlarında da azalmaya neden olacağı bilinmektedir. Bu sebeple gerek ulusal Çevre Mevzuatında gerekse AB Çevre Mevzuatında bu konuya gereken önemin verildiği görülür.

3.1. Demir Çelik Üretimine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanlarında Elektrikli Ark Ocaklarına İlişkin Teknikler

2013 yılında Avrupa Birliği Komisyonu tarafından yayınlanan “Demir Çelik Üretimine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı (European Commission, 2013) ve 2012/135 sayılı Komisyon Uygulama Kararı ile yayınlanan AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi Demir Çelik Üretimi için BAT Sonuçlarında (European Commission, 2012) belirtilen koşullar bu bölümde belirtilmektedir.

Gelişmiş emisyon toplama sistemi

Elektrikli ark ocaklı tesislerde en önemli sistemlerden emisyon toplama sistemi, ergitme sürecinde oluşan birincil emisyonlar ile ikincil yakma sisteminde oluşan atık gazlar ile EAO üzerinde yer alan davlumbaz tarafından çekilen emisyonların toplanmasını amaçlamaktadır. Genellikle elektrikli ark ocaklı tesislerde kullanılan davlumbaz sistemi %90'a kadar birincil emisyonlar ve ikincil emisyonların toplanmasını sağlar; direk emisyon çekme sistemi ile birlikte kullanıldığında, toplama verimi %98'in üzerine çıkar. Bu sistem, mevcut ve yeni tesislerde uygulanabilir.

Atık gazdaki tozsuzlaştırma uygulaması

İyi tasarlanmış torbalı filtrelerle toz emisyonu yeni tesislerde günlük aritmetik ortalama olarak en fazla 5 mg/Nm³ olarak belirlenmiştir.

Toz içeriğinin minimize etmek, cıva gibi gaz fazında bulunan ağır metaller haricinde diğer ağır metal emisyonlarını da minimize eder. Cıva emisyonu ile ilgili BAT'a uygun emisyon değeri ise: 0,05 mg/Nm³ olarak bildirilmiştir.

Atık gazın etkili olarak yakılması (post-combustion)

Elektrikli ark ocaklı tesislerde CO tam olarak oksitlenmez bu nedenle etkin bir ikincil yakma sisteminde yakılması gereklidir. İkincil yakma, yakma kamarasında atık gazın yakılmasından sonra organik emisyonların azaltılması amacıyla kullanılan yöntemdir. İkincil yakma günümüzde PCB'ler ya da PCDD/F organik emisyonlarının azaltılmasında kullanır. Atık gazda organiklerin yeniden birleşmesini engellemek amacı ile kullanılan eşanjörler yerinde de atık gazın hızlı soğutulması amacı ile “*quenching tower*” kullanılması uygundur.

Linyit kok tozu enjeksiyonu ile atık gazın arıtılması

Bu yöntem ile 100 mg linyit kok tozu/Nm³ atık gazı gerekli olup; atık gazda 0.5 ng ITEQ/Nm³ ve altındaki değerler pratikte ulaşılan değerlerdir, bazı ölçümlerde 0.1 ng I-TEQ/Nm³ değerinin ulaşıldığı görülmüştür. Tüm yeni ve mevcut tesisler için uygulanabilen bir yöntemdir.

Hammadde kontrolü

EAO'ların ana hammadde olan hurda PCDD/F oluşumuna neden olabilecek yağ, plastik malzemeler, diğer hidrokarbonlar vb. gibi kirleticileri içerebilir. Hammadde kontrolü ve

kirleticilerden arındırılmış uygun hurda harmanları ile emisyon değerleri önemli ölçüde azaltılabilir.

Etkin toz tutma

EAO gazlarındaki PCDD/F'lerin bir kısmı, atık gaz sıcaklığı PCDD/F yoğunlaşma sıcaklığının altına düşükçe, partikül madde üzerinde adsorbe olur veya yoğunlaşarak partikül madde oluşturabilir. Filtre kumaşları ince partikül maddeleri tutarak toplam partikül madde miktarını düşürdükleri için, EAO'larda yaygınlıkla kullanılan ve mevcut en iyi teknolojiler içinde yer alan emisyon kontrol yöntemidir. Partikül madde üzerinde adsorbe olan/yoğuşan PCDD/F'ler de torba üzerinde kaldığından partikül madde ile birlikte PCDD/F emisyonu azaltılabilir.

Kumaş filtre torbalarının kullanıldığı sistemler EAO'ları için en uygun toplam partikül madde emisyon kontrol yöntemidir. İyi tasarlanmış bir filtre sistemi ile yeni işletmelerde 5 mg/Nm³ eski işletmelerde ise 20 mg/Nm³ emisyon seviyelerine inilebilmektedir. Partikül maddeler ile önemli miktarlarda PCDD/F'de torba yüzeyinde kalmaktadır. Kirlilik önleme yöntemleri arasında patlak filtre torbası ihbar sistemi, atık gaz sıcaklık kontrolü, önleyici bakım çalışmaları, toz tutma verimini arttırmak üzere filtre çalışma pratiğinin iyileştirilmesi, filtre torbaları tasarımı ve malzemelerinin geliştirilmesi sıralanabilir.

Atık gazların dışarda yakılması ve hızlı soğutulması

Atık gazlardaki CO ve H₂'nin yanma kamarasında bazı durumlarda brülör takviyesiyle yakılarak, gaz sıcaklığının PCDD/F'lerin parçalanma sıcaklığı olan 800 °C'nin üzerinde olmasını hedefleyen bu yöntemin, 0.1 ng TEQ/Nm³ altında emisyon seviyeleri için tekrarlanabilir sonuçlar vermediği rapor edilmektedir.

Adsorban madde püskürtme

Atık gaz üzerine kok tozu veya antrasit parçacıkları püskürtülerek üzerlerine PCDD/F'lerin emdirilmesine dayanan bu yöntem başlangıçta atık yakma tesislerinde filtre hücreleri yerine kullanılmıştır. Ancak çelikhanelerde en kararlı sonuçların filtre hücreleri ile birlikte kullanıldığı durumlarda elde edildiği; uygulamalarda erişilen 0.1 ng TEQ/Nm³ altındaki PCDD/F seviyeleri ile görülmüştür.

PCDD/F'lerin partikül madde üzerinde yoğunlaşması veya emilmesi ve daha sonra filtre torbaların yüzeyinde tutulması, doğrudan filtre hücrelerindeki gaz sıcaklığına bağlıdır. Genel olarak etkin PCDD/F arıtımı için filtre çıkış sıcaklığının 80 °C 'nin altında olması hedeflenir.

3.2. Mevcut Durum: Veri toplanan EAO tesislerinin BAT uygunluk incelemesi

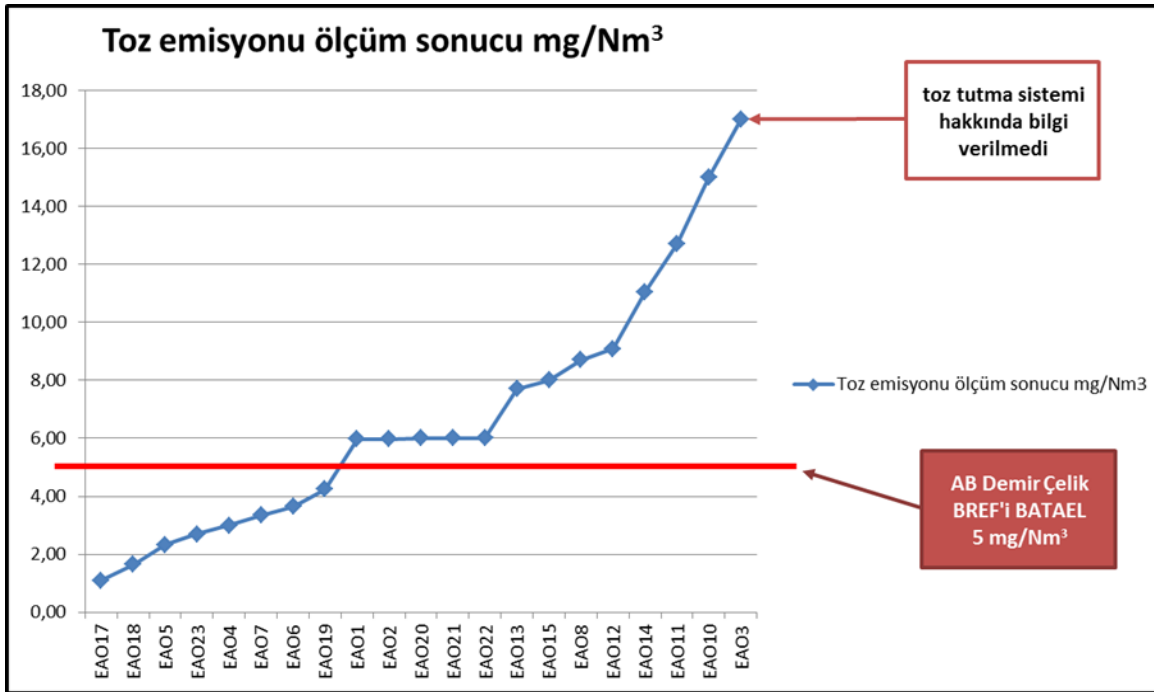
Ülkemizde faaliyet gösteren EAO'lı çelikhanelerin tamamında torbalı tip toz tutma sistemi bulunmaktadır. Bu tesislerden BREF'te önerilen % 98 ve üzerinde toz tutma verimliliğine sahip olan tesis sayısı, 2010 yılında yapılan çalışmada 16 tesisten 10 unun sağladığı belirlenmiştir. BREF'te önerilen toz emisyonu konsantrasyonu olan 5 mg/Nm³ değerini sağlayan tesis sayısı; emisyon ölçüm sonuçlarına göre ise 8 adettir.

Toz emisyonunun etkin bir şekilde tutulması konusu BAT'larda yer almaktadır. Aynı husus Yönetmelikte hüküm ve sınır değerler olarak yer almaktadır. Bununla birlikte BAT'larda yer alan toz emisyonu sınır değeri ile Yönetmelikte yer alan sınır değer arasında büyük farklılık yıllar

çinde yapılan Yönetmelik değişiklikleri ile azaltılmıştır. Bu çerçevede örneğin baca gazı toz emisyonu sınır değerinin, 50 mg/Nm³ den 2010 yılından itibaren 25 mg/Nm³ değerine azaltılması verilebilir. BAT Dokümanında bu değer 5 mg/Nm³ olup, aradaki farkın önümüzdeki yıllarda kapatılması gerekeceği öngörülmektedir. Bununla birlikte bu değeri sağlayan tesisler bulunduğu **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** ve **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de görülmektedir.

Önemli bir nokta da, bu tesislerden kaynaklanan kaçak emisyonlardır. Üretimin belirli dönemlerinde, yüksek miktarda kaçak emisyonlar meydana gelmektedir. Tesislerin büyük çoğunluğu, kaçak emisyonların önlenmesine ilişkin mevcut en iyi teknik olarak kabul edilen 3 adet tekniğin en az ikisini uygulamakta olduğunu beyan etmiştir. Ancak, kaçakların önlenmesi, toz tutma sistemine ve sistemin verimine bağlı olarak da bacaya giden toz miktarını artıracığından, bu tekniklerin uygulanması ile baca gazı toz konsantrasyonları doğru orantılı olmayacaktır. Nitekim, tekniklerin çoğunu uyguladığını beyan eden tesislerde, diğerlerine oranla daha düşük emisyon düzeyleri gözlemlenmemiştir. Kaçak emisyonların önlenmesine ilişkin farklı göstergeler belirlenip izlenmelidir ki bunlardan biri de tesis etki alanında çöken toz ölçümleridir. Bu verilerin de toplanması, tesislerde BAT'ların uygulanma etkinliğine dair daha sağlıklı fikir verecektir.

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği bu tesislerden kaynaklanan karbon monoksit emisyonununun %90 ve üzerinde yakılmasını öngörmektedir. BAT'larda da "atık gazların yakılması" olarak benzer şekilde yer almaktadır. Burada Yönetmelik sadece zehirli bir gaz olan karbon monoksitin yakılmasını ön görmemekte, aynı zamanda baca gazında bulunan organik bileşiklerin de mümkün olduğunca bertaraf edilmesini amaçlamaktadır.



Şekil 1: EAO tesislerde baca gazında toz emisyonu konsantrasyon değerleri

BAT'larda dioksin furan emisyonlarının azaltılması için çeşitli teknikler önerilmektedir. Dioksin Furan emisyonlarının sınırlandırılması gereği ülkemiz mevzuatında ilk olarak 2004 yılında yer almış olup, bu emisyonlar “Aşırı derece tehlikeli maddeler” kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu emisyonların sınırlandırılması gerekliliği, bilim adamlarının ve işletmecilerin bu konuda araştırma yapmalarına ve bu çerçevede bazı tesislerde çeşitli yatırım ve değişikliklerin uygulanmasına neden olmuştur.

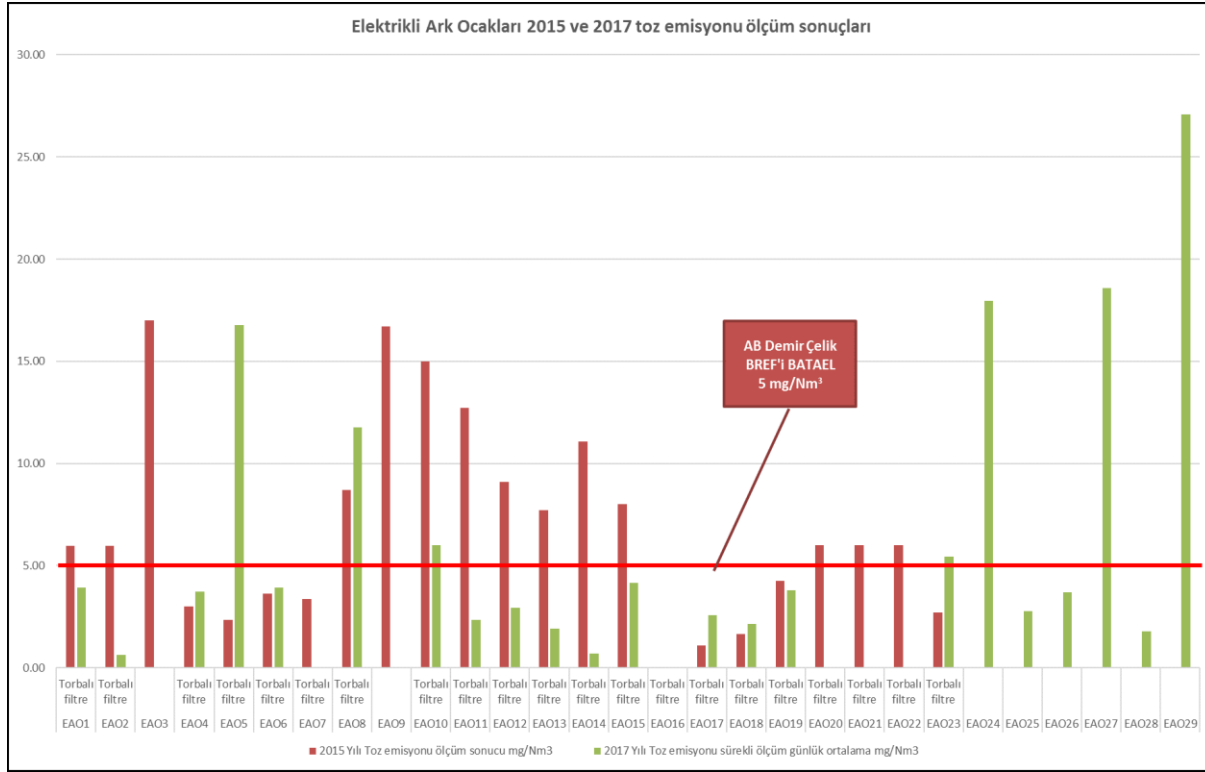
Dioksin furan emisyonlarının ölçülmesi ve sınırlandırılması konusunda 2004 yılından beri önemli aşama kaydedilmiştir. Dioksin Furan emisyonlarının emisyonlarının azaltılması konusunda BREF'te önerilen; emilen gazın kontrollü olarak yakılması tekniğini en çok kullanılan teknik olup, hızlı soğutma ile yakma sonrası dioksin furanların tekrar oluşmasını (de-novo sentez) önleyen teknikleri kullanan tesisler de bulunmaktadır. Bununla birlikte torbalı filtre öncesi kanala linyit koku tozunun enjekte edilmesi ve bu tozun etkin olarak tutulması ile emisyon azaltım tekniğini kullanan az sayıda tesis bulunmaktadır. Hammaddenin ayıklanması ve gibi azaltım tedbirleri kullanılan tesisler de bulunmaktadır. (Yücekutlu ve ark., 2010)

Ülkemizde dioksinlerin ve furanların ölçülmesi ve örnekleme konusunda uzun zamandır önemli yatırımlar yapılmış, pek çok ülkeden daha fazla alt yapı oluşturmuştur. Diğer taraftan başta toz ve karbonmonoksit emisyonları olmak üzere baca gazı emisyonların sürekli ölçüm cihazları ile izlenmesi konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Emisyonların izlenmesinin de azaltım tekniklerinin devamlı surette uygulanmasında önemli bir yeri bulunmaktadır.

3.3 Elektrikli Ark Ocaklı Demir-Çelik Üretim Tesislerinin Toz Emisyonları Açısından 2015-2017 Yılı Gelişimlerinin İrdelenmesi (Şekil 2):

9 tesiste toz emisyonlarının konsantrasyonlarının 2015 yılından 2017 yılına azaldığı gözlemlenmiştir. Bunlardan 7 adedinde emisyon düzeyi 2015 yılı değerlendirmesinde BAT'a uygun emisyon düzeyinin olan 5 Nmg/m^3 değerinin üzerinde iken 2017 yılı itibariyle BAT'a uygun duruma gelmiştir. Bir tesisin azaltım yaptığı halde BAT'a uygun değeri sağlayamadığı gözlemlenmiştir. 7 adet tesiste emisyonların artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bunlardan iki adedinin 2015 yılında BAT'a uygun değeri sağlarken 2017 yılında bu değeri aştığı görülmektedir. Bir tesisin ise zaten BAT'a uygun değeri sağlayamazken emisyonunu daha da artırmış olduğu görülmektedir.

Örnekleme yolu ile seçilen 10 çelikhane tesisinin baca gazı ölçüm sonuçları incelendiğinde; tamamının 25 mg/Nm^3 toz emisyonu sınır değerlerini sağladığı, 5 adedinin 5 mg/Nm^3 değerini sağladığı görülmektedir. Bu tesisler Cıva ölçüm sonuçları konsantrasyonları incelendiğinde ise bütün tesislerde Cıvaya ilişkin **BAT ile ilgili emisyon seviyesi** olan $<0.05 \text{ mg/Nm}^3$ değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Cıva emisyonu konusunda hem Türk Çevre Mevzuatı hem de AB çevre mevzuatına uyumun devam ettirilmesi gerekli görülmektedir. Bu bağlamda kullanılan hurda malzemenin temininde gereken hassasiyetin gösterilmesi önem arz etmektedir.



Şekil 2. Elektrikli Ark Ocakları 2015 ve 2017 toz emisyonu ölçüm sonuçları

3.4 Enerji Verimliliği ve Emisyonların Azaltılması Konusunda Gelişmeler

Hurdanın eritildiği ve enerji tüketiminin yüzde 65'inin elektrik, yüzde 30'unun doğalgaz ve yüzde 5'inin fuel-oilden oluştuğu Elektrik Ark Ocaklı tesislerde, elektrik enerjisi tüketimi, sanayi maliyetleri içinde, hammaddeden sonra ikinci sıradadır ve ortalama yüzde 15 civarında bir paya sahiptir. Enerjinin üretim maliyetleri içerisindeki payı, enerjinin demir çelik sektörü açısından nasıl bir öneme sahip olduğunu göstermeye yetmektedir.

Sektörün, enerji verimliliği çalışmalarının başlangıcı, 80'li yıllara dayanmaktadır. Son 30 yıl içerisinde yapılan enerji tasarrufu çalışmaları sayesinde, enerji tüketiminde, yüzde 50 civarında düşüş sağlamıştır. Önümüzdeki dönemde, düşük tenörlü cevher ve kalitesiz hurda ile kalorisi yüksek kömür kullanımına bağlı spesifik enerji tüketim değerlerinde büyük oranlarda, düşüşler beklenmemekte, enerji tüketimindeki düşüşlerin yeni çelik teknolojileri ile mümkün olacağı değerlendirilmektedir.

Türk çelik sektörü, çevrenin korunmasına, enerji verimliliğinin artırılmasına ve emisyonların azaltılmasına yönelik projeler için, son 5 yıl içerisinde toplam 1.5 milyar Dolar civarında yatırım yapmıştır. Beyaz eşya, otomotiv, makine imalat sanayi, inşaat gibi çelik tüketicisi pek çok sektörün hammaddesini üreten ekonominin lokomotifi konumundaki demir çelik sektörümüzde, son yıllarda, 'üretim odaklı işletme' anlayışı yerini, 'kurumsal sosyal sorumluluk sahibi kuruluş'

anlayışına bırakarak, enerji verimliliğini arttırıcı, çevreyi en az kirleten teknolojilere ve projelere daha fazla odaklanıldığı görülmektedir.

3.5 AB Çevre Mevzuatına Uyumun Demir Çelik Sanayine Etkileri

AB çevre politikalarının sanayi kesimini ilgilendiren düzenlemeleri, demir çelik sektörünü de yakından ilgilendirmektedir. Demir çelik sektörü, AB Mevzuatına uyum ve bu amaca yönelik uygulamalardan etkileneceklerini söylemek mümkündür. Sektöründen kaynaklanan çevre sorunları; katı, sıvı ve gaz atıkların azaltılması ile gürültü kirliliğinin önlenmesi ilk aşamada üzerinde durulması gereken konulardandır. Kapsamı ve neden olacağı maliyetler açısından bakıldığında, Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi, Türkiye'nin Topluluğa katılımı sürecinde demir çelik sanayinin çevre yatırımlarını en fazla etkileyecek Direktif olarak belirmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Demir çelik üretim tesislerinin kirletici vasfı yüksek tesisler arasında önemli bir yeri olduğu, bu tesislerde ancak tüm çevresel önlemlerin üretim süresince alınmasının zorunlu olduğu gerçeğinden hareketle, bu tesislerden kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi ve azaltılmasında; Çevre Mevzuatının getirdiği yükümlülüklerin tam olarak yerine getirilmesi, teknolojik ilerlemenin takip edilmesi, uygulanması ve kontrol mekanizmalarının geliştirilmesi ile sürdürülebilir üretimin gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Bu tesislerden kaynaklanan başta toz emisyonu olmak üzere, dioksin ve furan emisyonlarının azatılması çalışmalarının artarak devam ettiği görülmektedir. Cıva emisyonları açısından ise AB Çevre mevzuatına uyum söz konusudur. Halen AB üyesi ülkelerde uygulanmakta olan emisyon azaltım teknikleri uygulanmalarından da yararlanılarak, sektör genelinde mevcut en iyi tekniklerin hayata geçilmesinde fayda görülmektedir.

Bu çalışma değerlendirilirken, toplanan verilerin baca kaynaklı emisyonlara dair olduğu dikkate alınmalıdır. Bu tesislerden kaynaklanan emisyonlar arasında kaçak emisyonlar önemli yer tutmaktadır. Tesislerde kaçak emisyonların azaltılmasına ilişkin tekniklerin etkinliği ölçüde emisyonlar toplanabilmekte ve arıtmaya ve ardından noktasal kaynağa yönlendirilmektedir. Bacada ölçülen emisyonlar, toplanabilen (ve arıtmadan geriye kalan) emisyonları temsil etmektedir. Toplanamayan emisyonlar yani kaçaklar ise doğrudan çevreye intikal edilmekte ve zarara neden olmaktadır. Buradan hareketle, kaçak emisyonların belirlenmesine, ardından da minimize edilmesine ilişkin çalışmaların süreklilik göstermesi gerekli görülmektedir.

Bu bağlamda tesislerden kaynaklanan dioksin ve furanlar gibi kalıcı organik kirleticiler için emisyon azaltım tekniklerinin öncelikle uygulanması, emisyon ölçümlerin temsil edici olmasına dikkat edilmesi çevrenin korunması için gerekli ve önceliklidir. Bu çerçevede toz emisyonunun azaltılması çalışmalarının dolaylı olarak dioksin furan emisyonlarının da azalmasına katkı sağlayacağı için öncelikle toz tutma sistemlerinin verimlerinin artırılması ve kaçak emisyonların önlenmesi ve baca gazında toz konsantrasyonunun azaltılması çalışmaları önem taşımaktadır.

Bu tesislerde BAT'ların uygulanması durumunda ulaşılabilecek emisyon değerleri, ülkemizde uygulanan emisyon sınır değerlerinin (bazı emisyonlar için) altında olmakla birlikte bu çalışmada da görüldüğü üzere halen bir çok çelikhanede bu emisyon değerleri sağlanabilmektedir. Toz emisyonu için mevcut sınır değer azaltılması, hem alınan önlemlerin devamlılığını sağlamak hem de çevrenin korunması için gerekli olacaktır. Bu çalışmada değerlendirmeye alınan işletmelerin hammadde, kapasite ve proses yapısı olarak benzerliklerine karşın, emisyonlardaki farklılık değerlendirildiğinde, işletmelerin çevresel performanslarında ve çalışma yapılarında farklılıklar olduğu düşüncesi oluşmaktadır. Bundan hareketle, bu tesislerde iyi çevresel uygulamaların geliştirilmesi, işletme koşullarında iyileşme ve verim artışları yapılması yönünde büyük potansiyel bulunduğu anlaşılmaktadır. Bunu sağlamak amacıyla pek çok işletmeyi kapsayan iyileştirme ve verimlilik çalışmalarının yürütülmesi önerilmektedir. Ayrıca, Mevcut En İyi Teknikler kavramına uygun olarak, ilgili Yönetmelikte yer alan toz emisyonu sınır değerinin de azaltılarak güncellenmesinde, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı fayda görülmektedir.

Bu bağlamda yeni kurulacak tesisler ile mevcut tesislerin yenilenmesi ve kapasite artışlarında çevre kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü konusunda kullanılacak tekniklerin Endüstriyel Emisyonlar Direktifinde önemli bir yeri olan Mevcut En İyi Teknikler ile uyumlu olmasında işletmecilerin yararı bulunmaktadır. Ayrıca, baca gazı emisyonlarının tesislerde bulunan sürekli baca gazı ölçüm cihazları ile izlenmesinin, tesislerin mevzuata uygun faaliyet göstermeleri konusunda önemli bir yeri bulunduğu da düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Türkiye Çelik Üreticileri Derneği, www.dcud.org.tr
- TOBB Türkiye Demir ve Demirdışı Metaller Meclisi Sektör Raporu 2016
- Domingo J. L, Developmental Toxicity of Metal Chelating agents. Reproductive Toxicology 1998; 12: 499- 510. 48.
- Gass,H.C., Werner, C., Sünderhuf, W., Meisser, J. “Dioxin emissipns after failure in activated carbon injection at a steel plant”
- Tchounwou, Paul B. et. al., Heavy Metals Toxicity and the Environment, 2012; 101: 133–164.
- EC, 2003.”Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on the General Principles of Monitoring.
- ”EC, 2001.”Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on the Production of Iron and Steel”
- European Commission, “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production”, Sevil, 2013.
- European Commission, “Commission Implementing Decision of 28 February 2012 establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European

Parliament and of the Council on industrial emissions for iron and steel production, Official Journal of the EU, 08.03.2012.

- İTÜ XII. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, Ülkemizde Elektrikli Ark Ocaklı (EAO) Demir Çelik Fabrikalarından Kaynaklanan Emisyonların Azaltılmasında Mevcut En İyi Tekniklerin (BAT) Uygulanması, Yavuz Yücekutlu, Ece Tok, Teoman Sanalan, Özlem Gülay, 2010.
- Elektrik Ark Ocaklı Demir Çelik Tesisleri İçin MET Kılavuzu, Eşleştirme Projesi TR 08 IB EN 03, IPPC – Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kasım 2012.
- T. Sofilić ve arkadaşları, Heavy Metals in Steel Mill Electric Arc Furnace Dust Chemistry in industry, Vol.54 No.12 December 2005. Full-text (Croatian) Pages 505–512.
- <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/surdurulebilir-celik-uretimi/458>, Anahtar Dergisi, Mayıs Sayı: 293 Sürdürülebilir Çelik Üretimi Dr. Veysel Yayan, 2013 .
- <http://www.moment-expo.com/demir-celigin-3-buyuk-sorunu> 2009.