



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

SEKTÖREL ATIK KILAVUZLARI

PETROL RAFİNASYONU



SEKTÖREL ATIK KILAVUZLARI

PETROL RAFİNASYONU

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 hazırlanmıştır.

ODTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü

2016, Ankara

Proje Yöneticisi:

Prof. Dr. Ülkü Yetiş

Petrol Rafinerisi Sektörü Grubu

Y.Doç. Dr.Evrin Çelik

Çevre Y. Müh. Tolga Pilevneli

Çevre Müh. Ruken D. Zaf

Proje Ekibi:

Prof. Dr. Filiz B. Dilek, Prof. Dr. Kahraman Ünlü

Y.Doç. Dr. Derya Dursun Balcı, Y.Doç. Dr.Evrin Çelik

Çevre Y. Müh. Mert Erkanlı, Çevre Y. Müh. Elif Küçük, Çevre Y. Müh. Tolga Pilevneli

Çevre Müh. Ecem Bahçelioğlu, Çevre Müh. Sarp Çelebi, Çevre Müh. Dilara Danacı, Çevre Müh. Cansu Demir, Çevre Müh. Kumru Kocaman, Çevre Müh. Pelin Yılmaz, Çevre Müh. Özge Yücel, Çevre Müh. Ruken D. Zaf

Danışman: Prof. Dr. Tanju Karanfil, Clemson University, Environmental Engineering and Earth Sciences Department, A.B.D.

İÇİNDEKİLER

1 GİRİŞ	5
2 PETROL RAFİNASYON SEKTÖRÜ	7
3 PETROL RAFİNERİLERİNDE UYGULANAN SÜREÇLER	12
3.1 ÖNİŞLEME VE DİSTİLASYON	14
3.1.1 TUZ GİDERİMİ	14
3.1.2 ATMOSFERİK VE VAKUM DİSTİLASYON	14
3.1.3 DİĞER DISTILASYON YÖNTEMLERİ	15
3.2 TERMAL KRAKİNG	16
3.2.1 VİS-KIRMA	17
3.2.2 KOKLAŞTIRMA	17
3.3 KATALİTİK KRAKİNG	18
3.3.1 HAREKETLİ YATAKLI İŞLEMLER	19
3.3.2 AKIŞKAN YATAKLI İŞLEMLER	19
3.4 HİDROJENLEME	20
3.4.1 HİDRO-DESÜLFÜRİZASYON	21
3.5 HİDRO-KRAKİNG	23
3.6 ÜRÜN GELİŞTİRME	24
3.6.1 REFORMER	24
3.6.2 İZOMERİZASYON	25
3.6.3 ALKİLASYON	25
3.6.4 POLİMERİZASYON	25
4 PETROL RAFİNERİSİ SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	26
4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI	26
4.2 ATIK OLUŞUM KAYNAKLARI	37
5 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ	45
6 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI	61
7 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR	89

1. GİRİŞ

Sektörel Atık Yönetimi Kılavuzları dizisi, sanayi kaynaklı atıkların tanımlanması, doğru şekilde sınıflandırılması, atıkların önlenmesi/azaltılması ve uygun şekillerde geri kazanımı/bertarafı için öncelikle, atık üreticilerine ve T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) teşkilatına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmaktadır. İlk dizisi, “LIFE06 TCY/TR/000292 HAWAMAN – Türkiye’de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıkların Yönetiminin İyileştirilmesi”, ikinci dizisi “TÜBİTAK-KAMAG, 107G126, Türkiye’de Avrupa Birliği Çevre Mevzuatı İle Uyumlu Tehlikeli Atık Yönetimi” projesi kapsamında hazırlanan sektörel atık kılavuzlarında;

- atık üreticileri tarafından ÇŞB’ a yapılan beyanların kalitesinin artırılması,
- yapılan beyanların ÇŞB tarafından kontrolünün kolaylaştırılması,
- önleme/azaltma ve geri kazanım yoluyla ürettikleri atık miktarını düşürmek isteyen atık üreticilerine yol gösterilmesi ve
- atıklara en uygun bertaraf yönteminin seçiminde hem atık üreticilerine hem de İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüklerine destek verilmesi,

hedeflenmektedir.

ÇŞB tarafından desteklenen ve 2016 yılında gerçekleştirilen “Endüstriyel Atıkların Sektörel Yönetimi Kapsamında Atık Üretim Faktörlerinin Belirlenmesi ve Sektör Kılavuzlarının Hazırlanması” başlıklı proje

kapsamında, üçüncü dizi olarak aşağıda sıralanan sektörler için Sektörel Atık Kılavuzları hazırlanmıştır:

- Boya üretimi
- Deri sektörü
- Boyama-vernikleme
- Galvaniz kaplama
- Tekstil ve hazır giyim sektörü
- Ağaç, ağaç ürünleri ve mobilya imalatı sektörü
- Petrol rafinasyonu
- Petrokimya
- Termik santraller
- Birincil/ikincil alüminyum üretimi
- Akü geri kazanımı

NACE Rev.2 Ekonomik Faaliyet Sınıflaması sistemine göre “19.2 - Rafine Edilmiş Petrol Ürünleri İmalatı Sektörü”nü ele alan bu kılavuz kapsamında; öncelikle, sektörde uygulanan olan süreçler ele alınmış, daha sonra bu süreçlerde atık üretimine neden olan noktalar belirlenmiş ve bu atıkların sınıflandırılmaları ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Ardından, petrol rafinerisi sektöründe uygulanabilecek atıkların önlenmesi ve azaltılması uygulamaları ile ilgili bilgiler verilmiştir. Son olarak, atıkların önlenemediği ya da azaltılamadığı durumlar için sektörden kaynaklanan atıklara uygulanabilecek geri kazanım ve bertaraf yöntemleri irdelenmiştir.

2. PETROL RAFİNASYON SEKTÖRÜ

Türkiye’de ham petrol işleme tesislerinin (petrol rafineleri) işletmesi 2005 yılı itibariyle TÜPRAŞ’ın özelleştirilmesiyle özel sektöre geçmiştir [1]. Türkiye’de 2016 yılı itibariyle dört adet faal petrol rafinerisi mevcut olup; Batman, İzmir, İzmit ve Kırıkkale şehirlerinde TÜPRAŞ bünyesinde faaliyet göstermektedirler. TÜPRAŞ’ın ulaştığı ham petrol işleme ve depolama kapasiteleri Tablo 1’de verilmiştir [2]. Bir diğer önemli yatırım olan Star Rafineri A.Ş.’nin deneme üretimlerine geçme tarihi 2017 olarak planlanmaktadır. SOCAR Grubu bünyesinde faaliyetlerini sürdüreceği olan bu rafinerinin toplam ham petrol işleme kapasitesi 10 milyon ton/yıl olacaktır [3]

Tablo 1. Türkiye’de Ham Petrol İşleme ve Depolama Kapasiteleri [2]

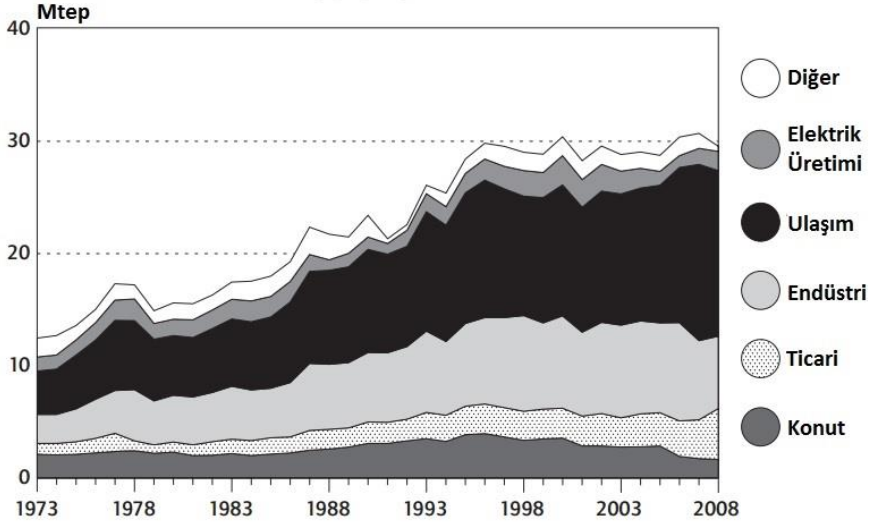
Rafineri	İşleme Kapasitesi (10 ⁶ ton/yıl)	Depolama Kapasitesi (10 ⁶ m ³)
Batman	1,1	0,253
İzmir	11,0	2,42
İzmit	11,0	2,91
Kırıkkale	5,0	1,38

TÜPRAŞ bünyesinde üretilen ham petrol ürünleri incelendiğinde (Tablo 2) 2013-2014 yıllarında en çok üretimi gerçekleştirilen ürünlerin sırasıyla motorin, benzin, nafta ve jet A1 ve gazyağı olduğu görülmektedir [4]. Ürün yelpazesindeki bu durum, Türkiye’nin 1973-2008 yılları arasındaki sektörel petrol arz dağılımının bir yansıması olarak kabul edilebilir (Şekil 1). 2008 yılı verilerine göre toplam üretimin %48’iyle “ulaşım” sektörü petrol tüketiminde lider konumdadır. Motorin (dizel) ve LPG kullanımının yıllar içerisinde artmasıyla motorin kullanımı 2008 yılı verilerine göre ulaşım

sektöründeki kullanımlarda %59'luk paya ulaşmıştır. Motorini %15,7'lik pay ile benzin ve %14,4'lük pay ile LPG yakıtlar takip etmektedir. Toplam arzın %23'lük kısmı endüstriyel kullanımlarda, %11'lik kısmı ise servis sektöründe kullanılmıştır. Evlerde ısınma ve aydınlatma gibi çeşitli amaçlarda kullanılan petrol ürünleri ise 1990'ların sonunda başlayan doğalgaz kullanımının yaygınlaşmasına bağlı bir gerileme yaşayarak toplam arzın %6'lık kısmını kullanmıştır. Elektrik üretiminin toplam arzdaki payı %5 civarındadır [5].

Tablo 2. TÜPRAŞ 2013-2014 Yılları Ürün Yelpazesi ve Üretim Miktarları [4]

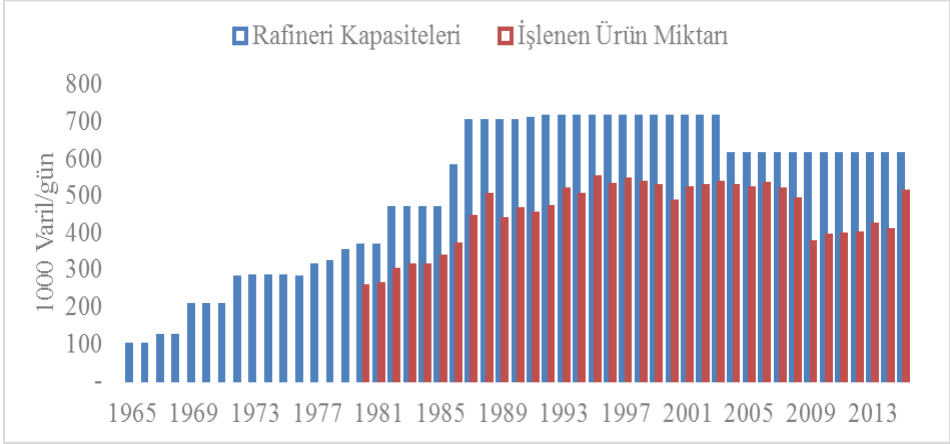
Ürün	2013 (1000 Ton)	2014 (1000 Ton)
LPG	794	702
Benzin & Nafta	4.720	4.446
Jet A-1 & Gazyağı	3.637	3.610
Motorin	5.643	5.308
Fuel Oil 6	2.721	3.483
Makine Yağı	140	114
Bitüm	2.924	1.920
Diğer	594	518



Şekil 1. Türkiye 1973-2008 Petrol Ürünleri Sektörel Arz Grafiği [5]

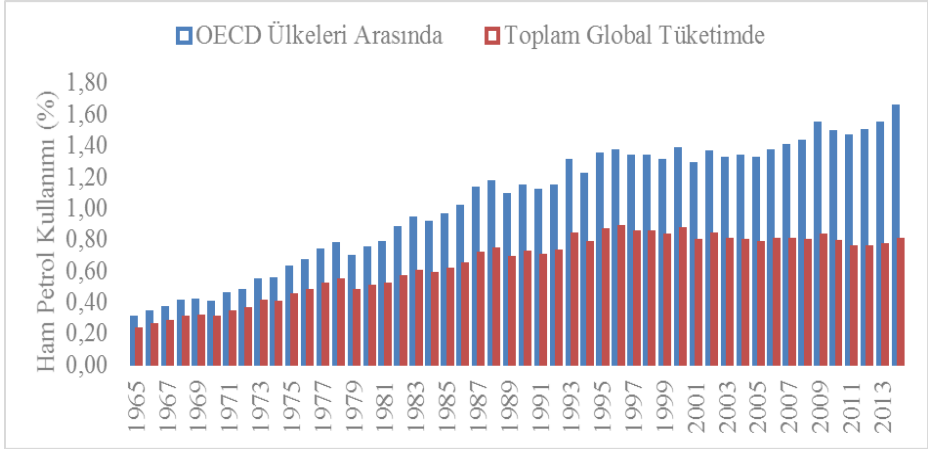
Türkiye'deki petrol rafinerilerinin kapasiteleri ile işlenen ham petrol miktarının yıllar içerisindeki değişimi Şekil 2'de verilmiştir. 1965 yılında günlük 96 bin varil olan rafineri kapasiteleri 1992 yılı itibariyle günlük 713 bin varil kapasitesine ulaşmıştır. Kullanılan rafineri teknolojisinin eski olması ve ekonomik ömrünün sona ermesi nedeniyle Mersin'de bulunan Ataş Rafinerisi 2004 yılında kapatılmıştır. Ataş Rafinerisi'nin kapatılmasıyla Türkiye'nin günlük ham petrol işleme kapasitesi günümüz değeri olan günlük 613 bin varil sınırına gerilemiştir [6]. İşlenen ortalama ham petrol miktarlarına bakıldığında ise 1980-2015 yılları arasındaki günlük ham petrol işleme miktarının üretim kapasitesinin %71'i dolaylarında olduğu görülmektedir. Ekonomik krizin etkisiyle 2004 yılında %61'e gerileyen kapasite kullanımının yıllar içerisinde yükselerek 2015 yılında %84'e çıktığı görülmektedir. Yapılan tahminler doğrultusunda kapasite kullanımının

ham petrol işleme kapasitelerine paralel olarak artış göstermesi beklenmektedir [6].



Şekil 2. Türkiye’de Rafineri Sektörünün Gelişimi [6]

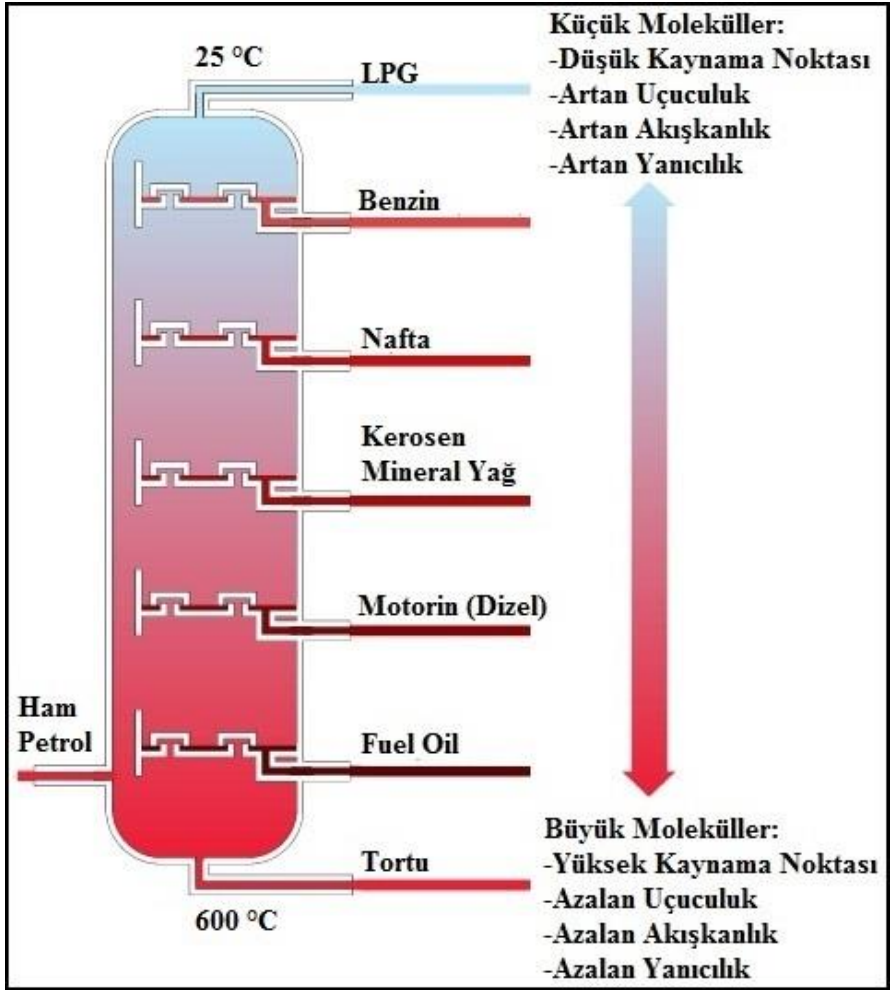
Türkiye’nin yıllara göre ham petrol kullanım değerleri incelendiğinde 1965 yılı global tüketimdeki %0,23’lük payının yıllar içerisinde artarak 1996 yılında %0,88 ile maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Global dağılımdaki payı yıllar içerisinde %0,80’lere gerilese de, OECD ülkeleri arasındaki tüketim değerleri yıllar içerisinde artarak 1965’de %0,30’dan, 2015 yılında %1,65’e yükselmiştir [6].



Şekil 3. Türkiye'nin Ham Petrol Tüketim Değerlerinin Gelişimi [6]

3. PETROL RAFİNERİLERİNDE UYGULANAN SÜREÇLER

Ham petrolün içeriğinde bulunan bileşiklerin çoğu, hidrojen ve karbonlardan oluşmaktadır. Hidrokarbonlar olarak adlandırılan bu bileşiklere ek olarak, eser miktarda kükürt, oksijen ve azot da içermektedir. Hidrokarbonlar içerdikleri karbon ve hidrojen sayılarına göre küçük moleküllerin (küçük moleküler ağırlık-az sayıda karbon atomu) ve büyük moleküllerin (büyük moleküler ağırlık-çok sayıda karbon atomu) karışımından oluşmaktadır. Hidrokarbonlar ham petrolün içerisinde çoğunlukta olduğundan, işlenmesinde kullanılan buharlaştırma, fraksiyonlama ve soğutma gibi temel fiziksel işlemler büyük oranda bu hidrokarbonların fiziksel özelliklerine göre uygulanmaktadır [7]. Moleküller küçüldükçe kaynama noktaları azalır, uçuculukları, yanıcılıkları ve akışkanlıkları artar. Ham petrolde yer alan hidrokarbonların fiziksel özelliklerindeki bu farklılıklar kullanılarak farklı sıcaklıklarda farklı ürünleri distilasyon yöntemiyle elde etmek (fraksiyonlarına ayırmak) mümkündür. Ham petrol rafinerizasyonunun temeli bu işleme dayanmaktadır (Şekil 4) [8]. Ancak saf ürün elde etmek sadece distilasyon ile mümkün olmadığından yıllar içerisinde yeni teknoloji ve metotlar geliştirilmiştir [9]. Günümüz rafinerilerinde kullanılan bu metotların dayandığı temel prensipler ve uygulamalar bu bölümünde kısaca anlatılmaktadır.



Şekil 4. Ham Petrol Rafinerizasyonu ve Fraksiyonlarına Ayrılması [8]

3.1 ÖNİŞLEME VE DİSTİLYASYON

3.1.1 TUZ GİDERİMİ

Ham petrol rafineriye ulaştıktan sonra ilk adım distilasyon olarak görünse de petrolün içerisindeki tuzun ve kum, silt gibi tortuların öncelikle uzaklaştırılması gerekir. Ham petrol yüksek basınç altında 115-150°C'ye ısıtılarak içerisindeki tuz ve tortular basınçlı suda çözülerek uzaklaştırılır [10].

3.1.2 ATMOSFERİK VE VAKUM DİSTİLYASYON

Tuz gideriminden sonraki adım distilasyon aşamasıdır. Modern sistemlerde distilasyon işlemi "atmosferik distilasyon" ve "vakum distilasyon" olarak ikiye ayrılmıştır. Ham petrol ortalama 300-400°C'ye ısıtılarak atmosferik basınç altında distilasyon kolonuna gönderilir. Sıcaklık, kolonun içerisinde aşağıdan yukarıya doğru azaldığından kolon içerisinde yukarıdan aşağıya doğru sıvı, aşağıdan yukarıya doğru ise gaz akışı mevcuttur. Bu sayede kolon içerisinde sürekli bir karışım olduğundan yüksek saflıkta ürün elde edilmeye çalışılır. Kolon içerisinde elde edilmek istenen ürüne göre belirli sıcaklıklarda fraksiyonlama tepsileri mevcuttur. Kolonda yükselirken yoğunlaşan maddeler bu tepsiler vasıtasıyla kolondan ayrılır. Hafif ürünler kolonun üst kısmından toplanır. Ağır ürünler (tortu-rezid) ise kolonun alt kısmından toplanır. Atmosferik distilasyon kolonundan ayrılan tortu daha sonra vakum distilasyon ünitesine gönderilir [11]. Burada yüksek basınç ve 400°C'ye kadar ısıtılan petrol yeniden fraksiyonlarına ayrılır. Vakum distilasyonun amacı normalde 400°C'de buharlaştırılmayacak maddelerin daha düşük sıcaklıklarda buharlaştırılarak, yüksek sıcaklığa bağlı bozulmaların (kırma) engellenmesidir [9].

“Atmosferik Distilasyon” ve “Vakum Distilasyon” sonucu elde edilen ürünler rafineri içerisindeki diğer işlemler için hammadde oluşturmaktadır. Distilasyon işlemindeki verimi arttırmak için belli başlı metotlar geliştirilmiştir. Bu işlemlerin tamamı fraksiyonlarına ayırmada yüksek saflıkta ürün elde etmekte kullanılır. Kolondan çıkan ürünler tam saflıkta olmadığından uçucu bileşiklerin ayrılması için “Sıyırma (Stripping)” işlemi uygulanır. Ana kolondan çıkan ürün sıyırma kolonuna üstten girer ve üniteye sıcak buhar verilir. Buharla birlikte ürünün içerisindeki uçucu bileşikler ayrılır ve ana kolona geri döner. Sıyırma ünitesinin altından da saflaştırılmış ürün toplanır [9].

3.1.3 DİĞER DISTILASYON YÖNTEMLERİ

Kolondan çıkan ürünleri hafif ve ağır fraksiyonlarına ayırmak için ise “yeniden distilasyon” uygulanır. ana kolondan çıkan ürün, ayrı bir kolon içerisinde tekrar damıtılarak ağır ve hafif fraksiyonlarına ayrılabilir. Nafta ya da motorin gibi ürünlerin yoğunlaştırılması sırasında içerisindeki hafif uçların bir kısmı da ürünün içerisinde kalır [9].

Sıyırma işlemine benzer olarak daha yüksek saflıkta ürün elde edebilmek amacıyla “stabilizasyon” üniteleri geliştirilmiştir. Çalışma prensipleri sıyırma ile benzer olmasına rağmen elde edilmek istenen ürüne göre özel olarak geliştirilir [9].

Bir diğer saflaştırma yöntemi ise “Süper Fraksiyonlaştırma” olarak geçmektedir. Bu yöntem de yeniden distilasyon prosesiyle benzer özellikler göstermekte olup, ürün yeni bir kolon yerine tekrar ana kolona döndürülür [9].

Ham petrol distilasyon ile elde edilen ürünler petrolün içeriğine bağlı olduğundan her zaman aynı değildir. Ayrıca arz-talep dengesini koruyabilmek amacıyla elde edilen ürünlerden düşük ticari değere

sahip olan ürünlerin, daha fazla talep gören ürünlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Genel olarak düşük kaynama noktasına sahip hafif ürünler (LPG, Benzin vb.) daha fazla talep gördüğünden, distilasyondan çıkan ağır fraksiyon ürünlerin işlenerek dönüştürülmesi gerekir [9].

3.2 TERMAL KRAKİNG

Bilinen en eski yöntemlerden biri olan “Termal Kıraking (Kırma)”, ortalama 100-1000 psi basınç ve 450-540°C gibi yüksek sıcaklıklarda ağır fraksiyonların ayrışmasını sağlayarak daha küçük moleküller elde edilmesi ve bu moleküllerin de birleşerek hafif fraksiyonları oluşturmasıdır [9].

Kimyasal kıraking ile elde edilen gazlar büyük öneme sahiptir. Ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen gazlar kimyasal olarak aktif değildir ve miktarları da oldukça azdır. Yüksek oktan benzinlerin ve uçak yakıtlarının üretildiği parafinik ve olefinik gazlar kimyasal kıraking ile üretilebilir [9].

Distilasyon kolonunun üst kısımlarından toplanan hafif fraksiyonlar ile alt kısımlarından toplanan ağır fraksiyonlar, sistemden ayrıldıktan sonra farklı ısıtıcılara alınarak sıcaklıkları istenen düzeye arttırılır. Hafif fraksiyonları ayırabilmek için uygulanan sıcaklık, ağır fraksiyonlara göre daha yüksektir. Daha sonra bu ısıtıcılardan çıkan ortak ürün akımları birleştirilir ve kırma işlemine flaş (yanma) odalarında devam edilir. Düşük basınçlı flaş odalarında ağır fuel oil sistemin alt kısmından ayrılırken, kırılan ürünler fraksiyonlama kolonuna gönderilerek birbirinden ayrıştırılır [9].

3.2.1 VİS-KIRMA

1930'larda dünyada toplam rafineri ürünlerinin %55'i termal kriting ile üretilirken, günümüzde bu rakam %4'e kadar düşmüştür. Günümüzde kullanılan ana termal kriting üniteleri "Vis-Kırma" (Viskozite Kırma) işlemini kullanmaktadır [9]. Vis-kırma daha çok vakum distilasyon kolonundan gelen rezidin kırılmasında kullanılmaktadır [10]. Vis-kırma işlemi distilasyon ürünlerinin viskozitelerini düşürerek daha düşük kaynama sıcaklığına sahip ürünler üretmeye yarar. Ticari olarak kullanılan vis-kırma işlemleri "Bobin Isıtmalı Vis-Kırma" ve "Isıtma Kazanlı Vis-Kırma" olarak ikiye ayrılmaktadır [10].

3.2.2 KOKLAŞTIRMA

Bir diğer termal kırma işlemi ise "Koklaştırma"dır. Düşük değerli artık hammaddelerin miktarlarını azaltmak ve bu atıklardan kok, gaz ve diğer ürünleri üretmek için kullanılan bir yöntemdir. "Gecikmeli Koklaştırma" ve "Akışkan Koklaştırma" olmak üzere iki tipi mevcuttur [10]. En eski ve en çok kullanılan koklaştırma işlemi gecikmeli koklaştırma olup, uzun bekleme sürelerine ihtiyaç duyulan, ısıtılmış ağır fraksiyonların kok kazanında kesikli olarak dönüştürüldüğü bir sistemdir. Anot ya da grafit karbon hammadde olarak kullanılan yeşil kokların üretiminde tercih edilen koklaştırma yöntemidir. Bir diğer yöntem olan akışkan koklaştırma ise sürekli sistemdir ve rezidler akışkanlaştırılarak sisteme beslenir. Her iki koklaştırma yöntemi de baca gazında yoğun bir kirletici konsantrasyonuna sebebiyet verdiğinden "Esnek Koklaştırma" yöntemi geliştirilmiştir. Esnek koklaştırma akışkan sistemler ile gazlaştırma işlemini birleştiren ve gaz emisyonlarını azaltan bir sistemdir [9].

Termal kriting ve koklaştırma işlemlerine ek olarak, elde edilmek istenen ürünün türüne, kalitesine ve maliyetine göre çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler koklaştırma ve termal kriting işlemlerinin

düşük/yüksek basınç, düşük/yüksek sıcaklık altında işlem gördüğü varyasyonlardır. Hammaddenin içeriğine bağlı olarak da “Seçici Kırma” işlemleri uygulanmaktadır [9].

3.3 KATALİTİK KRAKING

Prosesin amacı hidrokarbonların boyutunu ya da yapısını değiştirmektir. Genellikle daha ağır hidrokarbonları daha düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonlara dönüştürmek için kullanılır. Bu dönüştürme, benzin kaynağını arttırma ihtiyacından doğmuştur ve katalitik kriting ham petrolden elde edilen benzin miktarını yaklaşık iki kat arttırabilir [9]. Prosesin ana bileşenleri ısı ve katalizördür. Katalizörler kriting işlemindeki görevini tamamlarken herhangi bir değişim içine girmeden olduğu gibi reaksiyondan çıkarlar. Proses içinde hiç hidrojen kullanılmadığı için hidrokraking sonucu elde edilen miktardan daha sınırlı miktarda desülfürizasyon gerçekleşir. Katalitik kriting prosesi, hidrokarbonları dönüştürmek için kullanılan en yaygın yöntemdir ve sabit yataklı, hareketli yataklı ve akışkan yataklı işlemler olmak üzere 3 farklı çeşidi vardır [10]. Katalitik kriting prosesinde genel olarak kullanılan koşullar Tablo 3'de özetlenmiştir [9]. Mevcut rafinerilerde sabit yataklı reaktörler çok yaygın kullanılmamaktadır, akışkan katalitik kriting (AKK) prosesi diğerlerinden daha yüksek miktarda metal, sülfür ve asfalten işleyebildiği için dünya çapında en yaygın olarak kullanılan prosestir. Alt başlıklarda yaygın olarak kullanılan katalitik kriting proseslerinin açıklamaları verilmiştir [10].

Tablo 3. Katalitik Krating Prosesi Koşullar Özet Tablosu [9]

Koşullar Katı asit katalizörler (silika alümina, zeolit vb.) 900-100 °F (katı/ gaz teması) 10-20 psig basınç
Besleme Buharlaştırılmış gaz yağı Ağır koklaşmış gaz yağı
Ürünler Daha hafif hidrokarbonlar C ₃ -C ₄ gazları > C ₂ gazları İzoparafinler Kok

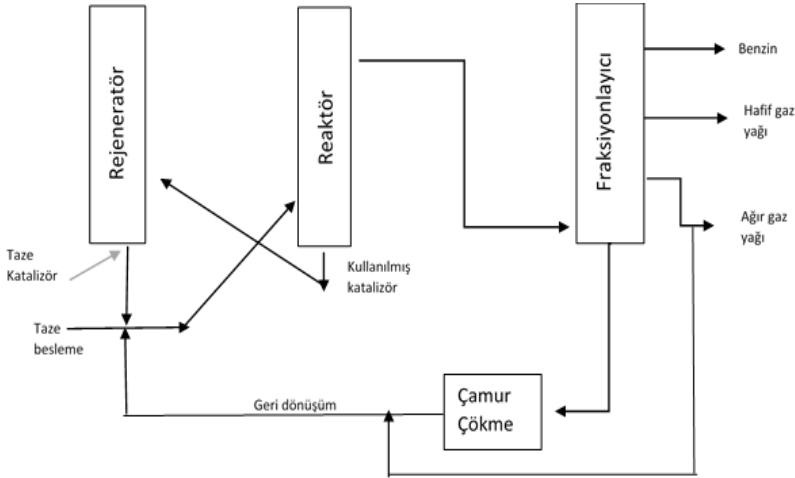
3.3.1 HAREKETLİ YATAKLI İŞLEMLER

Hareketli yataklı prosesler içinde kırılmanın yer bulduğu bir tank ve kullanılmış katalizörlerin geri kazanıldığı bir fırın kullanılarak gerçekleştirilir [10]. Buna ek olarak 400 -700 °C'ye kadar ısıtılmış olan yağ (gaz yağı, nafta vb.) basınç altında reaktörden geçerek katalizörle temas ettikten sonra kırılan ürünler fraksiyonlama kolonuna gönderilir. Bu kolonda gönderilen ürünler çeşitli farklı bileşenlerine ayrılır.

3.3.2 AKIŞKAN YATAKLI İŞLEMLER

Bu işlemde hareketli yataklı proseslerden farklı olarak toz haline getirilmiş katalizör besleme yağı ile birlikte devridaim yapar. Böylelikle buhar halindeki besleme ve sıvı halindeki katalizör reaksiyon ünitesine birlikte giriş yaparlar. Bu reaksiyon

ünitesinde kok ile kirlenmiş katalizör daha sonra rejeneratöre gönderilir. Kırılmış olan besleme (hidrokarbonlar) fraksiyonlayıcıya gönderilir ve proses ürünü olan hafif yağlar ve benzinle birlikte yan ürün olan ağır yağlarda burada birbirinden ayrıştırılır [9]. AKK prosesinin genel akış şeması Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. AKK Proses Akış Şeması [11]

3.4 HİDROJENLEME

Bu prosesin amacı sonrasında gelecek olan proseslerde kullanılacak ya da işlenmesi bitmiş ürünlerin son halini vermek için bu ürünleri daha temiz ve daha saf hale getirmektir [12]. Hidrojen ile muamele işleminde sülfür, azot, metaller ya da doymuş olefinler ve aromatikler giderilir ya da dönüştürülür. Genellikle hidrojen ile kraking ve katalitik dönüştürme işlemlerinden önce uygulanır [10].

Hidrojenleme işlemi sabit katalizör yataklarında gerçekleşir. Öncelikle besleme ön ısıtma işleminden geçer daha sonra istenilen hidrojenleme sıcaklığına ulaşılan kadar hidrojen ve besleme birlikte ısıtılır. Amaç H/C oranını arttırmaktır. Bu işlemin ardından besleme ve hidrojen istenilen reaksiyona göre seçilmiş katalizörlerin olduğu reaksiyon ünitesine geçiş yapar. Reaktörün çıkış ürünü soğutulur ve yüksek basınç altında hidrokarbondan hidrojen/hidrojen sulfit/gaz amonyak ayrılır [12]. Ayrılan fazla hidrojen, hidrojen sülfitten arındırıldıktan sonra reaktöre geri gönderilir [9]. Daha ileri ayrıştırma (LPG için) hidrokarbon sıvılarının fraksiyonlayıcılara gönderilmesiyle gerçekleştirilir [12]. Tablo 4'de petrol rafinerilerinde farklı amaçlarla uygulanan hidrojenleme proseslerinin besleme, ürün kompozisyonları ve giderilen kirleticiler özetlenmiştir.

Tablo 4'de de görüldüğü gibi hidrojenleme işlemi birçok kirleticinin giderilmesi ve beslemenin daha saf bir hale getirilmesi için kullanılabilir. Bu proseslerin içinde en çok kullanılan ve önem verilen işlem ise hidro-desülfürizasyondur.

3.4.1 HİDRO-DESÜLFÜRİZASYON

Hidrojenleme prosesleri, petrolün hidrodessülfürizasyonu katalitik proseslerdir. Besleme hidrokarbonları ve hidrojen, yüksek sıcaklık ve basınç altında katalizör yataklarına gönderilir. Hidrokarbonlara tutunan sülfür atomlarının bir kısmı katalizörlerin yüzeylerinde hidrojenle reaksiyona girer ve hidrojen sülfür (H_2S) oluşturur. Hidrometalizasyon da benzer bir şekilde gerçekleşir ve hem hidrodessülfürizasyon hem de hidrodemetalizasyon katalizörlerin gözenek yapılarının aktif

kısımlarında gerçekleşir. Çökeltide oluşan sülfür ve azot, hidrojen sülfid ve amonyağa dönüştürüldükten sonra bu gazlar reaktörün gaz çıkış ünitesinden gaz temizleyicileri ile temizlenerek dışarı atılır [9]..

Sülfür giderimi petrol rafinerisinde kullanılan bazı prosesler için çok önemlidir. Katalizör kullanılan proseslerde beslemedeki fazla sülfür katalizörlerin aktivitelerini bozabilir [13].

Tablo 4. Hidrojenleme Prosesi Farklı Besleme ve Ürün Kompozisyonları ve Giderilen Bileşenler [10]

Besleme stokları (Şarj)	İstenen ürünler	Giderilen veya konsantrasyonu azaltılan bileşenler
LPG	Temiz LPG	S, olefinler
Naftalar	Katalitik reformer beslemesi (S: ağırlıkça %0.05 ile 0.5 arasında)	S (< 0.5 ppm), N, olefinler
LPG, naftalar	Düşük dien içeriği	Üründeki dienler (25 - 1 ppm)
Katalitik olarak kırılmış nafta	Benzin harmanlama bileşeni	S
Atmosferik gazyağları	Etilen besleme stoğu (LVOC)	S, aromatikler
	Jet	S, aromatikler
	Dizel	S, aromatik ve n-parafinler
Vakum gazyağları	Etilen besleme stoğu	Aromatikler
	Kerosen / jet (S: ağırlıkça	S, aromatikler

	%0.05 ile 1.8 arasında)	
	Dizel (S: ağırlıkça %0.05 ile 1.8 arasında)	S, aromatikler
	AKK beslemesi	S, N, metaller
	Düşük sülfür içerikli akaryakıt	S
	Baz yağı stoğu	Aromatikler
Atmosferik rezid	AKK beslemesi	S, N, CKK* ve metaller
	Düşük sülfür içerikli akaryakıt	S
	Koklaştırıcı besleme stoğu	S, CKK ve metaller
	RKK** besleme stoğu	CKK ve metaller

*CKK: Conradson Karbon Kalıntısı

**RKK: Rezid Katalitik Kıraking

3.5 HİDRO-KRAKİNG

Hidro-kıraking prosesi aslında temel olarak katalitik kıraking prosesiyle aynı amaca hizmet eder; fakat farklı olarak bu proses aynı zamanda beslemedeki kirleticileri gidermeye ya da azaltmaya da olanak sağlar [12]. Katalitik kırımada kullanılan besleme, distilasyondan çıkan gaz yağı iken, hidro-kırakingde kırım proseslerinden ve koklaştırmadan çıkan gazlar besleme olarak kullanılır. Bu nedenlerle hidro-kıraking katalitik kırakingin bir alternatifinden çok onun bir tamamlayıcısıdır [9].

Hidro-kıraking ile hidrojenleme prosesi arasındaki fark ise beslemenin reaksiyon sıcaklığı altında durma süresi ve ürün yelpazesidir [9].

Hidro-kraking prosesi iki ana üniteden oluşur. Bunların birincisi hidrojenlemenin meydana geldiği sabit hidrojenleme katalizör yataklarıdır. Buradaki amaç H/C oranını arttırmak ve sülfür, azot ve metalleri gidermektir. Bu üniteyi takip eden ikinci ana ünite ise sabit hidro-kraking katalizör yataklarında aromatik yapılar kırılır. Her iki ünite prosesleri için de ön ısıtmadan geçmiş besleme yüksek sıcaklıktaki hidrojenle karıştırılır ve reaktöre girer ve daha sonra ürünler fraksiyonlayıcıya gönderilir [12].

3.6 ÜRÜN GELİŞTİRME

3.6.1 REFORMER

Reformer prosesi, benzin karışımına katılan naftanın oktan sayısını arttırmak için geliştirilmiştir. 1930'larda ortaya çıkan bu ihtiyacı karşılamak amacıyla öncelikle termal reformerlar dizayn edilmiş; fakat son zamanlarda yerini büyük bir oranda daha etkili bir proses olan katalitik reformerlara bırakmıştır. [9].

Katalitik reformerlarda meydana gelen dört ana reaksiyon vardır:

- Naften → Aromatik (dehidrojenasyon)
- Parafin → Aromatik (dehidrosiklizasyon)
- İzomerizasyon
- Hidro-kraking

Reformerlar yüksek oktan sayılı reformatlar oluşturup, petrokimya endüstrileri için aromatikler üretirken aynı zamanda hidrojenleme prosesinde kullanılan yüksek saflıkta hidrojen de üretir.

3.6.2 İZOMERİZASYON

Katalitik reformer prosesi ağır fraksiyonlarda yüksek oktanlı bileşikler oluştursa da, hafif fraksiyonlardaki başta butan ve hekzan olmak üzere n-parafin bileşiklerinde düşük oktan değerleri görülür. Bir katalizör kullanılarak bu n-parafin bileşikler izomerleri olan benzin bileşiklerine dönüştürülür ve oktan seviyeleri yükseltilmiş olur [9]. İzomerizasyon, orijinal molekülde herhangi bir ekleme veya çıkarma yapmadan bir molekülün dizilimini değiştirmek için kullanılır [10]. İzomerizasyon, benzin karışımları için yüksek oktanlı fraksiyon üretmenin yanı sıra, alkilasyon ünitesi için ek hammadde üretiminde de kullanılmaktadır.

3.6.3 ALKİLASYON

Harmanlamadan sonra yüksek kalitede motor yakıtı elde edebilmek amacıyla alkilasyon işlemi uygulanmaktadır [10]. Alkilasyon, isoparafinlerin oluşumu için olefinler ve parafinlerin karıştırılması reaksiyonuna verilen isimdir [9]. Düşük sıcaklık ve kuvvetli asitlerin yardımıyla reaksiyonlar gerçekleşir [10].

3.6.4 POLİMERİZASYON

Polimerizasyon, genellikle propilen ve butilenin aynı yapıda fakat daha yüksek moleküler ağılığa sahip bileşiklere dönüşmesine denilmektedir. Elde edilen ürünler hammaddenin dimer, trimer ya da tetrameridir. Rafinerilerin petrokimya bölümlerinde bu işlem polietilen üretimine kadar devam ettirilebilmektedir [9].

4. PETROL RAFİNERİSİ SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR

4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI

Petrol rafinasyonundan kaynaklanan atıklar iki ana sınıf altında ele alınmaktadır:

- Proses atıkları
- Proses dışı atıklar

Endüstriyel üretim tesislerde ana üretim prosesine ek olarak gerçekleştirilen faaliyetler sonucu olarak ortaya çıkması muhtemel yan proses atıkları; petrol rafinasyonundan herhangi bir yan proses olmadığı için, bu sektör için söz konusu değildir.

Bu sektörde üretilmesi beklenen proses ve proses dışı atıklar Tablo 5 ve Tablo 6'da 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" işareti atıkların tehlikesiz karşılıkları olan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. ***Ancak atıkların tehlikesiz altı haneli kodlarla tanımlanabilmeleri için tehlikesiz olduklarının analiz sonuçları ile doğrulanması gerektiği unutulmamalıdır.***

Proses atıkları

Petrol Rafinerilerinden çıkan atıklar, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 4’de verilen atık listesinde çeşitli başlıklar altında toplanmıştır. Bu listede tehlikeli atıklar “*” ile işaretlenmiştir. Prosesse özel atıkların listesi Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Petrol Rafinerisi Sektöründen Kaynaklanan Proses Atıkları

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
05	Petrol Rafinasyonu, Doğal Gaz Saflaştırma ve Kömürün Pirolitik İşlenmesinden Kaynaklanan Atıklar	
<i>05 01</i>	<i>Petrol Rafinasyon Atıkları</i>	
05 01 02*	Tuz arındırma(tuz giderici) çamurları	A
05 01 03*	Tank dibi çamurları	A
05 01 04*	Asit alkil çamurları	A
05 01 05*	Petrol döküntüleri	A
05 01 06*	İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar	A
05 01 07*	Asit ziftleri	A
05 01 08*	Diğer ziftler	A
05 01 09*	Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli madde içeren çamurlar	M
05 01 10	05 01 09 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar	
05 01 12*	Yağ içeren asitler	A
05 01 15*	Kullanılmış filtre killeri	A

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
05 01 16	Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar	
05 01 17	Bitüm	
05 07	<i>Doğal Gaz Saflaştırma ve Nakliyesinde Oluşan Atıklar</i>	
05 07 01*	Cıva içeren atıklar	M
06	Anorganik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
06 02	Bazların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
06 02 04*	Sodyum ve potasyum hidroksit	A
10	Isıl İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
10 01	<i>Enerji Santrallerinden ve Diğer Yakma Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar (19 Hariç)</i>	
10 01 01	(10 01 04'ün altındaki kazan tozu hariç) dip külü, cüruf ve kazan tozu	
10 01 04*	Uçucu yağ külü ve kazan tozu	A
10 01 22*	Kazan temizlemesi sonucu çıkan tehlikeli maddeler içeren sulu çamurlar	M
10 01 23	10 01 22 dışındaki kazan temizlemesi sonucu çıkan sulu çamurlar	
16	Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar	
16 08	<i>Bitik Katalizörler</i>	
16 08 01	Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç)	
16 08 02*	Tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler	M
16 08 03	Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
16 08 04	Bitik katalitik “cracking” katalizör sıvısı (16 08 07 hariç)	
16 08 07*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler	M
19	Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atıksu Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar	
19 09	<i>İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Gereken Suyun Hazırlanmasından Kaynaklanan Atıklar</i>	
19 09 01	İlk filtreleme ve süzme işlemlerinden kaynaklanan katı atıklar	
19 09 04	Kullanılmış aktif karbon	
19 09 05	Doymuş ya da kullanılmış iyon değiştirme reçinesi	
19 09 06	İyon değiştiricilerinin rejenerasyonundan kaynaklanan solüsyonlar ve çamurlar	
19 09 99	Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar	

Petrol ürünleri üretiminden kaynaklanan atıklar, 05 01 kodu altında yer alan atıklardır. Bunlar dışında 05 07 kodlu “Doğal Gaz Saflaştırma ve Nakliyesinde Oluşan Atıklar”, 06 02 kodlu “Bazların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar”, 10 01 kodlu “Enerji Santrallerinden ve Diğer Yakma Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar”, 16 08 kodlu “Bitik Katalizörler” ve 19 09 kodlu “İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Gereken Suyun Hazırlanmasından Kaynaklanan Atıklar” proses atıkları grubuna dahildir.

05 01 02* kodlu “Tuz arındırma(tuz giderici) çamurları” ham petrolün rafinasyonu öncesinde içerisindeki inorganik tuzların giderimine yönelik olarak yürütülen operasyonlardan kaynaklı atıklardır. Çıkan

atık miktarı ham petrolün kalitesine ve nakliye şartlarına göre değişiklik göstermektedir [10].

05 01 03* kodlu “Tank dibi çamurları” rafinerideki ayrıştırma kolonlarının temizlenmesi sırasında tankların yıkanması sonucu ortaya çıkan dip çamurlardır [10].

05 01 04* kodlu “Asit alkil çamurları” alkilasyon prosesi sırasında kullanılan hidroflorik asit ve sülfirik asit kaynaklı çamurlardır [10].

05 01 05* kodlu “Petrol döküntüleri” ham petrolün işlenmesi sırasında kaçak ya da kazalardan etrafa saçılan petrol atıklarıdır.

05 01 06* kodlu “İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar” ise rafinerideki bakım onarım çalışmaları sırasında dökülen petrol kaynaklı yağlı çamurlardır.

05 01 07* kodlu “Asit ziftleri” alkilasyon ve polimerizasyon proseleri sırasında kullanılan asitleri içeren ziftlerdir [10].

05 01 08* kodlu “Diğer ziftler” rafineri proseleri kaynaklı oluşan tank dibi ziftleridir.

05 01 09* kodlu “Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli madde içeren çamurlar” tank dibi çamurlarının ve diğer petrol döküntülerinin arıtımından kaynaklanan tehlikeli atıklardır.

05 01 10 kodlu “05 01 09 dışındaki saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar” tank dibi çamurlarının ve diğer petrol döküntülerinin arıtımından kaynaklanan atıklardır. Bu atıklar, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilen atıklardır.

05 01 12* kodlu “yağ içeren asitler” alkilasyon prosesi sonucunda atılan yağ ile karışmış asit kaynaklı atıklardır [10].

05 01 15* kodlu “kullanılmış filtre killeri” hidrojen üretimi ve doğal gaz ünitelerinde kullanılan gaz temizleme filtrelerinin atıklarıdır [10].

Petrol Rafinasyonu

05 01 16 kodlu “petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar” katalitik reformer, gaz ayırma prosesleri, hidrojen ile muamele prosesi, hidrokraking ve hidrojen üretimi sırasında oluşan geri kazanılabilir kükürt atıklarıdır [11].

05 01 17 kodlu “bitüm” ise bitüm üretimi sırasında oluşan bitüm atıklarıdır [11].

05 07 01* kodlu “civa içeren atıklar” doğal gaz ünitesindeki gaz ayırma prosesleri sırasında oluşan civa içerikli katı atıklardır [10].

06 02 04* kodlu “sodyum ve potasyum hidroksit” rafinerideki çeşitli ekstraksiyon prosesleri sırasında oluşan geri kazanılamayan kullanılmış kostik atıklarıdır [10].

10 01 04* kodlu “uçucu yağ külü ve kazan tozu” ham petrolün ısıtıldığı kazan ve yakma fırınlarında kullanılan fueloil kaynaklı atıklardır.

10 01 22* kodlu “Kazan temizlemesi sonucu çıkan tehlikeli maddeler içeren sulu çamurlar” ve 10 01 23 kodlu “10 01 22 dışındaki kazan temizlemesi sonucu çıkan sulu çamurlar” ise ham petrolün ısıtıldığı kazan ve yakma fırınlarının temizliği sırasında oluşan atıklardır. 10 01 23 kodlu atıklar Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilen atıklardır.

16 08 kodlu “Bitik katalizörler” (16 08 01/16 08 02*/16 08 03/16 08 04/16 08 07*) ise alkilasyon, katalitik kırma, katalitik reformer, eterleştirme, hidrojen ile muamele, hidrokraking, izomerizasyon, doğal gaz ünitesi, polimerizasyon ve ürün işleme sırasında kullanılan çeşitli katalizörlerin atıklarıdır [10].

19 09 01 kodlu “İlk filtreleme ve süzme işlemlerinden kaynaklanan katı atıklar”, 19 09 04 kodlu “Kullanılmış aktif karbon”, 19 09 05 kodlu “Doymuş ya da kullanılmış iyon değiştirme reçinesi” ve 19 09 06 kodlu “İyon değiştiricilerinin rejenerasyonundan kaynaklanan solüsyonlar ve

çamurlar” tesiste soğutma amacıyla kullanılan proses suyunun hazırlanmasına yönelik tesislerde oluşan atıklardır.

19 09 99 kodlu atıklar, membran proseslerinden kaynaklanan atıklar için kullanılan atık kodudur. Atık Yönetimi Yönetmeliği'nin 12'nci maddesinin ikinci fıkrası gereğince Bakanlık'tan gerekli izinler alınmak şartıyla membran proseslerine yönelik atıklar için “19 09 99” kodu kullanılacaktır.

Proses dışı atıklar

Proses dışı atıklar kategorisinde sınıflandırılan atıklar tesislerde uygulanan süreçlerden bağımsız olarak ortaya çıkması muhtemel atıklardır. Genel olarak endüstriyel sektörler incelendiği zaman proses dışı atıkların farklı sektörler arasında benzerlik gösterdiği görülecektir. Proses dışı atıklar ile ilgili listenin hazırlanması aşamasında, genel atık türleri olan 13 “Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları”, 15 “Atık Ambalajlar ile Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri ve Koruyucu Giysiler”, 16 “Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar”, 17 “İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil)”, 18 “İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar (Doğrudan Sağlığa İlişkin Olmayan Mutfak ve Restoran Atıkları Hariç)”, 19 “Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atıksu Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar” ve 20 “Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evlerden Kaynaklanan ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)” gibi sınıflar incelenmiştir. Ayrıca, geçmiş yıllarda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na yapılan atık beyanları (TABS verileri), tesis çalışmaları ve literatür incelemeleri de göz önünde bulundurulmuştur. Atık beyanı veren atık üreticilerinin aşağıdaki genel listeyi inceleyerek kendi tesislerinden kaynaklanan proses dışı atıkları tanımlayarak beyanlarında bu atıkları göstermeleri

gerekmektedir. Proses dışı atıklar kategori olarak çok geniş bir atık listesini oluşturduğundan, Tablo 6'da listesi verilen proses dışı atıkların seçilmesinde her yıl düzenli olarak ortaya çıkması muhtemel atıklara yer verilmiştir. Atık üreticileri listede olmayan ancak o yıl içerisinde oluşan atıklarını (örneğin; inşaat ve yıkım atıkları) ayrıca beyan edebilirler.

Tablo 6. Petrol Rafinerisi Sektöründen Kaynaklanan Proses Dışı Atıklar

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
7	Organik Kimyasal İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar	
<i>07 01</i>	<i>Temel Organik Kimyasal Maddelerin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar</i>	
07 01 04*	Diğer organik çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler	A
8	Astarlar (Boyalar, Vernikler ve Vitrikiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar ve Baskı Mürekkeplerinin Üretim, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar	
<i>08 03</i>	<i>Baskı Mürekkeplerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar</i>	
08 03 17*	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri	M
08 03 18	08 03 17 dışındaki atık baskı tonerleri	
12	Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Şekillendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar	
<i>12 01</i>	<i>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
12 01 12*	Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar	A
12 01 16*	Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları	M
12 01 17	12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları	
13	Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları (Yenilebilir Yağlar, 05 ve 12 Hariç)	
<i>13 01</i>	<i>Atık Hidrolik Yağlar</i>	
13 01 11*	Sentetik Hidrolik Yağlar	A
13 01 13*	Diğer hidrolik yağlar	A
<i>13 02</i>	<i>Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları</i>	
13 02 06*	Sentetik motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 08*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
15	Atık Ambalajlar ile 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>	
15 01 01	Kağıt ve karton ambalaj	
15 01 02	Plastik ambalaj	
15 01 03	Ahşap ambalaj	
15 01 04	Metal ambalaj	
15 01 10*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	A
<i>15 02</i>	<i>Emiciler, Filtre Malzemeleri, Temizleme Bezleri ve Koruyucu Giysiler</i>	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
15 02 02*	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	M
15 02 03	15 02 02 dışındaki emiciler, filtre malzemeleri, temizleme bezleri, koruyucu giysiler	
16	Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar	
<i>16 01</i>	<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 03	Ömrünü tamamlamış lastikler	
16 01 04*	Ömrünü tamamlamış araçlar	A
16 01 07*	Yağ filtreleri	A
16 01 13*	Fren sıvıları	A
16 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren antifriz sıvıları	M
16 01 15	16 01 14 dışındaki antifriz sıvıları	
<i>16 02</i>	<i>Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları</i>	
16 02 13*	16 02 09'dan 16 02 12'ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar içeren ıskarta ekipmanlar	A
16 02 14	16 02 09'dan 16 02 13'e kadar olanların dışındaki ıskarta ekipmanlar	
16 02 15*	ıskarta ekipmanlardan çıkartılmış tehlikeli parçalar	A
16 02 16	16 02 15 dışındaki ıskarta ekipmanlardan çıkartılmış parçalar	
<i>16 05</i>	<i>Basınçlı Tank İçindeki Gazlar ve İskartaya Çıkmış Kimyasallar</i>	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
16 05 06*	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları	M
16 05 07*	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta anorganik kimyasallar	M
16 05 08*	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta organik kimyasallar	M
16 05 09	16 05 06, 16 05 07 ya da 16 05 08 dışında tehlikeli maddeler içeren ıskarta organik kimyasallar	
16 06	<i>Piller ve Akümülatörler</i>	
16 06 01*	Kurşunlu piller ve akümülatörler	A
16 06 02*	Nikel kadmiyum piller	A
16 11	<i>Atık Astarlar ve Refraktörler</i>	
16 11 05*	Metalürjik olmayan proseslerden kaynaklanan, tehlikeli maddeler içeren astarlar ve refraktörler	M
16 11 06	16 11 05 dışındaki metalürjik olmayan proseslerden kaynaklanan astar ve reflektörler	
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
18 01 04	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olmayan atıklar (örneğin sargılar, vücut alçıları, tek kullanımlık giysiler, alt bezleri)	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
20	Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evlerden Kaynaklanan ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)	
20 01	<i>Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)</i>	
20 01 01	Kâğıt ve karton	
20 01 08	Biyolojik olarak bozunabilir mutfak ve kantin atıkları	
20 01 21*	Flüoresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar	A
20 01 25	Yenilebilir sıvı ve katı yağlar	
20 01 26*	20 01 25 dışındaki sıvı ve katı yağlar	A
20 01 35*	20 01 21 ve 20 01 23 dışındaki tehlikeli parçalar içeren ve ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar	A

4.2 ATIK OLUŞUM KAYNAKLARI

Tablo 7’de proses atıklarının oluşabileceği üretim noktaları verilmiştir. Yukarıda da belirtildiği üzere petrol rafinerisi sektöründe yan proses olarak adlandırılabilir herhangi bir üretim yoktur. Proses dışı atıklar için ise tüm yan işletmeler, yemekhane, ofisler ve revir gibi üniteler de göz önünde bulundurularak incelenmelidir. Proses dışı atıkların incelenmesi için örnek bir kontrol listesi aşağıda verilmiştir. Ancak bu listenin tesis bazında genişletilmesi gerekebileceği unutulmamalıdır.

- 13 “Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları”
- 15 “Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler”
- 16 “Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar”

- 17 “İnşaat ve Yıkım Atıkları (Kirlenmiş Alanlardan Çıkarılan Hafriyat Dahil)” için tehlikeli maddeler ile kirlenmiş toprak, kablolar, inşaat malzemesi (özellikle eski tesislerde asbest içermesi riski nedeniyle yalıtım malzemeleri) vs.
- 18 “İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar” için revirler ve acil yardım üniteleri
- 19 “Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atık Su Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar” için atıksu arıtma tesislerine
- 20 “Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)” için üretim alanları ofisler, yemekhaneler.

Tablo 7. Petrol Rafinerisi Sektörü Atık Üretim Noktalar

Proses	Üretilen Atıklar
Alkilasyon	<ul style="list-style-type: none"> • Tank dibi çamurları (05 01 03*) • Asit alkil çamurları (05 01 04*) • Petrol döküntüleri (05 01 05*) • İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*) • Asit ziftleri (05 01 07*) • Yağ içeren asitler (05 01 12*) • Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç) (16 08 01) • Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Atmosferik ve Vakum Distilasyon	<ul style="list-style-type: none"> • Tank dibi çamurları (05 01 03*) • Petrol döküntüleri (05 01 05*) • İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*) • Diğer Ziftler (05 01 08*)
Baz Yağı Üretimi	<ul style="list-style-type: none"> • Tank dibi çamurları (05 01 03*) • Petrol döküntüleri (05 01 05*) • İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)
Bitüm Üretimi	<ul style="list-style-type: none"> • Tank dibi çamurları (05 01 03*) • Petrol döküntüleri (05 01 05*) • İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*) • Bitüm (05 01 17)
Depolama ve Taşıma	<ul style="list-style-type: none"> • Tank dibi çamurları (05 01 03*)

Proses	Üretilen Atıklar
	<ul style="list-style-type: none">• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Diğer Ziftler (05 01 08*)
Doğal Gaz Ünitesi	<ul style="list-style-type: none">• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Kullanılmış filtre killeri (05 01 15*)• Cıva içeren atıklar (05 07 01*)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Enerji Sistemleri	<ul style="list-style-type: none">• (10 01 04'ün altındaki kazan tozu hariç) dip külü, cüruf ve kazan tozu (10 01 01)• Uçucu yağ külü ve kazan tozu (10 01 04*)• Kazan temizlemesi sonucu çıkan tehlikeli maddeler içeren sulu çamurlar (10 01 22*)• 10 01 22 dışındaki kazan temizlemesi sonucu çıkan sulu çamurlar (10 01 23)
Eterleştirme	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç) (16 08 01)
Gaz Ayırma Prosesleri	<ul style="list-style-type: none">• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren

Proses	Üretilen Atıklar
	atıklar (05 01 16) <ul style="list-style-type: none">• Sodyum ve potasyum hidroksit (06 02 04*)
Hidrojen ile Muamele	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar (05 01 16)• Sodyum ve potasyum hidroksit (06 02 04*)• Tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler (16 08 02*)• Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler (16 08 03)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Hidrokraking	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar (05 01 16)• Sodyum ve potasyum hidroksit (06 02 04*)• Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler (16 08 03)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Hidrojen Üretimi	<ul style="list-style-type: none">• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından

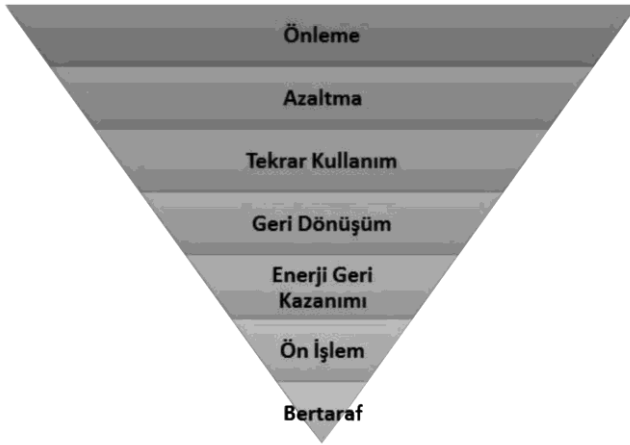
Proses	Üretilen Atıklar
	<p>kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)</p> <ul style="list-style-type: none">• Kullanılmış filtre killeri (05 01 15*)• Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar (05 01 16)
Izomerizasyon	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Diğer Ziftler (05 01 08*)• Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç) (16 08 01)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Katalitik Kıırma	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Tehlikeli geçiş metalleri (4) ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler (16 08 02*)• Bitik katalitik “cracking” katalizör sıvısı (16 08 07 hariç) (16 08 04)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)

Proses	Üretilen Atıklar
Katalitik Reformer	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Diğer Ziftler (05 01 08*)• Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar (05 01 16)• Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç) (16 08 01)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Koklaştırma	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Diğer Ziftler (05 01 08*)
Polimerizasyon	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Asit ziftleri (05 01 07*)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Tuz Giderme	<ul style="list-style-type: none">• Tuz arındırma (tuz giderici) çamurları (05 01 02*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)
Ürün İşleme	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)

Proses	Üretilen Atıklar
	<ul style="list-style-type: none">• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Sodyum ve potasyum hidroksit (06 02 04*)• Tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler (16 08 02*)• Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler (16 08 07*)
Vis Kırma	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)
Arıtma Tesisi	<ul style="list-style-type: none">• Tank dibi çamurları (05 01 03*)• Petrol döküntüleri (05 01 05*)• İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar (05 01 06*)• Diğer Ziftler (05 01 08*)• Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan tehlikeli madde içeren çamurlar (05 01 09*)• İlk filtreleme ve süzme işlemlerinden kaynaklanan katı atıklar (19 09 01)• Kullanılmış aktif karbon (19 09 04)• Doymuş ya da kullanılmış iyon değiştirme reçinesi (19 09 05)• İyon değiştiricilerinin rejenerasyonundan kaynaklanan solüsyonlar ve çamurlar (19 09 06)• Başka bir şekilde tanımlanmamış atıklar (19 09 99)

5. ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ

Atık Yönetimi Yönetmeliği incelendiğinde atık yönetim hiyerarşisinin altının çizildiği görülmektedir. Şekil 6'da şematik olarak gösterilen bu anlayışa göre öncelikle atıkların oluşumunun önlenmesi gerekmektedir. Eğer atık oluşumu önlenemiyorsa üretilen miktarların mümkün olduğu kadar az indirgenmesi esastır. Atıkların önlenemediği ya da miktar olarak azaltılamadığı durumda atıkların yeniden değerlendirilebilmeleri için geri dönüşüm ya da yeni kullanılabilir ürünler elde edilmesi amacıyla geri kazanım fırsatları aranmalıdır. Geri dönüşüm/geri kazanım uygulamaları bir alternatif değilse atıklar ön işlem tesisleri ya da yakma fırınlarında işlem görmelidir. Bu aşamadaki en önemli hedef işlenen tehlikeli atık hacminin ya da miktarının işlem sonunda düşürülmesidir. Bu sayede en az tercih edilen alternatif olan nihai bertarafa gidecek atık miktarı azaltılacaktır. Atık hiyerarşisi prensibine atıklar ancak daha tercih edilebilir alternatifler işe yaramadığı durumda nihai bertarafa gönderilmelidir.



Şekil 6. Atık yönetim hiyerarşisi

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

Bu bölümde ayrıntıları verilen ham petrol rafinasyonu sanayi için atık önleme ve azaltma tedbirleri özellikle proses atıklarını kapsamaktadır. İncelenecek tedbirlerin bir özeti Tablo 8. Petrol rafinasyon sektöründen kaynaklanan proses atıkları için kullanılabilir mevcut en iyi tekniklerin listesiverilmiştir. Bu tabloda tehlikeli proses atıkları bazında MET, uygulamaya dair kısa bir açıklama ve uygulanabilecek tesis türü verilmiştir. Geliştirilen tüm MET'lerin hem yeni hem de kurulu tesislere uygulanabileceği görülmektedir. Son olarak bu uygulamalar ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye ulaşılabilecek kaynaklar verilmiştir. Tablo 8'de sıralanmış uygulamaların bir kısmı az önce bahsedilen işletmelerin kendi ihtiyaçlarına karşılık vermek için geliştirdiği ve saha çalışmaları sonucu bu rehberde eklenen MET'lerdir. 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 8. Petrol rafinasyon sektöründen kaynaklanan proses atıkları için kullanılabilir mevcut en iyi tekniklerin listesi

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
05 01 02*	Tuz arındırma (tuz giderici) çamurları	A	Atığın proses içinde yeniden kullanılması (örn.Koklaştırma)	Atık miktarını azaltır.	[10][14]
			Tuz giderici uygulamalarının iyileştirilmesi	Atıktaki tuz miktarını azaltır.	[10][15]
05 01 03*	Tank dibi çamurları	A	Depolama stratejisi oluşturulması (tank sayısının azaltılması)	Atık miktarını azaltır	[10]
			Önişleme uygulanması	Atık miktarını azaltır.	[10],Saha çalışmaları
			Atığın proses içinde yeniden kullanılması (örn.Koklaştırma)	Atık miktarını azaltır.	[10]
			Depolama tanklarına karıştırıcı konulması	Atık miktarını azaltır.	[16]
05 01 04*	Asit alkil çamurları	A	Beslemenin iyileştirilmesi (hidrojenleme ya da izomerizasyon ile)	Atık miktarını azaltır.	[10]

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
			Alkilasyonda katı asit teknolojisi uygulanması	Atık miktarını azaltır.	[10][15]
			HF ile alkilasyon	Atık miktarını azaltır.	[10]
			Önişleme uygulanması	Atık miktarını azaltır.	[10]
05 01 06*	İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar	A	Atığın proses içinde yeniden kullanılması (örn. Koklaştırma)	Atık miktarını azaltır.	[10]
05 01 12*	Yağ içeren asitler	A	Alkilasyonda katı asit teknolojisi uygulanması	Atık miktarını azaltır.	[10][15]
05 01 15*	Kullanılmı iş filtre kileri	A	Filtre kilerinin yeniden kazanılması/ alternatifler ile elimine edilmesi	Atık miktarını azaltır/atık oluşumunu engeller.	[10]

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
05 01 16	Petrol desülfürizasyonu sonucu oluşan kükürt içeren atıklar		Kükürt geri kazanım ünitelerine gönderilmesi	Kaynak kullanımını azaltır.	[10],Saha çalışmaları 1
05 07 01*	Cıva içeren atıklar	M	Cıvanın atık çamurdan giderilmesi	Atık zararını azaltır/önler.	[10][17]
06 02 04*	Sodyum ve potasyum hidroksit	A	Kullanılmış kostik yönetimi	Atık miktarını azaltır.	[10][14]
			Beslemenin iyileştirilmesi (hidrojenleme ya da izomerizasyon ile)	Kullanılan kostik miktarını azaltır.	[11]
			Kostiğin ardışık kullanımı	Atık miktarını azaltır.	[10][14]
10 01 04*	Uçucu yağ külü ve kazan tozu	A	ESP veya bez filtre ile kül tutumu	Atığın Tehlikeli Madde İçeriğini Azaltır.	[17]

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
16 08 01	Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07) hariç		Kullanılmış katalizörlerin yönetimi (örn.metallerin geri kazanılması)	Atık miktarını azaltır/var ise zararlı bileşenleri azaltır	[10]
16 08 02*	Tehlikeli geçiş metalleri (4) ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler	M	Kullanılmış katalizörlerin yönetimi (örn.metallerin geri kazanılması)	Atık miktarını azaltır/var ise zararlı bileşenleri azaltır	[10]
			HF ile alkilasyon yapılması	Atık miktarını azaltır.	[10]
16 08 03	Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller		Kullanılmış katalizörlerin yönetimi (örn.metallerin geri kazanılması)	Atık miktarını azaltır/var ise zararlı bileşenleri azaltır	[10], Saha çalışmaları, [18]

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Referans
	ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler		HF ile alkilasyon yapılması	Atık miktarını azaltır.	[10]
16 08 04	Bitik katalitik "cracking" katalizör sıvısı (16 08 07 hariç)		Beslemenin iyileştirilmesi (hidrojenleme ile)	Katalizör ömrünü uzatır/ var ise zararlı maddeleri azaltır	[10]
			Yüksek kaliteli/yıpranmaya dirençli katalizör kullanımı	Atık miktarını azaltır.	[10]
16 08 07*	Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler	M	Kullanılmış katalizörlerin yönetimi (örn.metallerin geri kazanılması)	Atık miktarını azaltır/var ise zararlı bileşenleri azaltır	[10]
			Alkilasyonda katı asit teknolojisi uygulanması	Atık miktarını azaltır.	[10][15]
			HF ile alkilasyon yapılması	Atık miktarını azaltır.	[10]

Tablo 8’de yer alan MET’lerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

MET	<i>Atığın Proses İçinde Yeniden Kullanılması</i> <i>(Örn.Koklaştırma)</i>
Kaynaklar	[10][14]
Hedef atıklar	05 01 02*: Tuz arındırma (tuz giderici) çamurları 05 01 03*: Tank dibi çamurları 05 01 06*: İşletme ya da ekipman bakım çalışmalarından kaynaklanan yağlı çamurlar
Uygun Olduğu Proses	Tüm Prosesler (çıkan çamurun içeriğine bağlı olmak şartıyla)
Açıklama	Koklaştırma tesisine sahip olan rafineriler için bir seçenek de koklaştırma prosesinde yağlı çamurların tekrar kullanımınıdır; bu, birimin kullanım için hazır bulunmasına ve son ürün için şartname koşullarına bağlıdır. Koklaştırma birimine sahip olan rafinerilerde yağlı çamurlar, atık su arıtmadan çıkan çamurlar ve atıklar koklaştırma biriminde (gecikmeli, sıvı ya da esnek koklaştırıcı türü birim) bertaraf edilebilir. Aynı zamanda kok üretimi yapılıyor ise, üretilen kokun kalitesi kabul edilebilir düzeyde olacaktır (rafineri dahilinde/haricinde yakıt olarak ya da başka amaçlar doğrultusunda malzeme olarak kullanımı ile ilgili olarak belirtilmiştir).
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Tuz Giderici Uygulamalarının İyileştirilmesi</i>
Kaynaklar	[10][15]
Hedef atıklar	05 01 02*: Tuz arındırma (tuz giderici) çamurları
Uygun Olduğu Proses	Tuz giderme
Açıklama	<p>Proses çeşitli adımlarla iyileştirilebilir. Bu adımlar tuz gidericinin verimliliğini artırmayı ve yıkama suyu kullanımını azaltmayı hedefler:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Çok kademeli tuz gidericilerin kullanılması2. Çok kademeli gidericilerde ikinci basamaktan elde edilen tuzlu suyun ilk kademede yıkama suyu olarak yeniden kullanılması3. Düşük kesmeli karıştırma cihazlarının kullanılması4. Düşük su basıncı kullanarak tanklardaki türbülansı engellemek
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Depolama Stratejisi Oluşturulması</i>
Kaynaklar	[10]
Hedef atıklar	05 01 03*: Tank dibi çamurları
Uygun Olduğu Proses	Taşıma ve Depolama
Açıklama	Üretim planlamasının ve devamlı operasyonların iyileştirilmesi ile gereken tank sayısı azaltılabilir. Tank sayısını minimuma indirmek uçucu organik karbon emisyonlarını azaltırken, tank dibi çamurları ve susuzlaştırılan atık su miktarını da azaltır.
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Depolama Tanklarına Karıştırıcı Konulması</i>
Kaynaklar	[10][16]
Hedef atıklar	05 01 03*: Tank dibi çamurları
Uygun Olduğu Proses	Depolama
Açıklama	Ham petrolün depolama tanklarında beklediği süre boyunca dipte oluşacak çamur miktarını azaltır.
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

Petrol Rafinasyonu

MET	<i>Beslemenin İyileştirilmesi (Hidrojenleme ya da İzomerizasyon ile)</i>
Kaynaklar	[10]
Hedef atıklar	05 01 04*: Asit alkil çamurları
Uygun Olduğu Proses	Alkilasyon
Açıklama	Nafta hidrojenleme ya da izomerizasyonu, alkilasyon ünitelerinden asit kaybını ve sonuç olarak atık üretimini azaltır. Bunlara ek olarak harcanan kostik miktarı da azalır. Asit ve kostik kullanımındaki bu azalış beslemenin diolefin içeriğine bağlıdır.
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>HF ile Alkilasyon Yapılması</i>
Kaynaklar	[10]
Hedef atıklar	05 01 04*: Asit alkil çamurları 16 08 02*: Tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler 16 08 03: Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler 16 08 07*: Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler
Uygun Olduğu Proses	Alkilasyon, Katalitik Kırma, Kükürt Giderme, Hidrojenleme, Katalitik Reformer, İzomerizasyon, Hidrojen ile Kırma
Açıklama	Sülfürik asit alkilasyonu günümüzde en çok tercih edilen alkilasyon çeşidi olmasına rağmen HF ile alkilasyon yapılması sülfürik asit ile yapılmasına göre atık oluşumunu ve bertarafını azaltırken asit katalizörlerin kullanımını da azaltır. Diğer bir yandan, HF doğası gereği çok tehlikeli olduğundan gerekli güvenlik önlemlerine kesin olarak bağlı kalınmalıdır.
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Alkilasyonda Katı Asit Kullanılması</i>
Kaynaklar	[10][15]
Hedef atıklar	05 01 04*: Asit alkil çamurları 05 01 12*: Yağ içeren asitler 16 08 07*: Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler
Uygun Olduğu Proses	Alkilasyon
Açıklama	Katı asit katalizörlerinin kullanımı nötrleme çamurlarını elimine ederken oluşan asit içinde çözünebilen yağ hacmini de azaltır. Bu teknoloji, laboratuvar ve pilot düzeyinde on yıllık yoğun araştırma ve geliştirme sürecinin ardından geliştirilmiştir.
Ekonomik boyut	Katı asit alkilasyonun kimyasal fiyatları HF alkilasyondan daha fazla iken, sülfürik asit alkilasyonundan daha düşüktür. Bunun nedeni çok daha az katalizör kullanılmasıdır. Görsel örnekleme planına bağlı olarak ekipmanların bakım masraflarının likit asit prosesindekinden daha düşük olması bekleniyor.

MET	<i>Filtre Killerinin Yeniden Kazanılması/ Alternatifler ile Elimine Edilmesi</i>
Kaynaklar	[10]
Hedef atıklar	05 01 15*: Kullanılmış filtre killeri
Uygun Olduğu Proses	Proses ocakları ve kazanlar (sıvı ve ağır fuel oil ile çalıştırılan), katalitik kırma rejeneratörleri, kok tesisleri, yakma fırınları, flare bacaları
Açıklama	Rafinerilerde kullanılan filtrelerdeki killer periyodik olarak değiştirilmelidir. Bu killerin yeniden kazanılması veya elimine edilmesi için uygulanabilecek teknikler şu şekildedir: <ul style="list-style-type: none">- Harcanan kilin su ya da buhar ile geri yıkanması- Harcanan kilin nafta ile yıkanıp, buhar ısısı ile kurutulup yanma fırınlarına verilmesi (geri kazanım için)- Bazı durumlarda kil filtreleri yerini tamamen hidrojenleme prosesine bırakabilir (atık miktarında önemli bir azalma sağlar).
Ekonomik boyut	Yoğun bir hidrojenleme prosesi çok pahalı bir procestir.

MET	<i>Kullanılmış Kostik Yönetimi</i>
Kaynaklar	[10][14]
Hedef atıklar	06 02 04*: Sodyum ve potasyum hidroksit
Uygun Proses	Olduğu Alkilasyon, Polimerizasyon, Katalitik Reformer
Açıklama	Kullanılmış kostik yönetimi aşağıdaki teknikleri içermektedir: <ul style="list-style-type: none"> - Kostığın rafineri içinde yeniden kullanımı - Ham petrol distilasyonu ünitesinde taze kostik yerine kullanılmış kostik kullanılması (korozyon önlemek amacı ile) - Biyolojik arıtım ünitelerine pH düzenleyici olarak kostik eklenmesi - Kostığın rafineri dışında yeniden kullanılması (örn.Kağıt hamurlarında sülfürik kostik kullanılması) - Kullanılmış kostik rejenerasyonu
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>Kostığın Ardışık Kullanımı</i>
Kaynaklar	[10][14]
Hedef atıklar	06 02 04*: Sodyum ve potasyum hidroksit
Uygun Proses	Olduğu Alkilasyon, Polimerizasyon, Katalitik Reformer
Açıklama	Kostik bir ürün işleme prosesinin kullanıldığı durumlarda atıkları ve atık su üretimini azaltmak için MET, bir iyileştirme prosesinden çıkan yarı-kullanılmış kostiğin başka bir proseste tekrar kullanılmasıdır.
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

MET	<i>ESP veya Bez Filtre ile Kül Tutumu</i>
Kaynaklar	[17]
Hedef atıklar	10 01 04* Uçucu yağ külü ve kazan tozu
Uygun Olduğu Proses	Baca gazı arıtımı
Açıklama	<p>Elektrostatik presipitörler ve bez filtreler, yakma sonucu oluşacak baca gazından toz arıtımı yapan yaygın uygulamalardandır. Elektrostatik presipitörlerde gaz sıralı plakalar arasından geçerken elektrik yükü uygulanarak tozlar plakalar üzerinde tutulur. Plakalar belirli aralıklarla temizlenir ve toplanan kül silolarda depo edilir. Bez filtrelerde gaz sıralı filtre paketlerinden geçerek yukarı çıkar. Filtrede tutulan toz tanecikleri bez üzerinden atılır ve daha sonra imha edilmek üzere silolarda saklanır [3]. Bu yöntemler uçucu kül üretim miktarını etkilemez fakat bu tozların tutulmasını ve kaçak emisyonların azaltılmasında oldukça etkilidir.</p> <p>Yakıtın türüne bağlı olarak uçucu kül içerisinde çeşitli ağır metaller (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn) yer almaktadır. Bahsedilen toz tutucu yöntemler bu ağır metallerin uçucu külden uzaklaştırılmasında etkilidirler [5].</p>
Ekonomik boyut	ESP'lerin maliyeti elektrik tüketimine, bakım masraflarına, çöktürülmüş küllerin taşınmasına bağlıdır. İşletim maliyeti bez filtrelerden daha az olabilmektedir. Kurulum bedeli kullanılan yakıtla bağlı olarak bez filtrelerin kurulum maliyetinden fazla ya da az olabilmektedir [3].

MET	<i>Kullanılmış Katalizörlerin Yönetimi (Örn.Metallerin Geri Kazanılması)</i>
Kaynaklar	[10] [18] Saha çalışmaları
Hedef atıklar	16 08 01: Altın, gümüş, renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler (16 08 07 hariç) 16 08 02*: Tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler 16 08 03: Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler 16 08 07*: Tehlikeli maddelerle kontamine olmuş bitik katalizörler
Uygun Olduğu Proses	Katalitik Reformer, Hidrojenleme, İzomerizasyon, Katalitik Kırma, Hidrojen ile Kırma, Polimerizasyon
Açıklama	Katalizör olarak kullanılan malzemenin planlanması ve geri kazanım ya da tekrar kullanım için işlenmesi (örneğin taşeronlar tarafından) atık miktarını azaltmak için önerilen en iyi tekniktir. . Bu faaliyetler katalizör türü ve prosese göre değişir.
Ekonomik boyut	Bilgi mevcut değildir.

6. ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI

Sektörden kaynaklanan atıkların önlenemediği ya da azaltılmadığı durumda, atığın özelliklerine uygun bir teknoloji ile tercihen geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tablolarda (Tablo 9 ve Tablo 10) proses atıkları 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. 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.

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:

- 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 yeniden kullanımları
- R10: Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı
- R11: R1 ila R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı
- R12: Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi
- R13: R1 ila R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların ara 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 9. Prosese özel atıklar için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
05 01 02*	√ R1	√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Bu atıklar ek yakıt olarak kullanılabilir. Eğer ek yakıt olarak kullanılamıyorsa bu atıkların öncelikli olarak ön işleme tabii tutulup yakılması, ikinci seçenek olarak düzenli depolama alanlarına gönderilmesi önerilmektedir [19]
05 01 03*	√ R1/R9	√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Bu atıklara uygulanabilecek en öncelikli yöntem yakılarak yeniden kullanılmasıdır. Mümkün olmadığı durumlarda ön işlemden geçirilerek yağ/su ayrımının yapılması uygun olacaktır [19]
05 01 04*	√ R1	√ R12/D 9	√ D10		Bu atıklara uygulanabilecek en öncelikli yöntem ek yakıt olarak kullanılmasıdır.

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
					Mümkün olmadığı durumlarda ön işlemden geçirilerek nötralizasyon ya da yağ/su ayrımının yapılması uygun olacaktır [19]
05 01 05*	√ R1/R9		√ D10		Petrol döküntüleri belli bir miktarda yakıldığında enerji geri kazanımına olanak sağlar. Atıktan türetilmiş yakıt üretiminde ya da ek yakıt olarak kullanılması mümkündür [20]
05 01 06*	√ R1	√ R12/D 9	√ D10		Bu atıklara uygulanabilecek en öncelikli yöntem ek yakıt olarak kullanılmasıdır. Mümkün olmadığı durumlarda ön işlemden geçirilerek yağ/su ayrımının yapılması uygun olacaktır [19]
05 01 07*	√ R1/R6	√ R12/D 9	√ D10		Öncelikle materyal geri kullanımı uygulanmalıdır. Ön

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ²	Düzenli depolama ³	
					işlem olarak nötralizasyon uygulandıktan sonra yakma işlemi ile bertaraf edilebilir [19]
05 01 08*	√ R1		√ D10		Bu atıklar ek yakıt olarak kullanılabilir. Eğer ek yakıt olarak kullanılmıyorsa tehlikeli atık yakma tesislerine yönlendirilmelidir [19]
05 01 09*	R1	√ R12/D 9	√ D10		Eğer atığın kimyasal bileşenleri bilinmiyorsa, biyolojik olmayan arıtmadan kaynaklanan çamurlar test edilmediği sürece tehlikeli olarak muamele görmelidir ancak biyolojik arıtmadan kaynaklanan çamurlar genel olarak tehlikesiz olarak muamele görmelidir [18] [19]

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
05 01 10	√ R1		√ D10	√ D5	Bu çamurlar ek yakıt olarak ya da alternatif ham madde olarak kullanılabilir. Mümkün olmadığı durumlarda yakılarak bertaraf edilebilir ya da tehlikesiz atık depolama alanlarına gönderilebilir [20]
05 01 12*	√ R1		√ D10		Bu atıklar ek yakıt olarak kullanılabilmektedir [20]
05 01 15*	√ R1/R7		√ D10	√ D5	Bu atık ek yakıt olarak kullanılabilmeyle birlikte bileşenleri geri dönüştürülebilir. Mümkün olmadığı durumlarda tehlikeli atık depolama alanlarına gönderilebilir [19] [20]
05 01 17	√ R1/R9		√ D10		Bu atıklar belli bir miktarda yakıldığında enerji

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
					geri kazanımına olarak sağlar. Atıktan türetilmiş yakıt üretiminde ya da ek yakıt olarak kullanılması mümkündür [19]
05 07 01*		√ R12/D 9		√ D5	Bu atıklar civadan arındırıldıktan sonra düzenli depolama alanına gönderilebilir [19]
06 02 04*	√ R5/R6	√ R12/D 9			Genel olarak üretim aşamalarından kaynaklanan kalıntıların döngüsel yönetimi bu atıkların nötralizasyon maddesi olarak kullanımını içermektedir. Çöktürme/flokülasyon; nötralizasyon için filtreleme ve kanalizasyon sistemine verilme üzere su fazının ayrılması gerekmektedir [18]
10 01 01	√ R3			√ D5	Bu atıklar öncelikle materyal geri kazanımına tabii

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
					tutulmalı, eğer mümkün değilse kentsel atık depolama tesislerine gönderilmelidir [20]
10 01 04*				√ D5	Bu atıklar tehlikeli atık depolama alanına gönderilmelidir [18] [19]
10 01 22*		√ R12/D 9		√ D5	Bu çamurlar öncelikle çöktürme ve filtrasyon ön işlemlerinden geçirilmelidir [19]. Daha sonra tehlikeli atık depolama alanlarına gönderilebilir [18]
10 01 23		√ R12/D 9		√ D5	
16 08 01	√ R4/R7/R 8				Altın, gümüş renyum, rodyum, paladyum, iridyum ya da platin içeren bitik katalizörler üreticiye geri kazanım amacıyla gönderilir [24]. Rejenere edildikten sonra tekrar kullanılabilir ya da özel mühendislik gerektiren düzenli

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ , 4	Yakma 2	Düzenli depolama ³	
					depolamaya gönderilebilir ya da değerli metallerin geri kazanılması sonrasında inert kısmı düzenli depolamaya gidebilir. Metallerin geri kazanılması konusunda ayrıntılı bilgiye [25]'den ulaşılabilir.
16 08 02*	√ R4/R7/R 8				Tehlikeli geçiş metalleri ya da tehlikeli geçiş metal bileşenlerini içeren bitik katalizörler, üreticiye geri kazanım amacıyla gönderilir[24]. Rejenere edildikten sonra tekrar kullanılabilir ya da özel mühendislik gerektiren düzenli depolamaya gönderilebilir ya da değerli metallerin geri kazanılması sonrasında inert kısmı düzenli depolamaya gidebilir. Metallerin geri kaza

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
					nılması konusunda ayrıntılı bilgiye[25]' dan ulaşılabilir.
16 08 03	√ R4/R7/R 8				Başka bir şekilde tanımlanmamış ara metaller ve ara metal bileşenleri içeren bitik katalizörler, öncelikle metallerin geri kazanımı amacıyla işlenir. Daha sonra düzenli depolamaya gönderilir [19]
16 08 04	√ R4/R7/R 8				Bu sınıflar öncelikle mümkünse geri kazanıma tabii tutulur. Daha sonra düzenli depolamaya gönderilir [19]
16 08 07*	√ R4/R7/R 8			√ D5	Bitik katalizörler içerdikleri metallerin uzaklaştırılması sonrasında düzenli depolamaya gönderilebilir[24]. Ya da özel mühendislik gerektiren düzenli depolamaya gönderilebilir.
19 09 01	√ R3/R5	√ R12/D		√ D5	Buradan çıkan atıkların ilk önce

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ³	
		9			geri kazanımı düşü- nülmalıdır. Uygulanmadığı takdirde ön işle- den geçirilerek dü- zenli depolamaya gönderilmelidir [19]
19 09 04	√ R1/R3/R 7		√ D10		Kullanılmış aktif karbonların enerji elde edilmesi ya da tekrar kullanımı ile geri kazanımı sağlanmalıdır [19]
19 09 05	√ R5, R7	√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Kullanılmış reçine- ler rejenerasyon uygulamasıyla geri kazanılabilir. Eğer mümkün değilse yakmaya veya düzenli depolamaya gönderilmesi önerilmektedir. Düzenli depolamadan önce, eğer içeriği tehlikeli ise, kullanılmış reçineler önce bir arıtıma tabii tutulmalıdır [26]
19 09 06		√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Bu atıklar çöktürme ve filtrasyondan sonra yakmaya

Petrol Rafinasyonu _____

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ , 4	Yakma ²	Düzenli depolama ³	
					gönderilebilir [19]

¹ Atık ön işlem uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21]

² Atık yakma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22]

³ Atık depolama uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [23]

⁴ D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir

Tablo 10. Proses dışı atıklar için geri kazanım ve bertaraf bilgileri

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ , 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
07 01 04*	√ R1-R3		√ D10		Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [27]'den ulaşılabilir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir. Yakma için ayrıntılı bilgiye [22]'den ulaşılabilir.
08 03 17*	√ R1		√ D10	√ D5	Atık baskı tonerleri için yakma yöntemi tercih edilmelidir [19][20]
08 03 18	√ R1/ R5		√ D10	√ D5	Tehlikesiz atık baskı tonerlerinin geri kazanılması mümkündür

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					[19][20]
12 01 12*	√ R1/R9		√ D10		Öncelikle geri kazanım alternatifi değerlendirilmeli, uygun olmadığı takdirde yakılmalıdır [19]
12 01 16*	√ R4/R5	√ R12/D 9		√ D5	Metal kumlama malzemeleri genellikle peletleme gibi ön işlemlerden sonra ikincil metalürji için ya da çelikhanelerde geri kazanım yapılır. Kalan kısım düzenli depolanmaya gönderilmelidir [18]
12 01 17	√ R4/R5	√ R12/D 9		√ D5	
13 01 11*	√ R1/R9		√ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Atık yağların geri kazanımı ile ilgili ayrıntılı bilgi için
13 01 13*	√ R1/R9		√ D10		
13 02 06*	√ R1/R9		√ D10		
13 02 08*	√ R1/R9		√ D10		

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					bakınız: [28] Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda ya da yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların yüksek fırında enerji kazanımı amacıyla yakılmaları için bakınız: [29]. Ayrıca yağ içeren atıkların yönetimi için bakınız: [30]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [30][31].
15 01 01	√ R1/R3	√ R12	√ D10		Atık kağıtların geri dönüşümü sağlanmalıdır. Eğer mümkünse enerji kazanımı da göz önüne

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					alınmalıdır [19][20]
15 01 02	√ R1/R3	√ R12	√ D10		Atık plastiklerin geri dönüşümü sağlanmalıdır. Eğer mümkünse enerji kazanımı da gözönüne alınmalıdır [19][20]
15 01 03	√ R1/R3	√ R12	√ D10		Ahşap ambalajlardan enerji eldesi ve geri kazanım mümkündür [19][20]
15 01 04	√ R4	√ R12		√ D5	Metallerin geri dönüşümü hedeflenmelidir [19]
15 01 10*	√ R1/R3-R5	√ R12	√ D10	√ D5	Ambalaj atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. [18]. Temizlenemeyen atıklar kalorifik değerine göre yakmaya ya da düzenli

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ₃	
					depolamaya gönderilebilir. Yakma işlemi sadece tehlikeli atıklar için uygulanmalıdır.
15 02 02*	√ R1/R5	√ R12	√ D10	√ D5	Temizleme malzemeleri, filtreler ve giysilerin kirlilikten arındırılarak yeniden kullanımı söz konusu değilse yakılmalıdır. Özellikle çoğunluğun inorganik kirletici olduğu durumlarda düzenli depolama uygulanabilir [18]
15 02 03	√ R1/R5	√ R12	√ D10	√ D5	Bu atıkların ek yakıt olarak geri kazanımı mümkündür [20]
16 01 03	√ R1/R3	√ R12/D ₉	√ D10		Ömrünü tamamlamış lastikler bütün,

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					kesilmiş, dilimlenmiş veya sıkıştırılmış olarak, ses ve darbe absorbe etme özelliği nedeniyle otoyollarda çarpma bariyeri veya ses absorpsiyon duvarı, limanlarda iskele takozu ve ayakkabı tabanı gibi işlemlerinde kullanılabilir. Yakılarak enerji edilmesi de diğer bir alternatiftir [32] Enerji geri kazanımı amaçlı uygulamalarda Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği esasları uygulanmaktadır

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ₃	
					r. Tebliğde Ömrünü tamamlamış lastiklerin ek yakıt olarak kullanılabilceği belirtilmektedir.
16 01 04*	√ R12				Parçalarına ayırarak geri kazanım yapılabilir[18]
16 01 07*	√ R1/R4		√ D10		Atık yağ filtreleri yakıt olarak yakılabilmekte ve metal bileşenleri geri kazanılabilmekte dir. [33]
16 01 13*	√ R1		√ D10		Bu atıklar öncelikli olarak ek yakıt olarak yakılabilir, mümkün olmadığı durumlarda tehlikeli atık yakma tesislerine gönderilir [20]
16 01 14*	√ R3/R5	√ R12/D ₉	√ D10		Antifrizin organik ya da anorganik içeriğine göre

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ₃	
					bileşenlerin geri kazanımı önceliklidir. Mümkün olmadığı durumlarda ön işlem ve yakmaya gönderilmelidir [18]
16 01 15	√ R3/R5	√ R12/D 9	√ D10		Antifrizin organik ya da anorganik içeriğine göre bileşenlerin geri kazanımı önceliklidir. Mümkün olmadığı durumlarda ön işleme gönderilmelidir. Bu işlemin ardından yakmaya gönderilebilir [19]
16 02 13*	√ R4/R5	√ R12	√ D10	√ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					göre geri kazanım yöntemi seçilmelidir. Geri kazanım uygulanamadığı durumlarda ön işlemden sonra düzenli depolama veya yakma seçenekleri uygulanmalıdır [18]
16 02 14	√ R4/R5	√ R12		√ D5	Iskarta ekipmanların bileşenlerine göre geri kazanım yöntemi seçilmelidir. kazanım uygulanamadığı durumlarda düzenli depolamaya gönderilmelidir [18]
16 02 15*	√ R4/R5	√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					özelliklerine göre geri kazanım yöntemi seçilmelidir.Geri kazanım uygulanamadığı durumlarda ön işlemden sonra düzenli depolama veya yakma seçenekleri uygulanmalıdır [18]
16 02 16	√ R4/R5	√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Iskarta ekipmanların bileşenlerine göre geri kazanım yöntemi seçilmelidir [19]
16 05 06*	√ R2-R6	√ R12/D 9	√ D10		Laboratuvar kimyasallarının geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. İkinci seçenek olarak basit fiziksel kimyasal arıtma işlemleri ile arıtım uygulanmalıdır.
16 05 07*	√ R2-R6	√ R12/D 9			
16 05 08*	√ R2-R6	√ R12/D 9	√ D10		

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					Ön işlem uygulandıktan sonra bu atıklar yakmaya gönderilmelidir [18][19]
16 05 09	√ R2-R6	√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Bu atıklara öncelikle kimyasal temizlikle ön işlem uygulanması önerilmektedir. Daha sonra alternatif geri kazanım olanakları araştırılmalıdır [19]
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 akümü-
16 06 02*	√ R4/R5	√ R12		√ D5	

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					latörlerin geri dönüşümü ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız [34][35]
16 11 05*	√ R5			√ D5	Bu atıklar için uygulanması öncelikli olan proses geri dönüşümdür. Geri dönüştürülemeyen atıklar tehlikeli atık düzenli depolama alanlarına gönderilir [19]
16 11 06	√ R5			√ D5	Bu atıklar için uygulanması öncelikli olan proses geri dönüşümdür. Geri dönüştürülemeyen atıklar düzenli depolama alanlarına gönderilir [19]
18 01 03*		√ D9	√ D10		Bu atıklara geri kazanım ve mekanik arıtım yapılmaz. Dezenfeksiyon yapılmalıdır. Enfeksiyona sebep ola-
18 01 04		√ D9	√ D10		

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					bilecek atıkların özellikleri için bakınız: [36]. Ayrıca bu atıkların yönetimi ile ilgili bilgi [37]'de bulunabilir
20 01 01	√ R1/R3	√ R12/D 9	√ D10		Kağıt ve karton atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. Enerji geri kazanımı işlenecek atığının minimum alt kalorifik değere sahip olması koşulunda uygundur [19][20]
20 01 08	√ R3	√ R12/D 9		√ D5	Bu atıklar kompostlanarak geri kazanılmalıdır. Gerekli olduğu durumlarda ön işlemden geçirilebilir. Geri kazanılmadığı

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ 4	Yakma 2	Düzenli depolama 3	
					durumlarda düzenli depolama sahalarına gönderilmelidir.
20 01 21*	√ R4/R5			√ D5	Floresan lambaların tesislerde kırılmadan muhafaza edilmeleri gerekmektedir aksi takdirde içlerindeki cıva açığa çıkmaktadır. Geri kazanım önceliklidir [34][38]. Aksi takdirde bu atıklar düzenli depolanmalıdır.
20 01 25	√ R1/R9	√ R12	√ D10		Yağların geri kazanımı araştırılmalıdır.
20 01 26*	√ R1/R9	√ R12	√ D10		Yağların geri kazanımı araştırılmalıdır. Uygulanamadığı durumda yakılmalıdır. Atık yağların

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön işlem ¹ ₄	Yakma ₂	Düzenli depolama ₃	
					geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili olarak [30] numaralı referans kontrol edilebilir.
20 01 35*		√ R12/D 9	√ D10	√ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir [18][19]

¹ Atık ön işlem uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21]

² Atık yakma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22]

³ Atık depolama uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [23]

⁴ D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir

7. İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR

Bu rehberde petrol rafinerisi sektöründen kaynaklanan atıkların tanımlanması, önlenmesi/azaltılması, geri kazanımı ve bertarafı ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Bu başlıklar ile ilgili olarak daha ayrıntılı bilgilere aşağıdaki kaynaklardan ulaşılabilir:

Ham petrol rafinasyonu sektör rehberinin hazırlanması sırasında yararlanılan kaynaklar aşağıda verilmiştir.

- [1] H. Peker, F. Gümrah, 2007, Türkiye’de Rafineri Sektörü, TMMOB Makine Mühendisleri Odası - Mühendis ve Makine, Sayı 575, Sayfa 84-91
- [2] TÜPRAŞ Hakkında - Rafineriler, Erişim Tarihi 22.06.2016, URL: <http://www.tupras.com.tr/detailpage.tr.php?lPageID=831>
- [3] Star Rafineri, Erişim Tarihi 22.06.2016, URL: <http://www.socar.com.tr/sirketler/>
- [4] TÜPRAŞ - Ürünler (Temin, İşleme ve Üretim), Erişim Tarihi 22.06.2016, URL: <http://www.tupras.com.tr/detailpage.tr.php?redirect=production.tr.php&lRedirectPageID=212>
- [5] International Energy Agency, 2009, Energy Policies of IEA Countries - Turkey 2009 Review
- [6] BP Statistical Review of World Energy, June 2016
Hürriyet, 2004, Ataş Rafinerisi Kapatılıyor, Erişim Tarihi 22.06.2016 URL: <http://www.hurriyet.com.tr/atas-rafinerisi-kapatiliyor-231690>

- [7] W. L. Nelson, 1958, *Petroleum Refinery Engineering*, 4th Edition, McGraw Hill Book Company
- [8] A. Farris, 2012, *Oil*, EnergyBC, Erişim Tarihi 24.06.2016 URL: <http://www.energybc.ca/profiles/oil.html>
- [9] J. G. Speight, B. Özüm, 2002, *Petroleum Refining Processes*, Marcel Dekker Inc.
- [10] EC Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas, 2015, JRC Science and Policy Reports
- [11] Milli Eğitim Bakanlığı, FCC, Hydrocoker ve Visbreaker Üniteleri, Ankara, 2014, Erişim Tarihi: 25.06.2016, URL: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Fcc%20-%20Hydrocoker%20Ve%20Visbreaker%20%C3%9Cniteleri.pdf
- [12] Colwell, R. F. (2009). *Oil Refinery Process- A Brief Overview* [PDF]. Process Engineering Associates, LLC
- [13] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2014, *Dizelden Kükürt Giderme Ve Kükürt Geri Kazanım Ünitesi (KGKÜ)*, Ankara
- [14] Meyers, R. A. (2000). *Handbook of petroleum refining processes*. New York: McGraw-Hill.
- [15] *Petroleum refinery waste management and minimization*, 2014. An IPIECA Good Practice Guide
- [16] Dando, D. A. (2003). *A guide for reduction and disposal of waste from oil refineries and marketing installations* (Publication No. 6/03). Brussel: Concawe.
- [17] Avrupa Komisyonu. (2006). *Büyük Yakma Tesisleri için Mevcut En İyi Teknikler'e Yönelik Başvuru Belgesi* URL: <http://www.csb.gov.tr/db/ippc/icerikbelge/icerikbelge1117.pdf>

- [18] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). Tehlikeli Atıkların Sınıflandırılması Kılavuzu, Cilt II. 10 Eylül 2016 tarihinde https://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_2-03_04_2012.pdf adresinden alındı.
- [19] German Federal Ministry for the Environment. Manual on Industrial Hazardous Waste Management for Authorities in Low and Middle Income Economies: Supplement 1 - Allocation of Wastes Codes of the EWL to Recovery and Disposal Options
- [20] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2014). Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği
- [21] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). *Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste Physico-Chemical Treatment Biological Treatment*. Eylül 2016 tarihinde <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d8d9.pdf> adresinden alındı.
- [22] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). *Basel Convention Technical Guidelines on Incineration on Land*. Eylül 2016 tarihinde <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d10.pdf> adresinden alındı.
- [23] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). *Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill*. Eylül 2016 tarihinde <http://archive.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d5.pdf> adresinden alındı.

- [24] European Commission. (2003). IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry. URL: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/lvo_bref_0203.pdf
- [25] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Technical guidelines on the environmentally sound recycling/reclamation of metals and metal compounds (R4). Erişim tarihi: 5.11.2016. URL: <http://archive.basel.int/pub/techguid/r4-e.pdf>
- [26] Green, N. (2009). Option Study for Resin Treatment and Disposal at Devonport. Department of Physics Faculty of Electronics & Physical Sciences, University of Surrey.
- [27] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste from the Production and Use of Organic Solvents. Erişim tarihi: 08.10.2016. URL: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-y6.pdf>
- [28] Bensadok, K. B. (2008). Electrocoagulation of cutting oil emulsions using aluminum plate electrodes. Journal of Hazardous Materials, 423-430.
- [29] Cores, A. F. (2009). Combustion of waste oils simulating their injection in blast furnace tuyeres. Revista de Metalurgia, 100-113.
- [30] Secreteriat of the Basel Convention. Basel Convention Technical Guidelines on Waste Oils from Petroleum Origins and Sources. Eylül 2016 tarihinde <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-y8.pdf> adresinden alındı.

- [31] 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). Eylül 2016 tarihinde <http://archive.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.pdf> adresinden alındı.
- [32] Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, 2006.
- [33] Best Life-Environment Projects. (2005). Reuseoil - Recovery of Used Oil filters generating recyclable metal and oil fraction. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2362&docType=pdf adresinden alındı.
- [34] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Basel Convention Technical Guidelines on the Environmentally Sound Recycling/Reclamation of Metals and Metal Compounds. Eylül 2016 tarihinde <http://www.basel.int/pub/techguid/r4-e.pdf> adresinden alındı.
- [35] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries. Eylül 2016 tarihinde <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-wasteacid.pdf> adresinden alındı.
- [36] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Draft guidance paper on hazard characteristics H6.2 (infectious substances). 2016 tarihinde <http://archive.basel.int/meetings/cop/cop7/docs/11a1r1e.pdf> adresinden alınmıştır.

- [37] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Biomedical and Healthcare Wastes. 2016 tarihinde <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/tech-biomedical.pdf> adresinden alınmıştır.
- [38] U.S. Environmental Protection Agency. (2016). Recycling and Disposal of CFLs. U.S. Environmental Protection Agency. 15 Eylül 2016 tarihinde <https://www.epa.gov/cfl/recycling-and-disposal-cfls> adresinden alınmıştır.



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

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