

# SEKTÖREL TEHLİKELİ ATIK REHBERLERİ

## DEMİR ÇELİK SANAYİ



Tübitak 107G126 İTÜRKİYEİDE AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE MEVZUATI İLE UYUMLU TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ Projesi kapsamında hazırlanmıştır.

Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı

2013

# SEKTÖREL TEHLİKELİ ATIK REHBERLERİ

## DEMİR ÇELİK SANAYİ

Tübitak 107G126 “TÜRKİYE’DE AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE MEVZUATI İLE UYUMLU TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ” Projesi kapsamında hazırlanmıştır.

**1. BASKI**

**Hazırlayanlar:**

**Dr. Özge Yılmaz**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Ülkü Yetiş**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Tanju Karanfil**, Clemson University, Department of Environmental Engineering and Earth Sciences

**Orta Doğu Teknik Üniversitesi Proje Grubu:**

Prof. Dr. Ülkü Yetiş, Prof. Dr. Celal F. Gökçay, Prof. Dr. Filiz B. Dilek, Prof. Dr. Kahraman Ünlü, Y. Doç. Dr. Emre Alp, Dr. Özge Yılmaz, Nur Çakır, Gülnur Ölmez, Çisem Yiğit, Volkan Çağın

**İstanbul Teknik Üniversitesi Proje Grubu:**

Prof. Dr. İsmail Toröz, Prof. Dr. Fatoş Germirli Babuna, Prof. Dr. Kadir Alp, Edip Avşar, Onur Özcan

**Kapak resmi:** İSDEMİR, Resmi İnternet Sitesi, Erişim Tarihi: 20.04.2011. URL:

<http://www.isdemir.com.tr/wps/wcm/connect/IsdemirLibrary/Isdemir/BasinOdasi/IsdemirContentResimler>

## İÇİNDEKİLER

|  |    |
|--|----|
| 1.0 GİRİŞ .....  | 5  |
| 2.0 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜ .....                          | 7  |
| 3.0 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER .....    | 8  |
| 3.1 YÜKSEK FIRIN + BAZİK OKSİJEN FIRINI .....          | 10 |
| 3.2 ELEKTRİK ARK OCAĞI.....                            | 13 |
| 3.3 ELEKTRİK ARK FIRINLARI / DOĞRUDAN İNDİRGENME ..... | 14 |
| 3.4 ERGİTME İNDİRGENMESİ.....                          | 15 |
| 4.0 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR .....  | 17 |
| 4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI .....                      | 17 |
| 4.2 ATIK OLUŞUM KAYNAKLARI .....                       | 25 |
| 5.0 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ .....   | 28 |
| 6.0 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI.....          | 37 |
| 7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR .....               | 45 |



## 1.0 GİRİŞ

Sektörel Tehlikeli Atık Yönetimi Rehberleri dizisi, sanayi kaynaklı tehlikeli atıkların tanımlanması, doğru şekilde sınıflandırılması, atıkların önlenmesi/azaltılması ve uygun şekillerde geri kazanımı/bertarafı için atık üreticilerine ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) teşkilatına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu rehberlerle

- o tehlikeli atık üreticileri tarafından ÇŞB'ye yapılan beyanların kalitesinin artırılması,
- o yapılan beyanların ÇŞB tarafından kontrolünün kolaylaştırılması,
- o önleme/azaltma ve geri kazanım yoluyla ürettikleri tehlikeli atık miktarını düşürmek isteyen atık üreticilerine yol gösterilmesi ve
- o atıklara en uygun bertaraf yönteminin seçiminde hem atık üreticilerine hem de İl Çevre Müdürlükleri'ne destek verilmesi

hedeflenmektedir.

Sektörel Tehlikeli Atık Yönetimi Rehberleri dizisi Türkiye'de yüksek miktarda tehlikeli atık ürettiği belirlenen öncelikli aşağıdaki sektörler için ve bu sektörlerden ortaya çıkan atıklar hakkında bilgi edinmek isteyen herkese hitap edecek şekilde hazırlanmıştır:

- o Ana metal sanayi
  - o Demir çelik sektörü
  - o Döküm sektörü
  - o Metal kaplama sektörü
  - o Otomotiv sektörü
  - o Beyaz eşya sektörü
- o Organik kimya sanayi
  - o İlaç sanayi
  - o Organik bitki koruma ve pestisit üretimi

Demir çelik sektörünü ele alan bu rehber kapsamında, öncelikle sektörde uygulamada olan süreçler ele alınmış, daha sonra bu süreçlerde tehlikeli atık üretimine neden olan noktalar belirlenmiş ve bu atıkların sınıflandırılmaları ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Ardından demir çelik sanayinde uygulanabilecek tehlikeli atıkların önlenmesi ve azaltılması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Son olarak atıkların önlenemediği ya da azaltılamadığı durumlar için sektörden kaynaklanan atıklara uygulanabilecek geri kazanım ve bertaraf yöntemleri irdelenmiştir.

## 2.0 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜ

İnşaat, otomotiv, demiryolu ve akla gelebilecek tüm cihaz ve eşya üretimine katkısı olan demir çelik sektörü Türkiye’de özellikle 2001 yılından itibaren hızlı bir büyüme sürecine girmiştir. 2008 yılında Türkiye’nin ham çelik üretme kapasitesi 34.1 milyon tona ulaşırken üretim 26.8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir [1]. 2010 yılında ise üretim 29.1 milyon tona çıkmıştır [2].

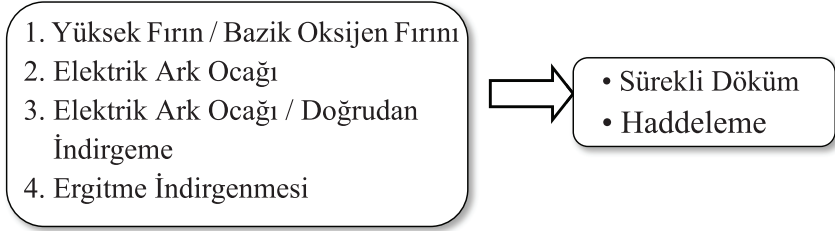
2011 yılına ait bilgilere göre Türkiye’de 30 adet demir çelik işletmesi faaliyet göstermektedir. Bu işletmeler özellikle İskenderun, İzmir ve Marmara Bölgesi’nde yoğunluk göstermektedir. Kurulu tesisler arasında yıllık 2 milyon ve üzerinde kapasiteleri ile İskenderun’da İsdemir, MMK – Atakaş, Yolbulan – Baştuğ, İzmir’de Habaş ve Ege Çelik, İstanbul ve Çanakkalede’de İçdaş, Kocaeli’de Çolakoğlu ve Ereğli’de Erdemir öne çıkmaktadır [3].



### 3.0 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER

Demir çelik sanayi, demir cevheri ve hurdanın indirgenmesi ile demir elde edilmesi ve daha sonra demirin içindeki safsızlıkların azaltılarak çelik üretilmesini içerir. Çelik, demire göre daha kolay dövülebilir ve ağırlıkça %1'in altında karbon içeren demir alaşımıdır [4]. Ham çeliğin elde edilmesinin ardından ingot döküm ya da sürekli döküm işlemleri uygulanır.

Demir çelik üretimine ait genel akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1. Ham çelik üretim prosesleri [5]**

Şekil 1'de de görüldüğü üzere günümüzde dünya genelinde kullanılmakta olan dört farklı ham çelik üretim prosesi mevcuttur. Bunlar yüksek fırın/bazik oksijen konvertörü, elektrik ark ocağı, elektrik ark ocağı/doğrudan indirgeme ve ergitme indirgenmesidir.

Yukarıda sıralanan yüksek fırın/bazik oksijen fırını ve ergitme indirgenmesi yöntemleri demir cevherinden başlayarak çelik üretimine kadar uzanan entegre üretim yöntemleridir. Geleneksel olarak entegre demir çelik tesisleri yüksek fırın/bazik oksijen fırınları ile üretim gerçekleştirmektedir. Elektrik ark ocakları ham çelik üretimi için tamamen hurdanın kullanıldığı bir yöntem olup Türkiye'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Belirli oranlarda demir cevheri ve hurda çelik kullanılarak uygulanan elektrik ark ocağı/doğrudan indirgeme metodunun ise Türkiye'de daha uygulaması bulunmamaktadır. Ergitme indirgenmesi kullanılarak yapılan demir çelik üretimi Avrupa'da sadece sınırlı sayıda tesiste gerçekleştirilmektedir.



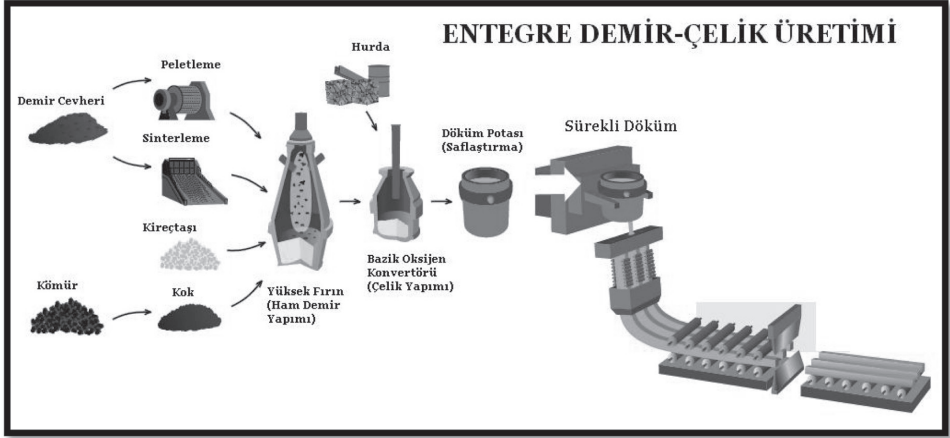
Türkiye’de demir çelik üretimi sonucu başlıca üç tip ürün elde edilir. Bu ürünlerin arz talep oranları demir-çelik sektörüne yön veren temel unsurlardan biridir.

- o *Uzun hadde* ürünleri alt sektöründe, demir cevheri veya hurdanın ergitilmesiyle elde edilen sıvı çeliği dökerek külçe (ingot), blum ve kütüğe dönüştüren çelikhaneler ile, söz konusu yarı ürünlerden, betonarme çelik çubuk, filmaşın, profil, tel ve ray üretimi yapan haddehaneler faaliyet göstermektedir. Üretilen uzun hadde ürünleri inşaat sektörü, otomotiv ve otomotiv yan sanayi, çelik sanayi ve demiryollarında kullanılmaktadır [6].
- o *Yassı hadde* ürünleri; sıcak haddelenmiş ürün, levha, soğuk haddelenmiş ürün, teneke, galvanizli sac ve diğer yassı hadde mamulleri olmak üzere altı ana ürün grubunda sınıflandırılabilir.
- o *Vasıftlı çelik ürünleri*, özellikle otomotiv sanayi, makine imalat sanayi ve savunma sanayi içerisinde kullanılmaktadır.

Takip eden bölümlerde demir çelik üretim proseslerine ait ayrıntılı bilgiye ulaşılabilir.

### 3.1 Yüksek Fırın + Bazik Oksijen Fırını

Yukarıda tanımlanan dört çelik üretim yönteminden, klasik yüksek fırın + bazik oksijen fırını içlerinden en karmaşık olanıdır ve entegre demir çelik üretim prosesi olarak bilinmektedir. Entegre demir çelik tesisleri, içinde birçok bağımsız madde ve enerji akışları bulunan alt proseslerin birleşiminden oluşur (Şekil 3).



Şekil 3. Entegre demir – çelik üretim tesisi akım şeması [7]

İlgili prosesler aşağıda sıralanmıştır [5].

- I. Sinterleme Tesisi
- II. Peletleme Tesisi
- III. Koklaştırma Tesisi
- IV. Yüksek Fırın
- V. Bazık Oksijen Fırını (Çelikhane)
- VI. Döküm

I. Sinterleme Tesisi: Sinterleme işleminin amacı fiziksel ve metalurjik hazırlama yöntemleri ile yüksek fırına beslenen malzemenin geçirgenliğinin ve indirgenebilirliğinin artırılması ve yüksek fırının performansının iyileştirilmesidir. Sinterleme tesisinde öncelikle demir cevheri ve kireç taşı başta olmak üzere sintere beslenecek malzemelerin karıştırılması, yaklaşık 1350°C sıcaklık altında yanmanın sağlanması ve soğutulması gerçekleştirilir. Sinterleme sırasında nemin uzaklaştırılması, hidratların ayrışması, kalsiyum oksitlerin hermatitlerle tepkimeye girmesi gibi birçok reaksiyon gerçekleşir [4].

## II. Peletleme Tesisi: Sinterleme gibi peletleme de yüksek fırının

performansının artırılması için uygulanır. Peletleme sırasında ham maddelerden yüksek sıcaklıklar altında 9 – 16 mm arası küreler elde edilir. İnce taneli cevherlerin topaklanarak küresel bir şekil almaları tambur, tabla veya kesik konilerde sağlanır [4,8].

III. Koklaştırma Tesisi: Koklaştırma prosesi, kömür pirolizine yani kömürün oksijen bulunmayan şartlarda yaklaşık 12 – 24 saat süresince, 1000 – 1100 °C' ye ısıtılmasına dayanır. Bu esnada, kok (katı madde), çeşitli gazlar, sıvı formda maddeler ve katı formda kalıntı (tar) açığa çıkar. Sıcak metal üretiminde en önemli indirgenlerden biri olan kok, metal eriyiğin içinde bulunan oksijeni, karbon dioksit meydana getirerek dolaylı olarak giderdiği gibi, karbon içeriğini de doğrudan giderir. Aynı zamanda kokun gazifikasyonu indirgenme için gerekli olan ısıyı sağlar. [5].

IV. Yüksek Fırın: Bu aşamada, hammaddelerin (sinter, pelet, topak demir cevheri), katkı maddelerinin (kireç gibi cüruf oluşturuçular) ve indirgen maddelerin (kok) kapalı bir sistem olan yüksek fırınlara, sürekli beslenmesiyle pik demir üretimi gerçekleştirilir. Fırınlar yüksek fırın baca gazının kaçması engelleyen bir sistem ile donatılmıştır. Yüksek fırın içerisine üflenen sıcak hava, kok kömürünü yakarak karbondioksit (CO<sub>2</sub>) haline dönüştürür. CO<sub>2</sub> ise yüksek sıcaklıkta kok ile yeniden reaksiyona girerek karbon monoksit (CO) şeklinde parçalanır. CO hammadde içindeki demir oksitleri metal demire dönüştürür. İşlem sonunda ergimiş demir, cüruf ve işletmenin farklı noktalarında yakıt olarak kullanılan yüksek fırın gazı açığa çıkar [4].

V. Bazik Oksijen Fırını: Çelik üretiminin gerçekleştiği prosestir. Bu prosesin en önemli amaçları [5];

- o Karbon içeriğinin istenilen düzeye indirilmesi, (yaklaşık olarak %4 – 5 karbon seviyesinden, %0,01 – 0,4 seviyesine düşürmek)
- o Yüksek fırından çıkan sıvı sıcak demirin içerisindeki safsızlıkların (karbon, silikon, manganez, fosfor ve sülfür) yakılması ya da oksitlenmesi

o İstenilen farklı özellikler için diğer elementlerin eklenmesidir.

Sülfür, fosfor ve silikonun uzaklaştırılması, sıcak metalin bazik oksijen fırınına verilmesinden önce gerçekleşen ön arıtımda sağlanır. Bazik oksijen fırınında yanmanın gerçekleşmesini ikincil arıtım işlemi izler [5].

VI. Döküm: Çeliğin dökümü iki şekilde gerçekleştirilmektedir.

o İngot Döküm: Sıvı çelik hazır kalıplara dökülerek soğutulur.

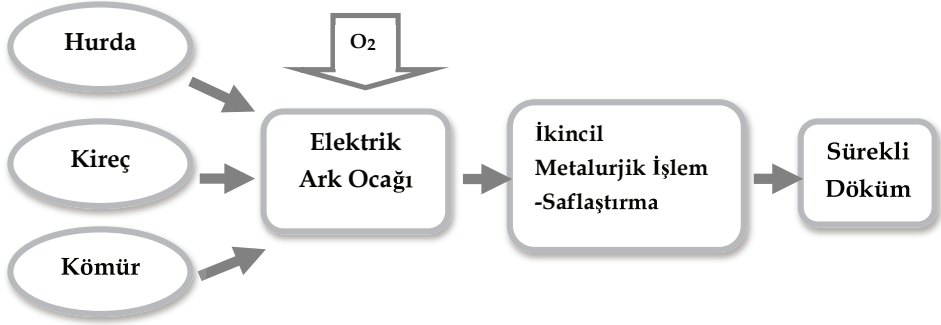
Buradan elde edilen külçeler, haddelenerek yassı, kaba ve çubuk kütükler elde edilir. İngot döküm giderek yerini sürekli döküme bırakmaktadır. [4].

o Sürekli Döküm: Sürekli dökümde isimden anlaşılacağı gibi ayrı ayrı kalıplara döküm yapılması yerine yassı, kaba ve çubuk kütükler sürekli olarak dökülür. Bu yöntem enerji tasarrufu yapılması, emisyonların azaltılması, çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve üretim miktarının artırılması gibi avantajlara sahiptir [4].

### 3.2 Elektrik Ark Ocağı

Demir içeren hurdaların direkt olarak eritilmesi yoluyla çelik üreten elektrik ark ocağı, modern çelik üretiminde önemli rol oynamaya başlamıştır. Şuan Avrupa Birliği'ne üye 25 ülkenin çelik üretiminin yaklaşık %38'i elektrik ark fırınları ile hurdadan üretilmektedir[5].

Bazik oksijen konvertörünün aksine elektrik ark ocağında sıcak metal yerine “soğuk” metal (hurda çelik) kullanılır. Hurda çeliğin fırına beslenmesinin ardından indirilen elektrotlardan geçen elektrik bir ark oluşturur ve açığa çıkan ısı hurdayı eritir. Eritme prosesinde gerekli kimyasal kompozisyonu sağlamak için diğer metal alaşımlar ilave edilir. Çeliği saflaştırmak için ek olarak oksijen de üflenir. Ayrıca yüksek fırınlarda olduğu gibi bu sistemde de sıvı çelik içerisindeki istenmeyen bileşenleri ayırmak için kireç eklenerek cüruf oluşturulur. Erimiş çeliğin yüzeyinden cüruf tabakasının uzaklaştırılmasının ardından eriyik bir potaya aktarılır. Buradan saflaştırma ya da sürekli döküme gönderilir [5,9]. Elektrik ark ocağı akım şeması Şekil 4’de gösterilmektedir.

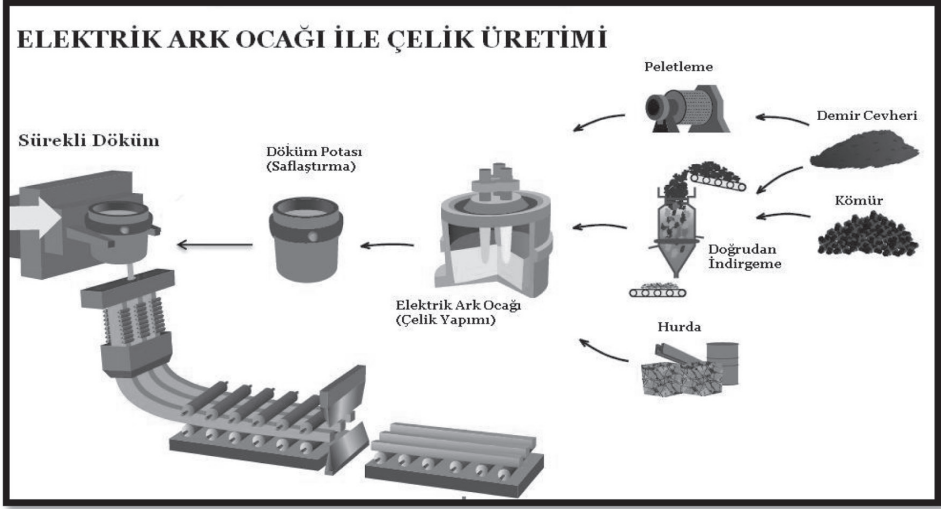


Şekil 4. Elektrik ark ocağı ile çelik üretimi akım şeması

### 3.3 Elektrik Ark Fırınları / Doğrudan İndirgenme

Doğrudan indirgeme yönteminde demir cevheri indirgen maddeler yardımıyla katı fazda doğrudan metalik demire indirgenir. Bu süreç sonucu elde edilen ürün doğrudan indirgenmiş demir (DRI) olarak adlandırılır ve genellikle elektrik ark fırınları için hammadde olarak kullanılır [5]. Doğrudan indirgeme ve elektrik ark fırınlarının beraber kullanımı Şekil 5’de gösterilmektedir.

Doğrudan indirgeme işlemi baca fırın, döner tabanlı ya da akışkan yataklı fırınlarda gerçekleştirilebilir [5]. Proseslerin çoğunda yakıt olarak doğal gaz, indirgen madde olarak da karbon monoksit ya da hidrojen kullanılmaktadır [4]. Bu yöntem ile çelik üretimi doğal gazın ucuz mal olduğu durumlarda avantajlı olmaktadır [4], dolayısıyla doğal gaz fiyatlarının yüksek olduğu ülkemizde kullanım alanının gelecekte sınırlı olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5. Elektrik ark ocağı/doğrudan indirgenme ile çelik akım şeması [7]

### 3.4 Ergitme İndirgenmesi

Ergitme indirgenmesi prosesi, kok kullanılmadan demir cevherinden sıcak metal üretimine dayalı bir yöntemdir. [5]. Ergitme indirgenmesi kullanılarak yapılan demir çelik üretimi bu kitapçığın yayınlandığı tarihte Türkiye’de uygulanmamakta ve Avrupa’da sadece sınırlı sayıda tesiste gerçekleştirilmektedir.

Ticari anlamda uygulaması bulunan 2 proses tipi vardır:

o **Corex Prosesi**: Bu proses 2 aşamada gerçekleşir. İlk adımda, demir cevheri indirgen bir gaz yardımıyla sünger demire indirgenir. İkinci aşamada kısmen indirgenen cevher ergitilerek sıvı demir ya da sıvı çelik üretilir. Birinci aşamada indirgen gaz olarak kullanılan karbon monoksit ve hidrojen, ikinci aşamada demirin ergitilmesi için kullanılan ısıl özütleyici/gazlaştırıcı’da kömürün oksijen yardımıyla gazlaştırılması yoluyla elde edilir. Kömürün gazlaştırma sırasında kısmi yanması sonucu aynı zamanda demirin ergitilmesi için gerekli



olan ısı da ortaya çıkar [4]. Bu proses, yeni geliştirilen yöntemler arasında, endüstriyel uygulaması olan yüksek fırına alternatif tek yöntemdir [10].

o Finex Proses: Corex prosesinden farkı, direkt olarak ince demir cevherini ve koklaştırmadan kömürü kullanabiliyor olmasıdır. Finex prosesi, ergitme-gazlaştırma sisteminin giriş kısmında 4 bölümlü akışkan yataklı sistemden oluşur. Akışkan yataklı sistemde indirgenen ince boyuttaki cevherler, yoğun, sıcak formda ergitmegazlaştırma sistemine girer [5].

Ticari olarak uygulanmakta olan prosesler dışında ergitme indirgenmesini kullanan AISI-DOE, DIOS, HISMELT, ROMELT gibi yeni prosesler de gelişim aşamasındadır [4,5].

## 4.0 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN Atıklar

### 4.1 Atık TÜRLERİ VE KODLARI

Sektörden kaynaklanan tehlikeli atıklar üç ana sınıf altında incelenebilir.

- o Proses öze atıklar
- o Yan proseslerden kaynaklanan atıklar
- o Proses dışı atıklar

Bu atıklar Tablo 1 – 3’de sıralanmıştır. Bu tablolarda en sağ kolonda tehlikeli atıkların türleriyle ilgi bilgi verilmiştir. Bu kolonda “A” kodu ile gösterilen atıklar içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarından bağımsız olarak tehlikeli kabul edilmektedir. “M” kodlu atıklar ise içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarına bağılı olarak tehlikeli ya da tehlikesiz olarak sınıflandırılabilir. Listede “M” harfi ile gösterilmiş atıklar üzerinde analiz yapılmalı ve analiz sonuçlarına göre atık koduna karar verilmelidir. Eğer yapılan analiz sonucunda atık içerisindeki tehlikeli bileşenler Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 3-B’de verilen konsantrasyonları aşıyorsa atıklar tehlikeli olarak sınıflandırılır ve “M” harfi ile gösterilen altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Eğer tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonları, Ek 3-B’de verilen eşik değerlerin altında kalıyorsa, bu atıklar tehlikesiz olarak sınıflandırılmalı ve “M” kodlu atıkların tehlikesiz karşılıkları olan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Aşağıdaki tablolarda tüm “M” kodlu atıkların altındaki satırda bu atıkların analiz sonucunda tehlikesiz çıkması durumunda almaları gereken altı haneli kodlar da verilmiştir. Ancak atıkların tehlikesiz altı haneli kodlarla tanımlanabilmeleri için tehlikesiz olduklarının analiz sonuçları ile doğrulanması gerektiği unutulmamalıdır.

#### *Proses öze atıklar*

Proses öze tehlikeli atıklar Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 4’de 10 02 Demir ve çelik endüstrisinden kaynaklanan atıklar ve 05 06 Demirin pirolitik işlenmesinden kaynaklanan atıklar başlıkları altında “\*” işaretli olarak kapsanmıştır. Bu başlıklar altında sıralanan altı haneli kodlar Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Demir çelik sanayinden kaynaklanan prosese özel atıklar [11]**

| Atık Kodu   | Atığın Tanımı   | A/M |
|-------------|---|-----|
| <b>10</b>   | <b>Isıl İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar</b>   |     |
| <i>1002</i> | <i>Demir ve Çelik Endüstrisinden Kaynaklanan Atıklar</i>  |     |
| 100207*     | Tehlikeli maddeler içeren ve gaz arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar                               | M   |
| 100208      | 10 02 07 dışında gaz arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıkla <sup>1</sup>                               |     |
| 100211*     | Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar   | M   |
| 100212      | 10 02 11 dışındaki soğutma suyu arıtma atıkları <sup>1</sup>  |     |
| 100213*     | Gaz arıtımı sonucu oluşan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri                       | M   |
| 100214      | 10 02 13 dışındaki gaz arıtımı sonucu oluşan çamurlar ve filtre kekleri <sup>1</sup>                    |     |
| <b>05</b>   | <b>Petrol Rafinasyonu, Doğal Gaz Saflaştırma ve Kömürün Pirolitik İşlenmesinden Kaynaklanan Atıklar</b> |     |
| <i>0506</i> | <i>Kömürün Pirolitik İşlenmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>  |     |
| 050601*     | Asit ziftleri   | A   |
| 050603*     | Diğer ziftler   | A   |

<sup>1</sup> Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 3-B’de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

10 02 07 kodlu “Tehlikeli maddeler içeren ve gaz arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar”, entegre demir çelik tesislerinde, yüksek fırın, sinterleme ve çelikhanelerden; elektrikli ark fırınıyla üretim yapan tesislerden baca gazlarının kuru tutulması sonucu ortaya çıkan baca tozlarıdır. Benzer şekilde baca gazları ıslak tutucu ile temizleniyorsa, 10 02 13 kodlu “Gaz arıtımı sonucu oluşan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri” başlıklı atık ortaya çıkabilmektedir. Gerek baca tozları gerek baca gazı arıtma çamurlarının tehlikelilik özellikleri içerdikleri alkaliler, asitler, yağ bileşikleri, dioksin ve furanlar ve metallerden

kaynaklanmaktadır [44]. Demir çelik tesislerinde, baca gazı tozlarının tutulma yöntemine bağlı olarak (ıslak ya da kuru) 10 02 07 ve 10 02 13 kodlu atıkları en azından biri mutlaka oluşmaktadır.

10 02 11 kodlu “Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar” demir çelik tesislerinde “yağlı tufal” olarak anılmaktadırlar ve tehlikelilik özelliği bu atık içindeki yağ miktarına göre değişmektedir. Bu atık, sahada kaba tufal olarak geçen ve Atıkların Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 4’de tehlikesiz olarak sınıflandırılan 10 02 10 kodlu “Haddehane tufalı” ile karıştırılmamalıdır. Tufal sürekli döküm ve haddehanelerde temizleme ve soğutma işlemi sonucu oluşmaktadır. Soğutma suyu hadde makinelerinin arasından aktığı ve yağlandığı için buradan çıkan tufal de yağ ve suyla karışmaktadır. Tufal ayırma işlemi için tufalli yağlı su havuzlarda bekletilmektedir. Dibe çöken yağdan ayrılmış tufal 10 02 10 kodlu tehlikesiz “Haddehane tufalini” oluşturmaktadır. İlk etapta askıda katı madde şeklinde olduğu için ayrılamayan ve ikinci bir ayırma işlemi sonucu ayrılan tufal ile 10 02 11 kodlu tehlikeli “Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar”ı oluşturmaktadır. Eğer tufal ayırma işlemi sürekli döküm ünitesi çıkışında yani haddeleme işleminden önce gerçekleştiriliyorsa ayrılan tufal yine tehlikesiz olarak sınıflandırılmalıdır. 10 02 11 kodlu atık, tüm demir çelik tesislerinden beklenmektedir. Haddeleme yapan tesislerde bu atıktan daha yüksek miktarda çıkması beklenmektedir.

Kömürün pirolitik işlenmesinden (yani kömürün koklaştırılmasından) kaynaklanan 05 06 01 “Asit ziftleri” ve 05 06 03 “Diğer ziftler” mutlak tehlikeli atıklardır. Gazlaştırma işlemleri sırasında kok kömürünün içinde bulunan katran (zift) kok gazına geçmektedir. Kok gazının arıtımı sırasında ziftler geri kazanılmakta ve satılmaktadır; ancak geri kazanılamayan ziftler 05 06 01 ve 05 06 03 kodlu atıkları oluşturmaktadır. Bu atıklar sadece entegre demir çelik tesislerinden beklenmektedir. Ark fırınlarda bu atıklar oluşmamaktadır.

#### *Yan proseslerden kaynaklanan atıklar*

Entegre bir demir-çelik tesisinde demir çelik üretimi ve kömürün pirolitik işlenmesi haricinde boyama, fiziksel ve kimyasal yüzey işlemleri gibi prosesler de uygulanabilmektedir. Dolayısıyla bu yan proseslerden çıkabilecek atıklarında demir çelik sanayinden çıkan atıklar altında kapsanması gerekmektedir. Bu atıkların bir listesi Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2. Demir çelik sanayi yan proseslerinden kaynaklanan atıklar [11]**

| Atık Kodu   | Atığın Tanımı  | A/M |
|-------------|--|-----|
| <b>08</b>   | <b>Astarlar (Boyalar, Vernikler ve Vitrifiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar ve Baskı Mürekkeplerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar</b>                    |     |
| <i>0801</i> | <i>Boya ve Verniğin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Sökülmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>  |     |
| 080111*     | Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler   | M   |
| 080112      | 08 01 11 dışındaki atık boya ve vernikler <sup>1</sup>   |     |
| 080113*     | İçinde organik çözücüler yada tehlikeli maddeler bulunan boya ve vernik çamurları  | M   |
| 080114      | 08 01 13 dışındaki boya ve vernik çamurları <sup>1</sup>   |     |
| 080115*     | Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernikli sulu çamurlar   | M   |
| 080116      | 08 01 15 dışındaki boya ve vernik içeren sulu çamurlar <sup>1</sup>  |     |
| 080117*     | İçinde organik çözücüler yada tehlikeli maddeler bulunan boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan atıklar  | M   |
| 080118      | 08 01 17 dışındaki boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan atıklar <sup>1</sup>   |     |
| 080119*     | Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan sulu süspansiyonlar   | M   |
| 080120      | 08 01 19 dışındaki sulu boya ya da vernik içeren sulu süspansiyonlar <sup>1</sup>  |     |
| 080121*     | Boya ya da vernik sökücü atıkları  | A   |
| <b>11</b>   | <b>Metal ve Diğer Malzemelerin Kimyasal Yüzey İşlemi ve Kaplanması İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar; Demir Dışı Hidrometalurji</b>  |     |
| <i>1101</i> | <i>Metal ve Diğer Malzemelerin Kimyasal Yüzey İşlemi ve Kaplanmasından Kaynaklanan Atıklar (Örn: Galvanizleme, Çinko Kaplama, Dekapaj, Asitle Sıyırma, Fosfatlama, Alkalın Degradasyonu, Anotlama)</i> |     |
| 110105*     | Sıyırma asitleri (parlatma asitleri)   | A   |
| 110106*     | Başka bir şekilde tanımlanmamış asitler  | A   |
| 110107*     | Sıyırma bazları  | A   |
| 110108*     | Fosfatlama çamurları   | A   |
| 110109*     | Tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri   | M   |
| 110110      | 11 01 09 dışındaki çamurlar ve filtre kekleri <sup>1</sup>   |     |

Tablo 2 devam

| Atık Kodu | Atığın Tanımı  | A/M |
|-----------|--|-----|
| 110111*   | Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları   | M   |
| 110112    | 11 01 11 dışındaki sulu durulama sıvıları <sup>1</sup>   |     |
| 110113*   | Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları  | M   |
| 110114    | 11 01 13 dışındaki yağ alma atıkları <sup>1</sup>  |     |
| 110115*   | Membran ya da iyon değişim sistemlerinden kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren sıvı ve çamurlar                     | M   |
| 110116*   | Doymuş ya da bitik iyon değişim reçineleri   | A   |
| 110198*   | Tehlikeli maddeler içeren diğer atıklar  | M   |
| 110199    | Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar <sup>1</sup>   |     |
| 12        | <b>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Şekillendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</b> |     |
| 1201      | <i>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</i> |     |
| 120106*   | Halojen içeren madeni bazı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)   | A   |
| 120107*   | Halojen içermeyen madeni bazı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)  | A   |
| 120108*   | Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları  | A   |
| 120109*   | Halojen içermeyen makine emülsiyon ve solüsyonları   | A   |
| 120110*   | Sentetik işleme yağları  | A   |
| 120112*   | Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar  | A   |
| 120114*   | Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları   | M   |
| 120115    | 12 01 14 dışındaki işleme çamurları <sup>1</sup>   |     |
| 120116*   | Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları   | M   |
| 120117    | 12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları <sup>1</sup>   |     |
| 120118*   | Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve bindirme tortuları)   | M   |
| 120119*   | Biyolojik olarak kolay bozunur işleme yağı   | A   |
| 120120*   | Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri   | M   |
| 120121    | 12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri <sup>1</sup>   |     |

<sup>1</sup> Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

Tablo 2’de verilen liste yine Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 4’den alınmış olup üç temel yan proses olan boyama, kaplama ve fiziki yüzeysel işlemler için bu ekte sıralanmış tehlikeli atıkların bir listesidir. Tehlikeli atık beyanı yapan üreticilerin, işletmelerinde bu yan işlemlerden biri ya da bir kaçını uyguluyorsa bu tablo içinden kendileri için uygun olan atıkları seçerek atık beyanlarında göstermeleri gerekmektedir. Bir başka deyişle yalnızca boyama yapan kuruluşlardan 08 kodlu atıklar, yalnızca kimyasal yüzey işlem yapılam kuruluşlardan 11 kodlu atıklar ve yalnızca fiziksel işlem ve şekillendirme yapan kuruluşlardan 12 kodlu atıklar beklenmelidir.

### *Proses dışı atıklar*

Proses dışı atıklar kategorisinde sınıflandırılan atıklar tesislerde uygulanan süreçlerden bağımsız olarak ortaya çıkması muhtemel atıklardır. Genel olarak endüstriyel sektörler incelendiği zaman proses dışı atıkların farklı sektörler arasında benzerlik gösterdiği görülecektir. Proses dışı atıklar ile ilgili listenin hazırlanması aşamasında endüstriyel sektörlerdense genel atık türlerini içeren 13 “Yağ atıkları ve sıvı yakıt atıkları”, 15 “Atık ambalajlar; başka bir şekilde belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysiler”, 16 “Listede başka şekilde sınıflandırılmamış atıklar” gibi sınıflar incelenmiştir. Atık beyanı veren tehlikeli atık üreticilerinin aşağıdaki genel listeyi inceleyerek kendi tesislerinden kaynaklanan proses dışı atıkları tanımlayarak beyanlarında bu atıkları göstermeleri gerekmektedir.

**Tablo 3. Demir çelik sanayinden kaynaklanabilecek proses**

| Atık Kodu | Atığın Tanımı   | A/M |
|-----------|---|-----|
| 13        | <b>Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları (Yenilebilir Yağlar, 05 Ve 12 Hariç)</b> |     |
| 1301      | <i>Atık Hidrolik Yağlar</i>   |     |
| 130110*   | Mineral bazlı, klor içermeyen hidrolik yağlar                                   | A   |
| 130113*   | Diğer hidrolik yağlar   | A   |
| 1302      | <i>Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları</i>                                  |     |
| 130204*   | Mineral bazlı klor içeren makine, şanzıman ve yağlama yağları                   | A   |
| 130205*   | Mineral bazlı klor içermeyen makine, şanzıman ve yağlama yağları                | A   |

Tablo 3 devam

| Atık Kodu | Atığın Tanımı  | A/M |
|-----------|--|-----|
| 130208*   | Diğer makine, şanzıman ve yağlama yağları  | A   |
| 1303      | <i>Atık Yalıtım ve Isı İletim Yağları</i>  |     |
| 130301*   | PCB'ler içeren yalıtım ya da ısı iletim yağları  | A   |
| 130307*   | Mineral bazlı klor içeren yalıtma ve ısı iletme yağları  | A   |
| 130310*   | Diğer yalıtma ve ısı iletme yağları  | A   |
| 1305      | <i>Yağ/Su Ayırıcısı İçerikleri</i>   |     |
| 130502*   | Yağ/su separatöründen (ayırıcısından) çıkan çamurlar   | A   |
| 130506*   | Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağ   | A   |
| 130507*   | Yağ/su separatöründen (ayırıcısından) çıkan yağlı su   | A   |
| 130508*   | Kum odacığından ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar  | A   |
| 1307      | <i>Sıvı Yakıtların Atıkları</i>  |     |
| 130703*   | Diğer yakıtlar (karışımlar dahil)  | A   |
| <b>15</b> | <b>Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler</b>   |     |
| 1501      | <i>Ambalaj (Belediyenin Ayrı Toplanmış Ambalaj Atıkları Dahil)</i>   |     |
| 150110*   | Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren yada tehlikeli maddelerle pislenmiş ambalaj  | M   |
| 150111*   | Boş basınçlı konteynırlar dahil olmak üzere tehlikeli gözenekli katı yapıllı (örneğin asbest) metalik ambalajlar   | M   |
| 1502      | <i>Emiciler, Filtre Malzemeleri, Temizleme Bezleri ve Koruyucu Giysiler</i>  |     |
| 150202*   | Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanlar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler   | M   |
| <b>16</b> | <b>Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar</b>   |     |
| 1601      | <i>Çeşitli Taşıma Türlerindeki (İş Makineleri Dahil) Ömrünü Tamamlamış Araçlar ve Ömrünü Tamamlamış Araçların Sökülmesi ile Araç Bakımından (13, 14, 16 06 ve 16 08 hariç) Kaynaklanan Atıklar</i> |     |
| 160107*   | Yağ filtreleri   | A   |
| 1602      | <i>Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları</i>   |     |
| 160209*   | PCB'ler içeren transformatörler ve kapasitörler  | M   |
| 160213*   | 16 02 09 dan 16 02 12'ye kadar bahsedilenlerin dışında tehlikeli bileşenler içeren ıskarta ekipmanlar  | M   |
| 160214    | 16 02 09'dan 16 02 13'e kadar olanların dışındaki ıskarta ekipmanlar <sup>1</sup>  |     |



**Tablo 3 devam**

| Atık Kodu | Atığın Tanımı  | A/M |
|-----------|--|-----|
| 160215*   | Iskartaya çıkan parçalardan çıkartılmış tehlikeli maddeler içeren parçalar   | A   |
| 1606      | <i>Piller ve Aküler</i>  |     |
| 160601*   | Kurşun piller  | A   |
| 160602*   | Nikel kadmiyum piller  | A   |
| 160603*   | Cıva içeren piller   | A   |
| 160606*   | Pil ve akümülatörlerden ayrı toplanmış elektrolitler   | A   |
| <b>17</b> | <b>İnşaat Ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkartılan Hafriyat Dahil)</b>   |     |
| 1704      | <i>Metaller (Alaşımaları Dahil)</i>  |     |
| 170410*   | Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar  | M   |
| 170411    | 17 04 10 dışındaki kablolar <sup>1</sup>   |     |
| 1705      | <i>Toprak (Kirlenmiş Yerlerde Yapılan Hafriyat Dahil), Kayalar ve Dip Tarama Çamurları</i>   |     |
| 170503*   | Tehlikeli maddeler içeren toprak ve kayalar  | M   |
| 170504    | 17 05 03 dışındaki toprak ve kayalar <sup>1</sup>  |     |
| <b>18</b> | <b>İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar (Doğrudan Sağlığa İlişkin Olmayan Mutfak ve Restoran Atıkları Hariç)</b> |     |
| 18 01     | <i>İnsanlarda Doğum, Teşhis, Tedavi ya da Hastalık Önleme Çalışmalarından Kaynaklanan Atıklar</i>  |     |
| 180103*   | Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar  | A   |
| <b>20</b> | <b>Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Eysel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)</b>                                   |     |
| 2001      | <i>Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)</i>  |     |
| 200121*   | Flüoresan tüpler(lambalar) ve diğer cıva içeren atıklar  | A   |
| 200126*   | 20 01 25 dışındaki sıvı ve katı yağlar   | A   |
| 200127*   | Tehlikeli maddeler içeren boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler   | M   |
| 200128    | 20 01 27 dışındaki boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler <sup>1</sup>   |     |

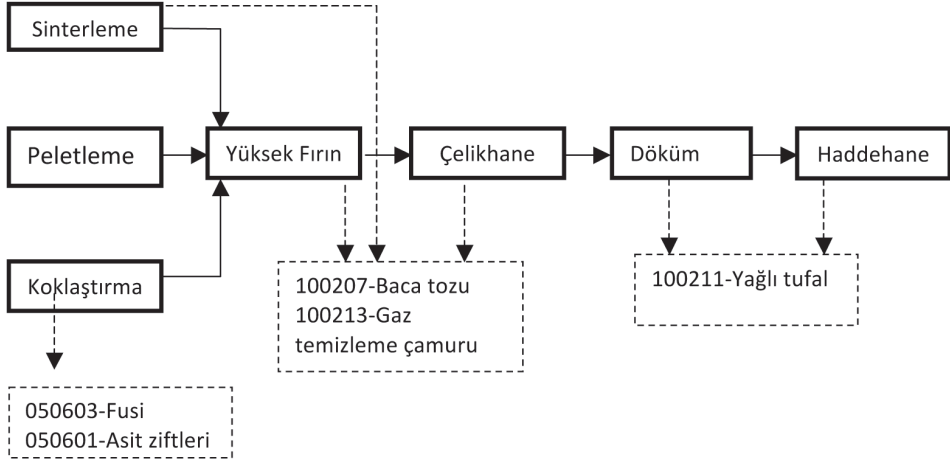
**Tablo 3 devam**

| Atık Kodu | Atığın Tanımı   | A/M |
|-----------|---|-----|
| 200133*   | 16 06 01, 16 06 02 yada 16 06 03 de bahsedilen pil ve akümülatörler ve bu pilleri içeren karışık akümülatörler                    | A   |
| 200135*   | 20 01 21 ve 20 01 23 'de bahsedilenlerin dışındaki tehlikeli maddeler içeren ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar | M   |
| 200136    | 20 01 21, 20 01 23 ve 20 01 35 dışındaki ıskarta elektrikli ve elektronik ekipmanlar <sup>1</sup>                                 |     |

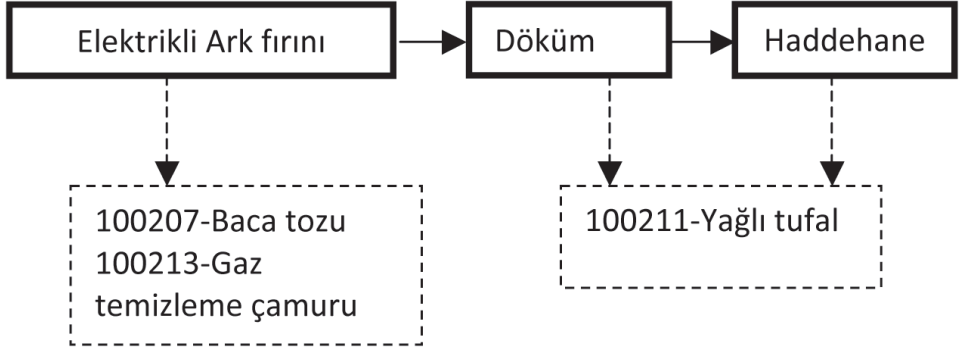
<sup>1</sup> Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

## 4.2 Atık OLUŞUM KAYNAKLARI

Şekil 6 ve Şekil 7'de proses atıklarının oluşabileceği üretim noktaları gösterilmiştir.



**Şekil 6. Entegre demir çelik tesislerinde tehlikeli atık üretim noktaları**



**Şekil 7. Elektrikli ark fırınlarında tehlikeli atık üretim noktaları**

Yukarıda da belirtildiği üzere yan proseslerden kaynaklanan atıklar demir çelik tesisinde boyama, kaplama (kimyasal yüzey işlem) ya da fiziksel yüzey işlem uygulanması halinde meydana gelecektir. Proses dışı atıklar için ise tüm yan işletmeler, yemekhane, ofisler ve revir gibi üniteler de göz önünde bulundurularak incelenmelidir. Proses dışı atıkların incelenmesi için örnek bir kontrol listesi aşağıda verilmiştir. Ancak bu listenin tesis bazında genişletilmesi gerekebileceği unutulmamalıdır.

o 13 “Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları”

o 13 01 “Atık hidrolik yağlar” için tesis bünyesinde kullanılan hidrolik cihazlar

o 13 02 “Atık motor, şanzıman ve yağlama yağları” için tesise ait tüm araçlar

o 13 05 “Yağ/su ayırıcısı içerikleri” için tesis içerisinde yağlı/su karışımlarının ayrıldığı tüm üniteler özellikle fiziksel kimyasal arıtma üniteleri

o 13 07 “Sıvı yakıtların atıkları” için tesisde kullanılıyorsa sıvı yakıtlara ait depolama tankları ve sıvı yakıt döküntüleri

o 15 “Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler”

- o Tesis içerisinde muhtelif noktalar
- o 16 “Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar”
  - o 16 02 “Elektrikli ve elektronik ekipman atıkları” için tesisin muhtelif yerleri
  - o 16 06 “Piller ve aküler” için gerek üretim alanları gerek ofis, yemekhane, revir gibi alanlar gerekse tesise air araçlar
- o 17 “İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil)” için tehlikeli maddeler ile kirlenmiş toprak, kablolar, inşaat malzemesi (özellikle eski tesislerde asbest içerme riski nedeniyle yalıtım malzemeleri) vs.
- o 18 “İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar” için revirler ve acil yardım üniteleri
- o 20 “Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)” için üretim alanları ofisler, yemekhaneler.

## 5.0 Atıkların Önlenmesi ve En Azaya İndirilmesi

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik incelendiğinde atık hiyerarşisinin altının çizildiği görülmektedir. Şekil 8’de şematik olarak gösterilen bu anlayışa göre öncelikle atıkların oluşumunun önlenmesi gerekmektedir. Eğer atık oluşumu önlenemiyorsa, üretilen miktarların mümkün olduğu kadar azaya indirilmesi esastır. Atıkların önlenemediği ya da miktar olarak azaltılamadığı durumda, atıkların yeniden değerlendirilebilmeleri için geri dönüşüm ya da yeni kullanılabilir ürünler elde edilme fırsatları aranmalıdır. Geri dönüşüm/geri kazanım uygulamaları bir alternatif değilse atıklar arıtma tesisleri ya da yakma fırınlarında işlem görmelidir. Bu aşamadaki en önemli hedef işlenen tehlikeli atık hacminin ya da miktarının işlem sonunda düşürülmesidir. Bu sayede en az tercih edilen alternatif olan nihai bertarafa gidecek toplam atık miktarı önemli oranda azaltılacaktır. Atık hiyerarşisi prensibinde atıklar ancak daha tercih edilebilir alternatifler işe yaramadığı durumda nihai bertarafa gönderilmelidir.



Şekil 8. Atık hiyerarşisi

Özellikle sanayiden kaynaklı tehlikeli atıkların miktarlarının mümkün olduğu kadar düşürülmesi için, atık önleme ve azaltma ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bunların bir kısmı literatürde önerilmekte ve sanayi kuruluşları tarafından benimsenmekte, bir kısmı da bireysel kuruluşlar tarafından kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilmekte ve daha sonra uygulama olarak yayılmaktadır. Atık önleme ve azaltma uygulamaları ya da bir diğer adıyla mevcut en iyi teknikler (MET) sadece üretilen atık miktarlarının düşürülmesi sayesinde pozitif bir çevresel etki yapmakla kalmayıp, atık bertaraf masraflarının önlenmesi ya da azaltılması sayesinde de işletmelere ekonomik bir fayda sağlamaktadır.

Bu bölümde ayrıntıları verilen atık önleme ve azaltma tedbirleri özellikle demir çelik sanayi proses atıklarını kapsamaktadır. İncelenecek tedbirlerin bir özeti Tablo 4’de verilmiştir. Bu tabloda tehlikeli proses atıkları bazında MET hakkında kısa bir açıklama verilmiştir. Demir çelik sektörü için geliştirilen tüm MET hem yeni hem de kurulu tesislerde uygulanabilmektedir. Son olarak bu uygulamalar ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye ulaşılabilecek kaynaklar verilmiştir. Tablo 4’de sıralanmış uygulamaların bir kısmı az önce bahsedilen işletmelerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirdiği ve saha çalışmaları sonucu bu rehberde eklenen METlerdir.

Tablo 4’de verilen tekniklere ek olarak atık önleme ve azaltma faaliyetlerinin takip edilmesinin önemine de değinilmiş ve atıkların tesis içinde kontrol edilebilmesi ve izlenmeleri için yapay zeka tabanlı sistemler önerilmiştir [12]. Ancak üretimin her aşamasının yakından takip edilebilmesi için ileri teknoloji kullanan bu sistemlerin maliyeti yüksektir.

**Tablo 4 Demir çelik sanayinden kaynaklanan proses atıkları için kullanılabilcek mevcut en iyi tekniklerin listesi**

| Atık Kodu | Atığın Adı  | A/M | MET                                  | Açıklaması                                | Referans               |
|-----------|---|-----|--------------------------------------|---|------------------------|
| 10 02 07  | Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar       | M   | Briketleme                           | Atık miktarını azaltır.                   | [5,13]                 |
|           |   |     | Hidrosiklon                          | Atık miktarını azaltır.                   | [5,15]                 |
| 10 02 11  | Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar                   | M   | Düşük çinko içerikli hurda kullanımı | Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır. | [5,16]                 |
|           |   |     | Tufal-yag ayırıcı makina             | Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır. | Saha çalışmaları       |
|           |   |     | Solvent kullanımı                    | Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır. | [5,17]                 |
| 10 02 13  | Gaz arıtımı sonucu oluşan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri | M   | 800°C'ye ısıtma                      | Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır. | [5,17]                 |
|           |   |     | Briketleme                           | Atık miktarını azaltır.                   | [5,13]                 |
| 05 06 01  | Asit ziftleri   | A   | Hidrosiklon                          | Atık miktarını azaltır.                   | [5,15]                 |
|           |   |     | Enerji geri kazanımı                 | Atık miktarını azaltır.                   | Saha çalışmaları, [18] |
| 05 06 03  | Diğer ziftler   | A   | Enerji geri kazanımı                 | Atık miktarını azaltır.                   | Saha çalışmaları, [18] |

## Demir Çelik Sanayi

|                      |  |
|----------------------|--|
| MET                  | <i>Tozların sıcak birketlenmesi ve saha dışı yeniden kullanım için yüksek çinko içerikli konsantr peletlerin geri dönüşümü</i>   |
| Kaynaklar            | [5,13]   |
| Hedef Atıklar        | 10 02 07 Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar<br>10 02 13 Gaz arıtımı sonucu oluşan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri   |
| Uygun olduğu proses: | Bazık Oksijen Fırını ve fırın gazının elektrostatik çöktürücü (ESP), torbalı filtre veya ıslak yöntemlerle temizlenmesi<br>Elektrik ark ocağı gazının kuru veya ıslak yöntemlerle temizlenmesi   |
| Açıklama             | <p>Bazık Oksijen Konvertörü gazının kuru ESP ile temizlendiği durumda ince tozlar ve atık ısı kazanında kaba tozlar oluşmaktadır. Kaba tozlar %70 oranında, ince tozlar ise %7 civarında metal demir içermektedir. Ayrıca ince tozlarda yüksek miktarda çinko (Zn) bulunmaktadır. Bu uygulamada ince ve kaba tozlar karıştırılarak bir briketleme ünitesinde, hareketli yataklı bir reaktörde 750°C'ye ısıtılmakta ve daha sonra silindirik bir baskı makinesinde briket haline getirilmektedirler. Daha sonra briketlerin içerisindeki demirin yeniden değerlendirilmesi için malzeme Bazık Oksijen Fırını'na geri beslenmektedir. Ancak bu geri dönüşüm işlemi özellikle ince tozun içerisinde yüksek miktarda bulunan çinkonun zaman içerisinde zenginleşmesine ve proses içerisinde hammadde olarak kullanılmayan bir bileşen sürekli sistemde geri dönmesine sebep olmaktadır. Bunu önlemek için Laserle Tetiklenmiş Bozunma Spektroskopisi - Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) yardımıyla EPS'den çıkan ince tozlar çinko içeriği için analiz edilmekte ve çinko içeriği yüksek olan tozlar briketleme tesisine gönderilmemektedir. Bunun yerine peletlenip kurutulduktan sonra saha dışında çinko geri kazanımı için geri kazanım tesislerine gönderilmektedirler. Çinko içeriği düşük tozlar demir geri dönüşümü için briketleme ünitesine iletilmektedir.</p> <p>Bu yöntemin kullanımı ile nihai bertarafa gönderilecek katı atık miktarı azaltılmaktadır. Ayrıca enerji sarfiyatı gerektiren bir sistem de olsa hammadde kullanımının azaltımı açısından yararları vardır.</p> <p>Sistemde çinko birikimini engellemek için yüksek demir içerikli kaba tozlar ile yüksek çinko içerikli ince tozların birbirleriyle karıştırılmamaları da Literatürde önerilmektedir [14].</p> |
| Ekonomik boyut       | Amerika Birleşik Devletleri'ne bulunan bir demir çelik işletmesi baca gazı arıtımından kaynaklanan yüksek çinko içerikli atıklarını ton başına \$61 maliyetle geri kazanıma göndererek bertaraf maliyetinde yıllık \$130.000'lük bir düşüş sağlamıştır [13].   |



|                      |   |
|----------------------|---|
| MET                  | <i>Yüksek fırın çamurunun hidrosiklondan geçirilmesi</i>  |
| Kaynaklar            | [5,15]  |
| Hedef Atıklar        | 10 02 07 Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar<br>10 02 13 Gaz arıtımı sonucu oluşan ve tehlikeli maddeler içeren çamurlar ve filtre kekleri  |
| Uygun olduğu proses: | Yüksek fırın kullanılan entegre proses  |
| Açıklama             | <p>Yüksek fırın gazı yüksek miktarda (ton sıcak metal başına 7 - 40 kg kadar) partikül içermektedir. Bu parçacıkların büyük bir bölümü gaz arıtım sisteminin başında kuru işlem ile yüksek fırın gazından ayrılmaktadır. Geriye kalan 1 - 10 kg/ton sıcak metal miktarında parçacık ıslak sıyrıcılar tarafından yıkanmaktadır. Çöktürme işleminden sonra ton sıcak metal başına 3 - 5 kg arası çamur oluşmaktadır. Bu çamur görece yüksek çinko (Zn) seviyesine sahiptir. Yüksek çinko konsantrasyonu çamurun sinterleme tesisinde yeniden kullanımını engellemektedir. Çinko çamur içerisinde çinko oksit olarak ince partiküller halinde bulunmaktadır. Çamurun bir hidrosiklondan geçirilmesi ile bu ince çinko oksit partiküllerinin ve daha büyük olan demir parçacıklarının birbirinden ayrılması mümkündür. Bu yöntemle çinko miktarı yüksek ve düşük iki çeşit çamur elde edilebilmektedir. Çinko miktarı düşük çamur yeniden sinterleme ünitesine beslenmekte ve içindeki demir geri dönüştürülmektedir. Çinko miktarı yüksek çamur ise nihai bertarafa gönderilmektedir. Çamur içerisinden çinkonun geri kazanımı da mümkündür.</p> <p>Bu yöntemin uygulanması ile kullanılan hammadde miktarının düşürülmesi söz konusudur. Uygulamaların çamurun özelliklerine bağlı olduğunun (parçacık dağılımının hidrosiklon ile ayırma izin verecek şekilde olması) altı çizilmelidir.</p> |
| Ekonomik boyut       | 20.000 ton/yıl kapasiteli bir hidrosiklonun yatırım maliyetinin 2 milyon EURO, işletme maliyetinin ise ton başına 25 EURO olduğu bildirilmiştir[5].   |

|                      |  |
|----------------------|--|
| MET                  | <i>Hurdanın çinko içeriğinin düşürülmesi</i>   |
| Kaynaklar            | [5,16]   |
| Hedef Atıklar        | 10 02 07 Tehlikeli maddeler içeren gazların arıtımı sonucu ortaya çıkan katı atıklar   |
| Uygun olduğu proses: | Bazik oksijen fırınının kullanıldığı entegre proses  |
| Açıklama             | <p>Yüksek fırın içerisinde çinko fırının işletimini olumsuz bir şekilde etkilediği için istenmeyen bir maddedir. Aynı durum çinko kadar ciddi olmasa da kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) için de geçerlidir. Yukarıdaki iki yöntemde de bahsedildiği üzere çinko bazik oksijen fırını gazını arıtan sistemlerde toz ve çamurlarda birikmektedir. Bu çinkonun kaynağı temel olarak yüksek fırına beslenen hurdalardır. Çinko içeren toz ve çamurların işlenmesine bir alternatif de demir çelik üretiminde çinko içermeyen hurdanın kullanılmasıdır. Hurda yoluyla tesise çinko girişinin önlenmesi takdirde sinterleme tesisinde bazik oksijen fırını tozlarının geri dönüşümü kolaylaşmaktadır.</p> <p>Bu yöntemin uygulanabilirliği çinko içermeyen hurdanın mevcut olmasına bağlıdır. Galvanizlenmiş hurdanın hammadde olarak kullanıldığı durumda bu yöntem geçerliliğini yitirmektedir.</p> |
| Ekonomik boyut       | Çinko içermeyen hurdalar diğerlerine göre daha pahalıdır ve birim çelik üretim maliyetini artırmaktadır. Düşük çinko içerikli hurdanın elde edilmesinin gelecekte de daha da zor olacağı tahmin edilmektedir. Ancak düşük çinko içerikli hurdanın kullanımı sayesinde bazik oksijen fırını gaz temizleme tozlarının ve çamurlarının yeniden kullanılabilmesi unutulmamalıdır.  |

|                      |  |
|----------------------|--|
| MET                  | <i>Sintere beslenen malzemede uçucu hidrokarbon içeriğinin azaltılması</i>   |
| Kaynaklar            | [5,17]   |
| Hedef Atıklar        | 10 02 11 Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar   |
| Uygun olduğu proses: | Entegre proses   |
| Açıklama             | <p>Kaynağına bağlı olarak değişse de “yağlı tufal” içerisindeki yağ miktarı %10’a kadar çıkabilmektedir. Bu tufal sinterleme ünitesine bir ön işlem uygulanmaksızın beslenmektedir. Bu hidrokarbonların büyük çoğunluğu 100 – 800°C arasında uçmakta ve atık gazlarla birlikte salınmaktadır. Bu hidrokarbonların miktarının azaltılması için çeşitli yöntemler uygulanabilir:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Düşük yağ içerikli toz ve tufalin sinterleme ünitesine beslenmesi</li><li>○ Yağın aşağıdaki iki yöntemden biri ile uzaklaştırılması<ul style="list-style-type: none"><li>○ Yağlı tufalin 800°C’ye kadar ısıtılması ve uçucu hidrokarbonların en az 850°C’de 2 saniye ve %6’dan fazla oksijen varlığında yakılması</li><li>○ Çözücüler yardımıyla yağın tufalden uzaklaştırılması</li></ul></li></ul> <p>Sinterleme tesisine beslenen hidrokarbon miktarının azaltılması ESP içerisinde yangın ve çökme ihtimalinin azaltılması ve olası PCDD/F ve uçucu organik karbon emisyonlarının düşürülmesini sağlar. Bu yöntemle PCDD/F emisyonları da azalacağından, sinterleme ünitesinden kaynaklanan 10 02 07 ve 10 02 13 kodlu atıkların, PCDD/F içerikleri nedeniyle tehlikeli hale gelme ihtimalleri azalacaktır.</p> |
| Ekonomik boyut       | <p>Yakma işleminin uygulanması durumunda, yatırım maliyetinin yanında yakma işlemi için kullanılacak yakıt ve enerji sarfiyatından ve gaz temizleme ünitesinden kaynaklanacak giderler ile atık bertaraf masrafları karşılaştırılmalıdır.</p> <p>Yağın tufalden çözücüler yardımıyla uzaklaştırıldığı durumda ise yağ-solvent karışımı için ek arıtma ihtiyacı doğacaktır. Arıtma ünitesinin maliyeti ile atık bertaraf maliyetleri karşılaştırılmalıdır.</p>  |

|                      |   |
|----------------------|---|
| MET                  | <i>Tufal-yağ ayırıcı makina</i>   |
| Kaynak               | Sahaçalışmaları, [19]   |
| Hedef Atıklar        | 10 02 11 Soğutma suyunun arıtılmasından kaynaklanan yağ içerikli atıklar  |
| Uygun olduğu proses: | Dökümhane ve haddehanelerden çıkan yağlı-tufalli suyun havuzlarda çöktürülmesi.   |
| Açıklama             | <p>Haddehanelerde ve dökümhanlerde soğutma tufal giderme amaçlı su kullanılır. Daha sonra yağlı tufal içeren sular havuzlarda bekletilir. Yağ içermeyen tufal dipten toplanıp sinterleme ünitesine gönderilirken yağla karışmış askıda kalan ince tufaller yeniden çöktürülerek belt filtrelerden geçirilir.</p> <p>Söz konusu makina yağ ve tufali santrifüj yöntemiyle ayırmaktadır.</p> <p>Tufaldeki yağ oranı %2'yi geçtiğinde sinterleme ünitesinde kullanılamaz. Bu yöntemle tufalin yağ içeriği %0,5'e kadar düşürülebilir. Bu sayede tufal sinterleme ünitesinde yeniden kullanılabilir. Böylece nihai bertarafa gönderilecek katı atık miktarı ve hammadde kullanımı azaltılmaktadır. Bunun yanısıra ayrıştırılan yağ kok bataryaları ya da yüksek fırınlarda yakılabileceğinden enerji geri kazanımı da sağlanabilmektedir.</p> |
| Ekonomik boyut       |   |

|                      |  |
|----------------------|--|
| MET                  | <i>Enerji geri kazanımı</i>  |
| Kaynak               | Saha çalışmaları, [20]   |
| Hedef Atıklar        | 05 06 01 Asit ziftleri<br>05 06 03 Diğer ziftler   |
| Uygun olduğu proses: | Kok gazının su ıslak yöntemlerle temizlenmesi  |
| Açıklama             | <p>Söz konusu atık kok gazının temizlenmesi sırasında oluşan katranla karışık kömür tozudur. Bu atık, kok bataryalarında veya yüksek fırınlarda yakıt olarak kullanılabilir. Bu sayede hem nihai bertarafa gönderilecek atık miktarında artış, hem de enerji geri kazanımı sağlanmış olacaktır.</p> <p>Bu yöntem uygulanabilmesi için Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik'in [20] şartlarının yerine getirilmesi, yani atık yakma lisansının alınması gerekmektedir. Söz konusu lisans alındığı takdirde, 05 06 01 ve 05 06 03 kodlu atıkların yanı sıra, tesisisten çıkan diğer yakılabilecek tehlikeli atıklar ve dışarıdan alınacak tehlikeli atıklar da yakılabilecektir.</p> |
| Ekonomik boyut       |  |

## 6.0 Atıkların Geri Kazanımı ve Bertarafı

Sektörden kaynaklanan tehlikeli atıkların önlenemediği ya da azaltılmadığı durumda, atığın özelliklerine uygun bir teknoloji ile tercihen geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tablolarda (Tablo 5 - 7) proses atıkları, yan proseslerden kaynaklanan atıklar ve proses dışı atıklar için uygun olan teknolojiler gösterilmektedir. Bu tablolarda atıkların dört ana işleme uygunlukları değerlendirilmiştir. Bunlar geri kazanım, arıtma, yakma ve düzenli depolamadır. Bazı atıklar birden fazla işlem için uygun olabilmektedir. Bu durumda atık hiyerarşisi göz önünde bulundurulmalı ve öncelik sırasıyla geri kazanım, arıtma, yakma ve son olarak düzenli depolamaya verilmelidir. Aşağıda da görüleceği gibi bazı atıkların sıralanan işlemlere ardışık olarak tabi tutulması da mümkündür. Bu tablolarda verilen bilgilerin okuyucuya rehberlik etmeyi amaçladığı ve gerçek uygulamaların tesislerden kaynaklanan atıklar, tesis içi uygulamalar ve sözü geçen teknolojilerin mevcut olmalarına göre değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Geri kazanıma ait kolonda geri kazanılabilir atıklar için kullanılacak geri kazanım işlemleri Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik Ek 2- B’de listelenen R kodlarına göre verilmiştir. Ek 2-B’ye göre R kodları aşağıdaki geri kazanım işlemlerine karşılık gelmektedir[11]:

- o R1: Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma
- o R2: Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi
- o R3: Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil)
- o R4: Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü
- o R5: Diğer anorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü
- o R6: Asitlerin veya bazların yeniden üretimi
- o R7: Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı

- o R8: Katalizör parçalarının (bileşenlerinin) geri kazanımı
- o R9: Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları
- o R10: Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı
- o R11: R1 ila R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı
- o R12: Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi
- o R13: R1 ila R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

**Tablo 5. Prosese özel atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri**

| Atık Kodu | Uygunluk     |                     |                    | Düzenli depolama <sup>3</sup> | Notlar  |
|-----------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---|
|           | Geri kazanım | Arıtma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> |                               |   |
| 100207    | *<br>R4/R5   | *                   |                    | *                             | Bu atıklar demirin ya da çinkonun geri kazanılmadığı durumda düzenli depolanmalıdır. Çinko geri kazanımı için bkz: [24,25,26]. Demir geri kazanımı için bkz: [27,28]. Bu atıkların stabilizasyon ve solidifikasyonu ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [29]                     |
| 100211    | *<br>R1      | *                   | *                  |                               | Yağlı tufalin içerisindeki demirin geri kazanımı önceliklidir. Ayrıca yağ/su ayırma ünitesi yardımıyla arıtma yapılabilir ya da yağlı tufal ısı işleme tabii tutulabilir. Bu atıkların biyolojik arıtımı incelenmiş ancak yüksek arıtım verimlerine ulaşamadığı rapor edilmiştir.[30] |
| 100213    | *<br>R4/R5   | *                   |                    | *                             | Filtre kekleri ve çamurun içerisindeki demirin değerlendirilmesi önceliklidir. Aksi takdirde filter keki ve çamurların depolamaya gönderilmeden önce susuzlaştırılması değerlendirilebilir.   |
| 050601    | *<br>R1      |                     | *                  |                               | Zift içeren atıklar kalorifik değerleri de göz önünde bulundurulduğunda ısı geri kazanımı ve atık yakma fırınlarında yakma için uygundur [16]. Yağ içerikli atıkların yönetimi için bakınız: [31].  |
| 050603    | *<br>R1      |                     | *                  |                               |   |

<sup>1</sup>Tehlikeli atık arıtma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21]

<sup>2</sup>Tehlikeli atık yakma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22]

<sup>3</sup>Tehlikeli atık depolama uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [23]

**Tablo 6 Yan proses atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri**

| Atık Kodu | Uygunluk     |                     |                    |                               | Notlar  |
|-----------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---|
|           | Geri kazanım | Aritma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> | Düzenli depolama <sup>3</sup> |   |
| 080111    | *<br>R1 – R2 |                     | *                  |                               | Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [32]’den ulaşılabilir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir.  |
| 080113    | *<br>R1      | *                   | *                  | *                             | Organik içeriği nedeniyle bu atıkların yakmaya uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Aksi takdirde düzenli depolamaya gönderilebilir. Her iki koşulda da öncelikle susuzlaştırma gerekip gerekmediğine bakılmalıdır.  |
| 080115    | *<br>R2      | *                   | *                  | *                             | Öncelikle çözücü geri kazanımı göz önünde bulundurulmalıdır. Sulu çamurlar kalorifik değerine göre yakmaya da depolamaya da gönderilse öncelikle mutlaka susuzlaştırılmalıdır. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [32]’den ulaşılabilir.   |
| 080117    | *<br>R1      | *                   | *                  | *                             | Organik çözücü içeren boya sökme atıkları kalorifik değerine göre yakma ya da düzenli depolamaya gönderilebilir. Sıvı içeriği yüksek olan atıklarda faz ayrımı ya da susuzlaştırma ile arıtım gerçekleştirilmelidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [32]’den ulaşılabilir.   |
| 080119    | *<br>R3 – R5 | *                   | *                  | *                             | Sulu süspansiyon halindeki bu atıklardan solvent geri kazanımı olasılığı araştırılmalıdır. Mümkün değilse koagülasyon ve çöktürme işlemi ile süspansiyon artırılmalı çıkan çamur susuzlaştırıldıktan sonra kalorifik değerine göre yakma ya da depolamaya gönderilmelidir. Solvent içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [32]’den ulaşılabilir.  |
| 080121    | *<br>R1      | *                   | *                  | *                             | Atığın fiziksel kimyasal özelliklerine göre arıtma, kalorifik özelliklerine göre yakma alternatifleri değerlendirilebilir. Bunların uygun olmadığı durumda atıklar depolanmalıdır.  |
| 110105    | *<br>R4-R6   | *                   |                    | *                             | Gerek geri kazanım gerek arıtma altında sınıflandırılmış olmuş olsun, günümüzde yaygın olarak uygulanan yöntemlerin bir çoğu asit ya da metal geri kazanımına yöneliktir. Bu durumun dışında kalan uygulamalardan biri asit nötralizasyonudur. Ancak bu yöntem bertarafı problemli, yüksek miktarda çamur oluşumuna sebep olmaktadır [33][34]. Sıyırma asitlerinden asit ve metal geri kazanım yöntemlerinin tanıtımı için bknz: [35][36][37]. Geri kazanım (arıtma) yöntemleri sonucu ortaya çıkan tehlikeli çamurlar ve işlem atıkları depolama sahalarına gönderilmelidir. |
| 110106    |              |                     |                    |                               |   |
| 110107    | *<br>R4-R6   | *                   |                    | *                             | Sıyırma asitlerinde olduğu gibi sıyırma bazlarında da öncelik geri kazanıma verilmelidir. Ancak geri kazanım uygulanmadığı durumda nötralizasyon ile atırım yapılmalı ve ortaya çıkan çamurlar depolama sahalarına gönderilmelidir.   |



Tablo 6 devam

| Atık Kodu | Uygunluk      |                     |                    |                               | Notlar  |
|-----------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---|
|           | Geri kazanım  | Aritma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> | Düzenli depolama <sup>3</sup> |   |
| 110108    | *<br>R4/R5    | *                   |                    | *                             | Fosfatlama çamurunun çimento yapımında değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar mevcuttur [38]. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumda bu çamurların susuzlaştırılmaları veya katılaştırılmaları gerekmektedir. Daha sonra depolama sahalarına gönderilmeye uygun hale gelebilirler.   |
| 110109    | *<br>R4/R5    | *                   |                    | *                             | Özellikle metal içeriğinin yüksek olduğu durumlarda geri kazanım fırsatları değerlendirilmelidir. Metal içeriği yüksek çamurlarda elektrolitik yöntemler kullanılarak metal geri kazanımı uygulanabilir [39]. Bu atıkların depolamaya gönderilmeden önce susuzlaştırılmaları gerekebilir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [26]<br>Siyanür içeren atıkların geri kazanımı ve arıtımı için bakınız: [40]  |
| 110111    | *<br>R4/R5/R9 | *                   |                    |                               | Durulama sularının geri dönüşümü önceliklidir. Süzüntü sularından vakum buharlaştırıcı ile nikel geri kazanımı için bakınız: [41]. Bu atıklarda su fazını ayırmak ve nötralize etmek için çöktürme/flokülasyon ve filtreleme işlemleri uygulanabilir. Metal içeren durulama sularında metalin giderimi için tartarat, fosfat, EDTA ve amonyak yerine sodyum sülfat ve demir sülfat kullanımı önerilmektedir [39].   |
| 110113    | *<br>R1/R9    | *                   | *                  | *                             | Yağ alma atık sularının arıtımından önce yağ içeriğinin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla ultrafiltrasyon kullanılabileceği bildirilmektedir. Daha sonra atık su kireç ya da hidroklorik asit kullanılarak nötralize edilmeli ve filtreden geçirilmelidir. Ortaya çıkan çamur susuzlaştırıldıktan sonra düzenli depolamaya gönderilmelidir. Gerek arıtma sonucu oluşan gerekse yağ giderme tanklarının temizlenmesinden kaynaklanan yağlı çamurlar ise yakıt olarak değerlendirilebilir [42]. |
| 110115    | *<br>R5/R7    | *                   |                    | *                             | Öncelikle geri kazanım araştırılmalı yoksa arıtma işlemi uygulanmalıdır. Arıtma atıkları depolamaya gönderilebilir. Sıyırma asitlerinin iyon değiştiricilerden geçirilmesinden kaynaklanan atıkların geri kazanımı ve arıtılması ile ilgili deneysel çalışmalar için bkz: [43]  |
| 110116    | *<br>R1       |                     | *                  |                               | Bitik iyon değiştiriciler yakmaya gönderilmelidir.  |
| 110198    | *<br>R1       | *                   | *                  | *                             |   |

Tablo 6 devam

| Atık Kodu | Uygunluk      |                     |                    | Düzenli depolama <sup>3</sup> | Notlar   |
|-----------|---------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|--|
|           | Geri kazanım  | Arıtma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> |                               |  |
| 120106    | *<br>R1       |                     | *                  |                               | Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır.   |
| 120107    | *<br>R1/R3/R9 | *                   | *                  |                               | Yukarıda bahsedildiği üzere atıkların tesis içerisinde sıyrıcılar, yoğunlaştırıcılar, süzme sistemleri ve dezenfeksiyon ile geri dönüşümleri mümkündür. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bkzn: [31]   |
| 120108    | *<br>R1       |                     | *                  |                               | Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [44][45]  |
| 120109    | *<br>R1/R3/R9 | *                   | *                  |                               | Yukarıda bahsedildiği üzere atıkların tesis içerisinde sıyrıcılar, yoğunlaştırıcılar, süzme sistemleri ve dezenfeksiyon ile geri dönüşümleri mümkündür. Ayrıca metal işleme sıvılarının elektrokoagülasyon ile arıtımı, biyolojik olarak arıtımı ve microdalga - kızılaltı ışınlarla arıtımı için bakınız: [46][47][48]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bakınız: [31] |
| 120110    | *<br>R1/R3/R9 | *                   | *                  |                               |  |
| 120112    | *<br>R1       |                     | *                  |                               | Öncelikle geri kazanım alternatifi değerlendirilmeli uygun olmadığı takdirde yakılmalıdır. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bkzn: [31]  |
| 120114    | *<br>R3 - R5  | *                   | *                  | *                             | Bu atıklar için öncelikle geri kazanım olanakları araştırılmalıdır [50]. Bu çamurlar susuzlaştırmaya ya da faz ayırımına tabi tutulmalıdır. Yağ içeriği yakılmaya gönderilebilir. Arıtım artıkları ve yakılamayan kısım düzen depolamaya gönderilmelidir.  |
| 120116    |               |                     |                    | *                             |  |
| 120118    | *<br>R4/R9    | *                   | *                  |                               | Metal ya da yağ içeriğinin geri kazanımı araştırılmalıdır. Bu çamurların susuzlaştırılması gerekebilir. Yağ fazı yakmaya, inorganik içeriği de depolama alanına gönderilmelidir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [26]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bkzn: [31].   |

**Tablo 7 Proses dışı atıklar için geri kazanım ve bertaraf bilgileri**

| Atık Kodu | Uygunluk         |                     |                    |                               | Notlar  |
|-----------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---|
|           | Geri kazanım     | Arıtma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> | Düzenli depolama <sup>3</sup> |   |
| 150110    | *<br>R1/R3-5/R12 |                     | *                  | *                             | Ambalaj atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır[50]. Temizlenemeyen atıklar kalorifik değerine göre yakmaya ya da depolamaya gönderilebilir.   |
| 150111    |                  |                     |                    | *                             | Bu atıklar düzenli depolamaya gönderilmelidir.  |
| 150202    | *<br>R1/R5       |                     | *                  |                               | Temizleme malzemeleri, filtreler ve gıysilerin kirlilikten arındırılarak yeniden kullanımı söz konusu değilse yakılmalıdır.   |
| 160107    | *<br>R1          |                     | *                  |                               |   |
| 160209    | *<br>R1          |                     | *                  |                               | Transformatörler PCB'lerden arındırılmalı ve PCB içeren kısım yakmaya gönderilmelidir. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [44][45]   |
| 160213    |                  | *                   |                    |                               |   |
| 160215    | *<br>R1/R3-5     | *                   | *                  | *                             | Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir [50].   |
| 160601    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             |   |
| 160602    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             | Pillerin içerisindeki tehlikeli bileşenlerin ayrılarak geri kazanımı değerlendirilmelidir. Geri kazanılamayan parçalar daha sonra düzenli depolamaya gönderilmelidir. Kurşunlu pil ve akümülatörlerin geri dönüşümü ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [26][52] |
| 160603    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             |   |
| 160606    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             |   |
| 170410    | *<br>R1/R5/R9    |                     | *                  |                               | Kablolar geri kazanım için uygun maddeler ile kirlenmişse temizlik sonrası bunlar geri kazanılmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakılmalıdır.   |
| 170503    | *<br>R5/R10      | *                   |                    | *                             | Toprakta kirlilik yaratan maddeye bağlı olarak geri kazanım ve arıtım alternatifleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar uygun değilse kirlenmiş topraklar depolanmalıdır.   |
| 180103    | *<br>R1          |                     | *                  |                               | Enfeksiyona sebep olabilecek atıkların özellikleri için bakınız: [53]. Ayrıca bu atıkların yönetimi ile ilgili bilgi [54]'de bulunabilir.   |
| 200121    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             | Floresan lambaların tesislerde kırılmadan muhafaza edilmeleri gerekmektedir aksi takdirde içlerindeki cıva açığa çıkmaktadır. Geri kazanım önceliklidir [26][55]. Aksi takdirde bu atıklar depolanmalıdır.  |

Tablo 7 devam

| Atık Kodu | Uygunluk         |                     |                    |                               | Notlar  |
|-----------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|---|
|           | Geri kazanım     | Aritma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> | Düzenli depolama <sup>3</sup> |   |
| 150110    | *<br>R1/R3-5/R12 |                     | *                  | *                             | Ambalaj atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır[50]. Temizlenemeyen atıklar kalorifik değerine göre yakmaya ya da depolamaya gönderilebilir.   |
| 150111    |                  |                     |                    | *                             | Bu atıklar düzenli depolamaya gönderilmelidir.  |
| 150202    | *<br>R1/R5       |                     | *                  |                               | Temizleme malzemeleri, filtreler ve giysilerin kirlilikten arındırılarak yeniden kullanımı söz konusu değilse yakılmalıdır.   |
| 160107    | *<br>R1          |                     | *                  |                               |   |
| 160209    | *<br>R1          |                     | *                  |                               | Transformatörler PCB'lerden arındırılmalı ve PCB içeren kısım yakmaya gönderilmelidir. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [44][45]   |
| 160213    |                  | *                   |                    |                               |   |
| 160215    | *<br>R1/R3-5     | *                   | *                  | *                             | Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir [50].   |
| 160601    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             |   |
| 160602    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             | Pillerin içerisindeki tehlikeli bileşenlerin ayrılarak geri kazanımı değerlendirilmelidir. Geri kazanılamayan parçalar daha sonra düzenli depolamaya gönderilmelidir. Kurşunlu pil ve akümülatörlerin geri dönüşümü ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [26][52] |
| 160603    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             |   |
| 160606    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             |   |
| 170410    | *<br>R1/R5/R9    |                     | *                  |                               | Kablolar geri kazanım için uygun maddeler ile kirlenmişse temizlik sonrası bunlar geri kazanılmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakılmalıdır.   |
| 170503    | *<br>R5/R10      | *                   |                    | *                             | Toprakta kirlilik yaratan maddeye bağlı olarak geri kazanım ve arıtım alternatifleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar uygun değilse kirlenmiş topraklar depolanmalıdır.   |
| 180103    | *<br>R1          |                     | *                  |                               | Enfeksiyona sebep olabilecek atıkların özellikleri için bakınız: [53]. Ayrıca bu atıkların yönetimi ile ilgili bilgi [54]'de bulunabilir.   |
| 200121    | *<br>R4/R5       |                     |                    | *                             | Floresan lambaların tesislerde kırılmadan muhafaza edilmeleri gerekmektedir aksi takdirde içlerindeki civa açığa çıkmaktadır. Geri kazanım önceliklidir [26][55]. Aksi takdirde bu atıklar depolanmalıdır.  |

Tablo 7 devam

| Atık Kodu | Uygunluk     |                     |                    |                               | Notlar   |
|-----------|--------------|---------------------|--------------------|-------------------------------|--|
|           | Geri kazanım | Aritma <sup>1</sup> | Yakma <sup>2</sup> | Düzenli depolama <sup>3</sup> |  |
| 200126    | *<br>R1/R9   |                     | *                  |                               | Yağların geri kazanımı araştırılmalı. Uygulanmadığı durumda yakılmalıdır.  |
| 200127    | *<br>R1      |                     | *                  |                               |  |
| 200133    | *<br>R4/R5   |                     |                    | *                             | Pillerin içerisindeki tehlikeli bileşenlerin ayrılarak geri kazanımı değerlendirilmelidir. Geri kazanılamayan parçalar daha sonra düzenli depolamaya gönderilmelidir. Kurşunlu pil geri dönüşümü ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [26][52] |
| 200135    | *            | *                   | *                  | *                             | Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir.   |

## 7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR

Bu rehberde demir çelik sanayinden kaynaklanan tehlikeli atıkların tanımlanması, önlenmesi/azaltılması, geri kazanımı ve bertarafı ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Bu başlıklar ile ilgili olarak daha ayrıntılı bilgilere aşağıdaki kaynaklardan ulaşılabilir:

o Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Yönetimi Daire Başkanlığı resmi internet sitesi. URL:

<http://atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/atikyonetimi/AnaSayfa.aspx?sflang=tr>

Bu siteden yürürlükte olan mevzuata, tehlikeli atık taşıma, geri kazanım ve bertaraf için lisans almış firmaların listelerine ve duyurulara ulaşmak mümkündür.

o IPPC Best AvailableTechnique Reference Document on Production of Ironand Steel ve IPPC Draft Reference Document on Best AvailableTechniquesfortheProduction of Ironand Steel. URL: <http://eippcb.jrc.es/reference>

Bu doküman demir çelik sanayi prosesleri, sektörler kaynaklanan emisyonlar ve MET hakkında ayrıntılı bilgiler vermektedir.

o Tehlikeli Atık Sınıflandırma Kılavuzu. URL:

[http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskb/TR\\_Vol\\_2.pdf](http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskb/TR_Vol_2.pdf)

Bu doküman özellikle “M” kodlu atıkların sınıflandırılmalarını kolaylaştırmak için hazırlanmıştır. Tüm “M” kodlu atıklar için atık bilgi formları oluşturulmuş ve atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgiler sunulmuştur.

o Tehlikeli atık eğitim dokümanları:

URL: [ttp://www.lifetcy06.cevreorman.gov.tr/goster.php?id=169](http://www.lifetcy06.cevreorman.gov.tr/goster.php?id=169)

Yukarıdaki bağlantıdan ulaşılacak eğitim dokümanları tehlikeli atıkların üzerinde uygulanabilecek fiziksel kimyasal işlemler, çeşitli yakma operasyonları ve atık yönetimine ilişkin diğer konularla ilgili bilgiler içermektedir.

o Basel Sekreteryası teknik rehberleri:

URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>

Bu web sitesinde genel atık gruplarının yönetimi ile ilgili bilgilerin yanı sıra çeşitli geri kazanım, arıtma ve bertaraf yöntemleri ile ilgili rehberler mevcuttur.

Demir çelik sektör rehberinin hazırlanması sırasında yararlanılan kaynaklar aşağıda verilmiştir.

[1] Türkiye Demir ve Çelik Üreticileri Derneği. (2010). 2009 Yılı Raporu.

[2] Türkiye Demir ve Çelik Üreticileri Derneği. Türk Demir Çelik Sektörü, Erişim: 21.04.2011. URL: <http://www.dcud.org.tr/dcs.aspx>

[3] Türkiye Demir ve Çelik Üreticileri Derneği. Türkiye'nin Demir Çelik Haritası. Erişim: 21.04.2011. URL: <http://www.dcud.org.tr/images/harita2.jpg>

[4] EuropeanCommission. (2001). IPPC Best AvailableTechnique Reference Document on Production of Iron and Steel

[5] EuropeanCommission. (2009). IPPC Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Production of Iron and Steel

[6] Devlet Planlama Teşkilatı. (2007). Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ana Metal Sanayi, Demir Çelik Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara

[7] An Overview of Steelmaking Industry, Erişim Tarihi: 25.02.2010 URL:<http://www.worldsteel.org/?action=publicationdetail&id=83>

[8] İzgiz, S.. Demir Cevherinin Peletlenmesi, Erişim Tarihi: 21.02.2010 URL:<http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/575.pdf>

[9] Elektrik Ark Ocağı İle Demir Çelik Üretimi. Erişim Tarihi:

26.02.2010URL: [http://www.arcfurnace.com/tr/electric\\_arc\\_furnaces.html](http://www.arcfurnace.com/tr/electric_arc_furnaces.html)

[10] Devlet Planlama Teşkilatı. (2000). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Demir Çelik Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara

[11] Çevre ve Orman Bakanlığı. (2008). Atık Yönetimi Genel

Esaslarına İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete No: 26927, 05.07.2008.

[12] Schofield N., Fisher R., Anderson D.R. (2004). Environmental challenges for the iron- and steel making process. Iron making and Steel making. 31 (6) 428 – 431.

[13] Northeast Waste Management Officials' Association ve Illinois Waste Management & Research Center. Industry Sector P2 Notebooks, PrimaryMetals. Erişim: 22.04.2011. URL:

[http://www.istc.illinois.edu/info/library\\_docs/manuals/primmetals/chapter2.htm](http://www.istc.illinois.edu/info/library_docs/manuals/primmetals/chapter2.htm)

[14] Esezobor D.E, Balogun S.A. (2006). Zinc accumulation during recycling of iron oxide wastes in the blast furnace. Ironmaking and Steelmaking, 33 (5) 419 – 425.

[15] Spengler Th., Püchert H., Penkuhn T., Rentz O. (1997).

Environmental integrated production and recycling management. European Journal of Operational Research 97, 308 – 326.

[16] United States Environmental ProtectionAgency. (1995). Sector Notebook: Ironand Steel Industry. Erişim Tarihi: 19.04.2011. URL:

[http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sector\\_notebooks/ironstlpt2.pdf](http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sector_notebooks/ironstlpt2.pdf)

[17] Karin M. (2000). ICARUS-4 SectorStudy of theIronand Steel Industry.

Erişim tarihi: 19.04.2011. URL:

<http://copernicus.geog.uu.nl/uce- u/downloads/Icarus/Steel.pdf>



[18] Multilateral Investment Guarantee Agency Environmental Guidelines for Coke Manufacturing. Erişim Tarihi 23.05.2011. URL: <http://www.miga.org/documents/CokeManufacturing.pdf>

[19] Delves J., Brock S. TORE® Hot Mill Sludge Treatment Plant.

[20] Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi: 06.10.2010, Resmi Gazete Sayısı: 27721

[21] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste Physico-Chemical Treatment Biological Treatment. Erişim tarihi: 20.05.2011.  
URL:<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d8d9.pdf>

[22] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Incineration on Land. Erişim tarihi: 19.05.2011.  
URL:<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d10.pdf>

[23] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill. Erişim tarihi: 20.05.2011.  
URL:<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d5.pdf>

[24] Havlík T., Vidor e Souza B., Bernardes A.M., Schneider I.A.H., Miškufová A. (2006). Hydrometallurgical processing of carbonsteel EAF dust. Journal of Hazardous Materials, B135, 311 – 318.

[25] Leclerc N., Meux E., Lecuire J. (2002). Hydrometallurgical recovery of zinc and lead from electric arc furnace using mononitritotriacetate anion and hexahydrated ferricchloride. Journal of Hazardous Materials, B91, 257 – 270.

[26] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Basel Convention Technical Guidelines on the Environmentally Sound Recycling/Reclamation of Metals and Metal Compounds (R4). Erişim tarihi: 20.05.2011. URL:<http://www.basel.int/pub/techguid/r4-e.pdf>

- [27] Shen L., Qiao Y., Guo Y., Tan J. (2010). Preparation of nanometer-sized black ironoxide pigment by recycling of blast furnace flued ust. Journal of HazardousMaterials, 177, 495 – 500.
- [28] Fleischanderl A., Gennari U., Ilie A. (2004). ZEWA – metallurgical process for treatment of residues from steel industry and other industrial sectors to generate valuable products. Ironmaking and Steelmaking. 31 (6) 444 – 449.
- [29] Bayraktar A.C. (2011). Çelik Sanayisinden Kaynaklanan Elektrik Ark Ocağı Baca Tozunun Düşük Kalitede MgO Katkısıyla Stabilizasyon ve Solidifikasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [30] Biswal B. K., Tiwari S.N., Mukherji S. (2009). Biodegradation of oil in oily sludges from steel mills. BioresourceTechnology, 100, 1700 – 1703.
- [31] Secreteriat of the Basel Convention. Basel Convention Technical Guidelines on Waste Oils from Petroelum Origins and Sources. Erişim tarihi: 21.05.2011.  
URL:<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-y8.pdf>
- [32] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste from the Production and Use of Organic Solvents. Erişim tarihi: 20.05.2011.  
URL:<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-y6.pdf>
- [33] Çevre ve Orman Bakanlığı. (2009). Metal Kaplama Galvanizasyon Rehber Döküman, Erişim Tarihi: 20.04.2011. URL:  
[http://atıkyonetimi.cevreorman.gov.tr/atıkyonetimi/Files/Belgeler/kilavuzlar/metal\\_kaplama\\_galvanizasyon.pdf](http://atıkyonetimi.cevreorman.gov.tr/atıkyonetimi/Files/Belgeler/kilavuzlar/metal_kaplama_galvanizasyon.pdf)
- [34] Negro C., Blanco M.A., Lopez-Mateos F., DeJong A.M.C.P., LaCalle G., Van Erkel J., Schmal D. (2001). Free acids and chemicals recovery from stainless steel pickling baths. Separation Science and Technology, 36 (7), 1543 – 1556.

[35] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (hazırlık aşamasında). Sektörel Tehlikeli Atık Rehberleri: Metal Kaplama, Ankara.

[36] Agrawal A., Sahu K.K. (2009). An overview of the recovery of acid from spent acidic solutions from steel and electroplating industries. Journal of Hazardous Materials, 171, 61 – 75.

[37] Kumar M. S., Ghare N.Y., Vaidya A. N., Bal A.S. (1998). Recovery of acid from pickling liquors. Environmental Engineering Science. 15 (4) 259 – 263.

[38] Doğan Ö., Karpuzcu M. (2010). Recovery of phosphate sludge as concrete supplementary material. CLEAN – Soil, Air, Water, 38 (10) 977 – 980.

[39] USAID. 3.4G Metal Finishing: Cleaner Production Fact Sheet and Resource Guide. Erişim tarihi: 24.05.2011. URL: [http://www.usaid.gov/our\\_work/environment/compliance/ane/ane\\_guidelines/metalfinishing.pdf](http://www.usaid.gov/our_work/environment/compliance/ane/ane_guidelines/metalfinishing.pdf)

[40] United States Environmental Protection Agency. (2000). Capsule Report: Managing Cyanide in Metal Finishing. Erişim tarihi: 21.07.2011. URL: [http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/Cyanide/upload/CN\\_Ca\\_psure.pdf](http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/Cyanide/upload/CN_Ca_psure.pdf)

[41] DeDietrich Process Systems. (1995). Electroplating Rinse Practice and Evaporator Sizing. Erişim tarihi: 21.07.2011. URL: <http://www.ddpsinc.com/index.php?cmpref=11945&lang=en&module=media&action=Display>

[42] European Commission. (2001). IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metal Processing Industry

[43] Ma P., Lindblom B., Björkman B. (2005). Experimental studies on solid-state reduction of pickling sludge generated in the stainless steel production. Scandinavian Journal of Metallurgy, 34, 31 – 40.

[44] Secreteriat of the Basel Convention. Updated Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Polychlorinated Terphenyls (PCTs) or Polybrominated Biphenyls (PBBs). Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tg-PCBs.pdf>

[45] Secreteriat of the Basel Convention. Updated General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (POPs). Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.pdf>

[46] Bensadok K., Benammar S., Lapique F., Nezzal G. (2008). Electrocoagulation of cutting oil emulsions using aluminum plate electrodes. *Journal of Hazardous Materials*, 152, 423 – 430.

[47] van der Gast C.J., Knowles C.J., Starkey M., Thompson I.P. (2002). Selection of microbial consortia for treating metal-working fluids. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 29, 20 – 27.

[48] Kuo C.H., Lee C.L. (2010). Treatment of oil/water emulsions using seawater-assisted microwave radiation. *Separation and Purification Technology*, 74, 288 – 293.

[49] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Used Oil Re-Refining or Other Reuses of Previously Used Oil. Erişim tarihi: 21.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/techr9.pdf>

[50] Çevre ve Orman Bakanlığı. (2009). Tehlikeli Atık Sınıflandırma Kılavuzu, Cilt 2. Erişim Tarihi: 20.04.2011. URL: [http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskb/TR\\_Vol\\_2.pdf](http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskb/TR_Vol_2.pdf)

[51] Cores A., Ferreira S., Isidro A., Muñiz M. (2009). Combustion of waste oils simulating their injection in blast furnace tuyeres. *Revista de Metalurgia*. 45 (2) 100 – 113.

[52] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries. Erişim tarihi: 18.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-wasteacid.pdf>

[53] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Draft guidance paper on hazard characteristics H6.2 (infectious substances). Erişim tarihi: 19.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/cop/cop7/docs/11a1r1e.pdf>

[54] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Biomedical and Healthcare Wastes. Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf>

[55] United States Environmental Protection Agency. (2009). Flourescent lamp recycling. Erişim Tarihi: 22.04.2011. URL: <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/wastetypes/universal/lamps/lamp-recycling2-09.pdf>

Bu döküman; Prof. Dr. Ülkü Yetiş'in (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği) yönetici olarak görev yaptığı; Prof. Dr. İsmail Toröz (İTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü), Doç. Dr. S. Zehra Can (Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü), Y.Doç. Dr. Salim Öncel (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü) ve Dr. Özgür Doğan'ın (TÜBİTAK MAM) yürütücü olarak görev aldıkları, Prof. Dr. Tanju Karanfil'in (Clemson University, Environmental Engineering and Earth Sciences Department) danışman olarak görev yaptığı, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın müşteri kurum olduğu, TÜBİTAK tarafından desteklenen 107G126 nolu, "TÜRKİYE'DE AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE MEVZUATI İLE UYUMLU TEHLİKELİ Atık YÖNETİMİ" projesi kapsamında hazırlanmıştır. Projede yer alan kurumlar aşağıdaki ekiplerle çalışmışlardır.

## **ODTÜ**

Prof. Dr. Ülkü Yetiş, Prof. Dr. Celal F. Gökçay, Prof. Dr. Filiz B. Dilek, Prof. Dr. Kahraman Ünlü, Y. Doç. Dr. Emre Alp, Dr. Özge Yılmaz, Nur Çakır, Gülnur Ölmez, Çisem Yiğit, Volkan Çağın

## **CLEMSON University**

Prof. Dr. Tanju Karanfil

## **İTÜ**

Prof. Dr. İsmail Toröz, Prof. Dr. Fatoş Germirli Babuna, Prof. Dr. Kadir Alp, Edip Avşar, Onur Özcan

## **Marmara Üniversitesi**

Doç. Dr. S. Zehra Can, Prof. Dr. Barış Çallı, Doç. Dr. Bülent Mertoğlu, Yrd. Doç. Dr. Orhan Gökyay, Arş. Gör. Deniz Akgül, Burcu Yazıcı, Burcu Yazıcı

## **GYTE**

Doç. Dr. Mehmet Salim Öncel, Doç. Dr. Nihal Bektaş, Doç. Dr. Güleda Engin,  
Doç.Dr. Cengiz Yatmaz, Dr. Senem Bayar, Dr. Mahir İnce, Lalehan Akbulut,  
Yasemin Çalışkan, Neslihan Erdem

## **TÜBİTAK MAM**

Dr. Özgür Doğan, Dr. Burcu Uyuşur, Volkan Pelitli, Sinem Erdoğan, Hatice  
Merve Başar





