

SEKTÖREL TEHLİKELİ ATIK REHBERLERİ

DEMİR DÖKÜM SANAYİ



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

SEKTÖREL TEHLİKELİ ATIK REHBERLERİ

DEMİR DÖKÜM 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, Environmental Engineering and Earth Sciences Department

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

Kapak resmi: Anadolu Model Döküm, Erişim Tarihi: 3.05.2011. URL:
http://www.baskentfirmalari.net/firmalar-881-Anadolu_Model_Dokum.html

İÇİNDEKİLER

1.0 GİRİŞ	5
2.0 DÖKÜM SEKTÖRÜ	7
3.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER.....	8
3.1 KALIP BOŞLUĞUNUN VERİLMESİ.....	9
3.2 METALİN ERGİTİLMESİ.....	11
3.3 METALİN DÖKÜLMESİ VE KATI LAŞMASI.....	12
3.4 TEMİZLEME VE KONTROL İŞLEMLERİ	12
4.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR.....	13
4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI	13
4.2 OLUŞUM KAYNAKLARI	21
5.0 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ	23
6.0 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI.....	37
7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR	44

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

tehlikeli atık üreticileri tarafından ÇŞB'ye yapılan beyanların kalitesinin artırılması,

yapılan beyanların ÇŞB tarafından kontrolünün kolaylaştırılması,

önleme/azaltma ve geri kazanım yoluyla ürettikleri tehlikeli atık miktarını düşürmek isteyen atık üreticilerine yol gösterilmesi ve

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:

Ana metal sanayi

Demir çelik sektörü

Döküm sektörü

Metal kaplama sektörü

Otomotiv sektörü

Beyaz eşya sektörü

Organik kimya sanayi

İlaç sanayi

Organik bitki koruma ve pestisit üretimi

Döküm 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 bilgi sunulmuştur. Ardından döküm 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 DÖKÜM SEKTÖRÜ

Türk döküm sektörü 2009 yılı üretim rakamları itibarı ile Almanya, Fransa ve İtalya'yı takiben Avrupa'da 4. sıraya yerleşmiş ve 2008 yılında 5. sırada iken, 2009 yılı üretimi ile İspanya'yı geride bırakarak dünyanın önde gelen döküm üreticileri arasında yükselmeye devam etmiştir. Sektör, 2009 yılı dünya sıralamasında ise 12. sıradadır [1].

2010 yılında döküm sektöründe faaliyet gösteren 1.071 firma, toplam 1.291.700 ton üretim yapmış, 1,6 milyar Euro'nun üzerinde ihracat gerçekleştirmiştir. Demir - çelik döküm sanayinde faaliyet gösteren yaklaşık 700 kuruluş ise, 2010 yılında 1.142.700 ton üretim yapmış; 1,12 milyar Euro üzerinde ihracat gerçekleştirmiştir. Demirdışı döküm sektöründe, alüminyum döküm ağırlıklı olmak üzere yaklaşık 372 kuruluş 150.000 ton üretim yapmış; 495 milyar Euro'luk tutarı ihraç edilmiştir [1].

Sektörün önde gelen tesisleri İzmir, Manisa, Bursa, Samsun, Bilecik, Kırklareli, Gebze, Ankara ve Mersin'de bulunmaktadır.

Türkiye'deki değişik yapıdaki döküm işletmeleri, 2010 yılında ortalama % 65 kapasite ile çalışmışlardır. Kapasite kullanımı, demir döküm sanayinde % 89, çelik dökümde % 60, demirdışında ise % 80 olarak gerçekleşmiştir [1].

3.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER

Döküm; arzu edilen katı şekilleri elde etmek amacıyla, eritilmiş malzemenin bir kalıba dökülerek katılaştırıldığı işlemdir. İstenilen parçanın şekli kalıbın şekli ile tayin edilmektedir. Dolayısı ile her farklı parça ayrı bir kalıp gerektirir [2].

Döküm işlemi altı temel faktörden ibarettir;

Kalıp bosluğunun verilmesi

Metalin ergitilmesi işlemi

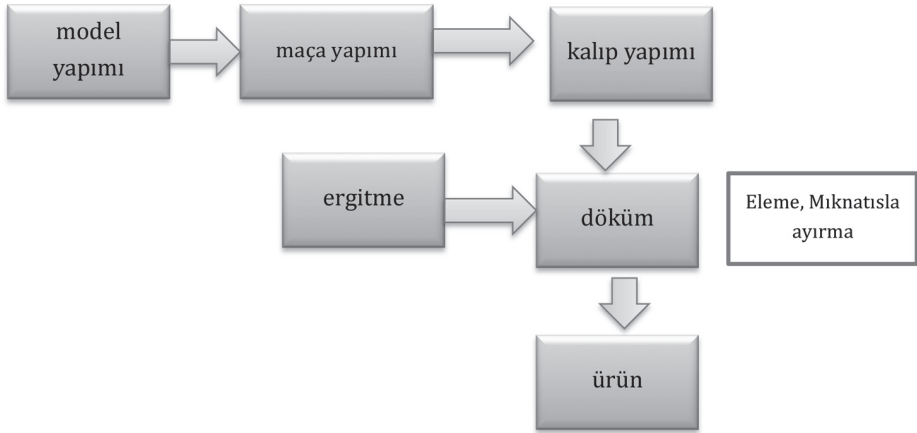
Metalin dökülmesi

Katılama işlemi

Çapakların temizlenmesi

Son kontrol işlemleri

Döküm sektörüne ilişkin genel proses akım şeması **Şekil 1**'de verilmiştir.



Şekil 1. Döküm sektörü akım şeması

3.1 Kalıp Boşluğunun Verilmesi

Model: dökülecek şeklin tahtadan, metalden veya uygun bir malzemeden hazırlanmış kopyasıdır. Ayrıca alçı, plastik ve balmumu da model malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Kalıp: dökümü yapılacak cisimlerin modeller sayesinde hazırlanan ve dökülen malzemenin dışarıdan görülen şeklini almasını sağlayan parçalardır. İçerisine döküm yapılan boşlukların oluşturulmasına “**kalıplama**” denir. Dökümde, kalıplama çeşidine göre iki farklı yöntem kullanılır::

Harcanan Kalıp Kullanarak Yapılan Döküm Yöntemleri: Kum, seramik, alçı gibi malzemelerden oluşan ve döküm sonrası kalıbın imha edildiği döküm yöntemidir.

Kalıcı Kalıp Kullanarak Yapılan Döküm Yöntemleri: Bu yöntemde genellikle metalden üretilen kalıplar döküm işleminin ardından yeniden kullanılabilir ve bu nedenle kalıcı kalıp olarak adlandırılmaktadır.

Maça: kalıp boşluklarına yerleştirilen ve dökülen malzemelerin iç boşluklarının oluşmasını sağlayan şekildir. Maçaları tamamen sıvı metal sardığı için aşınma, kırılma, termik şok ve metal sızmasına engel olacak özellikte olmalıdır. Ayrıca dökümden sonra da kolayca dağılmalıdır. Metal, seramik gibi malzemelerden üretilen maçalar arasında en çok tercih edilen ve kullanılan kum esaslılardır. Bazı durumlarda, maçalar sadece iç boşluk için değil kalıbın tamamı için de kullanılabilir. Kumdan üretilen maçalar için kullanılan kum; silika, kromit, zircon ya da olivin bazlı olabilir [3]. Ürünün yüzey kalitesinin artırılması amacıyla maçalar boyanabilir.

Bağlayıcı: kum esaslı maçalarda malzemenin birbirine tutunmasını sağlayan kimyasallardır ve temel olarak kimyasal bağlayıcılar ve killer (bentonit – yaş kum) olarak ayrılabilir. Maça yapımında genellikle kimyasal bağlayıcılar kullanılırken, yaş kumdan daha çok kalıp yapımında yararlanır. Kimyasal bağlayıcılar oda sıcaklığında mukavemet kazananlar (fenolik, furan, poliüretan, resol, alkil yağ, ester silikat ve çimento), gaz fazında sertleştiricilerin kullanıldığı (soğuk kutu, resol, furan, epoksi/akrilik, sodium silikat, fenolik), ısıtma suretiyle mukavemet kazananlar (fenolik, furan, ılık kutu, croning, keten tohumu yağı, alkid yağ)

olarak gruplanabilir. Kum kalıpların hazırlanması sırasında herhangi bir bağlayıcı kullanılmadan kumun vakum altında kalıba dönüştürülmesi de mümkündür [2] [3].

Organik bağlayıcıların uygulanması aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilebilir.

Furan Yöntemi: Orta – büyük boy kalıp yapımında ve zaman zaman maça yapımında kullanılır. Hem demir hem demir dışı metallerin dökümünde furan bazlı kalıp ve maçalardan yararlanılabilir.

Soğuk kutu (cold box) yöntemi: Poliüretan bazlı reçinelerin kullanıldığı bu yöntemle küçük boyutlu kalıplar ve maçalar üretilebilir. Hem demir hem de demir dışı metallerin dökümü için uygundur.

Pep-set yöntemi: Bu yöntem de poliüretan bazlı reçinelerden yararlanmakta olup küçük – orta boylu kalıpların ve bazen de maçaların üretiminde kullanılabilir. Bu yöntem ile üretilen kalıp ve maçalar ile demir veya demir dışı metallerin dökümü gerçekleştirilebilir.

Alkid-yağ yöntemi: Genel olarak büyük boy kalıpların kullanımı için kullanılan bu yöntemle zaman zaman maça da üretilebilir. Bu yöntem sadece çelik dökümünde kullanılmaktadır.

İnorganik bağlayıcıların kullanıldığı yöntemler;

CO2 yöntemi: Bu yöntemde sodyum silikat ya da fenolik resinler ile birlikte CO2 kalıbın sertleşmesi için kullanılır ve temel olarak maça yapımına yönelik olup sadece küçük boyutlu kalıplar imal edilmesi için uygundur. Bu yöntem hem demir döküm hem de demir dışı metallerin dökümü için uygundur.

Toz ve sıvı sertleştiricili sodyum silikat yöntemleri: Sodyum silikat soğukta sertleşme ya da gaz yardımıyla sertleşme proseslerinde kullanılabilir. Soğukta sertleşme prosesinde kullanıldığı durumda sadece orta – büyük boyutlu kalıpların üretimi mümkündür. Bu proses maça üretimine uygun değildir. Gaz yardımıyla sertleşme prosesi kullanılırsa küçük kalıp ve maça üretimi için uygundur. Her iki durumda da demir ve demir dışı metallerin dökümünde kullanılabilir [2][3].

3.2 Metalin Ergitilmesi

Dökülecek metali ergiterek döküm sıcaklığına ulaştırmak için ergitme ocakları veya fırınları kullanılır. Fırın ortamı dökümün cinsine göre vakum veya koruyucu gaz gibi kontrollü veya normal atmosferli olabilir. Genel olarak 3 çeşit ergitme ocağı vardır. Bunlar:

Potalı Ocaklar: Metal ergitme işleminde kullanılan en basit ve en eski yöntemdir. Ocakların içi ateş tuğlası (refrakter) ile örülmüştür ve üzerinde bir kapak bulunur. Kapasiteleri 15-1000 kg'dır. Bu tür ocaklarda genellikle alüminyum ve bakır ergitmesi yapılır.

Kupol Ocaklar: Dış çapları 1-2 m arasında olan ve yükseklikleri uygulamalara göre değişen 20 ton/saate kadar üretim yapabilen fırınlardır. Ocak için pik, hurda, kok ve kireç taşı belirli oranlarda birbirini izleyen tabakalar halinde üst üste yüklenir. Malzemenin üzerine bir kum yatak oluşturulur. Bunun üzerine uygun bir kok tabakası doldurularak ateşlenir. Ateşleme sonrasında yükleme kapısından belirli oranlarda pik, hurda, kok ve kireçtaşı ilavesi yapılır. Şarj malzeme alttan erimiş metalin alınmasıyla kendi ağırlığı ile aşağıya iner.

Elektrikli Ocaklar: Bu ocakların kupol ocaklara nazaran daha fazla avantajları vardır. Bunlar içerisinde;

- 3000°C daha yüksek sıcaklıklara çıkılması,
- Sıcaklığın kontrolünün kolay olması,
- Çalışma ortamının temiz olması,
- Eritilen metalin bileşiminin bozulmaması sayılabilir. Ayrıca artıtma ve alaşımlandırma işlemi daha kolay yapılır [2].

İndüksiyon Ocakları: Bu tür ocaklarda, fırın bir bobin ile sarılıdır. Bobinden geçirilen elektrik, kuvvetli bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan ergitilecek olan metalde bir elektirik direnci oluşmasına sebep olarak metalin ısını artırır ve bu yolla ergitme sağlanmış olur. Bu fırınlar çeşitli kapasitelerde olup demir, çelik ve demir-dışı metallerin ergitilmesi için uygundur. Çekirdeksiz ya da kanal tipi indüksiyon ocakları kullanımdadır. İndüksiyon ocaklarının en önemli avantajları arasında proses kontrolünün kolaylığı, çevresel etkisinin diğer fırınlara göre daha

az olması, yüksek ısı verim, düşük bakım gereksinimi sayılabilir. Ancak bu tür ocaklar hem yüksek yatırım hemde elektrik kullanımında ötürü yüksek işletim maliyetlerine sahiptir. Ayrıca, temiz hurda beslenmesi gerektiği için de maliyetler artmaktadır.

3.3 Metalin Dökülmesi ve Katılaşması

Metalin ergitilmesini kalıplara döküm, katılaşma ve ürünün kalıplardan alınması takip eder. Döküm yöntemine göre katılaşma ve kalıpların açılarak ürünün elde edilmesi farklılıklar gösterir. Eğer kalıcı kalıplar kullanılıyorsa dökülen malzemenin katılaşması daha kısa sürerken, harcanan kalıp kullanıldığı durumda katılaşma daha uzun sürer. Kalıcı kalıplarda dökülen malzeme doğrudan alınabilirken, harcanan kalıpların döküm sonrası bozulması gerekmektedir. Titreşimli sarsaklardan faydalanılarak kum ve parça birbirinden ayrıldıktan sonra döküm parça temizlenmeye, kum ise kum hazırlama ünitesine gönderilir. Kum hazırlama ünitesinde, kumun dökülen malzemeden tam olarak temizlenebilmesi için manyetik ayırıcılar, elekler ve soğutma sistemlerinden geçirilmesinin ardından temizlenmiş olan kum silolarda depolanır. Temizleme işlemi sırasında filtrelerde toplanan tozlar, elek üstünde kalan kumlar ve stok fazlalıkları dökümhane atıklarını oluşturmaktadır. Silolarda toplanan kumlar, kum yenileme işlemlerine tabi tutularak belli oranda yeniden kullanılabilir. Kum yenileme işlemleri kuru, yağ, termal yöntemlerle ya da bunların bir arada kullanılması ile gerçekleştirilir [2].

3.4 Temizleme ve Kontrol İşlemleri

Kalıplardan ayrılan döküm parçaları kumlama makinelerinde çelik bilyalar püskürtülerek temizlenir. Döküm parçaları üzerindeki yolluk, besleyici ve çıkıcıların kesilip taşlanmasıyla istenen parçalar elde edilir. Daha sonra gerek duyulduğu takdirde parçalar boyanır. Kumlama ve taşlama makinelerinin filtrelerinde oluşan toz, atık olarak çıkmaktadır [2]. Döküm parçaları, eriyik tuz banyoları, sıyırma asitleri, bazik çözeltiler, organik çözücüler ve emülsiyon yapıcılar kullanılarak kimyasal olarak da temizlenebilir. Kimyasal temizlik işlemine genel olarak döküm parçalarına yüzey kaplama uygulanması durumunda ihtiyaç duyulmaktadır [4].

4.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN Atıklar

4.1 Atık Türleri ve Kodları

Sektörden kaynaklanan tehlikeli atıklar üç ana sınıf altında incelenebilir.

Proses öze atıklar

Yan proseslerden kaynaklanan atıklar

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 bağı 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 aşılırsa 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 09 Döküm işleminden kaynaklanan atıklar* başlığı altında “*” işaretli olarak kapsanmıştır. Bu başlık altında sıralanan altı haneli kodlar

Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Demir döküm sanayinden kaynaklanan prosese özel atıklar [5]

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
10	Isıl İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
<i>10 09</i>	<i>Demir Döküm İşleminde Kaynaklanan Atıklar</i>	
100905*	Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M
100906	10 09 05 dışında henüz döküm yapılamamış maça ve kum döküm kalıpları ¹	
100907*	Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M
100908	10 09 07 dışında döküm yapılmış maça ve kum döküm kalıpları ¹	
100909*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu	M
100910	10 09 09 dışındaki baca gazı tozu ¹	
100911*	Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller	M
100912	10 09 11 dışındaki diğer partiküller ¹	
100913*	Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar	M
100914	10 09 13 dışındaki atık bağlayıcılar ¹	
100915*	Tehlikeli madde içeren çatlak belirleme kimyasalları atığı	M
100916	10 09 15 dışındaki çatlak belirleme kimyasalları atığı ¹	

¹Bu 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.

Demir döküm sektöründen kaynaklanan 10 09 kodu altında yer alan atıkların tümü M kodlu tehlikeli olması muhtemel atıklardır, yani tehlikeli olup olmadığının belirlenmesi için analiz gerekmektedir. 10 09 05 kodlu ‘Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları’, aşırı üretim, standard dışı gruplar ya da üretim hatasından, şekil ve kalıpların üretimi için döküm kumu preparatlarından kaynaklanmaktadır. Döküm kumunun tehlikeli olmasına düşük konsantrasyonlarda bile olsa bağlayıcı kullanımından kaynaklanan fenol sebep olmaktadır [6].

100907 kodlu ‘Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları’ tarafından kapsanan atıklar, çerçeve ve maça formları için kullanılan inorganik bağlama maddeleri içeren döküm işleminden sonra sertleştirilmiş döküm ve şekil kumu, organik veya inorganik bağlama maddelerinden gelen kalıntılar, temizleme ve kuşlama malzemesi kalıntıları içeren kum ile dökülmüş metalin yüzey temizlemesinden kaynaklanan atıklardır. 10 09 05 kodlu atıktaki gibi bu atıkla ilgili tehlikelilik sorununa düşük konsantrasyonlarda olsa bile bağlayıcı kullanımından kaynaklanan fenolün bulunması sebep olmaktadır [6].

10 09 09 kodlu ‘Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu’; kuru (filtreleme) ayrılmış temizleme ve bilyalı kuşlamadan kaynaklanan kalıntıları ve döküm kumunun yeniden elde edilmesi işleminden gelen kalıntıları kapsar. Ayrıca bu atıklar, aşındırma malzemesinin yanı sıra, kalıp ve metal dökümünden kaynaklanan yüksek miktarda ince madde içerir. Bu tür atıklar dökümü yapılacak hammaddeye göre kurşun, nikel, dioxin ve furan konsantrasyonlarından dolayı tehlikelilik özelliği gösterebilir. Çinko, nikel, kurşun, kadmiyum ve krom gibi metaller özellikle çelik döküm yapan tesislerin baca gazı tozlarında bulunmaktadır. Hurda çelik kullanımı durumunda çinko ve kurşun miktarları artış gösterebilir. 10 09 11 kodlu “Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller” ise, atıklar özellikle döküm parçasının kumdan arındırıldığı temizleme odasında ortaya çıkar. Bu atıklar içerdikleri ağır metal miktarına bağlı olarak tehlikeli olabilmektedirler [4].

10 09 13 kodlu ‘Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar’ organikler (reçine), inorganik bağlama maddeleri (bentonit, çimento vs.), kalıntılar ve son kullanma tarihi uzatılmış ürünleri içermektedir. Bu atığın tehlikelilik özelliği üretim şekli ile ilgili olmakla beraber, özellikle fenol konsantrasyonlarına dikkat edilmelidir [2].

10 09 15 kodlu ‘Tehlikeli madde içeren çatlak belirleme kimyasallar’, çalıkların üzerinde döküm kısmını (döküm işlemlerinde kaynaklanan hasar ve kopmalar) kontrol etmek için kullanılan maddeler, kalıntılar ve son kullanma tarihi uzatılmış ürünleri kapsamaktadır. Bu atıklar, içerdikleri boyalar ve metal parçacıkları sebebiyle tehlikelilik özelliği kazanabilir [2].

Yan proseslerden kaynaklanan atıklar

Bir tesiste ana faaliyetle beraber farklı faaliyetlerin de yürütülebileceği göz önünde bulundurulduğunda, “Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik”te belirtilen ana üretim prosesine özel atıkların yanı sıra, yan proseslere ait atıkların da sektörden kaynaklanan tehlikeli atık listesine eklenmesi gerekmektedir. Örneğin, ana faaliyeti demir döküm olan bir tesiste; boyama ve fiziksel yüzey işlem de uygulanabileceğinden, bu yüzey işlemlerin söz konusu olduğu proseslerden kaynaklanan atıkların da listeye eklenmesi gerekmektedir. Bu tür bir değerlendirme çerçevesinde belirlenen, demir döküm sektöründe yan proseslerden kaynaklanması muhtemel atık listesi ve atık kodları Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. Demir döküm sanayi yan proseslerinden kaynaklanan atıklar [5]

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
08	Astarlar (Boyalar, Vernikler ve Vitrifiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar ve Baskı Mürekkeplerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
0801	<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 ¹	
080113*	İçinde organik çözücüler yada tehlikeli maddeler bulunan boya ve vernik çamurları	M
080114	08 01 13 dışındaki boya ve vernik çamurları ¹	
080121*	Boya ya da vernik sökücü atıkları	A
0804	<i>Yapışkanlar ve Yalıtıcıların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar (Su Geçirmeyen Ürünler Dahil)</i>	
080409*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları	M
080410	08 04 09 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları ¹	

Tablo 2 devam

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
12	Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Şekillendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar	
1201	<i>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	
120106*	Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
120107*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
120108*	Halojen içeren işleme 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 ¹	
120116*	Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları	M
120117	12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları ¹	
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 ¹	

¹ 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 iki temel yan proses olan boyama ve fiziki yüzeysel işlemler için bu ekte sıralanmış tüm 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 beyanlarında göstermeleri gerekmektedir.

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. Söz konusu atıkların belirlenmesinde temel kaynak olarak Tehlikeli Atık Beyan Sistemi’ne yapılmış olan 2008 ve 2009 beyanlarından faydalanılmıştır. 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 döküm sektöründen kaynaklanabilecek proses dışı atıklar [5]

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
13	Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları (Yenilebilir Yağlar, 05 Ve 12 Hariç)	
13 01	<i>Atık Hidrolik Yağlar</i>	
130101*	PCB içeren hidrolik yağlar	A
130104*	Klor içeren emülsiyonlar	A
130105*	Klor içermeyen emülsiyonlar	A
130109*	Mineral esaslı klor içeren hidrolik yağlar	A
130110*	Mineral esaslı klor içermeyen hidrolik yağlar	A
130111*	Sentetik hidrolik yağlar	A
130112*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir hidrolik yağlar	A
130113*	Diğer hidrolik yağlar	A
13 02	<i>Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları</i>	
130204*	Mineral esaslı klor içeren motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
130205*	Mineral esaslı klor içermeyen motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
130206*	Sentetik motor, şanzıman ve yağlama yağları	A

Tablo 3 devam

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
130207*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
130208*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 03	<i>Atık Yalıtım ve Isı İletim Atıkları</i>	
130301*	PCB'ler içeren yalıtım ya da ısı iletim yağları	A
130306*	13 03 01 dışındaki mineral esaslı klor içeren yalıtım ve ısı iletim yağları	A
130307*	Mineral esaslı klor içermeyen yalıtım ve ısı iletim yağları	A
130308*	Sentetik yalıtım ve ısı iletim yağları	A
130309*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir yalıtım ve ısı iletim yağları	A
130310*	Diğer yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 05	<i>Yağ/Su Ayırıcısı İçerikleri</i>	
130501*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcısından çıkan katılar	A
130502*	Yağ/su ayırıcısından çıkan çamurlar	A
130503*	Yakalayıcı (interseptör) çamurları	A
130506*	Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağ	A
130507*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
130508*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar	A
15	Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler	
1501	<i>Ambalaj (Belediyenin Ayrı Toplanmış Ambalaj Atıkları Dahil)</i>	
150110*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren yada tehlikeli maddelerle pislenmiş ambalaj	M
1502	<i>Emiciler, Filtre Malzemeleri, Temizleme Bezleri ve Koruyucu Giysiler</i>	
150202*	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanslar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	M
16	Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar	
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>	
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 ¹	

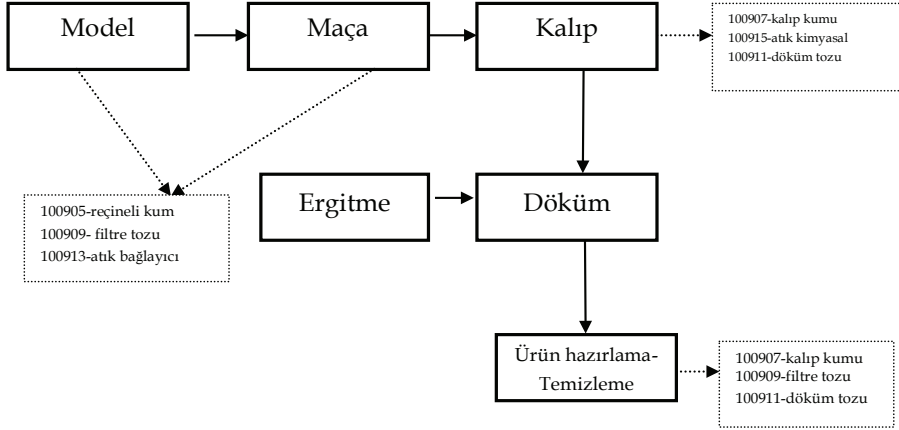
Tablo 3 devam

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
16 05	<i>Basıncılı Tank İçindeki Gazlar ve İskartaya Çıkmış Kimyasallar</i>	
160506*	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları	M
160508*	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta organik kimyasallar	M
160509	16 05 06, 16 05 07 ya da 16 05 08 dışında tehlikeli maddeler içeren ıskarta organik kimyasallar ¹	
1606	<i>Piller ve Aküler</i>	
160601*	Kurşun piller	A
160602*	Nikel kadmiyum piller	A
17	İnşaat Ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkartılan Hafriyat Dahil)	
1706	<i>Yalıtım Malzemeleri ve Asbest İçeren İnşaat Malzemeleri</i>	
170601*	Asbest içeren yalıtım malzemeleri	M
170604	17 06 01 ve 17 06 03 dışındaki yalıtım malzemeleri ¹	
18	İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar (Doğrudan Sağlığa İlişkin Olmayan Mutfak ve Restoran Atıkları Hariç)	
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
19	Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atık Su Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım için Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar	
19 08	<i>Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Atık Su Arıtma Tesisi Atıkları</i>	
190813*	Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
190814	19 08 13 dışındaki endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan çamurlar ¹	
20	Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)	
2001	<i>Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)</i>	
200121*	Flüoresan tüpler(lambalar) ve diğer cıva içeren atıklar	A
200127*	Tehlikeli maddeler içeren boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler	M
200135*	20 01 21 ve 20 01 23 'de bahsedilenlerin dışındaki tehlikeli maddeler içeren ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar	M

¹ 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 Oluşum Kaynakları

Şekil 2’de proses atıklarının oluşmasına sebep olan üretim noktaları gösterilmiştir.



Şekil 2. Demir döküm tesislerinde tehlikeli atık üretim noktaları

Döküm işleminden kaynaklanan baca gazı tozu dışındaki tozlar (10 09 11) genel olarak kalıplama ve kalıbın döküm parçasından ayrılma işlemleri sırasında hava kirliliği kontrolü üniteleri tarafından toplanır.

Yukarıda da belirtildiği üzere yan proseslerden kaynaklanan atıklar döküm tesisinde boyama 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.

13 “Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları”

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

13 02 “Atık motor, şanzıman ve yağlama yağları” için tesise aittüm araçlar

- 13 03 "Atık yalıtım ve ısı iletim yağları" için ısı yalıtımı amacıyla yağ ve türevlerinin kullanıldığı sistemler
- 13 05 "Yağ/su ayırıcısı içerikleri" için tesis içerisinde yağlı/su karışımlarının ayrıldığı tüm üniteler özellikle fiziksel kimyasal arıtma üniteleri
- 15 "Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler"
- Tesis içerisinde muhtelif noktalar
- 16 "Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar"
- 16 01 "Çeşitli taşıma türlerindeki ömrünü tamamlamış araçlar ve ömrünü tamamlamış araçların sökülmesi ile araç bakımından kaynaklanan atıklar" için tesise ait tüm araçlar (özellikle araç bakım noktaları)
- 16 02 "Elektrikli ve elektronik ekipman atıkları" için tesisin muhtelif yerleri
- 16 05 "Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları" için laboratuvarlar
- 16 06 "Piller ve aküler" için gerek üretim alanları gerek ofis, yemekhane, revir gibi alanlar gerekse tesise ait araçlar
- 17 "İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil)" için tehlikeli maddeler ile kirlenmiş toprak, kablolar, inşaat malzemesi (özellikle eski tesislerde asbest içermesi riski nedeniyle yalıtım malzemeleri) vs.
- 18 "İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar" için revirler ve acil yardım üniteleri
- 19 "Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atık Su Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar" için atıksu arıtma tesislerine
- 20 "Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)" için üretim alanları ofisler, yemekhaneler.

5.0 Atıkların ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ

Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik incelendiğinde *atık hiyerarşisinin* altının çizildiği görülmektedir. Şekil 3’de şematik olarak gösterilen bu anlayışa göre öncelikle atıkların oluşumunun önlenmesi gerekmektedir. Eğer atık oluşumu önlenemiyorsa üretilen miktarların mümkün olduğu kadar azaltılması esastır. Atıkların önlenemediği ya da miktar olarak azaltılamadığı durumda atıkların yeniden değerlendirilebilmeleri için geri dönüşüm ya da yeni kullanılabilir ürünler elde edilmesi amacıyla geri kazanım 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 atık miktarı azaltılacaktır. Atık hiyerarşisi prensibine atıklar ancak daha tercih edilebilir alternatifler işe yaramadığı durumda nihai bertarafa gönderilmelidir.



Şekil 3 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 çevresel bir etki yapmakla kalmayıp, atık bertaraf masraflarının önlenmesi ya da azaltılması sayesinde işletmelere ekonomik bir fayda da sağlamaktadır.

Bu bölümde ayrıntıları verilen demir döküm sanayi için atık önleme ve azaltma tedbirleri özellikle proses atıklarını kapsamaktadır. İncelenecek tedbirlerin bir özeti Tablo 4’de verilmiştir. Bu tabloda tehlikeli proses atıkları bazında MET, uygulamaya dair kısa bir açıklama ve uygulanabilecek tesis türü verilmiştir. Demir döküm sektörü için geliştirilen tüm MET’in hem yeni hem de kurulu tesislere uygulanabileceği görülmektedir. Son olarak bu uygulamalar ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye ulaşılabilir kaynaklar verilmiştir. Tablo 4’de sıralanmış uygulamaların bir kısmı az önce bahsedilen işletmelerin kendi ihtiyaçlarına karşılık vermek için geliştirdiği ve saha çalışmaları sonucu bu rehberde eklenen METlerdir.

Tablo 4. Demir döküm sektöründen kaynaklanan proses atıkları için kullanılabilen mevcut en iyi tekniklerin listesi!

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Uyulanabilirlik	Referans
100905	Henüz döküm yapılmamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M	Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	[3]
			Kalıcı kalıp kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis	
			Modern maça ve kalıp yapım ekipmanlarının kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	
			Kum rejenerasyon sisteminin (mekanik ya da termal) kurulması	Geri kullanım yoluyla atık miktarını azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	
100907	Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M	Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.*	Mevcut/Yeni Tesis	[3],[7]
			Kalıcı kalıp kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis	
			Modern maça ve kalıp yapım ekipmanlarının kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	
			Kum rejenerasyon sisteminin (mekanik ya da termal) kurulması	Geri kazanım yoluyla atık miktarını azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	
100909	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu	M	İndüksiyon fırınların kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	[6],[3],[7]
			Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	
			Temiz hurda ve metalin kullanılması (dioksin ve furan oluşumunu azaltır)	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	
			Vakumlu karıştırma ve soğutma yöntemi ile maça kalıplarının hazırlanması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis	

Tablo 4. Devam

Atık Kodu	Atrığın Adı	A/M	MET Adı	Açıklaması	Uygulanabilirlik	Referans
100909	Tehlikeli maddeler içeren bacası gazı tozu	M	Biyolama işleminden gelen tozların firmalarda yeniden ergitilmesi (metal içeriği fazla) Kupola firmalarında kireç ve kireçtaşının kullanılması (desulfürizasyon işlemi)	Geri kazanım yoluyla atık miktarını azaltır.. Atrığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/Yeni Tesis Mevcut/Yeni Tesis	[6][3][7]
100911	Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller	M	10 09 09 kodlu atık olarak beyan edilmektedir.			[6]
100913	Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar	M	Fenol ve formaldehid içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atrığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.*	Mevcut/Yeni Tesis	[3]

MET	<i>Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması</i>
Kaynak	[3] [8]
Hedef Atıklar	<p>10 09 05 Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları</p> <p>10 09 07 Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları</p> <p>10 09 09 Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu</p> <p>10 09 13 Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar</p>
Uygun olduğu proses:	Kimyasal bağlayıcıların kullanıldığı prosesler
Açıklama	<p>Proses kontrolü ve malzeme yönetiminin optimize edilmesi sayesinde bağlayıcı ve reçine kullanımının azaltılması mümkündür.</p> <p>Atık bağlayıcı oluşumun en önemli sebeplerinden bir tanesi zayıf proses kontrolünü telafi etmek için yüksek miktarda bağlayıcı kullanılmasıdır. Doğru bağlayıcı yönetimi aşağıda sıralanan unsurları içerecektir:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Kum kalitesinin uygunluğu: Kullanılan bağlayıcı sistemine uygun kalitede kumun kullanılması gerekmektedir. Uygun kum kalitesinin sürekli olarak sağlanabilmesi için kum depolama ve analizi (saflık, tanecik boyutu, şekil, nem) önem taşımaktadır. İnce tanelerin az olması ve yeniden kullanılan (rejenere edilmiş) kum miktarının yüksek olması bağlayıcı kullanımını azaltan etkenler arasındadır [3]. ○ Sıcaklık kontrolü: Kum sıcaklığı, periyodik kontrollerle ve sertleştirici miktarının ayarlanması ile istenen aralıkta tutulmalıdır [3][8]. Kum ısıtıcının, karıştırıcıdan hemen önce gelecek şekilde yerleştirilmesi sıcaklık kontrolünü kolaylaştırır. ○ Karıştırıcının bakımı ve temizlenmesi [3] ○ Kalıp kalitesi: Kalıplardaki kusurların kontrol edilmesi ve önlenmesi gerekmektedir [3]. ○ İlave hızları: Bağlayıcının uygun bir şekilde eklenmesi bağlayıcı tipine, kumun yüzey alanına ve dökümün boyutuna bağlıdır [3]. ○ Karıştırıcının işletimi: Karıştırıcı performansının optimizasyonu karıştırıcı işletiminin takip ve kontrol edilmesine bağlıdır. Karıştırıcı işletimi sistem otomasyonu yoluyla sağlanabilir. Dökümhanenin büyüklüğüne ve arzu edilen otomasyon seviyesine göre elle idare edilen alarmlı sistemlerden mikroişlemcili otomatik sistemlere kadar çeşitli alternatifler mevcuttur [3]. ○ Otomatik bağlayıcı dozlama sistemi: Elle bağlayıcı dozlama işlemi sırasında dikkatli bir şekilde ağırlık kontrolü yapılması gerekmektedir. Ancak en iyi sonuçlar otomatik dozlama sistemi ile elde edilebilmektedir [8]. <p>Yukarıda sıralanan önlemlerin alınması ile kullanılan kimyasal miktarını düşürmek mümkündür. Her tesiste uygulanabilecek bu örnek uygulamalara ek olarak proses bazında da öneriler mevcuttur. Örneğin, Croning prosesinde sıvı</p>

	<p>reçinelere alternatif olarak daha az miktarda serbest fenol içeren katı reçinelerin kullanımı önerilmektedir [8].</p>
Ekonomik boyut	<p>Bağlayıcılar kum-bağlayıcı karışımının kütle olarak %1 - 3 'ünü oluştursalarda hammadde maliyetinin %30 - 60 arasını teşkil ederler. Bağlayıcı ilavesinin doğru bir şekilde yönetilmesi ile %5 - 10 arasında kar sağlamanın mümkün olduğu belirtilmektedir. Yukarıdaki hususlara uygun olarak çalışan bir karıştırıcı sistemi oluşturulduktan sonra proses kontrolünde sağlanan iyileşmeler sayesinde geri ödeme süresi kısa olmaktadır. Verilen bir örneğe göre yaklaşık 25.000 Euro'luk bir karıştırıcı ünitesi, kusurlu kalıpların %60 oranında, reçine ve katalizör kullanımının %10 oranında azalmasını sağlamış ve 7 aylık geri dönüşüm süresi sonunda 45.000 Euro'luk tasarruf edilmesini sağlamıştır [3].</p> <p>Alternatif bağlayıcıların geleneksel kimyasalların tüketimi ile karşılaştırıldığında daha yüksek maliyetli olması mümkündür ancak maliyette bu artış genelde daha az bağlayıcı kullanımı ve daha iyi kum rejenerasyon performansı ile telafi edilmektedir [8].</p>

MET	<i>Kalıp ve maça kumu kayıplarının en az indirgenmesi</i>
Kaynak	[3][9]
Hedef Atıklar	10 09 05 Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları 10 09 07 Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları
Uygun olduğu proses:	Harcanan kalıp kullanılan döküm prosesleri
Açıklama	<p>Özellikle dökülen ürünlerin sık sık değişiklik gösterdiği tesislerde, modern kalıp ve maça yapım ekipmanlarının kullanılması, çeşitli ürünler için kullanılan üretim parametrelerinin bir veri tabanında kayıt altına alınmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede ürün değişimleri için doğru parametrelerin, deneme yanılma yoluyla belirlenmesi önlenmekte ve zaman ve hammadde kayıpları azaltılmaktadır. Yeni ürünler için ise üretim sürecine, daha önce dökülen benzer ürünler için veri tabanında kayıtlı parametreler ile başlanarak optimizasyon süreci kısaltılabilmektedir. Arzu edilen ürün özelliklerinin gösterdiği çeşitlilik nedeniyle kalıp ve maça türlerinin değişiklik gösterdiği tesisler için önerilmektedir.</p> <p>Bu yöntemin kullanılması ile test aşamasının kısalmasına bağlı olarak hem temiz kum sarfiyatı hem de atık kum oluşumu azalmaktadır. Ayrıca enerji tasarrufu da sağlanmaktadır.</p> <p>Kalıp ve maça üretiminin optimizasyonunda otomasyon sistemlerinin kullanımı ile ilgili ayrıntılı bilgilere ve örnek tesis çalışmalarına [9]’dan ulaşmak mümkündür.</p>
Ekonomik boyut	Maça yapım ekipmanlarının maliyeti hacme göre değişiklik göstermektedir. 5L hacimli bir makinenin yatırım maliyeti €150.000 civarında iken 100L hacimli bir makinenin maliyeti €400.000 kadardır. İşletim maliyetleri ise yatırım maliyetinin %5 - 10’u arasında değişmektedir. Ekonomik değerlendirme yapılırken, azalan kum miktarı, azalan atık üretimine bağlı olarak bertaraf maliyetlerindeki düşüş ve sağlanan enerji tasarrufu göz önünde bulundurulmalıdır.

MET	<i>Kum rejenerasyonu/geri kazanımı/yeniden kullanımı</i>
Kaynak	[3][4][10][11]
Hedef Atıklar	10 09 05 Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları 10 09 07 Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları
Uygun olduğu proses:	Harcanan kalıp kullanılan döküm prosesleri
Açıklama	<p>Kum rejenerasyon işlemleri temel olarak birincil ve ikincil rejenerasyon olarak ayrılabilir.</p> <p><u><i>Birincil rejenerasyon:</i></u></p> <p>Bu adımda kalıp ve maça halindeki kumlar orjinal parçacık boyutuna geri dönecek şekilde parçalara ayrılır. Bu amaçla titreşim, döner tambur, ya da bilyeli kumlama kullanılabilir. Birincil rejenerasyon sonucu sağlanan çevresel faydalar hammaddede kullanımında ve bertarafa gönderilen atık miktarında azalmadır.</p> <p><u><i>İkincil rejenerasyon:</i></u></p> <p>Birincil rejenerasyon sonucu elde edilen kum genellikle proses içerisinde doğrudan kullanım için uygun olmamaktadır. İkincil rejenerasyon işlemi ile kum üzerinde kalmış olan bağlayıcılar uzaklaştırılmaktadır. İkincil rejenerasyon mekanik, ısı ve ıslak işlemler yoluyla gerçekleştirilmektedir.</p> <p>Oda sıcaklığında mukavemet kazanan bağlayıcılar, basit mekanik rejenerasyon işlemleri ile kumdan uzaklaştırılabilirken; gaz fazında sertleştiricilerin kullanıldığı ve ısıtma suretiyle mukavemet kazanan bağlayıcılar için ilave mekanik işlemler uygulanması gerekmektedir. İleri mekanik işlemler arasında aşındırma üniteleri, silikatlar dışında kalan oda sıcaklığında mukavemet kazanan bağlayıcılar (hot-box yöntemi) için sıklıkla kullanılmaktadır. Kimyasal olarak bağlanmış kumlar için en iyi sonuçlar darbeli tambur ile elde edilmektedir. Darbeli tamburlar, metal parçacıkların temizlenmesi amacıyla manyetik ayırıcılar ile beraber de kullanılabilir. Bir diğer mekanik sistem olan havalı aşındırıcılarda sıkıştırılmış hava kullanılması ile etki sağlanmaktadır. Rejenere edilmesi zor olan sucamı (sodyum tetrasilikat) ile bağlanmış kumun rejenerasyonunda havalı aşındırıcılar kullanılmaktadır. Bu sistemlerin enerji sarfiyatı diğer mekanik ekipmanlara göre daha yüksektir.</p> <p>Isıl işlemler, kum üzerindeki bağlayıcıların yakılarak kumdan ayrılması esasına dayanır. Isıl işlemlerin kullanılabilmesi için öncelikle kumun uygun boyuta getirilmesi ve metalik parçacıkların uzaklaştırılması gerektiği için ısı ve mekanik ekipmanın beraber kullanılması şarttır. Bu sistemler özellikle kimyasal olarak bağlanmış ve karışık kumlar için kullanılmaktadır.</p>

Islak işlemler, sadece yaş kum ve karbon dioksitle bağlanmış kumlar için kullanılmaktadır ve kum parçacıklarının sulu ortamda birbirlerine sürtünmeleri sonucu bağlayıcıların uzaklaştırılmasını temel almaktadır. Bu yöntemin diğerlerine göre en önemli avantajı rejenerasyon prosesinin gerçek zamanlı takibinin mümkün olmasıdır. Bu sayede rejenera edilmiş kum kalitesi sabit tutulabilmektedir. Ancak ıslak işlemler sonucu artım gerektiren çamur ortaya çıkmaktadır. Bentonit nedeniyle çökebilirliği zayıf olan bu çamurun arıtılması zordur.

Tablo 5'de tek tip ve karışık kumlar için kullanılabilecek ikincil rejenerasyon işlemleri gösterilmektedir.

Tüm ikincil rejenerasyon işlemleri ilave enerji sarfiyatına ve bertarafa edilmesi gereken ilave toz emisyonlarına sebep olmaktadır.

Tablo 5: Kum tiplerine göre uygulanabilecek ikincil rejenerasyon işlemleri [3]

	Basit mekanik işlemler	Mekanik işlemler			Islak rejenerasyon	Islık rejenerasyon	Mekanik + ıslık
		Aşındırma	Darbeli tambur	Havali aşındırma			
Tek tip kumlar							
Oda sıcaklığında mukavemet kazananlar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Soğuk kutu, SO ₂ , sıcak kutu, cronig	X	✓	✓	✓	X	✓	X
Silikat (CO ₂ ya da ester)	X	X	X	✓	✓	X	X
Yaş kum (birincil)	✓	X	X	X	X	X	X
Yaş kum (ikincil)	X	✓	X	✓	✓	X	X
Karışık kumlar							
Karışık organik	X	✓	✓	✓	X	✓	X
Karışık yaş kum + organik	X	✓	X	✓	✓	X	✓

✓: Kullanımı uygun, X: Kullanımı uygun değil

Organik - bentonit karışımının kullanıldığı kumlarda rejenerasyon mekanik, havali ve ıslık sistemlerin bir arada kullanılmasıyla sağlanır. Bu durumda kum bir önışlemden geçirildikten sonra kurutulur, bağlayıcıların bir kısmı mekanik ya da havali olarak uzaklaştırılır ve ıslık işlemi ile organik bileşenler yakılır, inorganik bileşenler ise tozda toplanır. Son adımda yine mekanik ya da havali bir işlem uygulanarak inorganik bileşenler kumdan ayrılır.

Ekonomik boyut	<p><u><i>Birincil rejenerasyon</i></u></p> <p>Birincil rejenerasyon için kullanılacak karıştırıcı, dozlayıcı ve proses kontrol ekipmanlarının yatırım maliyeti 0,05 ile 1 milyon Euro arasında değişmektedir. Maça kırıcıları ise 0,1 milyon Euro'luk bir yatırım maliyetine sahiptir. İşletim maliyetleri ise yatırım maliyetinin %5 - 10'una karşılık gelmektedir. Birincil rejenerasyon sonucu ilk yatırım yılında ton kum başına 21,2 Euro, ilerleyen yıllarda ise 39,44 Euro tasarruf yapılabileceği belirtilmiştir [3].</p> <p><u><i>İkincil rejenerasyon</i></u></p> <p>50 ton/gün kapasiteli, kurutma, soğutma, rejenerasyon, siklon ve torba filtre içeren aşındırma ünitesinin maliyeti yaklaşık 1.135.000 Euro'dur. Maliyetler kapasiteye bağlı olarak değişse de toplam maliyetlerin 12 - 40 Euro/ton rejenere edilmiş kum olduğu belirtilmektedir [3]. Mekanik rejenerasyon yapan 0,75 ton/saatlik bir ünitenin yatırım maliyeti 310.000 Euro, işletim maliyeti ise ton kum başına 22 Euro olarak bildirilmiştir [8].</p> <p>3 ton/saatlik bir darbeli tambur, manyetik ayırıcı, toz ayırma ünitesi ve taşıma/besleme ünitesini içeren bir kurulum 1,3 milyon Euro'luk bir yatırım maliyetine sahiptir. Bu sistemin işletim giderleri ise ton başına 10 Euro'dur. Rejenerasyon yerine yeni kum satın alınması ile karşılaştırıldığı zaman kumun bu sistem ile rejenere edilmesi ton başına 37 Euro kar sağlamaktadır [3].</p> <p>0,8 - 1,2 ton/saat kapasiteli havalı aşındırıcının maliyeti 330.000 Euro olarak bildirilmektedir. İşletim gideri ton başına 22 Euro olmaktadır ve toplam rejenerasyon maliyeti ton kum başına 36,5 Euro'ya ulaşmaktadır [3]. Bu maliyet kum rejenerasyonu yerine yeni kum alma masrafı ile karşılaştırılmalıdır. [3]'de verilen bilgiye göre havalı aşındırıcıların sucamı ile bağlanmış kumun rejenerasyonunda kullanıldığı bir tesiste rejenerasyon maliyeti kumun bertarafı gönderilmesinden daha yüksek çıkmıştır [3].</p> <p>Isıl işlemlerin maliyeti kapasiteye ve kullanılan ekipman tipine göre değişiklik göstermektedir. Küçük ölçekli bir ünite için yatırım maliyeti ton başına 55 Euro olarak hesaplanmaktadır [3]. Bir diğer kaynakta 0,5 ton/saat kapasiteli iki aşamalı akışkan yataklı bir ısıl rejenerasyon ünitesine ait yatırım maliyeti 1994 yılında 62.000 Euro, işletim maliyeti ise 5,2 Euro/ton kum olarak bildirilmiştir [8]. Ancak bu sistem düşük maliyetli bir sistemdir. Isıl işlemlerin maliyetleri diğer rejenerasyon alternatiflerine göre daha yüksek olması beklenmektedir. Yine de ısıl işlem sonucu elde edilen kumun kalitesinin yüksek olması nedeniyle giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [11].</p> <p>Mekanik işlem olarak havalı aşındırmanın kullanıldığı 3 adımlı (mekanik - termal - mekanik) 2,5 ton/saat kapasiteli bir sistemin toplam maliyeti 51 Euro/ton olarak bildirilmiştir. Bu maliyetinin 21 Euro/ton'u işletim, 30 Euro/ton'u yatırım maliyetidir [3]. Bir diğer üç aşamalı 5 ton/saat kapasiteli sistemin maliyeti 2,5 milyon Euro olarak rapor edilmektedir. Bu sisteme ait işletim giderinin ise ton kum başına 18 Euro olduğu belirtilmektedir [8].</p>

Demir Döküm Sanayi

	<p>Kum rejenerasyonu büyük ölçekli işletmelerde standart olarak uygulanmaktadır. Rejenerasyon işleminin yüksek maliyete sebep olabileceği küçük ve orta ölçekli işletmeler için merkezi rejenerasyon tesislerinin kurulması olasılığı değerlendirilmelidir [8].</p>
--	---

MET	<i>İndüksiyon fırınlarının kullanılması</i>
Kaynak	[4][7][12][13]
Hedef Atıklar	10 09 09 Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu
Uygun olduğu proses:	Tüm ergitme prosesleri
Açıklama	<p>İndüksiyon fırınları demir ergitme işlemi için giderek daha sık kullanılmaktadır. Bu fırınlar kullanıcıya üst düzey metalürjik kontrol sağlamak ve neredeyse hiç atık üretmeden çalışmaktadırlar [4]. İndüksiyon fırınlarının kupola ve elektrik ark fırınlarına kıyasla %75 daha az toz emisyonuna sebep olduğu belirtilmektedir [7][12][13]. Bunun nedeni ısıtma işlemi sırasında fırının içinde daha az türbülans yaratılmasıdır. Ancak özellikle gün içinde yapılan ilk soğuk besleme sırasında yüksek toz emisyonu yarattığına değinilmiştir [12]. İndüksiyon fırınlarının bir diğer avantajı da geniş aralıkta kapasitelerde (birkaç kilodan 75 tona kadar) imal edilebilmeleridir.</p> <p>İndüksiyon fırınları alternatif akım kullanan elektrik fırınlarıdır. Birincil iletken olan bobin, elektromanyetik indüksiyon ile ikincil bir akım yaratmaktadır. Refrakter olarak silika (asidik), alumina (nötr) ve magnezya (bazik) kullanılabilir. Demir ergitmede düşük maliyeti ve oluşan asidik cüruf ile tepkimeye girmedığı için genelde silika kullanılmaktadır. Çekirdeksiz indüksiyon fırınları 5 - 10 ton arası kapasitelerde olmakta ve refrakter malzeme ile kaplı pota su soğutmalı bakır bobin ile çevrilidir. Kanal tipi indüksiyon fırınlarda bobin bir indüktörü çevrelemektedir. Bu fırınlar 200 tonun üzerinde kapasitelere sahip olabilmektedirler [4].</p>
Ekonomik boyut	İndüksiyon fırınlarının hem yatırım hem işletme maliyetleri diğer fırın tiplerine göre yüksektir. Yatırım maliyetini yükselten unsurlar, elektrik kullanımı ve temiz şarj ihtiyacıdır. Çekirdeksiz indüksiyon fırınları için maliyet yaklaşık fırın kapasitesinin tonu başına 375.000 Euro'dur [3].

MET	<i>Vakumlu karıştırma ve soğutma yöntemi ile maça kalıplarının hazırlanması</i>
Kaynak	[3][13]
Hedef Atıklar	10 09 09 Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu
Uygun olduğu proses:	Yaş kum kullanılan prosesler
Açıklama	Kille bağlanmış kumun hazırlanması sırasında kullanılabilen bu yöntem, karıştırma ve soğutma adımlarını tek bir süreçte birleştirmektedir. Kum karıştırıcı düşük basınç altında çalıştırıldığı durumda, kum içerisindeki suyun buharlaşmasından yararlanılarak kumun soğuması sağlanır. Normal karıştırma üniteleri ile karşılaştırıldığında bu kurulum, ayrı bir soğutma ünitesi ihtiyacını ortadan kaldırmakta ve daha küçük boyutlarda olmaktadır. Ayrıca hava akışında gerçekleşen azalmaya bağlı olarak da giderilen aktif bentonit miktarı düşmekte ve dolayısıyla kullanılan bağlayıcı miktarı azalmaktadır. Hava akışının azalmasının diğer avantajı da bertarafa gönderilecek toz miktarının düşmesidir.
Ekonomik boyut	Bu yöntemle ilgili maliyet bilgisi mevcut olmasa da ticari uygulamaların saatte 60 ton üstünde kum işleyen tesisler için uygun olduğuna değerlendirilmektedir.

MET	<i>Ergitme için temiz hurda kullanılması ve geri dönen malzemeden kumun temizlenmesi</i>
Kaynak	[3][4][12][13]
Hedef Atıklar	10 09 09 Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu
Uygun olduğu proses:	Hammadde olarak hurda kullanılan prosesler
Açıklama	<p>Baca gazında kurşun, çinko ve kadmiyum gibi ağır metallerin bulunmasının en büyük sebebi hammadde olarak galvanizli hurda kullanılmasıdır. Kullanılan hurdanın kaynağının dökümhane tarafından takip edilmesi tehlikelilik yaratan bileşenlerin dökümhaneye girmeden engellenmesini sağlar [4]. Özellikle induksiyon fırınlarında temiz hurda kullanımı önem taşımaktadır [13]. Ancak satın alınan hurdanın kaynağının sürekli ve güvenilir bir şekilde takip edilmesinde zorlukla yaşanabilmektedir [12] Kurşun ve çinko içeriği düşüğe elektrik ark fırını kullanan çelik dökümhanelerinin baca gazı tozları fırına gönderilerek metal geri kazanımı sağlanabilir [4][8]. Bu yöntemin kupola fırınları için de kullanılabilceği ve %90'a yakın atık azaltımı sağlanabileceği belirtilmektedir [8]. Tehlikeli tozların fırınlara geri beslenmesi uygulamasının yaygınlaşmasının Finlandiya'da dökümhanelerden kaynaklanan tehlikeli atık miktarının azaltılmasında katkısı olduğu belirtilmektedir [14].</p> <p>Ancak galvanizli hurdanın ergitilmesi durumunda yüksek çinko içeriği nedeniyle bu geri kazanım işlemi uygulanamamaktadır [4][8][12]. Alternatif olarak eğer çinko geri kazanımı arzu ediliyorsa, baca gazı tozlarının hurda eritildikten sonra fırına geri beslenmesi önerilmektedir Baca gazı tozunun bu aşamada verilmesinin sebebi çok yüksek olan sıcaklıklara bağlı olarak diğer metallerin uçmasının ardından geriye çinkonun kalması ve bu sayede çinkonun baca gazında konsantrte edilebilmesidir [4][12]. Ayrıca çinko geri kazanımı için döner yataklı fırınların ya da elektrotermik fırınların kullanılabilceği de belirtilmektedir [12].</p> <p>Temiz hurdanın ergitilmesi kireç, demir oksitler, manganez oksitler gibi metal dışı bileşiklerin cürufa karışmasını ve fırın kaplamalarına zarar vermesini engeller. Temiz hurda kullanıldığı durumda, oluşan cüruf miktarı azalır ve fırın kaplamalarının ömrü uzar. Hurdanın tesis içi geri dönüşümü, kalite kontrolü geçemeyen dökümü yapılmış malzemenin yeniden ergitilmesi şeklinde gerçekleşir. Kalite kontrol işlemi, genel olarak döküm ve katılaşmanın ardından bilyalama işlemi ile kum temizlendikten sonra yapılmaktadır. Tesis içi geri dönüşüm için kullanılan besleme sistemleri hurda üzerindeki kumu temizlemese de bilyalama sonrası yapılan kalite kontrolün ardından geri dönüştürülen malzeme için fazladan bir işlem yapılmasına gerek yoktur. Bu şekilde temiz hurda ve geri dönüştürülen malzeme kullanımının dökümhanede oluşan toz miktarını da azalttığı belirtilmektedir [3].</p>
Ekonomik boyut	Temiz hurda maliyetinin kirli hurdaya oranla %20 - 30 daha fazla olduğuna dikkat çekilmelidir. Bu nedenle maliyetteki bu artış, cüruf ve toz bertarafından sağlanan kar ile karşılaştırılmalıdır [3].

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 6 - 8) 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 ve 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[2]:

- R1: Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma
- R2: Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi
- R3: Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil)
- R4: Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü
- R5: Diğer anorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü
- R6: Asitlerin veya bazların yeniden üretimi
- R7: Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı
- R8: Katalizör parçalarının (bileşenlerinin) geri kazanımı
- R9: Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları

R10: Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı

R11: R1 ile R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı

R12: Atıkların R1 ile R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi

R13: R1 ile R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

Tablo 6 Proseze özel atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk			Düzenli depolama ³	Notlar
	Geri kazanım	Arıtma ¹	Yakma ²		
100905	*			*	Döküm kumlarının öncelikle tesis içerisinde geri kazanımı alternatifi değerlendirilmez. Aksi takdirde bu atıklar düzenli depolamaya gönderilmelidir.
100907	R5			*	
100909	R5			*	Bu atıkların tesis içinde geri dönüştürülmesi mümkün olmazsa düzenli depolamaya gönderilmesi gerekmektedir. Ancak elektrik ark fırınlarından kaynaklanan tehlikeli tozların depolamaya gönderilmeden önce stabilize edilmeleri gerektiği belirtilmektedir [18].
100911	R4			*	Bilyeli aşındırma ekipmanından kaynaklanan metal tozlarının, fırınlara geri döndürülerek metal içeriğin geri kazanılma olasılığı vardır [7]. Bunun dışında bu atıklar düzenli depolanmalıdır.
100913	R1		*	*	Atık bağlayıcılar organik bazlı ise ısı geri kazanımı amaçlı ya da doğrudan yakma için uygun olabilir [6]. İnorganik bağlayıcılar için düzenli depolama uygulanmalıdır.
100915				*	

¹ Tehlikeli atık arıtma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [15]

² Tehlikeli atık yakma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [16]

³ Tehlikeli atık depolama uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [17]

Tablo 7 Yan proses atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk			Düzenli depolama	Notlar
	Geri kazanım	Aritma ¹	Yakma ²		
080111	* R1/R2		*		Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [19]'den ulaşılabilir.
080113	* R1	*	*	*	Organik içeriği nedeniyle bu atıkların yakmaya uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Aksi takdirde düzenli depolamaya gönderilebilir. Her iki koşulda da öncelikli susuzlaştırma gerekip gerekmediğine bakılmalıdır.
080121	* R1	*	*	*	Atığın fiziksel kimyasal özelliklerine göre arıtma, kalorifik özelliklerine göre yakma alternatifi değerlendirilebilir. Bunların uygun olmadığı durumda atıklar depolanmalıdır.
080409	* R1 - R3		*		Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [19]'den ulaşılabilir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir.
120106	* R1		*		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22][23]
120107	* 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 bkznz: [21]
120108	* R1		*		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır.
120110	* R1/R3/R9	*	*		Bu 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: [24][25][26]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bakınız: [21]
120112	* R1		*		Öncelikle geri kazanım alternatifi değerlendirilmeli uygun olmadığı takdirde yakılmalıdır. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bkznz: [21]
120114	* R3 - R5	*	*	*	Bu atıklar için öncelikle geri kazanım olanakları araştırılmalıdır [6]. Bu çamurlar susuzlaştırmaya ya da faz ayırımına tabi tutulmalıdır. Yağ içeriği yakılmaya gönderilebilir. Arıtım artıkları ve yakılamayan kısım düzen depolamaya gönderilmelidir.
120116				*	

Tablo 7 devam

Atık Kodu	Uygunluk			Düzenli depolama	Notlar
	Geri kazanım	Aritma ¹	Yakma ²		
120118	* 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: [20]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olaralknz: [21].
120119	* R9	*	*		Yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanım mümkün değilse biyolojik olarak kolay bozunabilen yağlar olduğu için arıtım ya da kalorifik değeri yeterlyse yakma uygulanabilir. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [27].
120120	* R4/R5			*	Öğütme malzemelerinin geri dönüşüm olasılığı incelenmelidir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [20]. Aksi takdirde depolamaya gönderilebilir [6].

Tablo 8 Proses dışı atıklar için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk			Düzenli depolama	Notlar
	Geri kazanım	Aritma ¹	Yakma ²		
130101	* R1		*		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkzn [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22][23]
130104	* R1		*		
130105	* R1/R9	*	*		Yağlı su öncelikle faz ayırımı için arıtmaya tabi tutulmalıdır. Mümkünse ayrılan yağ geri kazanılmalı, değilse yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkzn [21].
130109	* R1		*		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkzn [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22][23]
130110	* R1/R9		*		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130111	* R1/R9		*		
130112	* R1/R9	*	*		Geri kazanım (enerji geri kazanımı dahil) önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıkların biyolojik olarak arıtılma olanakları araştırılmalı bunlar uygun olmadığı durumda atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]

Tablo 8 devam

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Arıtma ¹	Yakma ²	Düzenli depolama	
130113	* R1/R9		*		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130204	* R1		*		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkznz [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22][23]
130205	* R1/R9		*		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130206	* R1/R9		*		
130207	* R1/R9	*	*		Geri kazanım (enerji geri kazanımı dahil) önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıkların biyolojik olarak arıtılma olanakları araştırılmalı bunlar uygun olmadığı durumda atıklar yakılmalıdır.. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130208	* R1/R9		*		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130301	* R1		*		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkznz [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22][23]
130306	* R1		*		
130307	* R1		*		
130308	* R1/R9		*		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130309	* R1/R9	*	*		Geri kazanım (enerji geri kazanımı dahil) önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıkların biyolojik olarak arıtılma olanakları araştırılmalı bunlar uygun olmadığı durumda atıklar yakılmalıdır.. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130310	* R1/R9		*		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130501	* R1	*	*		Katı fazdaki bu atıklar için yakılmadan önce susuzlaştırma gerekip gerekmediği değerlendirilmelidir.

Tablo 8 devam

Atık Kodu	Uygunluk			Düzenli depolama	Notlar
	Geri kazanım	Arıtma ¹	Yakma ²		
130502	* R1/R9	*	*		Çamurlardan yağın geri kazanılması alternatif araştırılmalıdır. Aksi takdirde susuzlaştırma sonrası bu atıklar yakmaya gönderilmelidir. Yağ içeren atıkların yönetimi için bkz [21].
130503	* R1/R9	*	*		Yağın yeniden kullanımına öncelik verilmelidir. Yeniden kullanılmayan yağlar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130507	* R1/R9	*	*		Yağlı su öncelikle faz ayırımı için arıtmaya tabi tutulmalıdır. Mümkünse ayrılan yağ geri kazanılmalı, değilse yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
130508	* R1/R3-5/R9	*	*		Karışık atıklar için uygun ise arıtma sonrasında sırasıyla geri kazanım ya da yakma alternatifleri değerlendirilmelidir.
150110	* R1/R3-5/R12		*	*	Ambalaj atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. [6] Temizlenemeyen atıklar kalorifik değerine göre yakmaya ya da depolamaya gönderilebilir.
150202	* R1/R5		*		Temizleme malzemeleri, filtreler ve giysilerin kirlilikten arındırılarak yeniden kullanımı söz konusu değilse yakılmalıdır.
160107	* R1		*		
160213		*			
160215	* R1/R3-5	*	*	*	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir. [6]
160506	* R1 - 6	*	*		Laboratuvar kimyasallarının geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. İkinci seçenek olarak basit fiziksel kimyasal arıtma işlemleri ile arıtım uygulanmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakmaya gönderilmelidir.
160508	* R1 - R3	*	*		Organik kimyasallar için geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. Aksi takdirde bu kimyasallar uygun şekilde arıtmaya tabi tutulmalıdır. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [19]'den ulaşılabilir. Aksi takdirde kalorifik değer ve su içeriği göz önüne alınarak bu atıklar yakmaya gönderilmelidir.
160601	* R4/R5			*	Pillerin içerisindeki tehlikeli bileşenlerin ayrılarak geri kazanımı değerlendirilmelidir. Geri kazanılmayan parçalar daha sonra düzenli depolamaya gönderilmelidir. Kurşunlu pil ve akümülatörlerin geri dönüşümü ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [20][28]
160602	* R4/R5			*	
170601		*		*	Öncelikle arıtım, arıtılmayanlar için de düzenli depolama uygulanmalıdır.

Tablo 8 devam

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Aritma ¹	Yakma ²	Düzenli depolama	
180103	* R1		*		Enfeksiyona sebep olabilecek atıkların özellikleri için bakınız: [29]. Ayrıca bu atıkların yönetimi ile ilgili bilgi [30]'de bulunabilir.
190813	* R1/R4/R5	*	*		Enerji geri kazanımı, metal ve diğer inorganik maddelerin geri kazanımı olanakları araştırılmaldır. Yakmaya gönderilmeden atıkların susuzlaştırılmaları gerekmektedir.
200121	* R4/R5			*	Floresan lambaların tesislerde kırılmadan muhafaza edilmeleri gerekmektedir aksi takdirde içlerindeki civa açığa çıkmaktadır. Geri kazanım önceliklidir [20][31]. Aksi takdirde bu atıklar depolanmalıdır.
200127	* R1		*		
200135	*	*	*	*	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir.

7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR

Bu rehberde döküm sektöründen 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:

- 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 kazanı ve bertaraf için lisans almış firmaların listelerine ve duyurulara ulaşmak mümkündür.

- IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry URL: <http://eippcb.jrc.es/reference>

Bu doküman döküm proseslerinden kaynaklanan emisyonlar ve MET hakkında ayrıntılı bilgiler vermektedir.

- Tehlikeli Atık Sınıflandırma Kılavuzu. URL:

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.

- Tehlikeli atık eğitim dokümanları:

URL: <http://www.lifetcy06.cevreorman.gov.tr/goster.php?id=169>

Yukarıdaki bağlantıdan ulaşılabilir eğitim dokümanları tehlikeli atıkların üzerinde uygulanabilecek fiziksel kimyasal işlemler, çeşitli yakma operasyonları ve atık yönetimine ilişkin diğer konularla ilgili bilgiler içermektedir. Ayrıca döküm sektörü bazında bilgi veren bir sunum da mevcuttur.

- 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.

Döküm sektör rehberinin hazırlanması sırasında yararlanılan kaynaklar aşağıda verilmiştir.

[1] Türkiye Döküm Sanayicileri Derneği. Türkiye Döküm Sanayi – 2011 Yılına Girenken Mevcut Durum. Erişim: 02.05.2011. URL:

<http://www.tudoksad.org.tr/assets/Uploads/TURKDOKUMSANAYi2010F.pdf>

[2] Çevre ve Orman Bakanlığı. (2009). LIFE HAWAMAN Projesi-Döküm Sektörü Rehber Dökümanı. Erişim: 02.05.2011. URL:

http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskd/dokum_sektoru.pdf

[3] European Commission. (2005). IPPC Best Available Technique Reference Document in the Smitheries and Foundries Industry

[4] United States Environmental Protection Agency. (1992). Guides to Pollution Prevention Metal Casting and Heat Treating Industry. Erişim tarihi: 13.05.2011. URL: <http://www.p2pays.org/ref/01/00733.pdf>

[5] Çevre ve Orman Bakanlığı. (2008). Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete No: 26927, 05.07.2008.

[6] 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

[7] Environmental Protection Agency. (1992). Environmental Guideline Beneficial re-use of ferrous foundry by-products —draft guideline. Erişim tarihi: 13.05.2011. URL:

<http://www.derm.qld.gov.au/register/p00059aa.pdf>

[8] European Commission. (1997). Clean Technologies for Waste Minimization. Erişim tarihi: 09.05.2011. URL:

http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EUBookshop-Site/en_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=CR0997325

[9] European Commission. (2007). Extension of Advanced Monitoring and Control Techniques at Continuous Casting Process. Erişim tarihi: 17.05.2011. URL:

http://bookshop.europa.eu/isbin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KINA22815

[10] Northeast Waste Management Officials' Association ve Illinois Waste Management & Research Center. Industry Sector P2 Notebooks, Primary Metals. Erişim: 13.05.2011. URL:

http://www.istc.illinois.edu/info/library_docs/manuals/primmetals/chapter3.htm

[11] SACODI Project. (2006). Guidelines for Hazardous Waste Part II. Erişim: 15.05.2011. URL:

http://www.esgindia.org/projects/SACODI/Guidelines_part_II.pdf

[12] Noyes R. (1993). Pollution Prevention Technology Handbook. William Andrew, USA.

[13] United States Environmental Protection Agency. (1997). Sector Notebook Project: Profile of Metal Casting Industry. Erişim: 15.05.2011. URL:

<http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/metcastsna.pdf>

[14] Lilja R., Liukkonen S. (2008). Industrial hazardous wastes in Finland – trends related to the waste prevention goal. Journal of Cleaner Production, 16 (3), 343 – 349.

[15] 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/techd8d9.pdf>

[16] 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/techd10.pdf>

[17] 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/techd5.pdf>

[18] Salihoğlu G., Pınarlı V. (2008). Steel foundry electric arc furnace dust management: Stabilization by using lime and Portland cement. Journal of Hazardous Materials 153 (3), 1110 – 1116.

[19] 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/techy6.pdf>

[20] 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>

[21] Secreteriat of the Basel Convention. Basel Convention Technical Guidelines on Waste Oils from Petroleum Origins and Sources. Erişim tarihi: 21.05.2011. URL:

<http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/techy8.pdf>

[22] 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>

[23] 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>

[24] 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.

[25] 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.

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

[27] 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>

[28] 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>

[29] 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>

[30] 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>

[31] 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