



T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI
ÇEVRE YÖNETİMİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

SEKTÖREL ATIK KILAVUZLARI

OTOMOTİV SANAYİ

SEKTÖREL ATIK KILAVUZLARI

OTOMOTİV SANAYİ

Tübitak 107G126 “TÜRKİYE’DE AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE MEVZUATI İLE UYUMLU TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ” Projesi kapsamında hazırlanmış, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenen ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülen “ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN SEKTÖREL YÖNETİMİ KAPSAMINDA ATIK ÜRETİM FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ VE SEKTÖR KILAVUZLARININ HAZIRLANMASI” projesi kapsamında revize edilmiştir.

Revizyon, sadece yan proses atıkları için tanım verilmesi, geri kazanım ve bertaraf yöntemlerinin detaylandırılması ve gerekli güncellemelerin yapılması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

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

Marmara Üniversitesi Proje Ekibi:

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

İÇİNDEKİLER

1.0 GİRİŞ	5
2.0 OTOMOTİV SEKTÖRÜ	7
3.0 OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER.....	9
4.0 OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR.....	15
4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI.....	15
4.2 ATIK OLUŞUM KAYNAKLARI	28
5.0 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ	31
6.0 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI.....	54
7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR.....	72

1.0 GİRİŞ

Sektörel Tehlikeli Atık Yönetimi Kılavuzları 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 kılavuzlarla

- 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 ve Şehircilik Müdürlükleri'ne destek verilmesi

hedeflenmektedir.

Sektörel Tehlikeli Atık Yönetimi Kılavuzları dizisi Türkiye'de yüksek miktarda 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 biyosit üretimi

Otomotiv sektörünü ele alan bu kılavuz 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 otomotiv sektöründe 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 OTOMOTİV SEKTÖRÜ

Ülkemiz ekonomisinde üretim, istihdam ve ihracat açısından büyük önem taşıyan otomotiv sanayi, Gıda ve Tekstil'den sonra 3. büyük sektör olarak gelecek vaat eden dallar arasındaki yerini almıştır [1].

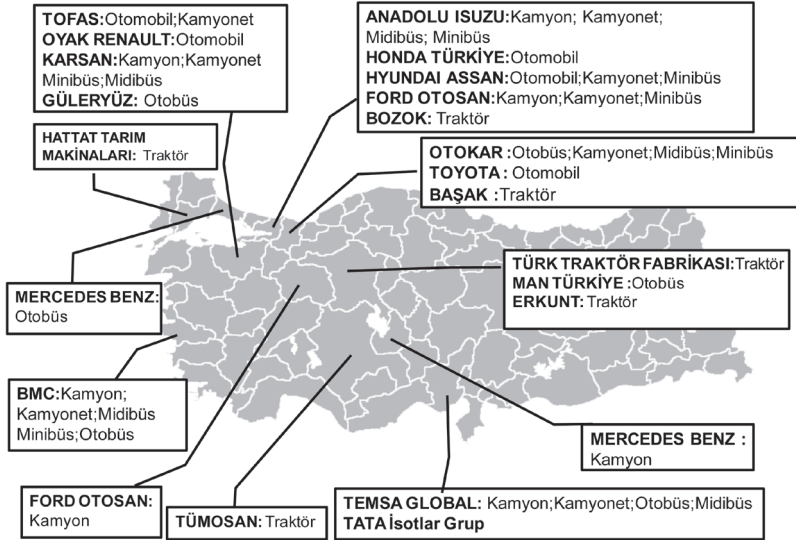
Türkiye'de otomotiv sanayi 1990'lı yıllarda ihracata yönelik rekabetçi bir sanayi niteliğini kazanmış ve 1990'lı yılların sonlarına doğru Türkiye'de dünyanın önde gelen otomotiv firmalarının Türk ortaklarla kurdukları tesislerle birlikte önemli bir konum elde ederek bunlardan bazıları ortak oldukları yabancı otomotiv firmalarının ihracat üssü haline gelmiştir. Bu nedenlerle otomotiv sanayinde uygulanan üretim yöntem ve teknolojileri, uluslararası düzeyde, ana firmaların kullandıkları yöntem ve teknolojilerle eşdeğerdedir. Ayrıca son yıllarda gelişen Ar-Ge olanak ve kapasitesi ile Türkiye'deki otomotiv sanayi de üretim yöntemleri ile ürün teknolojisini geliştirme çabalarını artırmaktadır [2].

Tablo 1 Türkiye'de 2007 - 2010 yılları arasında gerçekleşen araç üretimi sayısını vermektedir. 2007 yılında Dünya genelinde üretilen araç sayısı sıralamasında 16. sırada bulunan Türkiye, 2008 yılında bir üst sıraya çıkmayı başarmış ancak ekonomik krizin etkisiyle 2009 yılında 17. sıraya gerilemiştir[3].

Türkiye'de otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmalara ait fabrikalarının bulunduğu iller Şekil 1'de gösterilmektedir. Harita üzerindeki dağılıma bakıldığında, otomotiv sanayinin Marmara Bölgesi'nde yoğunlukta olduğu görülmektedir.

Tablo 1. 2007-2010 Yılları Arasında Otomotiv Sanayi Üretim Rakamları [4]

TİPLER	ÜRETİM RAKAMLARI			
	2007	2008	2009	2010
Otomobil	634.883	621.657	510.931	603.394
Ticari araçlar	464.530	525.543	358.674	491.193
Büyük kamyon	28.388	28.904	7.403	20.429
Küçük kamyon	6.156	7.796	843	3.422
Kamyonet	391.737	449.434	330.044	442.408
Otobüs	6.945	7.581	5.931	5.268
Minibüs	21.999	21.123	11.829	16.978
Midibüs	9.305	10.605	2.624	2.658
Taşıt araçları toplamı	1.099.413	1.147.110	869.605	1.094.557
Traktör	33.538	24.807	14.861	30.425
Genel toplam	1.132.951	1.171.917	884.466	1.124.982



Şekil 1. Otomotiv sanayinde faaliyet gösteren tesislerin dağılımı [7]

3.0 OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER

Otomotiv sektöründe üretim prosesleri temel olarak dört ana işlemden oluşmaktadır.

- Pres
- Kaynak
- Boya
- Montaj

Pres

Motorlu kara taşıtlarının üretiminde proses pres departmanı ile başlamaktadır. Araçların kaportasını oluşturan parçalar pres hatlarında şekillendirilir. Pres işlemi üç aşamada gerçekleşir. İlk preste yan sanayiden plaka olarak gelen düz levha saclar ilk formuna kavuşur. Bunu izleyen ikinci pres sayesinde bir önceki aşamada şekil verilmiş olan parçanın kenarlarında ve iç kısımlarındaki fazlalıklar kesilerek çıkarılır. Ayrıca bu adımda parçanın nihai şeklini alması için gereken kesme ve delme işlemleri gerçekleştirilir. Üçüncü ve son preste ise gerekli noktalarda delikler açılır ve parçanın kenarları kıvrılır Böylece pres bölümünde sac levhalar, kapı, tavan, ön ve arka kaput vs. olacak biçimde şekillendirilmiş olur [8].

Kaynak

Kaynak, iki malzemenin kaynak ısısına getirilmesi ile bütünleşmesini sağlayan birleştirme işlemidir. Bir başka deyişle kaynak sırasında yüzeylerin, malzemelerin yumuşadığı ya da eridiği sıcaklığa getirilmesiyle, birbirinden ayrı parçalardan bir bütün oluşturulur. Bu işlem basınç altında ya da bir dolgu maddesinin varlığında da gerçekleştirilebilir [9].

Pres kalıplarında basılıp şekillendirilmiş parçaların kaynak ile birleştirilmesine, yani otomobil şekline girmesine kaporta adı verilir. Kaportanın, aracın gövdesi olduğu söylenebilir. Pres fabrikasında kapı, ön ve arka kaput, tavan vs. şekline sokulmuş olan sac parçalar ya da tedarikçilerden temin edilmiş kısımlar, kaynak bölümünde hassas bir

biçimde tabandan başlayarak birleştirilir. Kaynak bölümünde punto ve mig kaynağı kullanılır ve böylece otomobilin kasası ortaya çıkar [8].

Punta kaynak, sac ile seri imalat yapılan işlerde özellikle otomotiv ve sac radyatör sanayinde en yaygın olarak kullanılan kaynak türüdür. Kaynak, ısı ve basınç uygulanması ile gerçekleştirilir. Dirençle punta kaynak işleminde, kaynak yapılan malzemelerin işlem sırasında uygulanan elektriğe karşı oluşturduğu direnç sayesinde ısı açığa çıkar [10]. İş verimi ve iş emniyetini arttırarak imalat maliyetini asgariye indiren bir sistemdir. MIG (Metal Inert Gas) kaynak yöntemi; ergitme esaslı, hızlı, dolgu oranı yüksek olan ve alüminyum ve alaşımlarının kaynağında çok tercih edilen bir gazaltı kaynak yöntemidir [11]. Gazaltı kaynak işleminde gerekli metallerin erime ısısına gelmesi için elektrik ark kullanılır. Ark sürekli elektrot kablosu ile kaynaklanan metal arasında oluşur [12].

Birleştirilmesi bitmiş araçlar, genel bir kontrolden sonra boyahaneye gönderilir [8].

Boya

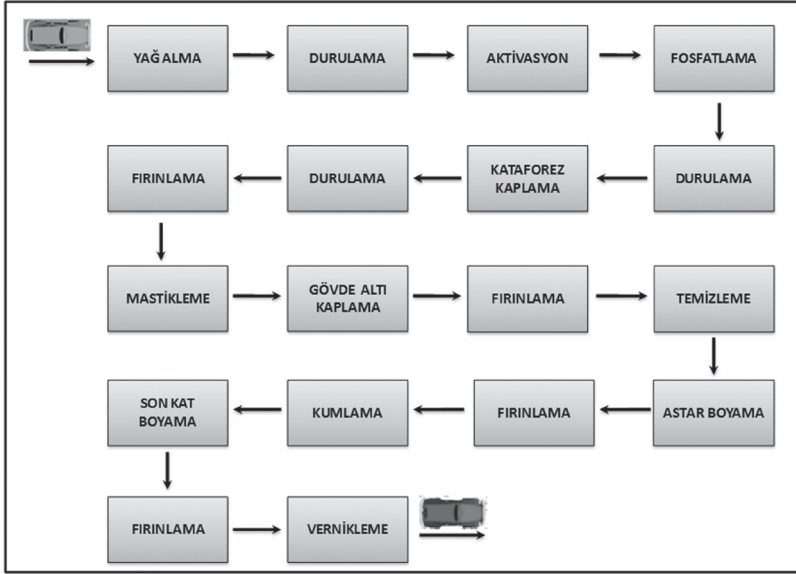
Boya departmanında uygulanan işlemlerin amacı,

- kasayı oluşturan sac parçaların paslanmasını önlemek,
- bu parçaların birleşim yerlerinde sızdırmazlığı sağlamak,
- titreşim ile oluşabilecek sesi engellemek ve
- kasaya rengini vermektir [8].

Bunların gerçekleşebilmesi için temel olarak uygulanan işlemler sırayla:

- yüzey işlem tüneli (yağ alma ve fosfat kaplama),
- kataforez banyosu,
- mastikleme,
- astar boya,
- son kat boya ve vernik,
- finisyondur [8].

Şekil 2’de yüzey hazırlama, kataforez kaplama ve boyama aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 2. Yüzey hazırlama, kataforez kaplama ve boyama aşamaları

İlk aşamada kasa yüzey işlem tüneli ve kataforez tesisinde ardışık olarak banyolara girer. Bu sırada kasanın iç ve dış yüzeylerine ayrıntıları aşağıda verilen fosfat ve kataforez kaplama işlemleri uygulanır. Fosfat ve kataforez işlemlerini dış yüzeye astar, son kat ve vernik uygulanması takip eder. Her uygulamanın ardından kasa 140 - 180 °C’lık fırınlarda 35 - 45 dakika tutularak boya ve mastiğin pişmesi sağlanır. Son olarak finisyon bandında kasa montaj departmanına gönderilmek üzere hazırlanır [8]. Yüzey hazırlama işlemlerinin ayrıntıları aşağıdaki gibidir:

Ön temizleme

Bu bölümde, araç gövdesinin ön hazırlama sistemine girmek üzere kontrolleri ve düzeltmeleri yapılır. Yüzey üzerindeki gözle görülür metal çapakları, toz ve diğer mekanik kirletici etkenler bu aşamada temizlenir.

Yağ ayırma

Bu işlem, araç gövdesindeki yağın, gresin, kumlama kalıntılarının, kir parçacıklarının ve diğer kirleticilerin temizlenmesi esasına dayanmaktadır. Sulu çözeltiler veya organik çözücüler ile yağ alma işlemi fosfatlama için son derece önemli bir önkoşullama adımdır. Klorlu hidrokarbonların, alkali çözümlere göre yağ ve gres giderilmesinde daha etkili olmalarına karşın, solvent kullanımı ile ilgili sınırlamalar nedeniyle alkali çözeltiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Alkali çözeltiler de metal yüzey ıslanabilirlik geliştirmek ve oksit tabakaları kaldırmak için hizmet vermektedir [13].

Durulama

Bu işlem, gövde yüzeyindeki yağ ayırma işleminden arta kalan yağ alma kimyasallarının yüzeyden uzaklaştırılması amacı ile daldırma şeklinde uygulanmaktadır. Aynı zamanda işlem sonunda kasanın taze su ile spreyleme şeklinde yıkanmasıyla hem tank içerisine taşınan kimyasalın konsantrasyonu düşürülmekte, hem de tankın taşması sıcak su durulama tankını geri beslemektedir.

Aktivasyon

Bu işlem, bir sonraki adım olan fosfatlama işleminde fosfat kristallerine tutunma yüzeyi oluşturmak için ile daldırma usulü ile yüzey hazırlığı yapılmasıdır.

Fosfatlama

Bu yöntem temelde fosforik asit asıllı kimyasal maddenin kaplanacak yüzeyle temas etmesi sonucunda çözülemez kristaller halinde koruyucu bir yüzey tabakası oluşturma şeklinde bir kimyasal reaksiyondur. Fosfatlama işlemi temel olarak çözünmeyen metal fosfat bileşiklerinin metal yüzeye kimyasal bağlarla bağlanarak bir tabaka oluşturmasıdır ve böylelikle daha iyi bir boya tutuşuna sahip olması amacını taşımaktadır [14].

Yüzeyin fosfat kaplanması esnasında oluşan reaksiyon sonucunda fosfat çamuru oluşmaktadır. Bu çamurun fosfat sirkülasyon sıvısından ayrılması amacı ile sistem, fosfat çamur filtresi ile donatılmıştır. Ayrıca fosfat sıvısının ısıtılması amacı ile eşanjörler kullanılmaktadır.

Durulama

Bu işlem, gövde yüzeyindeki fosfatlama işleminden arta kalan fosfat kimyasalının yüzeyden uzaklaştırılması amacı ile daldırma şeklinde uygulanmaktadır. Aynı zamanda işlem sonunda taze su ile spreyleme şeklinde gerçekleşen yıkama ile tank içerisindeki taşınan kimyasalın konsantrasyonu düşürülmektedir.

Deiyonize su durulama

Bu işlem, gövde yüzeyinde taşınma ile arta kalan iyonik karakterli kimyasalların deiyonize su kullanarak yüzeyden uzaklaştırılması amacı ile daldırma şeklinde uygulanmaktadır. Aynı zamanda işlem sonunda taze deiyonize su ile spreyleme şeklinde gerçekleşen yıkama ile tank içerisindeki taşınan kimyasalların konsantrasyonu düşürülerek yüzeyin kataforez boya ile kaplanmasına hazır hale getirilmesi esasına dayanmaktadır.

Kataforez

Kataforez boya birinci kat kaplama olarak uygulanan ve elektrokimya prensiplerine dayanan bir elektro kaplama işlemidir. Karmaşık geometriye sahip metal parçaların boyanarak korozyondan korunması için çok etkili bir yöntemdir [15]. Bu işlemde araç gövdesi kataforez kaplama tankına daldırılır ve kaplanacak yüzey katodu teşkil edecek şekilde yüzeye doğru gerilim uygulanır ve böylece yüzeyde homojen bir tabaka oluşması sağlanır.

Kataforez boya, karakteristik olarak çökmeye son derece müsaittir. Bu nedenle devamlı karıştırılması gereklidir. Bundan dolayı sirkülasyon pompaları daimi surette çalıştırılmaktadır.

Kataforez kaplama doğru akımlı elektrik enerjisi ile yapıldığından, bu işlem sırasında ısı açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan ısı, boyanın bozulmasına neden olabilecek kadar yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Bu durumun önüne geçilebilmesi için kataforez boyanın sabit sıcaklıkta (30 °C) tutulması amacı ile boya sirkülasyonu, bir soğutma ünitesi kullanılarak sağlanmaktadır.

Durulama

Bu işlem, kataforez kaplama sonrasında yüzeyde kalan kaplanmamış boyanın geri kazanımı amacı ile daldırma şeklinde uygulanmaktadır. Boya geri kazanımının amacı, öncelikle boya kalitesinin stabilitesi için gerekli olan parametrelerin sağlanması ve yüksek olan boya maliyetinin, geri kazanımı ile düşürülmesidir.

Deiyonize su durulama

Bu işlem, gövde yüzeyinde taşınma ile arta kalan iyonik karakterli kimyasalların deiyonize su kullanarak yüzeyden uzaklaştırılması amacı ile daldırma şeklinde uygulanmaktadır. Aynı zamanda işlem sonunda taze deiyonize su ile spreyleme şeklinde gerçekleşen yıkama ile tank içerisindeki taşınan kimyasalların konsantrasyonu düşürülerek yüzeyin kataforez boya ile kaplanmasına hazır hale getirilmesi esasına dayanmaktadır.

Montaj

Montaj departmanı, üretim prosesindeki son etaptır. Burada, boyanmış otomobil kasasının üzerine koltuk, direksiyon, lastikler, farlar, aynalar, iç giydirmeler, gösterge tablosu, elektrik tesisatı, kapılar ve mekanik fabrikasında üretilen motor, vites kutusu gibi parçalar takılır [8]. Montaj departmanının son evresi olarak da kontrol departmanında; araç üzerindeki tüm işlemleri tamamlandıktan sonra (örneğin motor ve far ayarları vs.) otomobiller araç depo sahasına gönderilir.

Boyama

Kasa, yüzey hazırlama işlemlerinden ve kataforezden tesisinden çıktıktan sonra boyama bölümüne geçer. Dış yüzeye astar, sonkat ve vernik uygulamaları yapılır. Bu uygulamaların her birinden sonra 140-180 °C sıcaklıklardaki fırınlardan 35-45 dakika arasındaki sürelerde geçerek üzerindeki boya ve mastik pişirilir. Son olarak finisyon bandında kasa montaj departmanına gönderilmek üzere hazırlanır [8].

4.0 OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR

4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI

Sektörden kaynaklanan tehlikeli atıklar üç ana sınıf altında incelenebilir.

- Prosesle özel atıklar
- Yan proseslerden kaynaklanan atıklar
- Proses dışı atıklar

Bu atıklar Tablo 2 - 4'te sıralanmıştır. Bu tablolarda en sağ kolonda atıkların türleriyle ilgili bilgi verilmiştir. *Bu kolonda "A" işareti ile gösterilen atıklar içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarından bağımsız olarak tehlikeli kabul edilmektedir. "M" işaretli atıklar ise içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarına bağlı olarak tehlikeli ya da tehlikesiz olarak sınıflandırılabilir.* Listede "M" işareti ile gösterilmiş atıklar üzerinde analiz yapılmalı ve analiz sonuçlarına göre atık koduna karar verilmelidir. Eğer yapılan analiz sonucunda atık içerisindeki tehlikeli bileşenler Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen konsantrasyonları aşıyorsa atıklar tehlikeli olarak sınıflandırılır ve "M" işareti ile gösterilen yanında yıldız (*) işareti bulunan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Eğer tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonları, Ek 3-B'de verilen eşik değerlerin altında kalıyorsa, bu atıklar tehlikesiz olarak sınıflandırılmalı ve "M" işaretli atıkların tehlikesiz karşılıkları olan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Aşağıdaki tablolarda tüm "M" işaretli 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.*

Prosesle özel atıklar

Otomotiv üretim prosesinin doğası gereği, sektörden çıkan atıklar, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 4'de verilen atık listesinde çeşitli başlıklar altında toplanmıştır. Bu listede tehlikeli atıklar "*" ile işaretlenmiştir. Prosesle özel atıkların listesi **Tablo 2'**de verilmiştir.

Tablo 2. Otomotiv sektöründen kaynaklanan prosese özel atıklar [16]

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
07	Organik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
<i>07 03</i>	<i>Organik Boyaların ve Pigmentlerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar (06 11 dışındaki)</i>	
07 03 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
07 03 08*	Diğer dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları	A
08	Astarlar (Boyalar, Vernikler ve Vitrikiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar ve Baskı Mürekkeplerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
<i>08 01</i>	<i>Boya ve Verniğin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Sökülmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	
08 01 11*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	M
08 01 12	08 01 11 dışındaki atık boya ve vernikler ¹	
08 01 13*	İçinde organik çözücüler ya da tehlikeli maddeler bulunan boya ve vernik çamurları	M
08 01 14	08 01 13 dışındaki boya ve vernik çamurları ¹	
08 01 15*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernikli sulu çamurlar	M
08 01 16	08 01 15 dışındaki boya ve vernik içeren sulu çamurlar ¹	
08 01 17*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar	M
08 01 18	08 01 17 dışındaki boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan atıklar	
08 01 19*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan sulu süspansiyonlar	M
08 01 20	08 01 19 dışındaki sulu boya ya da vernik içeren sulu süspansiyonlar	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
08 01 21*	Boya ya da vernik sökücü atıkları	A
08 04	<i>Yapışkanlar ve Yahtıcıların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar (Su Geçirmeyen Ürünler Dahil)</i>	
08 04 09*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları	M
08 04 10	08 04 09 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları ¹	
08 04 13*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren sulu yapışkan veya dolgu macunu çamurları	M
08 04 14	08 04 13 dışındaki sulu organik yapışkan veya dolgu macunu çamurları ¹	
08 04 15*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren sulu yapışkan veya dolgu macunlarının sıvı atıkları	M
08 04 16	08 04 15 dışındaki yapışkan veya dolgu macunlarının sulu atıkları ¹	
11	Metal ve Diğer Malzemelerin Kimyasal Yüzey İşlemi ve Kaplanması İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar; Demir Dışı Hidrometalurji	
11 01	<i>Metal ve Diğer Malzemelerin Kimyasal Yüzey İşlemi ve Kaplanmasından Kaynaklanan Atıklar (Örn: Galvanizleme, Çinko Kaplama, Dekapaj, Asitle Sıyırma, Fosfatlama, Alkalin Degradasyonu, Anotlama)</i>	
11 01 08*	Fosfatlama çamurları	A
11 01 09*	Tehlikeli maddeler içeren çamur ve filtre kekleri	M
11 01 10	11 01 09 dışındaki çamur ve filtre kekleri ¹	
11 01 11*	Tehlikeli maddeler içeren sulu durulama sıvıları	M
11 01 12	11 01 11 dışındaki sulu durulama sıvıları ¹	
11 01 13*	Tehlikeli maddeler içeren yağ alma atıkları	M
11 01 14	11 01 13 dışındaki yağ alma atıkları	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
12	Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Şekillendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar	
12 01	<i>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	
12 01 06*	Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 07*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 08*	Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 09*	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 10*	Sentetik işleme yağları	A
12 01 12*	Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar	A
13	Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları (Yenilebilir Yağlar, 05 Ve 12 Hariç)	
13 01	<i>Atık Hidrolik Yağlar</i>	
13 01 04*	Klor içeren emülsiyonlar	A
13 01 13*	Diğer hidrolik yağlar	A
13 02	<i>Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları</i>	
13 02 05*	Mineral esaslı klor içermeyen motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 08*	Diğer makine, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 03	<i>Atık Yalıtım ve Isı İletim Yağları</i>	
13 03 10*	Diğer yalıtım ve ısı iletme yağları	A

¹ Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

Boyama bölümünde özellikle binek araç üretiminde geniş bir renk skalasında uygulama yapılmaktadır. Yıllara bağlı olarak bu renk skalasında değişiklikler olabilmektedir. Boyanın, kullanılacağı planlanarak satın alınmasının ardından, uygulanmasından vaz geçilmesi ya da üretimin az olması nedeniyle tamamının tüketilemeyerek kuruması sonucu “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler”i kapsayan 08 01 11* kodlu atık oluşmaktadır.

Motorlu kara taşıtlarının boyanması aşamasında sıkılan boyanın bir kısmı boyanacak yüzeye tutunamamaktadır. Boyama kabinlerinin içine verilen aşağı yönlü hava ile yüzeye tutunamayan boya, boyama kabini altındaki su şelalesinde toplanmaktadır. Buradan sıyrıcı ile toplanan atık, bertaraf işlemine tabii tutulmaktadır. Atığa eklenen koagulant maddenin tipi ve konsantrasyonu ile atığa uygulanan susuzlaştırma işlemi hem atığın fiziksel durumunu hem de atık kodunu etkileyeceğinden önemlidir. Uygulanan işleme göre 08 01 13* kodlu “İçinde organik çözücüler ya da tehlikeli maddeler bulunan boya ve vernik çamurları” veya 08 01 15* kodlu “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernikli sulu çamurlar” atıklarından biri oluşmaktadır.

Her hangi bir nedenle üretim sırasında boyanın yüzeylerden uzaklaştırılması gerekirse, 08 01 17* “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve verniğin sökülmesinden kaynaklanan atıklar”, 08 01 19* “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik sökülmesinden kaynaklanan sulu süspansiyonlar” ya da 08 01 21* “Boya ya da vernik sökücü atıkları” kodlu atıkların ortaya çıkması olasıdır.

Üretimin pek çok aşamasında mastik kullanılmasının ana nedenleri; ses yalıtımı sağlamak, korozyona karşı dayanıklılığı artırmak ve kaynak yerlerindeki boşlukları doldurmaktır. Kullanım amacına bağlı olarak, tüketilen mastiğin tipi ve dolayısıyla da atığın kodu değişiklik göstermektedir. Bazı mastikler yoğun bir kıvama sahipken bazı mastikler akışkandır. Buna göre, atığın beyanı sırasında 08 04 09* “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları”, 08 04 13* “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler

içeren sulu yapışkan veya dolgu macunu çamurları” ve 08 04 15* “Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren sulu yapışkan veya dolgu macunlarının sıvı atıkları” atık kodlarından biri seçilmelidir.

Yüzey hazırlama işlemleri arasında en önemli aşama fosfatlamadır. Yüzeyin korozyona karşı dayanıklılığını artıran bu işlem sırasında kullanılan ağır metaller nedeniyle oluşan atık 11 01 08* kodlu “Fosfatlama çamurları” olarak beyan edilmelidir.

Araç üretiminin ilk aşaması olan pres makinelerinde kullanılan yağ için seçilecek atık kodu da yine yağın özelliklerine bağlı olarak 13 01 04* kodlu “Klor içeren emülsiyonlar” veya 13 01 13* kodlu “Diğer hidrolik yağlar” olmalıdır. Bu tip atık yağlar yalnızca makine bakımları sırasında ortaya çıkacağından, tesisin atık beyanında bir yıl yer alırken diğer yer almayabilir.

Araç üretiminde oluşan diğer bir atık yağ türü de 13 02 kodu altında yer alan “Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları”dır. Yine kullanılan yağın içeriğine göre 13 02 05* kodlu “Mineral esaslı klor içermeyen motor, şanzıman ve yağlama yağları ” veya 13 02 08* kodlu “Diğer makine, şanzıman ve yağlama yağları” olarak oluşmaktadır. Otomotiv sektöründe, üretime bağlı atık motor yağlarının oluşma nedenlerinden biri, araçlara takılacak olan motorların fabrikada test edilmesidir. Test sırasında motorda gözlemlenen herhangi bir arıza, motor içindeki yağın boşaltılmasını gerektirir. Üretime bağlı atık motor yağlarının oluştuğu diğer bir nokta da fren balatalarının ve şanzımanın yağlanması aşamasıdır.

Yan proseslerden kaynaklanan atıklar

Motorlu kara taşıtı üretiminde boyama, yüzey hazırlama işlemlerinin yanı sıra motor üretimi de gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu yan proseslerden çıkabilecek atıkların da otomotiv sanayinden çıkan atıklar altında ele alınması gerekmektedir. Bu atıkların bir listesi Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3 Otomotiv sektörü yan proseslerinden kaynaklanan atıklar [16]

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
12	Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Şekillendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar	
12 01	<i>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	
12 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları	M
12 01 15	12 01 14 dışındaki işleme çamurları ¹	
12 01 16*	Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları	M
12 01 17	12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları ¹	
12 01 18*	Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve bindirme tortuları)	M
12 01 20*	Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	M
12 01 21	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 Yönetmeliği Ek 3-B’de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

Motor üretimi sırasında biçimlendirme, öğütme, bileme, kumlama, vb. işlemler uygulandığından 12 01 kodlu atıklar oluşmaktadır. 12 01 14* kodlu “Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları” ve 12 01 15 kodlu “12 01 14 dışındaki işleme çamurları” metalin kesilmesi sırasında kullanılan elektrokimyasal kesme ürünlerinin çamurlarıdır.

12 01 18* kodlu “Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve bindirme tortuları)”, 12 01 20* kodlu “Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri” ve 12 01 21 kodlu “12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri” benzer şekilde metallere şekil verirken kullanılan kesme yağlarının ve kimyasallarının çamurları ve öğütmede kullanılan makinaların parçalarıdır.

12 01 16* kodlu “Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları” ve 12 01 17 kodlu “12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları” metallerin zımparalanarak pürüzünün giderilmesi sırasında oluşam metal kumlarıdır.

Tablo 3’te verilen liste yine Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 4’ten alınmış olup motor üretimi için 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 işlemi yapan kuruluşlardan 11 kodlu atıklar ve yalnızca fiziksel işlem ve şekillendirme yapan tesislerden 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 incelendiğinde, proses dışı atıkların farklı sektörler arasında benzerlik gösterdiği görülecektir. Proses dışı atıklar ile ilgili listenin hazırlanması aşamasında, endüstriyel sektörler yerine genel atık türlerini içeren 14 “Atık Organik Çözücüler, Soğutucular ve İtici Gazlar (07 ve 08 Hariç)”, 15 “Atık ambalajlar; başka bir şekilde belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysiler”, 16 “Listede başka şekilde sınıflandırılmamış atıklar” gibi sınıflar incelenmiştir. Ayrıca geçmiş yıllarda Çevre ve Orman Bakanlığı’na yapılan tehlikeli atık beyanları da (TABS verileri) göz önünde bulundurulmuştur. Atık beyanı veren tehlikeli atık üreticilerinin aşağıdaki genel listeyi inceleyerek kendi tesislerinden kaynaklanan proses dışı atıkları tanımlayarak beyanlarında bu atıkları göstermeleri gerekmektedir.

Tablo 4. Otomotiv sektöründen kaynaklanabilecek proses dışı atıklar [16]

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
13	Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları (Yenilebilir Yağlar, 05 Ve 12 Hariç)	
<i>13 05</i>	<i>Yağ/Su Ayırıcısı İçerikleri</i>	
13 05 01*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcısından çıkan katılar	A
13 05 02*	Yağ/su ayırıcısından çıkan çamurlar	A
13 05 06*	Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağ	A
13 05 07*	Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağlı su	A
<i>13 07</i>	<i>Sıvı Yakıtların Atıkları</i>	
13 07 01*	Fuel-oil ve mazot	A
13 07 02*	Sıvı Yakıtların Atıkları – Benzin	A
13 07 03*	Sıvı Yakıtların Atıkları - Diğer yakıtlar (karışımlar dahil)	A
<i>13 08</i>	<i>Başka bir şekilde tanımlanmamış yağ atıkları</i>	
13 08 02	Diğer emülsiyonlar	A
14	Atık Organik Çözücüler, Soğutucular ve İtici Gazlar (07 ve 08 Hariç)	
<i>14 06</i>	<i>Atık Organik Çözücüler, Soğutucular ve Köpük/Aerosol İtici Gazlar</i>	
14 06 01*	Kloroflorokarbonlar, HCFC, HFC	A
15	Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler	
<i>15 01</i>	<i>Ambalaj (Belediyenin Ayrı Toplanmış Ambalaj Atıkları Dahil)</i>	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
15 01 10*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle pislenmiş ambalaj	M
15 02	<i>Emiciler, Filtre Malzemeleri, Temizleme Bezleri ve Koruyucu Giysiler</i>	
15 02 02*	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanlar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	M
16	Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar	
16 01	<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>	
16 01 07*	Yağ filtreleri	A
16 01 10*	Patlayıcı parçalar (örneğin hava yastıkları)	
16 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren antifriz sıvıları	M
16 01 21*	16 01 07'den 16 01 11'e ve 16 01 13 ile 16 01 14 dışındaki tehlikeli parçalar	M
16 02	<i>Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları</i>	
16 02 09*	PCB'ler içeren transformatörler ve kapasitörler	M
16 02 13*	16 02 09'dan 16 02 12'ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar içeren iskarta ekipmanlar	M
16 02 14	16 02 09'dan 16 02 13'e kadar olanların dışındaki iskarta ekipmanlar ¹	
16 02 15*	Iskarta ekipmanlardan çıkartılmış tehlikeli parçalar	A
16 03	<i>Standart Dışı Gruplar ve Kullanılmış Ürünler</i>	
16 03 03*	Tehlikeli maddeler içeren anorganik atıklar	M
16 03 04	16 03 03 dışındaki anorganik atıklar ¹	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
16 03 05*	Tehlikeli maddeler içeren organik atıklar	M
16 03 06	16 03 05 dışındaki organik atıklar ²	
16 05	<i>Basınçlı Tank İçindeki Gazlar ve Iskartaya Çıkmış Kimyasallar</i>	
16 05 06*	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları	M
16 06	<i>Piller ve Aküler</i>	
16 06 01*	Kurşun piller	A
16 06 02*	Nikel kadmiyum piller	A
16 07	<i>Nakliye Tankı, Depolama Tankı ve Varil Temizleme İşlemlerinden Kaynaklanan Atıklar (05 ve 13 hariç)</i>	
16 07 08*	Yağ içeren atıklar	M
16 07 09*	Diğer tehlikeli maddeler içeren atıklar	M
16 07 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar ¹	
16 08	<i>Bitik Katalizörler</i>	
16 08 07*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler	M
17	İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkartılan Hafriyat Dahil)	
17 02	<i>Ahşap, Cam ve Plastik</i>	
17 02 04*	Tehlikeli maddeler içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ahşap, cam ve plastik	M
17 04	<i>Metaller (Alaşımaları Dahil)</i>	
17 04 09*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları	M

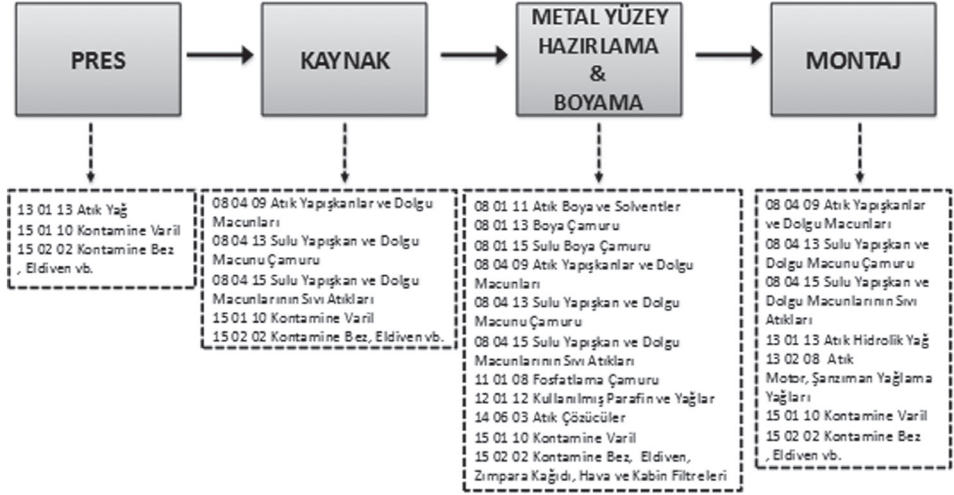
Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
17 04 10*	Yağ, katran ve diğer tehlikeli maddeler içeren kablolar	M
17 04 11	17 04 10 dışındaki kablolar ¹	
17 05	<i>Toprak (Kirlenmiş Yerlerde Yapılan Hafriyat Dahil), Kayalar ve Dip Tarama Çamurları</i>	
17 05 03*	Tehlikeli maddeler içeren toprak ve kayalar	M
17 05 04	17 05 03 dışındaki toprak ve kayalar 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>	
18 01 03*	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 İçin Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar	
19 08	<i>Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Atık Su Arıtma Tesisi Atıkları</i>	
19 08 06*	Doymuş ya da kullanılmış iyon değiştirici reçineler	A
19 08 08*	Ağır metaller içeren membran sistemi atıkları	M
20	Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)	
20 01	<i>Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)</i>	
20 01 21*	Flüoresan tüpler(lambalar) ve diğer cıva içeren atıklar	A
20 01 26*	20 01 25 dışındaki sıvı ve katı yağlar	A
20 01 27*	Tehlikeli maddeler içeren boya, mürekkepler, yapıştırıcılar, reçineler	M

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
20 01 28	20 01 27 dışındaki boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler ¹	
20 01 33*	16 06 01, 16 06 02 ya da 16 06 03 de bahsedilen pil ve akümülatörler ve bu pilleri içeren karışık akümülatörler	A
20 01 35*	20 01 21 ve 20 01 23 'de bahsedilenlerin dışındaki tehlikeli maddeler içeren ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar	M
20 01 36	20 01 21, 20 01 23 ve 20 01 35 dışındaki ıskarta elektrikli ve elektronik ekipmanlar ¹	

¹ Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

4.2 ATIK OLUŞUM KAYNAKLARI

Şekil 3’te proses atıklarının oluşabileceği üretim noktaları gösterilmiştir.



Şekil 3. Otomotiv tesislerinde tehlikeli atık üretim noktaları

Yukarıda da belirtildiği üzere yan proseslerden kaynaklanan atıklar otomotiv tesisinde motor üretimi gerçekleşmesi halinde meydana gelecektir. Proses dışı atıklar için ise tüm yan işletmeler, yemekhane, ofisler ve revir gibi üniteler de göz önünde bulundurulularak 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 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

- 13 07 “Sıvı Yakıtların Atıkları” için üretilen araçlara yakıt dolumu yapılan alanlar, depolama alanları ve sıvı yakıt döküntüleri
- 14 “Atık Organik Çözücüler, Soğutucular ve İtici Gazlar” için metal kaplama ve boyama yapılan atölyeler ile fabrika bünyesinde kullanılan klimalardan kaynaklanan soğutma gazları
- 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 tesiste üretilen araçlarda kullanılmayan hava yastıkları ya da antifriz sızmaları başta olmak üzere tüm tehlikeli parçalar ayrıca tesiste kullanımda olan tüm araçlar (özellikle araç bakım noktaları)
 - 16 02 “Elektrikli ve elektronik ekipman atıkları” için tesisin muhtelif yerlerinde kullanım süresinin sonuna gelmiş transformatörler ve kapasitörler ve üretim prosesinin çeşitli noktalarından kaynaklanabilecek ıskarta ekipmanlar
 - 16 03 “Standart dışı gruplar ve kullanılmış ürünler” için tesisin muhtelif noktaları
 - 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 prosesinde kullanımı uygun bulunmayan akümülatörler ve ofis, yemekhane, revir gibi alanlar ayrıca tesise ait araçlar

- 16 07 “Nakliye tankı, depolama tankı ve varil temizleme işlemlerinden kaynaklanan atıklar” için yakıt depolama alanları ve varil temizliği yapıyorsa temizleme alanları
- 16 08 “Bitik katalizörler” üretim alanları
- 17 “İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil)” fabrika içinde yapılan inşaat çalışmaları sonucunda oluşan atıklar
- 18 “İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar” için revirler ve acil yardım üniteleri
- 19 “Atık Yönetimi Tesislerinden, Tesis Dışı Atık Su Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım için Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar” için su ve atıksu arıtma tesisleri
- 20 “Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel ve Kurumsal Atıklar)” için üretim alanları ofisler, yemekhaneler.

5.0 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ

Atık Yönetimi Yönetmeliği incelendiğinde *atık hiyerarşisinin* altının çizildiği görülmektedir. **Şekil 4'**de şematik olarak gösterilen bu anlayışa göre öncelikle atıkların oluşumunun önlenmesi gerekmektedir. Eğer atık oluşumu önlenemiyorsa, üretilen miktarların mümkün olduğu kadar aza indirgenmesi 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 4. 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 otomotiv sanayi proses atıklarını kapsamaktadır. İncelenecek tedbirlerin bir özeti **Tablo 5'**de verilmiştir. Bu tabloda tehlikeli proses atıkları bazında MET hakkında kısa bir açıklama verilmiştir. Son olarak bu uygulamalar ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye ulaşılabilecek kaynaklar verilmiştir. **Tablo 5'**de sıralanmış uygulamaların bir kısmı az önce bahsedilen işletmelerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirdiği ve saha çalışmaları sonucu bu kılavuza eklenen METlerdir. Bununla birlikte, atık önleme ve azaltma uygulamaları ya da bir diğer adıyla mevcut en iyi teknikler (MET) yürürlükte olan ulusal mevzuata uygun olması halinde mümkündür.

Tablo 5 Metal kaplama sektöründen kaynaklanan proses atıkları için kullanılabilir mevcut en iyi tekniklerin listesi

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
07 03 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama suları ve ana çözeltiler	A	Boyama sistemlerinde değişikliklere gidilmesi	Atık miktarını azaltır	[17][18]
08 01 11*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	M	Boyama sistemlerinde değişikliklere gidilmesi	Atık miktarını azaltır	[17][18]
			Toz boya kullanımı	Atık miktarını azaltır	[17][18]
08 01 13*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları	M	Boyama sistemlerinde değişikliklere gidilmesi	Atık miktarını azaltır	[17][18]
			Sulu emülsiyon teknikleri	Atık miktarını azaltır	[17]
			Toz boya kullanımı	Atık miktarını azaltır	[17][18]
11 01 08*	Fosfatlama çamurları	A	Alternatif yüzey hazırlama işlemleri	Atık miktarını azaltır	[19][20]
11 kodlu atıklarla ilgili METler için bakınız [58]					

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
12 01 06*	Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A	Etkin metal işleme sıvısı yönetimi	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][24] [25]
			Metal işleme sıvısının ömrünün uzatılması	Atık miktarını azaltır	[22][24] [25][26] [27][28]
			Metal işleme sıvısının geri kazanımı	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][25] [28][29] [30][31] [32]
			Kuru talaşlı imalat (dry machining) ve minimum sıvı kullanımı	Atık miktarını azaltır	[21][33] [34][35]
12 01 07*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A	Etkin metal işleme sıvısı yönetimi	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][24] [25]
			Metal işleme sıvısının ömrünün uzatılması	Atık miktarını azaltır	[22][24] [25][26] [27][28]
12 01 07*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A	Metal işleme sıvısının geri kazanımı	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][25] [28][29] [30][31] [32]
			Kuru talaşlı imalat (dry machining) ve minimum sıvı kullanımı	Atık miktarını azaltır	[21][33] [34][35]

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
12 01 08*	Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları	A	Etkin metal işleme sıvısı yönetimi	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][24] [25]
			Metal işleme sıvısının ömrünün uzatılması	Atık miktarını azaltır	[22][24] [25][26] [27][28]
			Metal işleme sıvısının geri kazanımı	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][25] [28][29] [30][31] [32]
			Kuru talaşlı imalat (dry machining) ve minimum sıvı kullanımı	Atık miktarını azaltır	[21][33] [34][35]
12 01 09*	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları	A	Etkin metal işleme sıvısı yönetimi	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][24] [25]
			Metal işleme sıvısının ömrünün uzatılması	Atık miktarını azaltır	[22][24] [25][26] [27][28]
			Metal işleme sıvısının geri kazanımı	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][25] [28][29] [30][31] [32]
			Kuru talaşlı imalat (dry machining) ve minimum sıvı kullanımı	Atık miktarını azaltır	[21][33] [34][35]

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
12 01 10*	Sentetik işleme yağları	A	Etkin metal işleme sıvısı yönetimi	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][24] [25]
			Metal işleme sıvısının ömrünün uzatılması	Atık miktarını azaltır	[22][24] [25][26] [27][28]
			Metal işleme sıvısının geri kazanımı	Atık miktarını azaltır	[21][22] [23][25] [28][29] [30][31] [32]
			Kuru talaşlı imalat (dry machining) ve minimum sıvı kullanımı	Atık miktarını azaltır	[21][33] [34][35]

MET	<i>Boyama sistemlerinde değişikliklere gidilmesi</i>
Kaynaklar	[17][18]
Hedef Atıklar	07 03 04* Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler 08 01 11* Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler 08 01 13* Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları
Uygun olduğu proses:	Boyama
Açıklama	<p>Boyama sistemlerinde çeşitli değişikliklere gidilerek çözücü içeren atık boya ve vernik oluşumun azaltılması mümkündür.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Block-by-Block boyama:</i> Boyanan araçların renklerine göre gruplandırıldığı bu teknikte aynı renklerde boyanacak araçlar ard arda işleme tutulmakta ve böylece renk değişimi daha az sıklıkla gerçekleşmektedir. Bu sayede renk değişimi sırasında hattın temizlenmesi sırasında kullanılan çözücü miktarı azaltılabilmektedir [17]. ○ <i>Elektrostatik boya kullanımı:</i> Elektrostatik tekniklerde boyanan parça ile boya arasında bir elektrik alanı oluşturularak boyanın parçaya daha iyi tutunması sağlanır. Bu sayede daha az malzeme tüketimi ve daha düşük çamur oluşumu gerçekleşir. Ayrıca sistemin otomasyonu daha kolay gerçekleştirilebilir. Son olarak hava kullanan sistemlerde daha düşük hava ihtiyacı dolayısıyla daha düşük enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Elektrostatik yöntemler aşağıdaki gibidir [17][18]. ○ <u>Boyanın elektrostatik olarak atomize edildiği sistemler:</u> Bu sistemlerde hem boyama hem de boyanın atomizasyonu elektrostatik olarak gerçekleşir. Spreyleme boşluk, çan ya da disk kullanılarak gerçekleştirilebilir. Boşluk ve çan kullanımında parçaların girintisiz olması gerekirken, diskler girintili parçalar için kullanılabilir. Boyama verimleri % 95 – 99 arasında gerçekleşmektedir. Boya değişimi özellikle boşluk kullanılan sistemde yarım saati bulabilmektedir. ○ <u>Boyanın yüksek devir ile mekanik olarak atomize edildiği sistemler:</u> Atomizasyon mekanik olarak gerçekleştiği için boyama malzemesinin özellikleri önemini yitirmektedir. Bu sayede boya kullanımında bu sistemler daha büyük bir esneklik yaratmaktadır. Döner çan ve disk kullanımı mümkündür. Suyla incelen boyalar için kullanılabilir. Renk değişimi çok kısa süre içinde gerçekleştirilebilir.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Boyanın hava ya da hidrostatik basınç kullanılarak atomize edildiği sistemler</u>: Suyla incelen boyalar için kullanılabilir. Verim diğer sistemlere göre daha düşüktür ancak elde edilen debiler yüksektir. Renk değişimi süresi değişkendir. ○ ‘Pig Clearing’: Boyama sistemi üzerinde yapılabilecek bu modifikasyon sisteme sadece kullanılacak kadar boyanın alınmasını içermektedir. Kullanılan elastik ayırma modülü (pig clearing) sayesinde boya esnek tüp yardımıyla boya haznesine geri döndürülmekte ve ileride yeniden kullanılabilir. Bu sayede daha az temizlik malzemesi kullanıldığı bildirilmektedir. Buna bağlı olarak atık miktarı da azalmaktadır [17]. ○ <i>Otomasyon sistemleri</i>: Otomotiv sanayinde kullanılabilir otomasyon sistemleri robot spreyleme cihazları, otomatik karıştırma sistemleri, silindiri ve perdeli kaplama sistemleri ve boyaların borular yoluyla taşınmasıdır. Yukarıda verilen Pig Clearing sistemi ancak boya taşınımının borular kullanılarak yapıldığı durumda uygulanabilir olmaktadır [17].
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Sulu emülsiyon teknikleri</i>
Kaynaklar	[17]
Hedef Atıklar	08 01 13* Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları
Uygun olduğu proses:	Boyama
Açıklama	Su çadırı kullanımı ve atık boya çamuru oluşumunun ortadan kaldırılması için emülsiyon tekniklerinden yararlanılabilir. Son kat boyama için kullanılan boya bir emülsiyon içinde konsantre hale getirilir. Daha sonra bu malzeme içinden boyanın yeniden kazanılması teoride mümkündür. Bu teknik su çadırı kullanımını tamamen ortadan kaldırmaktadır. Atık boya çamuru oluşumunda sağladığı azalma ise %95'in üzerindedir. Bu tekniğin su bazlı, tek bileşenli ve çözücü bazlı boya uygulamalarında kullanılabilirliği bildirilmektedir.
Ekonomik boyut	Yatırım maliyetleri 1 milyon Euro civarındadır. Emülsiyonun devridaim edildiği için su tüketimi ve temizlik masraflarında azalma gerçekleşmektedir.

MET	<i>Toz boya kullanımı</i>
Kaynaklar	[17][18]
Hedef Atıklar	08 01 11* Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler 08 01 13* Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları
Uygun olduğu proses:	Boyama
Açıklama	<p>Toz boyalar çözücü kullanımına ihtiyaç duyulmayan elektrostatik yöntemlerle metal yüzeylere uygulanan boyalardır. Bu nedenle çözücü içeren atık ya da uçucu organik kimyasal emisyonlarına neden olmamaktadır. Boyanın uygulanmasının ardından yüzeyin ısıtılması ile epoksi ya da polyester malzemeler yardımıyla oluşan film tabaka yüzeye birleşir [17][18]. Yüzeyin önceden ısıtıldığı ve boyanın uygulandığı anda yüzey ile birleştiği toz sinterleme sistemleri de mevcuttur [18]. Toz boyalar genel olarak ilk kat boya ve şeffaf boya uygulamalarında kullanılmaktadır [17].</p> <p>Çevresel faydaları, otomasyona uygun olması ve akmanın genel olarak geri dönüştürülebilmesi (%97 oranında) nedeniyle toz boyama artan şekilde kullanım alanı bulmaktadır. Enerji kullanımı ise su bazlı boyalara göre düşük, solvent bazlı sistemler ile karşılaştırılabilir seviyededir. Kızıl altı ve hava dönüşümlü sistemlerin beraber kullanıldığı düzenleme ile enerji sarfiyatını düşürmek mümkündür. Ayrıca boya tutulumunun da yüksek olduğu belirtilmektedir [17].</p> <p>Uygulamanın dezavantajları arasında film kalınlığının kontrolünün zor olması, yüksek kurutma sıcaklıklarına ihtiyaç duyulması, kesin uygulama koşullarına ihtiyaç duyulması ve elle uygulamanın zor olması sayılmaktadır. Ancak bu teknolojinin gelişimi ile daha ince boya tabakaları elde edilmekte ve düşük sıcaklıklarda kurutma sistemleri geliştirilmektedir [17].</p>
Ekonomik boyut	Çözücü bazlı boyalardan toz boyamaya geçilmesi durumunda tüm sistemin değiştirilmesi gerektiği için yatırım maliyeti yüksek olmaktadır. Ancak özellikle enerji sarfiyatının ve atık bertaraf maliyetlerinin düşmesine bağlı olarak diğer sistemlere kıyasla işletim giderlerinde düşüş beklenebilir [17].

MET	<i>Alternatif yüzey hazırlama işlemleri</i>
Kaynaklar	[19][20]
Hedef Atıklar	11 01 08* Fosfatlama çamurları
Uygun olduğu proses:	Boyama
Açıklama	<p>Fosfatlama çamurları parçanın boyama işleme hazırlanması için uygulanan fosfatlama işlemi sonucu ortaya çıkmaktadır. Fosfatlama çamurlarının ortaya çıkmasının engellenmesi için alternatif yüzey hazırlama işlemleri mevcuttur ¹.</p> <p><i>Nanoteknolojik yüzey hazırlama</i></p> <p>Nanoteknolojik yüzey hazırlama malzemeleri daldırma ya da spreyleme yöntemi ile uygulanan geleneksel toz ve ıslak boyalar için kullanılabilir. Bu malzemeler çelik, çinko ve alüminyum yüzeyler üzerinde kullanılmak için tasarlanmıştır. Nanoteknolojik yüzey hazırlama tekniklerinin son işlem ve yüzey koşullandırma adımlarına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırdığı, enerji sarfiyatını düşürdüğü ve atıksu arıtma ve bakım masraflarını azalttığı bildirilmektedir [19].</p> <p><i>Plaförizasyon</i></p> <p>Bu işlem ile yağ alma, fosfatlama ve pasivasyon işlemleri tek bir adımda gerçekleştirilmektedir. Hem daldırma hem de spreylemelerine uygun olan bu yöntem ile ısıtma ihtiyacı ortadan kalktığı ve susuz bir işlem olduğu için enerji ve su sarfiyatının düştüğü, çamur üretiminin önüne geçildiği ve bekleme süresinin ortadan kaldırıldığı bildirilmektedir. Plaförizasyon işleminin ekonomik boyutu ile ilgili olarak verilen bilgilere göre gerekli tesis alanı düşüktür. Kullanılan kimyasalların birim maliyetleri yüksek olmasına rağmen kullanım süresi uzun olduğu için toplam kimyasal maliyetleri azalmaktadır [20].</p>
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir

¹ Bu bölümde sözü geçen ürün ve teknikler alternatif yüzey kaplama tekniklerine örnekler olarak sunulmuştur. Bu ürünlerin kullanımına karar verilirken tesislere uygunlukları göz önünde bulundurulmalıdır.

MET	<i>Etkin metal işleme sıvısı yönetimi</i>
Kaynaklar	[21][22][23][24][25]
Hedef Atıklar	12 01 06* Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç) 12 01 07* Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç) 12 01 08* Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları 12 01 09* Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları 12 01 10* Sentetik işleme yağları
Uygun olduğu proses:	Metal işleme
Açıklama	<p>Metal işleme sıvıları</p> <ul style="list-style-type: none"> o işlenen malzemenin ve ekipmanın soğutulmasını o metal talaşlarının kesim alanından uzaklaştırılmasını o malzeme ile ekipman arasında kaygan bir yüzey sağlanmasını o hem işlenen malzemenin hem de de ekipmanın paslanmaya karşı korunmasını <p>sağlamaktadır [21].</p> <p>Metal işleme sıvıları kabaca yağ bazlı (%100 petrol bazlı ve çözünebilir (%60 – 90 petrol bazlı)) ve kimyasal bazlı (sentetik ve yarı sentetik) olarak ayrılabilir. Kullanılacak sıvıya uygulanacak metal işleme operasyonuna göre karar verilmektedir. Örneğin petrol bazlı sıvılar daha iyi kayganlaştırma performansı gösterirken, sentetik sıvılar parçaların soğutulmasında daha etkilidir [22].</p> <p>Metal işleme sıvılarından kaynaklanan tehlikeli atık üretiminin azaltılması için ilk adımlardan bir tanesi bu sıvıların kullanımının etkin bir şekilde yönetilmesidir.</p> <p>Bu kapsamda öncelikle metal işleme sıvılarının satın alınması, envanterinin tutulması, kontrolleri ve kullanımından sorumlu olan personelin sorumluluklarının belirlenmesidir [22]. Gerekli görüldüğü durumlarda metal işleme sıvıları yönetiminde rol sahibi personelin eğitim almaları da sağlanmalıdır [23].</p> <p>Etkin bir metal kesme sıvısı yönetiminin bir diğer ayağı da kayıt tutulmasıdır. Metal kesme sıvısı kullanıma hazır hale getirildiği andan itibaren ilk kontroller yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Bu sayede hazırlanan sıvının kalite kontrol standartlarına uygun olduğu onaylanırken ileriki aşamalarda aynı sıvı üzerinde gerçekleştirilen kontroller için de bir referans noktası elde edilmiş olur [22]. Bu kayıtların aşağıdaki bilgileri içermesi önerilmektedir:</p>

	<ul style="list-style-type: none">○ Uygulanan metal işleme prosesleri ve ekipmanların tanımları○ Eklenen soğutucular○ Sıvıların depolandığı tankların fiziksel tanımları○ Sıvı kalitesi ve karakteristikleri○ Katı birikme verisi○ Sıvıların izlenmesi sonucu elde edilen bilgiler○ Sıvıların bileşimlerinde ya da saklama/kullanma koşullarında yapılan değişiklikler○ Sıvı geri dönüşümü ve bertaraf bilgileri○ Temizlik ve bakım bilgileri○ Yaşanan problemler [24] <p>Tutulana kayıtlar sayesinde metal işleme ekipmanın ömrünün uzaması, işlem gören yüzeyin kalitesinin artması, üretim hızının artırılması ve bertaraf maliyetlerinin düşürülmesi mümkündür [25].</p> <p>Etkin bir metal işleme sıvısı yönetiminin bir diğer önemli bileşeni de kullanılacak olan sıvının doğru şekilde seçilmesidir. Son zamanlarda gerçekleşen gelişmeler metal işleme sıvısı gerektiren bazı işlemlerin artık kuru yöntemlerle yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu nedenle öncelikle söz konusu işlem için metal kesme sıvısına ihtiyaç duyulup duyulmadığı gözden geçirilmelidir [21]. Ürün seçiminde dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Maliyet belirlenirken ürünün kullanım süresinin de göz önünde bulundurulması○ Geri kazanım ve bertaraf alternatiflerinin, depolama ve kullanım koşullarının ve bakım ihtiyaçlarının araştırılması○ İşlenen malzeme ve ekipmanlar ile uygunluğu○ Kesme işleminin hızı ve derinliğinin göz önünde bulundurulması○ Sıvı takibi ve kalite kontrol prosedürlerinin araştırılması○ Ekipman ve malzemenin ürünün kolay temizlenebilmesi○ Ürünün kesme işlemine uygun sıcaklıkta işlevsel olması○ Depolama gereksinimlerinin araştırılması [24] <p>Ayrıca ürün seçimi ile ilgili dikkat edilecek bir nokta da tesiste mümkün olduğu kadar az çeşitte sıvı kullanılmasıdır. Bu sayede hem kayıt tutma yükü azalmış hem de geri kazanım ve bertaraf prosedürleri basitleşmiş olur. Bazı tesislerin standart tek bir tür sıvıyı farklı konsantrasyonlarda kullanarak çeşitli işlemlere uygun hale getirdiği belirtilmektedir [21].</p>
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Metal işleme sıvısının ömrünün uzatılması</i>
Kaynaklar	[22][24][25][26][27][28]
Hedef Atıklar	<p>12 01 06* Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)</p> <p>12 01 07* Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)</p> <p>12 01 08* Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları</p> <p>12 01 09* Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları</p> <p>12 01 10* Sentetik işleme yağları</p>
Uygun olduğu proses:	Metal işleme
Açıklama	<p>Metal işleme sıvılarının ömrü sıvıların hazırlanması ve bakımı aşamalarında uygulanabilecek faaliyetler ile uzatılabilir.</p> <p>Sıvıların hazırlanması aşaması kullanım ömrünün uzatılmasının yanı sıra en iyi performansın elde edilmesi ve satın alınmış konsantre haldeki sıvıların en iyi şekilde değerlendirilmesi için ilk adımdır. Çözeltilerin işlevlerini gerçekleştirdiği sürece mümkün olan en düşük konsantrasyonlar hazırlanması önerilmektedir [26]. Bu aşamada dikkatli olunması sayesinde gereğinden düşük ya da yüksek konsantrasyonlu çözeltilerden kaynaklanan sorunlar ortadan kaldırılabilir. Soğutma karışımlarının üreticinin talimatları uygun olarak hazırlanması önemlidir [22]. Ayrıca aşağıda sıralanan hususlara da dikkat edilmesi gerekmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"> o Karıştırma: Bazı tesisler çözeltilerin hazırlanması sırasında tam karıştırma sağlanamadığı için düşük performans sorunları ile karşılaşmaktadır. Konsantre metal işleme sıvısı ve su depolama tankında değil ayrı bir konteynerde karıştırılmalıdır [22][24][27]. o Su kalitesi: Konsantre sıvıların seyreltilmesi için kullanılan suyun kalitesi önemlidir. 80 – 125 ppm'in üzerinde ve altında sertliğe sahip sular genel olarak köpük ve kalıntı oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca suyun içindeki çözünmüş katı konsantrasyonunun yüksek olması sıvının kısa zamanda işlevini yitirmesine sebep olabilmektedir. İşlem sırasında ortaya çıkan ısı nedeniyle buharlaşan suyun yenilenmesi için demineralize ya da deiyonize su kullanımı tavsiye edilmektedir [22][24][25].

	<p>Ayrıca sıvı içerisindeki bileşenlerin konsantrasyonu da performansı etkilemektedir. Su işlem sırasında ısının uzaklaştırılması için yağ ya da petrolden daha iyi sonuç vermektedir. Bu nedenle gereğinden yüksek konsantrasyona sahip sıvıların ömrü çabuk tüketilmekte ve açığa çıkan ısı arzu edildiği gibi uzaklaştırılmamaktadır. Ayrıca bu çözeltiler işçi sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Kullanım sırasında açığa çıkan ısı nedeniyle gerçekleşen buharlaşma yüzünden sıvıların konsantrasyonları sürekli takip edilmeli ve gerekli hallerde seyreltme uygulanmalıdır [22]. Arzu edilenden düşük konsantrasyona sahip çözeltiler ise yeterince kayganlaştırma etkisi yaratmadığı için ekipman ömrünün kışalmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca bu çözeltiler mikrobik kirlenme için uygun ortam yaratmaktadır [27].</p> <p>Metal işleme sıvılarının hazırlanması dışında önem teşkil eden bir diğer aşama da bu sıvıların bakımındır. Bakım aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:</p> <ul style="list-style-type: none">○ <i>Mikrobik kirlenme:</i> Metal işleme sıvılarının ömürlerini tüketmeden önce bertaraf edilememelerinin en büyük sebeplerinden bir tanesi mikrobik kirlenmedir. Bakterilerin sayısı arttıkça metal işleme sıvısının pH değeri düşmekte, bu nedenle paslanmaya neden olmakta ve kayganlaştırıcı özelliğini kaybetmektedir. Ayrıca düşük pH nedeniyle metal talaşları sıvı içerisinde çözünerek bertaraf edilecek sıvının tehlikelilik özelliklerini artırmaktadır. Bu nedenle sıvılar içerisinde mikrobik büyümenin engellenmesi şarttır. Metal işleme sıvıları içindeki bakteri konsantrasyonu sürekli takip edilmelidir [22]. Ayrıca bakteri büyümesine karşı<ul style="list-style-type: none">○ kullanılan suyun kalitesine dikkat edilmeli○ doğru konsantrasyon ve pH değerleri sağlanmalı○ sıvıların pH ve bakteri konsantrasyonu değerleri izlenmeli○ metal talaşları metal işleme sıvılarından uzaklaştırılmalı○ ekipman, hat ve depolama tanklarının periyodik olarak bakımı yapılmalı○ biyosit kullanımı değerlendirilmeli ve○ anaerobik büyümenin engellenmesi için sıvılar havalandırılmalıdır [22][24][26][27].
--	--

Özellikle su kalitesine bağlı olarak sıvıların içerisinde mantar büyümesi gerçekleşmektedir. Bu nedenle çözeltiler, kullanılan suların bileşenlerine dikkat edilmelidir [22]. Tesis içerisindeki tüm ekipmanın yılda az bir kere detaylı bir şekilde temizlemesi ve dezenfekte edilmesi tavsiye edilmektedir. Bazı ekipmanlarda tüm alanlara ulaşmak mümkün olmasa da elden geldiği kadar ulaşamayan bölgelerin temizlenmesi için çalışmalıdır aksi takdirde bu bölgelerde büyüyen bakterilerin daha sonra metal işlem sıvılarını kirletmesi söz konusudur. Bu temizlik sırasında ekipman ve hatlardaki kaçakların da bakımının yapılması ileride yaşanacak kirlenme problemlerinin önüne geçilmesine yardımcı olacaktır [22][24]. Biyosit kullanımı sırasında işçi sağlığı göz önüne alınarak dikkatli olunması gerekmektedir. Bazı biyositler bazı mikroorganizmaları hedef alırken diğerlerinin büyümesine izin verebilmektedir. Bu nedenler bir kaç çeşit biyositin beraber kullanımı önerilmektedir. Ayrıca biyositlerin düşük konsantrasyonda sık uygulanmaları yerine daha yüksek konsantrasyonlarda daha seyrek uygulanmasının etkinliklerini artırdığı belirtilmektedir [22]. Ancak gereğinden yüksek miktarlarda kullanılan biyositler bertaraf edilecek sıvının içerisinde kaldıkları için tehlikelilik özelliklerini artırmakta ve bertaraf maliyetlerini yükseltmektedir. Bu nedenle kullanılan biyosit dozlarının iyi ayarlanması önerilmektedir [25]. Biyositlerin kullanımına alternatif olarak pastörizasyon, damıtma, UV uygulanması ve ozonlama gibi yöntemler mevcuttur [21][28].

- *Parçacıklar:* Metal işleme sıvısı içerisinde parçacık birikimi bakteri büyümesi için zemin hazırladığı gibi depolama tankı hacmini işgal etmekte ve sıvı içerisindeki bazı bileşenlerin tükenmesine neden olmaktadır. Metal talaşları ve diğer parçacıkların periyodik olarak uzaklaştırılması gerekmektedir [22][24][27].

	<ul style="list-style-type: none">○ <i>Kirletici yağlar:</i> İşlem sırasında parça ya da ekipman üzerinden sıvılara geçen hidrolik yağ, kayganlaştırıcı yağ ya da kalıntı film tabakası gibi maddeler sıvıyı kirleterek ve bakteri oluşumunu tetikleyerek sıvının ömrünü kısaltmaktadır. Kirletici yağların kontrolü için en iyi strateji metal kesme sıvıları ile karışmalarının önlenmesidir. Bu nedenle özellikle ekipmanın sızıntılara karşı periyodik olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Özelliklerine bağlı olarak kirletici yağlar metal işleme sıvısının üstünde bir tabaka oluşturacak ya da emülsifiye olacaktır. Yüzer tabaka oluşturan kirletici yağlar periyodik olarak sıvı yüzeyinden uzaklaştırılmalıdır. Emülsifiye olmuş kirletici yağlar için ise santrifüj gerekmektedir [22][26][27].○ <i>Tesis bakımı:</i> Ekipman ve işlenen parçalardan kaynaklanan kirletici yağ ve parçacıkların dışında yer temizliği, temizlik malzemeleri, çözücüler, toz, yemek artıkları gibi kaynaklar nedeniyle de metal işlem sıvıları kirlenebilmektedir. Bu yüzden tesis bakımına önem verilmesi gerekmektedir [22][27].
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Metal işleme sıvısının geri kazanımı</i>
Kaynaklar	[21][22][23][25][28][29][30][31][32]
Hedef Atıklar	12 01 06* Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç) 12 01 07* Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç) 12 01 08* Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları 12 01 09* Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları 12 01 10* Sentetik işleme yağları
Uygun olduğu proses:	Metal işleme
Açıklama	<p>Metal işleme sıvılarının içerdikleri kirleticilerin uzaklaştırılması ile tesis içerisinde geri kazanılmaları mümkündür. Bu sayede sıvıların kullanım ömrü uzadığı gibi bertaraf ve yeni sıvı satın alımı maliyetleri düşmektedir [23][28]. Ancak bu maddelerin geri kazanımı ile dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan bir tanesi hangi aşamada geri kazanım işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerektiğidir. Metal işleme sıvıları mikrobik ya da kirletici yağlar ile kirlenme ileri aşamalara ulaşmış sıvı işlevini tamamen yitirmeden geri kazanılmalıdır. Bu nedenle pH, bakteri ve diğer kirleticilerin konsantrasyonunun izlenmesi daha da önem kazanmaktadır. Eğer metal işleme sıvısı aşağıdaki özellikleri gösteriyorsa geri kazanım uygulanmasının yerine bertaraf edilmesi daha uygundur:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ pH değeri 8.0'in altında ise (normal değerler 8.5 – 9.4 arası) ○ sıvı konsantrasyonu %2.0'nin altında (aşırı seyreltik çözelti durumunda) ise (normal değerler %3.0 – 12.0 arası) ○ görünümü koyu gri ya da siyah ise (normalde süt beyazı olmalıdır) ○ rahatsız edici bir koku yayıyorsa (normalde hafif bir kimyasal koku olmalıdır) [22]. <p>Geri dönüşüm için kullanılacak sistemler şu şekildedir.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Sıyırıcılar:</i> Sıyırıcılar özellikle yüzer tabaka oluşturan kirletici yağların uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. Kirletici yağlar hidrofobik yüzeyleri tercih ettiği için sıyırıcı yüzeyler genellikle plastik malzemeden imal edilmektedir [22].

	<ul style="list-style-type: none">○ <i>Yoğunlaştırıcılar:</i> Yoğunlaştırıcılar polipropilen bazlı olepfilik malzemelerden yapılmış olan gözenekli yapıya sahip sistemlerdir. Polipropilen malzeme genellikle eğimli plakalardan ya da dik yerleştirilmiş tüplerden oluşur. Metal işleme sıvısı yoğunlaştırıcıdan türbülans yaratmayacak düşük hızlarla geçerken kirletici yağ damlacıkları yüzeylere yapışır ve giderek büyüyen damlalar halinde yoğunlaştırıcının yüzeyinde toplanır. Sonunda bunlar sıvı yüzer hale geçecek kadar büyüyerek sıvı yüzeyine taşınır. Sıyrıcılar gibi yoğunlaştırıcılar da emülsiyeye haldeki kirletici yağları etkin bir şekilde ayıramamaktadır. Sistemin tıkanmaması için büyük boyutlu parçacıkların önden uzaklaştırılmaları gerekmektedir [22][25].○ <i>Çöktürme tankları:</i> Çöktürme tanklarında perdeler ve savakların da yardımıyla ağır parçacıklar dibe çökerken kirletici yağlar yüzeyden sıyrıcılar yardımıyla toplanmaktadır [22][25].○ <i>Manyetik ayırıcılar:</i> Kirlenmiş metal işleme sıvıları yavaş bir hızla dönen silindirik ayırıcıların üzerinden akarken manyetik kuvvet uygulanması ile sıvı içerisindeki demir talaşları ayrılır. Daha sonra demir talaşları silindirlerin üzerinden sıyrılır. Demir dışı talaşlar için ise çöktürme gibi işlemler uygulanmaktadır [22].○ <i>Hidrosiklon ve santrifüjler:</i> Hidrosiklon ve santrifüj sistemleri birbirinden ayrılacak maddelerin öz kütle farkından yararlanmaktadır. Hidrosiklonlarda metal işleme sıvısı içerisindeki parçacıklar oluşan girdap nedeniyle aşağı ve dışarı doğru sürüklenir. Santrifüjde ise döner çanak tarafından yaratılan 6000 kata kadar kuvvetli yapay yer çekimi sayesinde kirleticiler ayrılmaktadır. Hidrosiklonların aksine yüksek hızlı santrifüjler serbest ya da emülsiyeye haldeki kirletici yağları ve bakterileri de ayırabilmektedir. Emülsiyeye yağların ayrılabilmesi için en az 4000 ile 6000G arası kuvvetlere ihtiyaç duyulmaktadır. Santrifüj sistemlerinin en önemli dezavantajı bakım gereksinimi ve yüksek maliyetidir. Ayrıca kirletici yağlar ile beraber aktif bileşenlerin de ayrılması söz konusu olabilmektedir [22][25][28].○ <i>Süzme:</i> Bu işlem gözenekli bir ortamdan geçen metal işleme sıvısının içerisindeki parçacık halindeki kirleticilerin gözeneklerde tutulması ve sıvının sistemden geçmesi üzerinde kuruludur. Süzme sistemleri vakum, basınç ya da yer çekimi bazlı çalışabilir [21][22].
--	--

- *Flotasyon*: Metal işleme sıvısı havalandırılarak sıvı içerisinde yüzeye çıkamayacak kadar küçük kirletici yağ damlacıkları, hava balonları sayesinde yüzeye taşınır ve orda sıyırılarak toplanır. Bu adım genellikle büyük parçacıklar çöktürme gibi işlemler ayrıldıktan sonra uygulanır [22][28]. (Flotasyon performansının emülsiyon kırıcılar ile artırılması için bakınız: [32])
- *Membranlı sistemler*: Gözenek büyüklüklerine bağlı olarak membran sistemleri bakteri, kirletici yağ ve talaşları metal işleme sıvısından ayırabilmektedir. Gözenek genişlikleri ultrafiltrasyon ünitelerinde 0,01µm'ye kadar inebilmektedir. Membran sistemleri ile metal işleme sıvıları içerisindeki kirleticiler diğer süzme tekniklerine göre daha etkin bir şekilde uzaklaştırılmaktadırlar. Bu sistemler kullanılırken dikkat edilmesi gereken noktalardan bir tanesi metal işleme sıvılarının bileşenlerinin de uzaklaştırılmamasıdır. Nanofiltrasyon üniteleri sentetik, yarı-sentetik ve çözünmüş yağ bileşenlerini ayırırken, ultrafiltrasyon üniteleri yarı sentetik ve çözünmüş yağ bileşenlerini uzaklaştırmaktadır. Mikrofiltrasyon üniteleri ise çözünmüş yağ bileşenlerini ayırmakla beraber genel olarak pek çok kirleticiyi uzaklaştırmak için yeterlidir [28][29]. (Metal sabunlarının işleme sıvılarından kompleks oluşturma ve ultrafiltrasyon ile uzaklaştırılması için bakınız: [30]. Ayrıca ultrafiltrasyon performansının emülsiyon kırıcılar ile artırılması için bakınız: [31])

Bu yöntemlere ek olarak emülsiyon kirletici yağların uzaklaştırılması için zaman zaman emülsiyon kırıcı kimyasalların yukarı sıralanan yöntemlerin öncesinde uygulanması gerekebilir. [23].

Geri kazanım genellikle önce büyük boyutlu metal talaşlarının taşıyıcı, manyetik ayırıcı ya da elle uzaklaştırılması ile başlar. Sonraki aşamada diğer büyük boyutlu kirleticiler ayrılır. Daha sonra kirletici yağlar sıyırıcı, yoğunlaştırıcı ya da santrifüj yardımıyla uzaklaştırılır. Son olarak ise yüksek hızlı santrifüj, biyositler ya da pastörizasyon gibi yöntemlerle bakteriler sıvıdan arındırılır [25].

	<p>Gerı kazanım yöntemi seçilirken geri kazanılacak sıvı hacmi, kirletici yükleme hızı, parçacık ve kirletici yağ ayırma gereksinimi, tesiste işlenen metal türü ve uygulanan işlemler, kullanılan metal işleme sıvısı ve gerekli olacak ek maddeler gözden geçirilmelidir. Gerı kazanım sıklığına karar vermek için de sıvı türü, su kalitesi, kirlilik oranı, kullanılan ekipman, sıvı yönetim faaliyetleri ve sıvının yaşı göz önünde bulundurulmalıdır [22].</p> <p>Gerı kazanım sistemleri sürekli (işlem hattına bağlı) ya da kesikli (işlem hattından bağımsız) şekilde uygulanabilir [25]. Küçük ölçekli işletmeler için genelde kesikli sistemler önerilmektedir [22].</p>
Ekonomik boyut	<p>Yoğunlaştırıcı ünitelerinin maliyetlerinin 1000 – 5000\$ arasında olduğu bildirilmektedir [22].</p> <p>Metal işleme sıvılarının geri kazanımı için küçük ölçekli tesislere kurulacak sistemlerin maliyetleri 7500 ile 15.000\$ arasında değişmektedir [22]. Gerı kazanım üniteleri bazında maliyetler aşağıdaki gibi verilmiştir [25]:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Metal talaşlarının ayrılması için kullanılacak santrifüjler: 5000 - 1000\$○ Yoğunlaştırıcılar: 1000 - 5000\$○ Sıyırıcılar: 250 – 800\$○ Çöktürme tankları: <2000\$○ Yüksek hızlı santrifüjler: 20.000 – 30.000\$○ Filtreler (yer çekimi): 3000 - 5000\$○ Depo temizleme üniteleri: 3000 – 10.000\$

MET	<i>Kuru talaşlı imalat (dry machining) ve minimum sıvı kullanımı</i>
Kaynaklar	[21][33][34][35]
Hedef Atıklar	12 01 06* Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç) 12 01 07* Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç) 12 01 08* Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları 12 01 09* Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları 12 01 10* Sentetik işleme yağları
Uygun olduğu proses:	Mekanik yüzey işlemleri
Açıklama	<p>Metal işleme sıvılarının kullanımından doğan atıkların önlenmesi için kuru talaşlı imalat ve kayganlaştırıcı kullanımını en aza indiren teknikler önerilmektedir. Bir metal işleme atölyesinde işleme sıvılarının toplam maliyetin %7 – 17'sine sebep olduğu düşünülürse bu yöntemler toplam maliyetlerin düşürülmesi açısından da çok çekicidir [33].</p> <p><i>Kuru talaşlı işlem</i></p> <p>Öncelikle tesiste uygulanan işlemler gözden geçirilmeli ve ortaya çıkan talaş ve ısının gerçekten işleme sıvısı gerektirip gerektirmediği gözden geçirilmelidir [21]. İşleme sıvılarının kullanımının zorunlu olduğu hallerde ise sıvı kullanımının ekipmanlarda gerçekleştirilebilecek değişiklikler ile engellenip engellenemeyeceği araştırılmalıdır. Ekipmanların yapıldığı malzeme ve kaplamaları bazı durumlarda metal işleme sıvılarının görevini yerine getirebilmektedir. Bu tarz ekipmanlara aranan özellikler yüksek sıcaklıklarda aşınmaya karşı dirençli olması ve sertliğini korumasıdır. Ekipman kaplama malzemelerine örnek olarak titanyum alüminyum nitrit, seramik, silikon nitrit, titanyum karbon nitrit, CVD kaplama ve kobaltla zenginleştirilmiş alümina zirkon kaplama sayılabilir [21][33]. Bu malzemeler dışında kendi yapısına bağlı olarak kayganlaştırma özelliği içeren malzemeler de mevcuttur. Bunlar genellikle MoS₂ ve amorf WC/C malzemelerdir [33].</p> <p>Kuru talaşlı işlemler sırasında talaşların işlem alanından uzaklaştırılması için işlem sıvılarına alternatif olarak basınçlı hava kullanılabilir. Ayrıca ekipmanın şeklinde de değişikliklere gidilerek talaş ile ekipman teması azaltılabilir ve böylece daha az ısı açığa çıkması sağlanabilir [21].</p>

	<p>Kuru talaşlı imalat için bir diğer alternatif de lazer teknolojisinden yararlanılmasıdır. Lazerler, mekanik ekipmanlara göre daha yüksek esnekliğe sahiptir ayrıca şiddeti ve yönü bilgisayar yardımıyla kolaylıkla ayarlanabilir. Ayrıca lazerler sayesinde yüksek kalitede yüzeyler elde edilebilmektedir. Lazerli sistemler işlem sırasında yok denecek kadar az ısıl etkiye neden olmaktadır. Bu sistemlerin en büyük dezavantajı yüksek maliyetli olmalarıdır. Ayrıca işlem sıvısı, atıksu ve diğer işlem artıklarının oluşmasına neden olmamakla beraber lazer kullanımı hava emisyonlarının açığa çıkmasına neden olmaktadır [21].</p> <p>Su jetleri de kuru talaşlı metal işleme teknikleri için bir diğer seçenektir. Bu sistemlerde metal işlemleri özel pompalar yardımıyla suyun 3400 atmosferlik basınçlarla püskürtülmesi ile gerçekleştirilir. Sistemin avantajları arasında hızlı olması, mekanik sistemlere göre toleransının daha yüksek olması, değişik malzemelere uygulanabilmesi, ısıl etkilere sebep olmaması, esnek ve kontrolünün kolay olması ve malzeme kaybını indirmesi sayılmaktadır. Bu sistemin de yüksek maliyeti en büyük dezavantajıdır [21].</p> <p>Bu kategori altında sıralanabilecek bir diğer seçenek de elektrik deşarjı ile metal işlemdir (EDM). EDM ile özellikle sert malzemelerden karmaşık şekilli parçalar işlenebilmektedir. Metal, şekillendirme ekipmanı ile parça arasında bir seri hızla tekrar eden elektrik akımı uygulanması ile şekillendirilir. Parça işlem öncesinde yağ gibi dielektrik bir sıvıya batırılır ve işlem sırasında ortaya çıkan küresel talaşlar bu dielektrik sıvı ile uzaklaştırılır. EDM yöntemi ısıl etki yaratmamaktadır. Son derece sert malzemeler üzerinde etkilidir ve karmaşık şekillerin elde edilmesini sağlamaktadır. EDM aynı zamanda ince parçalar üzerinde de etkilidir. Dezavantajları arasında işlem hızının düşük olması ve elektrotların aşınması sayılabilir [21].</p> <p><i>Minimum metal işleme sıvısı kullanımı</i></p> <p>Kuru talaşlı işleme geçilemediği durumda kayganlaştırıcı kullanımının en aza indirildiği teknikler kullanılabilir. Bu sistemin temel mantığı metal işleme sıvılarının işlem alanına mümkün olduğu ölçüde düşük miktarlarda verilmesidir [34]. Sıvı püskürtücüler yardımıyla aerosol haline getirilerek parçaya uygulanabildiği gibi düşük basınçlı spreyler ve değişken debilerde sıvı besleyen dozlama pompaları ile de parçaya aktarılabilir [33][34].</p>
--	---

	<p>Bu sistemler iki amaca hizmet edebilir. İlki en az miktarda soğutucu eklenmesidir. Bu durumda su ve yağ emülsiyonları kullanılır. En az miktarda kayganlaştırıcı eklenen ikinci durumda ise genellikle petrol bazlı sıvılar tercih edilmektedir. Kayganlaştırma ya da soğutma özelliklerinden hangisinin ön plana çıkacağına karar verilirken işlem hızı önem kazanmaktadır. Yüksek hızlarda gerçekleşen işlemler yüksek miktarda ısı açığa çıkardıkları için metal işleme sıvısının soğutma işlevi öne çıkmaktadır. Düşük hızlarda ise sıvının kayganlaştırıcı görevini yerine getirmesi daha önemlidir. Minimum kayganlaştırıcı kullanımına oranla minimum soğutucu kullanımı daha az tercih edilmektedir. Her iki yaklaşım da metalin işlenmesi için yukarıda ayrıntıları verilen basınçlı havanın kullanıldığı ve alternatif malzemeler kullanılarak üretilmiş ekipmanların kullanıldığı sistemler ile birleştirilebilir [33].</p> <p>Kayganlaştırıcı ya da soğutucular işlem alanına dışarıdan uygulanabildiği gibi metal işleme ekipmanına içeriden de uygulanabilir. Bu iki uygulamadan hangisinin seçileceği yapılan işleme ve ekipmanın özelliklerine bağlıdır. Kullanılan sıvının seçimi sırasında da düşük tüketim miktarlarından ötürü kimyasal ömrünün uzun olması tercih sebebidir. Minimum kayganlaştırıcı uygulamaları için bitkisel yağlar ve sentetik esterler tercih edilmektedir [33].</p> <p>Alüminyum alaşımların şekillendirilmesinde minimum kayganlaştırıcı kullanımı için bakınız: [35]</p>
Ekonomik boyut	<p>Su jeti ve EDM kullanan sistemlerin maliyetleri sırasıyla 165.000 – 600.000\$ ve 100.000 - 200.000\$ arasında değişmektedir [21]. Maliyetler göz önüne alındığı zaman kuru talaşlı işlem yapan sistemlerin küçük atölyeler için uygun olmadığı görülmektedir.</p>

6.0 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI

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, ön işlem, yakma ve düzenli depolamadır. Bazı atıklar birden fazla işlem için uygun olabilmektedir. Bu durumda atık hiyerarşisi göz önünde bulundurulmalı ve öncelik sırasıyla geri kazanım, ön işlem, 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 Yönetmeliği Ek 2-B’de listelenen R kodlarına göre verilmiştir. Ek 2-B’ye göre R kodları aşağıdaki geri kazanım işlemlerine karşılık gelmektedir[9]:

- 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)

Bertaraf yöntemleri Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 2-A'da listelenen D kodlarına göre verilmiştir. Ek 2-A'ya göre D kodları aşağıdaki bertaraf yöntemlerine karşılık gelmektedir:

- D1: Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (örneğin, düzenli depolama ve benzeri)
- D2: Arazi ıslahı (örneğin, sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozulmaya uğraması ve benzeri)
- D3: Derine enjeksiyon (örneğin, pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu ve benzeri)
- D4: Yüzey doldurma (örneğin, sıvı ya da çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması ve benzeri)

- D5: Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)
- D6: Deniz/okyanus hariç bir su kütesine boşaltım
- D7: Deniz yatakları dahil deniz/okyanuslara boşaltım
- D8: D1 ile D7 ve D9 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen biyolojik işlemler
- D9: D1 ile D8 ve D10 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan fiziksel-kimyasal işlemler (örneğin, buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)
- D10: Yakma (Karada)
- D11: Yakma (Deniz üstünde)
- D12: Sürekli depolama (bir madende konteynerlerin yerleştirilmesi ve benzeri)
- D13: D1 ile D12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
- D14: D1 ile D13 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
- D15: D1 ile D14 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar depolama (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

Tablo 6. Prosese özel atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
07 03 04*	✓ R1/R2		✓ D10		Öncelikle solventler için geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda kalorifik değerine göre bu atıklar yakılabilir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [39]'dan ulaşılabilir.
07 03 08*	✓ R1	✓ D9/ R12	✓ D10	✓ D5	Su içeriğine bağlı olarak ihtiyaç duyulması halinde susuzlaştırma uygulanmalıdır. Sonrasında organik içeriğine göre bu atıklar yakma ya da depolamaya gönderilebilir.
08 01 11*	✓ R1/R2/ R3/R5	✓ D9/ R12	✓ D10	✓ D5	Öncelikle solventler için geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda kalorifik değerine göre bu atıklar yakılabilir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [39]'dan ulaşılabilir.
08 01 13*	✓ R1	✓ D9/ R12	✓ D10		Organik içeriği nedeniyle bu atıkların yakmaya uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Aksi takdirde düzenli depolamaya gönderilebilir. Her iki koşulda da öncelikle susuzlaştırma gerekip gerekmediğine bakılmalıdır.

² Tehlikeli atık arıtma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız:[36]

³ Tehlikeli atık yakma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [37]

⁴ Tehlikeli atık depolama uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [38]

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
08 01 15*	✓ R2	✓ D9/ R12			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 [39]'dan ulaşılabilir.
08 01 17*	✓ R1/R2	✓ D9/ R12	✓ D10		Organik çözücü içeren boya sökme atıkları kalorifik değerine göre yakma ya da düzenli depolamaya gönderilebilir. Sıvı içeriği yüksek olan atıklarda faz ayırımı ya da susuzlaştırma ile arıtım gerçekleştirilmelidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [39]'den ulaşılabilir.
08 01 19*	✓ R3 - R5	✓ D9/ R12	✓ D10		Sulu süspansiyon halindeki bu atıklardan solvent geri kazanımı olasılığı araştırılmalıdır. Mümkün değilse koagülasyon ve çöktürme işlemi ile süspansiyon arıtılmalı çıkan çamur susuzlaştırıldıktan sonra kalorifik değerine göre yakma ya da depolamaya gönderilmelidir. Solvent içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [39]'den ulaşılabilir.
08 01 21*	✓ R1	✓ D9/ R12	✓ D10		Atığın fiziksel kimyasal özelliklerine göre arıtma, kalorifik özelliklerine göre yakma alternatifi değerlendirilebilir.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
08 04 09*	✓ R1 / R2		✓ D10		Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [39]'dan ulaşılabilir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir.
08 04 13*		✓ D9/ R12	✓ D10		Bu atıklar susuzlaştırmayı takiben organik içerikleri göz önünde bulundurularak yakılmalıdır [40].
08 04 15*		✓ D9/ R12	✓ D10		Bu atıklar susuzlaştırmayı takiben organik içerikleri göz önünde bulundurularak yakılmalıdır [40].
11 01 08*	✓ R4/R5	✓ D9/ R12		✓ D5	Fosfatlama çamurunun çimento yapımında değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar mevcuttur [41]. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumda bu çamurların susuzlaştırılmaları veya katılaştırılmaları gerekmektedir. Daha sonra depolama sahalarına gönderilmeye uygun hale gelebilirler.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
11 01 09*	✓ R4/R5	✓ D9/ R12		✓ D5	Özellikle metal içeriğinin yüksek olduğu durumlarda geri kazanım fırsatları değerlendirilmelidir. Metal içeriği yüksek çamurlarda elektrolitik yöntemler kullanılarak metal geri kazanımı uygulanabilir [42]. Bu atıkların depolamaya gönderilmeden önce susuzlaştırılmaları gerekebilir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [42] Siyanür içeren atıkların geri kazanımı ve arıtımı için bakınız: [44]
11 01 11*	✓ R4/R5/ R9	✓ D9/ R12			Durulama sularının geri dönüşümü önceliklidir. Süzüntü sularından vakum buharlaştırıcı ile nikel geri kazanımı için bakınız: [45]. Bu atıklarda su fazını ayırmak ve nötralize etmek için çökeltme/flokülasyon ve filtreleme işlemleri uygulanabilir. Metal içeren durulama sularının da metalin giderimi için tartarat, fosfat, EDTA ve amonyak yerine sodyum sülfat ve demir sülfat kullanımı önerilmektedir [42].

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
11 01 13*	✓ R1/R9	✓ D9/ R12	✓ D10	✓ D5	Yağ alma atık sularının arıtımından önce yağ içeriğinin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla ultrafiltrasyon kullanılabilceği 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 [46].
12 01 06*	✓ R1		✓ D10		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [51] [52]
12 01 08*	✓ R1		✓ D10		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır.
12 01 09*	✓ R1/R3/ R9	✓ D9/ R12	✓ D10		Yukarıda bahsedildiği üzere atıkların tesis içerisinde yırıcılar, yoğunlaştırıcılar, süzme sistemleri ve dezenfeksiyon ile geri dönüşümleri mümkündür. Ayrıca metal işleme sıvılarının elektrokoagülasyon ile arıtımı, biyolojik olarak arıtımı ve mikrodalga - kızılaltı ışınlarla arıtımı için bakınız: [47][48][49]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bakınız: [50]
12 01 10*	✓ R1/R3/ R9	✓ D9/ R12	✓ D10		

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
12 01 12*	✓ R1/R9		✓ D10		Öncelikle geri kazanım alternatifi değerlendirilmeli uygun olmadığı takdirde yakılmalıdır. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bkz: [50]
13 01 04*	✓ R1		✓ D10		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bakınız [50]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [51] [52]
13 01 13*	✓ R1/R9		✓ D10		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: [50] [53]
13 02 05*	✓ R1/R9		✓ D10		
13 02 08*	✓ R1/R9		✓ D10		
13 03 10*	✓ R1/R9		✓ D10		

- D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir.

Tablo 7 Yan proses atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
12 01 14*	✓ R3 - R5	✓ D9/ R12	✓ D10		Bu atıklar için öncelikle geri kazanım olanakları araştırılmalıdır [40]. Bu çamurlar susuzlaştırmaya ya da faz ayırımına tabi tutulmalıdır. Yağ içeriği yakılmaya gönderilebilir. Arıtım artıkları ve yakılamayan kısım düzen depolamaya gönderilmelidir.
12 01 16*	✓ R4/R5	✓ D9/ R12			Metal kumlama malzemeleri genellikle peletleme gibi ön işlemlerden sonra ikincil metalürji için ya da çelik hanelerde geri kazanım yapılır. Kalan kısım depolanmaya gönderilmelidir [40].
12 01 18*	✓ R9	✓ D9/ R12	✓ D10		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: [43]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bkz: [50].
12 01 20*	✓ R3/R4/ R5	✓ D9/ R12		✓ D5	Öğütme malzemelerinin geri dönüşüm olasılığı incelenmelidir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [42]. Aksi takdirde depolamaya gönderilebilir [40].

- D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir.

Tablo 8 Proses dışı atıklar için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
13 05 01*	✓ R1	✓ D9/ R12	✓ D10		Katı fazdaki bu atıklar için yakılmadan önce susuzlaştırma gerekip gerekmediği değerlendirilmelidir.
13 05 02*	✓ R1/R9	✓ D9/ R12	✓ D10		Çamurlardan yağın geri kazanılması alternatifi araştırılmalıdır. Aksi takdirde susuzlaştırma sonrası bu atıklar yakmaya gönderilmelidir. Yağ içeren atıkların yönetimi için bkz [50].
13 05 06*	✓ R1/R9		✓ D10		Yağın yeniden kullanımına öncelik verilmelidir. Yeniden kullanılamayan yağlar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [50] [53]
13 05 07*	✓ R1/R9	✓ D9/ R12	✓ D10		Yağlı su öncelikle faz ayırımı için arıtmaya tabi tutulmalıdır. Mümkünse ayrılan yağ geri kazanılmalı, değilse yakılmalıdır. Yağ içeren atıkların yönetimi için bakınız: [50].

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
13 07 01*	✓ R1/R9		✓ D10		Atık fuel oil, mazot ve diğer sıvı yakıtların geri kazanımı önceliklidir. Bu kod altında sınıflandırılan atıkların gerek ürün olarak gerek atık olarak yakılarak yüksek kalorifik değerlerinden yararlanılması gerekmektedir. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [50][53]
13 07 02*	✓ R1/R9		✓ D10		
13 07 03*	✓ R1/R9		✓ D10		Geri kazanım önceliklidir. Aksi takdirde bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [50][53]
13 08 02*	✓ R1 - R3 / R9	✓ D9/ R12	✓ D10		Emülsiyon kimyasal olarak kırılarak faz ayrımı yapılmalıdır. Sonrasında yağların, çözücülerin ve diğer organik bileşenlerin geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakılmalıdır. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [39]'dan ulaşılabilir. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [50][53]

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
14 06 01*	✓ R1		✓ D10		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıkların yakılması gerekmektedir.
15 01 10*	✓ R1/R3/ R4/R5	✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Ambalaj atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır [40]. Temizlenemeyen atıklar kalorifik değerine göre yakmaya ya da depolamaya gönderilebilir.
15 02 02*	✓ R1/R5	✓ D9	✓ D10	✓ D5	Temizleme malzemeleri, filtreler ve giysilerin kirlilikten arındırılarak yeniden kullanımı söz konusu değilse yakılmalıdır.
16 01 07*	✓ R1/R4		✓ D10		
16 01 10*		✓ R12			Patlayıcı parçalar güvenli bir şekilde depolanabilmeleri için işlemden geçirilmelidir.
16 01 14*	✓ R3/R5	✓ D9	✓ D10		Organik bileşenlerin geri kazanımı önceliklidir. Mümkün olmadığı durumlarda arıtıma ve yakmaya gönderilmelidir [40].

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
16 02 09*	✓ R4	✓ D9/R12	✓ D10		Transformatörler PCB'lerden arındırılmalı ve PCB içeren kısım yakmaya gönderilmelidir. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [51][52]
16 02 13*	✓ R4/R5	✓ R12	✓ D10	✓ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir [40].
16 02 15*	✓ R4/R5	✓ R12	✓ D10	✓ D5	
16 03 03*	✓ R1 - R4			✓ D5	Kullanılmamış ürünlerden çıkan anorganik atıklar içeriklerine uygun olarak geri kazanılmadır. geri kazanım olmadığı durumlarda düzenli depolamaya gönderilmelidir.
16 03 05*	✓ R1		✓ D10		Bu atıklar öncelikli olarak geri kazanılmadır. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda ön işlemden geçerek yakmaya gönderilir [40].
16 05 06*	✓ R2/R3/R4 R5/R6/R13	✓ D9/R12	✓ D10		Laboratuvar kimyasallarının geri kazanım olanakları araştırılmadır. İkinci seçenek olarak basit fiziksel kimyasal arıtma işlemleri ile arıtım uygulanmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakmaya gönderilmelidir.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
16 06 01*	✓ R4/R5	✓ R12			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: [43][54]
16 06 02*	✓ R4/R5	✓ R12		✓ D5	
16 07 08*	✓ R1/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Tank ve varillerden yağ bileşenleri temizlenmeli ve bunlar geri kazanılmamalıdır. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda temizlenen yağ atıkları yakmaya gönderilmelidir.
16 07 09*		✓ D9/ R12	✓ D10		Tehlikeli maddeler tank ve varillerden temizlendikten sonra özelliklerine uygun olan işlemlerden geçirilmelidir.
16 08 07*	✓ R1/R7/ R8		✓ D10		Bitik katalizörlerin geri kazanımı önceliklidir. Aksi takdirde yakmaya gönderilmelidir.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
17 02 04*	✓ R1/R5		✓ D10	✓ D5	Geri kazanım için uygun maddeler ile kirlenmişse temizlik sonrası bunlar geri kazanılmalıdır. Temizlenen tehlikeli maddeler özelliklerine uygun şekilde işleme tabi tutulmalıdır. Geri kazanılamayan bileşenler depolamaya gönderilmelidir.
17 04 09*	✓ R4/R5	✓ R12			Kirlilik yaratan maddelerin temizlenmesinin ardından metaller geri kazanılmalıdır. Temizlenen tehlikeli maddeler özelliklerine uygun şekilde işleme tabi tutulmalıdır. Geri kazanılamayan bileşenler depolamaya gönderilmelidir.
17 04 10*	✓ R1/R5/ R9		✓ D10		Kablolar geri kazanım için uygun maddeler ile kirlenmişse temizlik sonrası bunlar geri kazanılmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakılmalıdır.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
17 05 03*	✓ R5/R10	✓ D9		✓ D5	Toprakta kirlilik yaratan maddeye bağlı olarak geri kazanım ve arıtım alternatifleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar uygun değilse kirlenmiş topraklar depolanmalıdır.
18 01 03*		✓ D9	✓ D10		Enfeksiyona sebep olabilecek atıkların özellikleri için bakınız: [55]. Ayrıca bu atıkların yönetimi ile ilgili bilgi: [56].
19 08 06*	✓ R1/R7/ R8		✓ D10		İyon değiştiricilerin geri kazanımı önceliklidir. Aksi takdirde yakmaya gönderilmelidir.
19 08 08*	✓ R4		✓ D10	✓ D5	Metal içeriğinin geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. Metalik kirleticiler uzaklaştırıldıktan sonra membranlar kalorifik değerlerine göre yakmaya gönderilebilirler. Aksi takdirde bu atıklar depolamaya gönderilmelidir.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem ²	Yakma ³	Düzenli depolama ⁴	
20 01 21*	✓ R4/R5/R13			✓ D5	Floresan lambaların tesislerde kırılmadan muhafaza edilmeleri gerekmektedir aksi takdirde içlerindeki civa açığa çıkmaktadır. Geri kazanım önceliklidir [42] [57]. Aksi takdirde bu atıklar depolanmalıdır.
20 01 26*	✓ R1/R9	✓ D9	✓ D10		Yağların geri kazanımı araştırılmalı. Uygulanamadığı durumda yakılmalıdır.
20 01 27*	✓ R1	✓ D9	✓ D10		
20 01 33*	✓ R4/R5	✓ D9/R12			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: [44][54]
20 01 35*		✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir.

- D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir.

7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR

Bu kılavuzda kaplama 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 Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü resmi internet sitesi.

URL: <http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=birimler>

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

- Tehlikeli Atık Sınıflandırma Kılavuzu. URL:

http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_1-03_04_2012.pdf

http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_2-03_04_2012.pdf

http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_3-03_04_2012.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.

- Basel Sekretaryası 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.

- Tehlikeli Atık Beyan Formu, Atık Üreticileri için Kullanım Kılavuzu, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı.

URL: <http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/TABSkilavuz2013.pdf>

Bu web sitesinde atık üreticilerinin atıklarını beyan ederken kullanacakları TABS arayüzünün kullanımına ilişkin bilgiler mevcuttur.

Otomotiv sanayi sektör kılavuzunun hazırlanması sırasında yararlanılan kaynaklar aşağıda verilmiştir.

- [1] İstanbul Ticaret Odası. (2003). Otomotiv Sanayi Sektör Raporu.
- [2] Devlet Planlama Teşkilatı. (2001). Karayolu Taşıtları İmalat Sanayi Özel İhtisas Komisyon Raporu, VIII. Kalkınma Planı.
- [3] International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Üretim İstatistikleri. Erişim tarihi: 25.05.2011. URL: <http://oica.net/category/production-statistics/>
- [4] Otomotiv Sanayi Derneği. Erişim tarihi: 25.05.2009. URL: <http://www.osd.org.tr/2008rapor.pdf>
- [5] Otomotiv Sanayi Derneği. Erişim tarihi: 20.05.2010. URL: <http://www.osd.org.tr/2009rapor.pdf>
- [6] Otomotiv Sanayi Derneği. Erişim tarihi: 25.05.2011. URL: <http://www.osd.org.tr/2010rapor.pdf>
- [7] Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı. (2010) Türkiye Otomotiv Sektörü Raporu.
- [8] OYAK Renault Fabrikası Erişim tarihi: 15.05.2010. URL: <http://www.oyak-renault.com.tr/page.aspx?id=80>
- [9] Jeffus F.L. (1997). Welding: Principles and Applications. Dördüncü Baskı, Thomson Learning, USA.
- [10] Miller Welds. Handbook for Resistance Spot Welding. Erişim tarihi: 15.06.2011. URL: <http://www.millerwelds.com/pdf/Resistance.pdf>
- [11] Milli Eğitim Bakanlığı. (2006). Metal Teknolojisi. Erişim tarihi: 10.05.2009. URL: http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/metal/moduller/mig_kaynagi.pdf
- [12] Miller Welds. Guidelines for Gas Metal Arc Welding (GMAW). Erişim tarihi: 15.06.2011. URL: http://www.millerwelds.com/pdf/mig_handbook.pdf

- [13] Cramer S.D. ve Corinho Jr. B.S. (2003). ASM Handbook, Volume 13A - Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection. ASM International.
- [14] Ecelak web sitesi. Metal Yüzey Hazırlama ve Temizleme. Erişim Tarihi: 02.06.2011. URL: http://www.ecelak.com/files/c_Metal%20Yuzey%20Fosfatlam.pdf
- [15] Demirdöküm web sitesi. Tesisler. Erişim Tarihi: 02.06.2011. URL: http://www.demirdokum.com.tr/kurumsal/kurumsal_icsayfa.aspx?SectionId=29&ParentId=3
- [16] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete No: 29314, 02.04.2015.
- [17] European Commission. (2007). IPPC Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment Using Organic Solvents.
- [18] Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung. (2002). Best Available Techniques (BAT) for the Paint and Adhesive Application in Germany. Erişim Tarihi: 26.08.2011. URL: http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/solvents/activities/pdf/d028_dfiu_ifare.pdf
- [19] Henkel. (2007). Bonderite®. Erişim Tarihi: 27.08.2011. URL: http://www.naturallyhenkel.com/pdf/LT_4920_BonderiteSS_Final.pdf
- [20] Kromlek. Plaförizasyon. Erişim Tarihi: 27.08.2011. URL: <http://www.kromlek.com.tr/plaförizasyon.html>
- [21] Northeast Waste Management Officials' Association. (2001). Pollution Prevention in Machining and Metal Fabrication. Erişim Tarihi: 29.08.2011. URL: <http://www.newmoa.org/prevention/topichub/23/NEWMOAmanual.pdf>
- [22] Iowa Waste Reduction Center. (1996). Cutting Fluid Management for Small Machining Operations A Practical Pollution Prevention Guide. Erişim Tarihi: 30.08.2011. URL: http://cedarfallsoil.com/_IWRC_mirror/cfm.pdf
- [23] European Commission. (1998). Clean Technologies for Waste Minimization Final Report. Belgium.

- [24] Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center. (1997). Metal Fabrication Industry – Compliance and Pollution Prevention Workbook. Erişim Tarihi: 30.08.2011. URL: <http://pprc.org/pubs/pubslst.cfm>
- [25] State of Michigan Departments of Commerce and Natural Resources. Fact Sheet: Ten Ways to Reduce Machine Coolant Costs. Erişim Tarihi: 30.08.2011. URL: <http://www.p2pays.org/ref/03/02945.pdf>
- [26] Institute of Advanced Manufacturing Sciences. Shop Guide to Reduce the Waste of Metalworking Fluids. Erişim Tarihi: 31.08.2011. URL: <http://www.p2pays.org/ref/02/01085.pdf>
- [27] Unites States Environmental Protection Agency. (2000). Pollution Prevention Guide to Using Metal Removal Fluids in Machining Operations. Erişim Tarihi: 30.08.2011. URL: <http://www.comnstep.org/files/file/Pollution%20Prevention%20Manual.pdf>
- [28] Skerlos S.J. (2007). Environmentally Concious Manufacturing (Ed. Myer Kutz). John Wiler & Sons, USA.
- [29] Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai G. (2002). Study of ultrafiltration behaviour of emulsified metalworking fluids. *Desaliation*, 149, 191 – 197.
- [30] Reed B.R., Vaughan R., Lin W., Viadero Jr. R.C. (2000). Recovery of metal working fluids using chelation – ultrafiltration process. *Journal of Environmental Engineering*, 126 (9), 807 – 814.
- [31] Rios G., Pazos C., Coca J. (1998). Destabilization of cutting oil emulsions using inorganic salts as coagulants. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 138, 383 – 398.
- [32] Bensadok K., Belkacem M., Nezzal G. (2007). Treatment of cutting oil/water emulsion by coupling coagulation and dissolved air flotation. *Desalination*, 206, 440 – 448.
- [33] Weinert K., Inasaki I., Sutherland J.W., Wakabayashi T. Dry machining and minimum quantity lubrication. Erişim Tarihi: 01.09.2011. URL: http://82.117.202.178:2603/Masinstvo/Inovacione_tehnologije/INTERNET-RADOVI/INTERNET-RADOVI/Suve_obrade/IDry%20Machining%20and%20Minimum%20Quantity%20Lubrication-VAZAN.pdf

- [34] Heisel U., Lutz M., Spath D., Wassmer R., Walter U. (1994). Application of minimum quantity cooling lubrication technology in cutting processes. *Production Engineering*, 2 (1), 49 – 54.
- [35] Kelly J.F., Cotterell M.G. (2002). Minimal lubrication of machining of aluminium alloys. *Journal of Materials Processing Technology*, 120, 327 – 334.
- [36] 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>
- [37] 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>
- [38] 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>
- [39] 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>
- [40] 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
- [41] Doğan Ö., Karpuzcu M. (2010). Recovery of phosphate sludge as concrete supplementary material. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 38 (10) 977 – 980.
- [42] 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

- [43] 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>
- [44] 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_Capsule.pdf
- [45] 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>
- [46] European Commission. (2001). IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metal Processing Industry.
- [47] Bensadok K., Benammar S., Lopicque F., Nezzal G. (2008). Electrocoagulation of cutting oil emulsions using aluminum plate electrodes. *Journal of Hazardous Materials*, 152, 423 – 430.
- [48] 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.
- [49] Kuo C.H., Lee C.L. (2010). Treatment of oil/water emulsions using seawater-assisted microwave radiation. *Separation and Purification Technology*, 74, 288 – 293.
- [50] 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>
- [51] Secreteriat of the Basel Convention. Updated Technical Guidelines for the Environmentally Sound Managment 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>

- [52] 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>
- [53] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Usel Oil Re-Refining or Other Reuses of R-Previously Used Oil. Erişim tarihi: 21.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-r9.pdf>
- [54] 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>
- [55] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Draftguidancepaper on hazardcharacteristics H6.2 (infectioussubstances). Erişim tarihi: 19.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/cop/cop7/docs/11a1r1e.pdf>
- [56] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines on theEnvironmentally Sound Management of Biomedicaland Healthcare Wastes. Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf>
- [57] 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>
- [58] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2013). Sektörel Tehlikeli Atık Rehberleri: Metal Kaplama, Ankara.

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 ATIK 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

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



**T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI**

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı
www.csb.gov.tr/gm/cygm