



*Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir*

***Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında  
Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım  
Projesi***

**Sözleşme N° 2007TR16IPO001.3.06/SER/42**

**ENTEĞRE KİMYA TESİSLERİ: ORGANİK KİMYA  
SEKTÖRÜ**

**ARALIK 2017**



<b>Proje Adı</b>	<b>Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi</b>
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
Proje Değeri	€ 1.099.000,00
Başlangıç Tarihi	Şubat 2017
Hedeflenen Son Tarih	Aralık 2017
<b>Sözleşme Makamı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Avrupa Birliği Yatırımları Dairesi Başkanlığı</b>
Daire Başkanı	İsmail Raci BAYER
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
e-mail	<a href="mailto:ab@csb.gov.tr">ab@csb.gov.tr</a> ,
<b>Faydalanıcı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</b>
Genel Müdür	Mehmet Mustafa SATILMIŞ
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 410 10 00
Faks	+ 90 312 419 21 92
e-mail	<a href="mailto:cedproje@csb.gov.tr">cedproje@csb.gov.tr</a>
<b>Danışman</b>	<b>NIRAS IC Sp. z o.o.</b>
Proje Direktörü	Bartosz Wojciechowski
Proje Yöneticisi	Kira Kotulska-Kozłowska
Adres	ul. Pulawska 182, 02-670, Warsaw, Poland
Telefon	+48 22 395 71 16
Faks	+48 22 395 71 01
e-mail	<a href="mailto:eiaturkey@niras.com">eiaturkey@niras.com</a>
<b>Yardımcı Proje Direktörü</b>	<b>Rast Mühendislik Hizmetleri Ltd.'yi temsilen Fazıl Baştürk</b>
Proje Takım Lideri	Radim Misiacek
Adres (Proje Ofisi)	ÇŞB Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278 Çankaya Ankara
Telefon	+90 312 410 18 55
Faks	+90 312 419 0075
e-mail	<a href="mailto:r.mis@seznam.cz">r.mis@seznam.cz</a>
Raporlama Dönemi	Uygulama Aşaması
Raporlama Tarihi	Aralık 2017

**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI'NIN  
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (ÇED) ALANINDA  
KAPASİTESİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ İÇİN TEKNİK YARDIM  
PROJESİ**



**Faaliyet 1.2.3**

**ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER KILAVUZU –  
ENTEĞRE KİMYA TESİSLERİ: ORGANİK KİMYA SEKTÖRÜ**

<b>Proje Adı</b>	<b>Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi</b>
Sözleşme Numarası	2007TR16IPO001.3.06/SER/42
<b>Faydalanıcı</b>	<b>T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü</b>
Adres	Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No: 278, Çankaya - Ankara / TÜRKİYE
Telefon	+ 90 312 474 03 51
Faks	+ 90 312 474 03 52
Tarih	Aralık 2017
Hazırlayan	Prof. Dr. Ülkü Yetiş
Kontrol Eden	Radim Misiacek

---

*Bu yayın Avrupa Birliği'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır.  
Bu yayının içeriği Niras IC Sp. z o.o. sorumluluğu altındadır ve hiçbir şekilde AB Yatırımları Dairesi Başkanlığı ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtır şekilde ele alınamaz*

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
KISALTMALAR VE TERİMLER .....	2
I. GİRİŞ.....	4
II. SEKTÖRÜN ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ .....	5
III. ORGANİK KİMYASALLARIN ÜRETİMİ SEKTÖRÜ, UYGULANAN PROSES VE YARDIMCI İŞLETMELER .....	6
III.1. Birincil Petrokimya Endüstrisi .....	7
III.1.1. Parçalama (Kraking) Prosesi-Olefin Üretimi .....	7
III.1.2. Dönüştürme Prosesi-Aromatiklerin Üretimi .....	9
III.2. İkincil Petrokimya Endüstrisi .....	10
III.2.1. Etilen Glikol ve Etilen Oksit Üretimi.....	10
III.2.2. Akrilonitril (ACN) Üretimi .....	12
III.2.3. Vinil Klorür Momomeri (VCM) Üretimi.....	13
III.2.4. Saf Tereftalik Asit Üretimi.....	14
III.2.5. Ftalik anhidrit üretimi .....	14
III.3. Üçüncül Petrokimya Endüstrisi .....	15
III.3.1. Polietilen Üretimi .....	15
III.3.2. Polipropilen (PP) üretimi .....	17
III.3.3. Polivinil Klorür (PVC) üretimi.....	19
III.7. Yardımcı İşletmeler .....	20
III.7.1. Su Arıtma Tesisleri .....	20
III.7.2. Enerji Üretim Tesisleri .....	21
III.7.3. Buhar Kazanları.....	21
III.7.4. Soğutma Sistemleri .....	21
III.7.5. Atıksu Arıtma Tesisleri .....	21
III.7.5. Atık Giderme Tesisleri.....	22
IV. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER.....	23
IV.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması .....	23
IV.1.1. Toprak ve Jeoloji.....	23
IV.1.2. Gürültü ve Titreşim.....	24

IV.1.3. Hava Kalitesi .....	24
IV.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler .....	24
IV.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler .....	25
IV.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler .....	25
IV.1.7. Atıklar .....	25
IV.2. İşletme Aşaması .....	26
IV.2.1. Toprak ve Jeoloji .....	26
IV.2.2. Gürültü ve Titreşim .....	26
IV.2.3. Hava Kalitesi .....	27
IV.2.4. Atıklar .....	29
IV.2.5. Atıksular .....	32
V. ALTERNATİFLER .....	35
V.1. Proje Yeri Alternatifleri .....	35
V.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri .....	35
VI. İZLEME .....	37
VII. UYGULAMADA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR .....	41
VIII. KAYNAKLAR .....	42

## ÖNSÖZ

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 25 Kasım 2014 tarih ve 29186 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'ni uygulamak için yetkili makam olup Yönetmelik Ek II kapsamında listelenen projeler için görevlerinin bir kısmını Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine devretmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, projelerin çevresel etkilerini ve bu etkilere azaltmak için gerekli önlemleri belirlemek üzere geçmişte belirli sektörler için kılavuzlar hazırlamış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ÇED Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi kapsamında ÇED Yönetmeliği'nde yer alan tüm sektörler için kılavuzlar yerli ve yabancı teknik uzmanlar tarafından güncellenmiştir.

Yukarıda bahsi geçen proje kapsamında, aşağıdaki ana sektörler için toplam 42 adet kılavuz hazırlanmıştır;

- Atık ve Kimya
- Tarım ve Gıda
- Sanayi
- Petrol ve Metalik Madenler
- Agregat ve Doğaltaş
- Turizm ve Konut
- Ulaşım ve Kıyı
- Enerji

Bu kılavuzların genel amacı, çevresel etki değerlendirme çalışmalarının incelenmesine veya ÇED Raporlarının ve/veya Proje Tanıtım Dosyalarının hazırlanmasına dahil olan ilgili taraflara arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapatma aşamaları boyunca organik kimyasal üretimi projelerinden kaynaklı çevresel etkileri ve alınması gereken önlemler hakkında bilgi vermektir.

Bu kılavuz yasal olarak bağlayıcı bir belge olmayıp ve sadece tavsiye niteliğindedir.

## KISALTMALAR VE TERİMLER

<b>ACN:</b>	Akrilonitril
<b>API seperatör:</b>	API (American Petroleum Institute seperatör) yağ ayırıcı
<b>Aromatik ara ürünleri:</b>	Birincil petrokimya ünitesinde üretilen benzeni kullanarak oluşturulan ara ürünler
<b>AOX:</b>	Adsorblanabilen halojenli organikler
<b>AYPE:</b>	Alçak yoğunluklu polietilen
<b>BOİ:</b>	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
<b>BTX:</b>	Benzen, toluen, ksilen
<b>ÇED:</b>	Çevresel etki değerlendirmesi
<b>DEG:</b>	Di-etilen glikol
<b>Demethaniser:</b>	Sıvılaştırılmış gaz karışımından metan ayırma
<b>EDC:</b>	Etilen diklorit
<b>EG:</b>	Etilen glikol
<b>EO:</b>	Etilenoksit
<b>EOX:</b>	Ekstrakte edilebilen klorlu organikler
<b>Dealkilasyon:</b>	Ağır naftadan aromatiklerin eldesi için yapılan dönüştürme işlemlerinden birisi
<b>Debutaniser:</b>	Sıvılaştırılmış gaz karışımından butan ayırma
<b>Dehidrosiklizasyon:</b>	Ağır naftadan aromatiklerin eldesi için yapılan dönüştürme işlemlerinden birisi
<b>Dehidrojenasyon:</b>	Ağır naftadan aromatiklerin eldesi için yapılan dönüştürme işlemlerinden birisi
<b>Deethaniser:</b>	Sıvılaştırılmış gaz karışımından etan ayırma
<b>Depropaniser:</b>	Sıvılaştırılmış gaz karışımından propan ayırma
<b>Desublime:</b>	Gaz haldeki maddelerin soğutulunca, ara bir hal olan sıvı hâle geçmeden doğrudan katı hale geçmesi (desüblimleşme)
<b>Dönüştürme prosesi:</b>	Isı, basınç ya da katalizör kullanarak hidrokarbonların yapısında meydana getirilen dönüşümlerle istenilen ürünler elde edilmesi süreci
<b>Fraksiyon sütunu:</b>	Ürünlerin ayrılması amacıyla kullanılan kolon
<b>Fujitif VOC:</b>	Kaçak VOC
<b>İSG:</b>	İş Sağlığı ve Güvenliği
<b>İzomerizasyon:</b>	Ağır naftadan aromatiklerin eldesi için yapılan dönüştürme işlemlerinden birisi
<b>FA:</b>	Fitalik anhidrit
<b>Katalitik kırma:</b>	Daha ağır hidrokarbonları daha değerli daha düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonlara dönüştürmek için kullanılan bir proses
<b>KOİ:</b>	Kimyasal oksijen ihtiyacı
<b>Kojenerasyon tesisi:</b>	Enerji üretim tesisi
<b>Kostik Temizleme:</b>	Sülfür içeren bileşikler ve merkaptanlar gibi maddelerden kurtulmak için kostik madde kullanarak yapılan temizleme işlemi
<b>Kraking:</b>	Parçalama, katalitik kırma (büyük yapıdaki ham maddelerin ayrılarak daha küçük maddeler oluşturulması süreci)
<b>LPG:</b>	Sıvılaştırılmış petrol gazları
<b>LVOC:</b>	Büyük hacimli organik kimyasal maddeler



<b>MEG:</b>	Monoetilen glikol
<b>NACE:</b>	Uluslararası sanayi sınıflandırması
<b>Nafta Parçalama Süreci:</b>	Naftanın parçalanması yoluyla olefin üretim süreci
<b>Olefinler:</b>	En az bir tane C=C çift bağı içeren hidrokarbonlar
<b>Olefin ara ürünleri:</b>	Birincil petrokimya ünitesinde üretilen etanı kullanarak oluşturulan ara ürünler
<b>PE:</b>	Polietilen
<b>PP:</b>	Polipropilen
<b>Piroliz:</b>	Isıl bozunma
<b>PVA:</b>	Polivinil alkoller
<b>PVC:</b>	Polivinil klorür
<b>PTA:</b>	Saf tereftalik asit
<b>Rekalsitran:</b>	Parçalanmaya dayanıklı
<b>SKHKKY</b>	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
<b>Stripper:</b>	Sıyırıcı
<b>Sublime:</b>	Katı maddelerin ısıtılınca, ara bir hal olan sıvı hâle geçmeden doğrudan gaz hâle geçmesi (süblimleşme)
<b>TKN:</b>	Toplam Kjeldal azotu
<b>Transalkilasyon:</b>	Ağır naftadan aromatiklerin eldesi için yapılan dönüştürme işlemlerinden birisi
<b>VCM:</b>	Vinil klorür monomeri
<b>VC:</b>	Vinil klorür
<b>YYPE:</b>	Yüksek yoğunluklu polietilen

## I. GİRİŞ

Bu ÇED kılavuzu, entegre kimya tesisleri altında yer alan organik kimyasalların üretimi tesislerinin neden olduğu çevresel etkileri en aza indirmek / önlemek için çevresel etkileri ve etki azaltma tedbirlerini ele almak üzere hazırlanmış olup, ÇED çalışmalarını geliştirmek ve bu faaliyetleri standartlaştırmak için ÇED sürecinde yer alan tüm ilgili tarafların kullanımına yönelik olarak hazırlanmıştır.

Bu kılavuzların ana hedef grubu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı personelinin yanı sıra, ÇED sürecine dahil olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü çalışanları, her bir proje için seçilen inceleme ve değerlendirme komisyonu üyeleri, proje sahipleri ve Yönetmeliğe göre ilgili dokümanların hazırlanmasına aktif olarak katılım gösteren danışmanlardır.

Kılavuz, entegre kimya tesisleri altında yer alan organik kimyasalların üretimi tesislerinin çevresel etkilerini üç aşamada değerlendirmektedir; inşaat, işletme ve işletme sonrası kapatma.

Her sektörel kılavuz aşağıdaki bölümleri içermektedir:

- Sektörün ÇED Yönetmeliği Kapsamındaki Yeri
- Sektörde Uygulanan Prosesler
- Çevresel Etkiler ve Alınacak Önlemler
- Alternatifler
- İzleme
- Uygulamada Dikkat Edilecek Hususlar

## II. SEKTÖRÜN ÇED YÖNETMELİĞİ KAPSAMINDAKİ YERİ

ÇED Yönetmeliği'nin "Çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler" başlıklı 7 no'lu maddesi, aşağıdaki projelere ÇED Raporu hazırlanmasını zorunlu kılmaktadır:

- Ek-1 listesinde yer alan projeler
- "ÇED gereklidir" kararı verilen projeler
- Kapsam dışı değerlendirilen projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesinin planlanması halinde, mevcut proje kapasitesi ve kapasite artışları toplamı ile birlikte projenin yeni kapasitesi Ek-1 listesinde belirtilen eşik değer veya üzerinde olan projeler.

ÇED Yönetmeliği'nin Ek-1 Listesi'nde entegre kimya tesisleri - organik kimyasalların üretimi sektörüne ilişkin olarak verilen tanımlama Kutu 1'de sunulmaktadır. Görüldüğü gibi, organik kimyasalların entegre<sup>1</sup> üretimini gerçekleştiren fabrikalar için ÇED gerekmektedir.

### **Kutu 1. ÇED Yönetmeliği Ek I'deki Entegre Kimya Tesisleri- Organik Kimyasalların Üretimi**

6 – Fonksiyonel olarak birbirine bağlı çeşitli birimleri kullanarak endüstriyel ölçekte üretim yapan kimya tesisleri:

- Organik kimyasalların üretimi

ÇED Yönetmeliği'nin Ek-2 Listesi'nde organik kimyasalların üretim sektörüne ilişkin spesifik bir tanımlama verilmemektedir. Diğer bir deyişle bu faaliyetler, Seçme ve Eleme kriterlerine tabi tutulması gereken projeler arasında bulunmamaktadır. Bununla beraber, ÇED Yönetmeliği'nin Ek-2 Listesi Madde 2(a)'da, organik ya da inorganik nitelik ayrımı yapılmaksızın, genel olarak "Kimyasalların üretimi, ..... için projelendirilen tesisler..." ifadesi ile diğer kimyasal üretimi<sup>2</sup> projeleri kapsamaktadır (Kutu 2). Yani, entegre üretim yapmayan diğer kimyasal tesisler "Çevresel etki değerlendirmesi gereklidir veya çevresel etki değerlendirmesi gerekli değildir" kararı verilmesi gereken faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Bu faaliyetler, Seçme ve Eleme kriterlerine tabi tutulması gereken projeler olup, 2014/24 sayılı Genelge ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bu projeler için yetkisini Valiliklere devretmiştir. Bu çerçevede, bu faaliyetler için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinin "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararı vermesi gerekmektedir.

### **Kutu 2. ÇED Yönetmeliği Ek II'deki Diğer Kimya Tesisleri**

2 a) – Kimyasalların üretimi, petrolden yağlama maddesi üretimi veya ara ürünlerin işlenmesi için projelendirilen tesisler, (Proses kaynaklı atığı ve yan ürünü olmayan sadece karışım yapan tesisler bu kapsamın dışındadır)

<sup>1</sup> Fonksiyonel olarak birbirine bağlı çeşitli birimleri kullanarak endüstriyel ölçekte üretim yapan kimya tesislerinde üretilen bir kimyasalın tesis içerisinde bir başka kimyasal üretimi için kullanılması söz konusudur. Diğer bir deyişle, tesis içerisinde çeşitli üniteler fonksiyonel olarak birbirine bağlıdır; bir ünitenin ürünü bir başka ünitenin ham maddesidir. Örneğin, aynı tesis içerisinde; olefin ünitesinde naftadan üretilen etilenin ve klor alkali ünitesinde üretilen klorun, vinil klorür (VCM) üretiminde kullanılması ve sonrasında VCM'in polivinil klorür (PVC) üretiminde kullanılması.

<sup>2</sup> Diğer kimyasal üretim tesisler, entegre tesis olmayıp, fonksiyonel olarak birbirine bağlı olmayan (ürün-hammadde ilişkisi olmayan) birimleri kullanarak üretim yapan tesislerdir. Örneğin, sadece etilen üreten bir tesis.

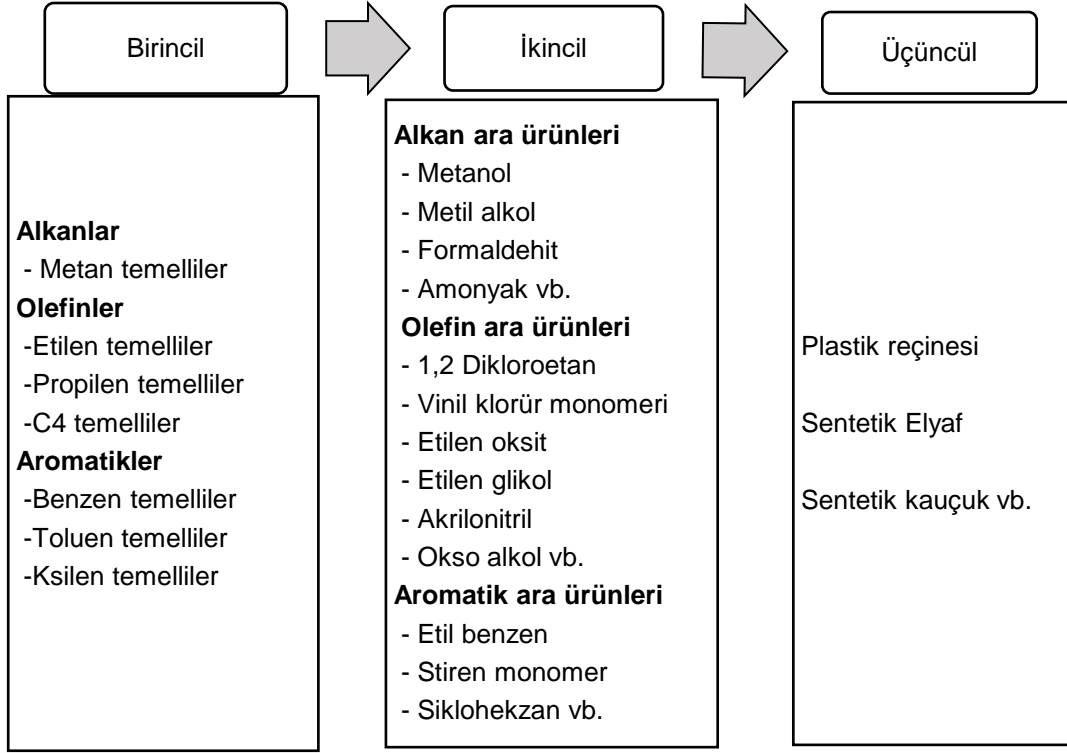
### III. ORGANİK KİMYASALLARIN ÜRETİMİ SEKTÖRÜ, UYGULANAN PROSES VE YARDIMCI İŞLETMELER<sup>3</sup>

Çok geniş bir ürün yelpazesine sahip olan kimya sektörünün bir alt dalı olan organik kimyasalların üretimi endüstrisi hemen bütün sanayi dallarına yönelik hammadde ve ara ürün sağlamaktadır [1]. Uluslararası sanayi sınıflandırması NACE-2 kapsamındaki gruplandırılmada "20. Kimyasallar ve kimyasal ürünlerin imalatı" ana imalat sanayi grubu altında yer almaktadır. Bu grup altındaki organik kimyasallar, birçok kimyasal maddeyi (temel kimyasal maddeler, kimyasal gübre, birincil formda plastik ve sentetik kauçuk, haşere ilaçları ve diğer zirai-kimyasal ürünler, boya, vernik ve benzeri kaplayıcı maddeler, sabun ve deterjan, temizlik ve parlatici maddeler, parfüm, kozmetik ve tuvalet malzemeleri, patlayıcı madde, tutkal, uçucu yağlar, suni veya sentetik elyaf) içermekle birlikte, bu kılavuzda, sadece "20.14 - Diğer organik temel kimyasalların imalatı" ve "20.16 – Birincil formda plastik hammaddelerin imalatı" NACE-2 kategorilerinde tanımlanan organik kimya (petrokimya) sektörü kapsamıştır.

Genel olarak; Büyük Hacimli Organik Kimyasal Maddeler (LVOC) ifadesi ile kapsanan bu sektör kimyasalları, petrol rafineri ürünlerinin çeşitli fiziki ve kimyasallar işlemlerden geçirilerek üretilen plastik, lastik, elyaf hammaddeleri ve diğer organik ara ürünleri içermektedir. Bu kimyasal maddelerin yelpazesi içinde olefinler (etilen, propilen, butadien), vinil klorür monomer (VCM), akrilonitril (ACN), saf tereftalik asit (PTA), alçak yoğunluklu polietilen (AYPE), yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), polivinil klorür (PVC) ve polipropilen (PP) ürünleri, masterbatch, elyaf ve aromatikler yer almaktadır. Bu ürünler, ağırlıklı olarak petrokimya sektörü içerisinde kapsamakta ve inşaat, elektrik, elektronik, ambalaj, tekstil ve ayrıca tıp, boya, deterjan ve kozmetik sektörleri açısından önem taşımaktadır [2] [3].

Genellikle işlem esnekliği, enerji optimizasyonu, ürünün geri kullanımı ve ölçek ekonomisi gibi avantajlara sahip büyük ve entegre petrokimya tesislerinde üretilen bu organik kimyasal maddelerin üretiminde çok çeşitli ve karmaşık işlemler uygulanmaktadır. Organik kimyasalların üretimini; birincil, ikincil, üçüncül petrokimya endüstrisi olmak üzere, üç temel başlık altında toplamak mümkündür [2] (Şekil 1).

<sup>3</sup> Bu bölümün hazırlanmasında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanmış olan "Petrokimya Sektörü, Atık Kılavuzu"ndan ve AB Büyük Hacimli Organik Kimyasal Maddeler için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı ve AB Polimer Üretimi için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı'ndan yararlanılmıştır.



Şekil 1. Organik Kimyasallar Üretim (Petrokimya) Sektörü

Aşağıdaki bölümlerde organik kimyasalların üretiminde uygulanan ana prosesler ve yaygın olarak bulunan tamamlayıcı prosesler kısaca tanımlanmaktadır.

### III.1. Birincil Petrokimya Endüstrisi

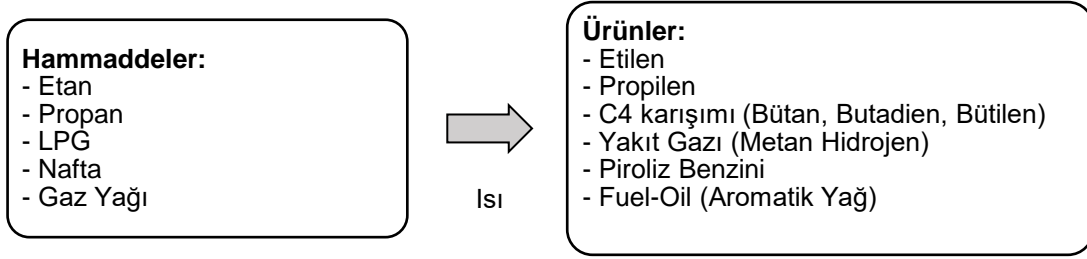
Birincil petrokimya endüstrisi ikincil ve üçüncül petrokimya kimya endüstrisinde kullanılmak üzere ürün üretir. Birincil petrokimya kimya endüstrisinde üretilen ürünler üç ana gruba ayrılır:

- o Alkanlar: Metan temelliler
- o Olefinler: Etilen temelliler propilen temelliler, C4 temelliler
- o Aromatikler: Benzen temelliler, toluen temelliler, ksilen temelliler

Bu endüstrinin parçalama ve dönüşüm prosesi olmak üzere iki temel prosesi vardır [4].

#### III.1.1. Parçalama (Krating) Prosesi-Olefin Üretimi

Parçalama prosesi büyük yapıdaki ham maddelerin ayrılarak daha küçük maddeler oluşturulması sürecidir. Etilen ve propilen gibi olefinlerin üretimi için yapılan parçalama (krating) prosesi, Şekil 2'de özetlenmektedir.

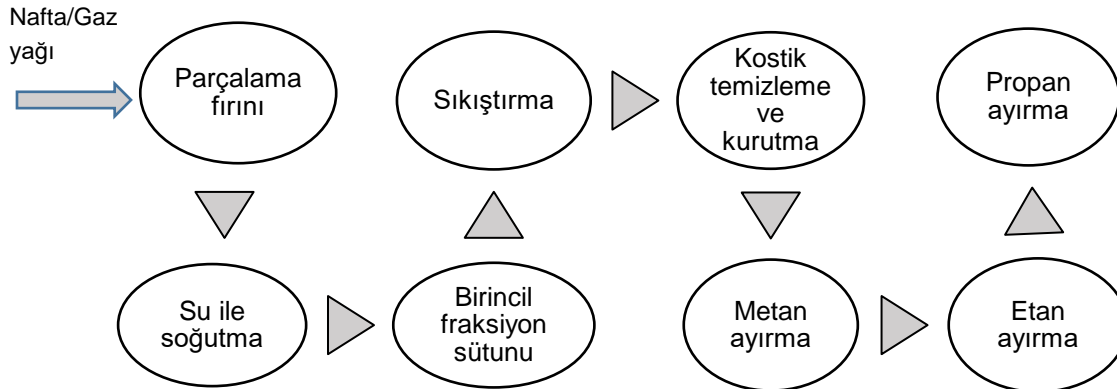


**Şekil 2.** Parçalanma (Kraking) Prosesi – Olefin Üretimi [2].

Termal parçalanma ve katalitik parçalanma olmak üzere iki temel parçalanma vardır. Termal parçalanma, etan, propan gibi maddelerin ısı ile parçalanarak etilen, propilen, C4 karışımı oluşturmaktadır. Endotermik olan bu proses 15-50 GJ/ton etilen düzeyinde enerji gerektirmekte ve 800°C üzerindeki sıcaklıkta piroliz fırınlarında gerçekleşmektedir. Takip eden olefin ürünlerinin kazanım ve saflaştırma işlemleri -150°C sıcaklık ve 35 bar basınç koşullarını gerektirmektedir. Katalitik kırma ise daha ağır hidrokarbonları daha değerli daha düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonlara dönüştürmek için kullanılan bir prosesdir. Benzin üretmek için, rafineri ürünlerinden motorin ve fuel oil, katalitik kırma prosesinden geçirilebilir. Bu prosesden petrokimyasal ürün olan propilen yan ürün olarak çıkar [4].

### **Nafta Parçalama**

Olefinler plastik üretiminde kullanılan en temel maddelerdir. Plastik üretimi için gerekli olan olefinler, metan, etan, propan, bütan gibi gazların parçalanmasıyla veya rafinerilerden elde edilen naftanın parçalanmasıyla elde edilir. Naftadan olefin üretimi, gazdan olefin üretimine göre tercih edilir. Bu tercihin temel iki nedeni vardır; birincisi naftanın mevcudiyeti; diğeri ise, gazların parçalanıp olefin üretilmesi işleminin nafta parçalanmasına kıyasla daha çok enerji gerektirmesidir [4]. Şekil 3'de nafta parçalanma ana aşamaları verilmektedir.



**Şekil 3.** Nafta Parçalanma ana aşamaları

### **Sıcak Bölüm**

Sıcak bölüm ısı yayımı (konveksiyon) bölümü ve ısı yayan (radyant) bölümden oluşur. Konveksiyon bölümünde, hidrokarbonlar ısıtılır ve buhar ile karıştırılıp yüksek sıcaklığa getirilir. Konveksiyon bölümünde sıcaklığın yükselmesiyle ısıl bozunma (piroliz) reaksiyonu gerçekleşir. Isıl bozunma

reaksiyonu sonucunda ürün olarak çok sayıda doymuş ve doyamamış hidrokarbon çıkar. Sıcak bölümü oluşturan kısımlar, aşağıda verilmiştir.

- Konveksiyon bölümü: Hidrokarbonlar ısıtılır ve buhar ile karıştırılıp yüksek sıcaklığa getirilir
- Radyant bölüm: Oluşturulan ürünler ayrılır ve saflaştırılır.
- Su ile soğutma: Sonradan ortaya çıkabilecek reaksiyonları engellemek için ani su verilir. Sisteme ilk önce dolaylı ardından da doğrudan su verilir. Bu aşamada ısı dönüştürücünden elde edilen sıcak sudan ilerleyen aşamalarda su buharı elde edilir.
- Birincil fraksiyon sütunu: Hafif ürünlerin ayrımı yapılır.
- Sıkıştırma: Hafif ürünler sıkıştırılır.
- Kostik temizleme ve kurutma: Sülfür içeren bileşikler ve merkaptanlar gibi maddelerden kurtulmak için kostik temizleme ve moleküler elek (kil/reçine) adsorpsiyonu uygulanır [2].

### **Soğuk Bölüm**

Sıkıştırma, kostik temizleme ve kurutmadan sonra çıkan ürünler soğuk bölüme geçer. Bu bölümde hidrojen, etilen, propilen, bütadiyen ve aromatik hidrokarbonca yoğun ısıl bozunma gazolini birbirinden ayrıştırılır.

- Metan ayırma (demethaniser): Metan ayırma aşamasında sıvılaştırılmış gaz karışımından metan ayrılır, ayrılan metan parçalama fırınında yakıt olarak kullanılmak üzere parçalama fırınına gönderilir. Kalan kısım etan ayırma bölümüne gönderilir.
- Etan ayırma: Bu bölümde etan ve etilen karışımı propan, propilen, bütan, bütlen vb. içeren diğer sıvılaştırılmış gazlardan ayrılır.
- Etan-etilen ayrımı: Etan ayırma aşamasından gelen etan ve etilen karışımı, distilasyon aşamasında, etan aşağıda etilen yukarıda toplanarak ayrılır. Bu aşamadan sonra etilen deoplama ünitesine gönderilir. Distilasyon aşamasının alt tarafında toplanarak ayrılan etan sisteme geri gönderilir.
- Propan ayırma (Depropaniser): Bu ünite, etan ayırma aşamasının alt kısmından toplanan sıvılaştırılmış gaz karışımından propan ve propilen karışımı ünitenin üst kısmında toplanarak ayrılır. Üst kısımda toplanan propan-propilen karışımı, propan-propilen ayırma ünitesine gönderilir. Propan ayırma aşamasının alt kısmında bütan, bütlen, bütin ve daha ağır bileşikler toplanır.
- Propan-propilen ayırma: Bu aşamada propilen distilasyon sütununun üst kısmında, propan ise alt kısmında toplanır. Propilen depolanır ve polipropilen (PP) üretiminde kullanılır.

Bütan ayırma (debutaniser): Bütan, bütlen ve bütin bütan ayırma sütununun üst kısmında toplanarak, daha ağır olan maddelerden ayrılır [2].

### **III.1.2. Dönüştürme Prosesi-Aromatiklerin Üretimi**

Birincil organik kimya endüstrisinde, BTX aromatik maddeleri (benzen, toluen, ksilen) üç ana ham maddeden üretilmektedir: Rafinerilerde dönüştürülen hidrokarbonlar, buharlı parçalama piroliz fırınında üretilen benzin (pirogaz veya piroliz benzini) ve kömür katranının işlenmesinden elde edilen benzol. Kullanılan ham maddeler aromatik maddelerin karışımından oluşmakta ve arındırılarak ayrılmaktadırlar. Dönüştürme sürecinde; ısı, basınç ya da katalizör kullanarak hidrokarbonların yapısında meydana getirilen dönüşümlerle istenilen ürünler elde edilir. Dönüştürme ünitelerinden en önemlisi hammadde olarak kullanılan naftadaki parafin ve naftenlerin yapı değişimine uğrayarak aromatik bileşenlere dönüştüğü ünitedir. Nafta, nafta hidrojenlendirme ünitesinde kükürtlü ve azotlu bileşiklerin katalitik reaksiyonla giderilmesini takiben platformer ünitesine beslenmektedir. Bu işlemde amaç, nafta hammaddesinin oktan sayısını kimyasal reaksiyonlarla arttırmaktır. Düşük oktan sayılı naftanın moleküler yapısındaki değişikliklerle birlikte oktan sayısı artırılır. Moleküler yapısındaki bu

değişiklik için naftenlerin dehidrojenasyonu, parafinlerin dehidrosiklizasyonu gibi birçok farklı reaksiyon gerçekleşebilir [5]. Üretilecek aromatik türüne göre farklı proses konfigürasyonları söz konusudur [6]. Ağır naftadan aromatiklerin eldesi için yapılan dönüştürme işlemlerinden bazıları aşağıda belirtilmiştir [5].

- o Dehidrosiklizasyon
- o Dealkilasyon
- o Transalkilasyon
- o İzomerizasyon
- o Dehidrojenasyon

Nafta dönüştürme ünitesinde düşük reaktör basıncı ve yüksek reaktör sıcaklığı aromatikleştirme reaksiyonlarının verimini artırıcı proses değişkenleridir. Piroliz benzini hammadde olarak işleyen üniteye ise kızdırma benzini ile gelen bileşenlerde yapı değişikliği olmamakta, iki kademeli reaksiyonla hammadde ile gelen diolefinik yapıdaki çift bağlar hidrojen katılımı ile doyurulmakta, kükürtlü ve azotlu bileşikler yine hidrojen katılımı ve katalitik reaksiyonlarla uzaklaştırılmaktadır [2].

### III.2. İkincil Petrokimya Endüstrisi

İkincil organik kimya endüstrisi birincil organik kimya endüstrisinden elde edilen ürünleri kullanarak, üçüncül organik kimya endüstrisinde kullanılacak kimyasalları üretir. Bu endüstrideki ürünler üçe ayrılır:

- o Alkan ara ürünleri: Birincil petrokimya ünitesinde üretilen metanı kullanarak oluşturulan ara ürünlerdir. Metanol, metil alkol, formaldehit, amonyak bu ürünlerden bazılarıdır.
- o Olefin ara ürünleri: Birincil petrokimya ünitesinde üretilen etanı kullanarak oluşturulan ara ürünlerdir.
- o Aromatik ara ürünleri: Birincil petrokimya ünitesinde üretilen benzeni kullanarak oluşturulan ara ürünlerdir [7].

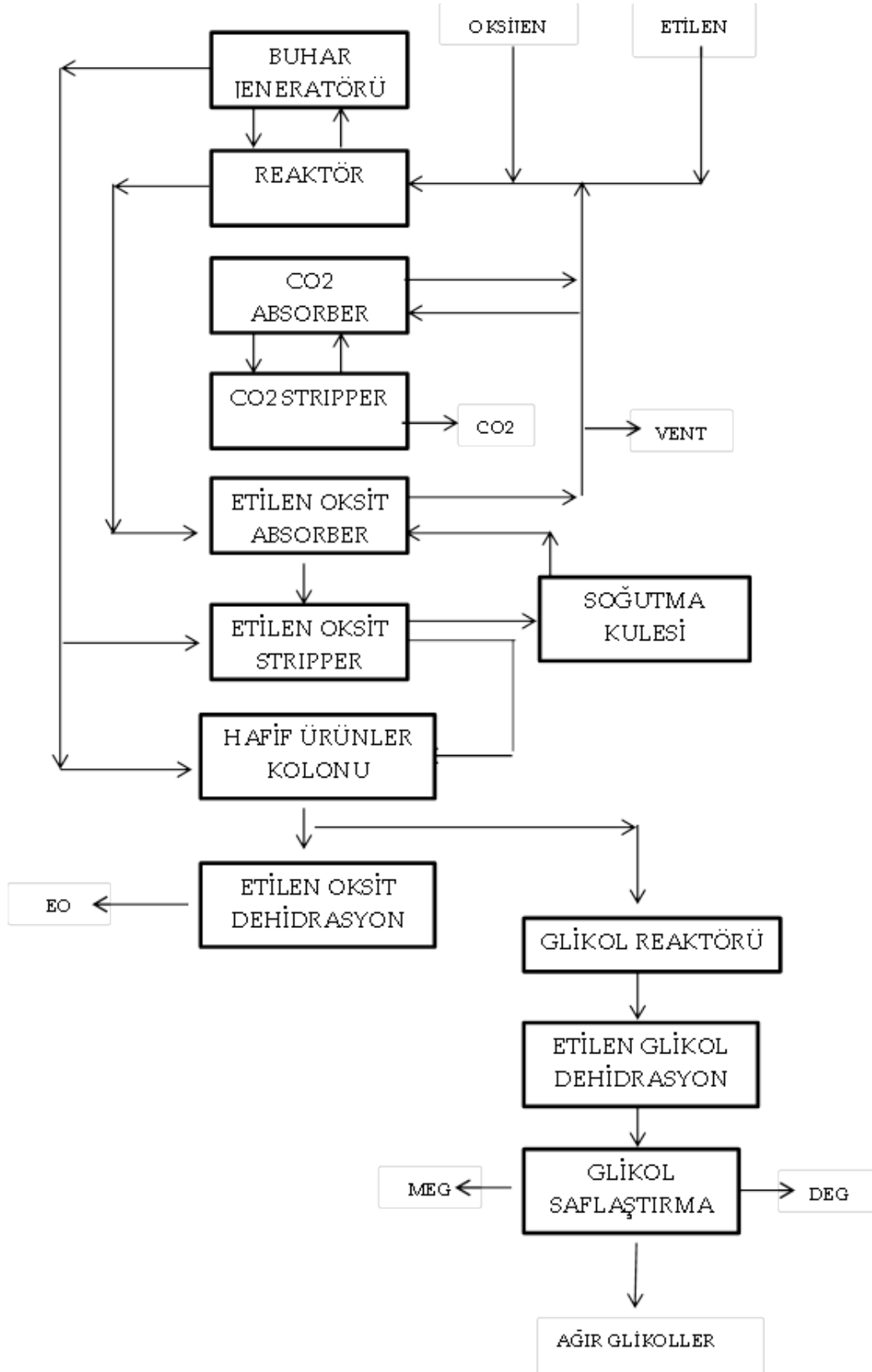
Bu ürünler çeşitlilik göstermekle beraber, bu kılavuzda, ülkemizdeki tek ve en büyük petrokimya tesisi olan Petkim'de üretilen ürünlere yer verilmiştir.

#### III.2.1. Etilen Glikol ve Etilen Oksit Üretimi

Etilen glikollerden monoetilen glikol (MEG) glikollerin en küçük bileşiğidir. Su, alkol, aseton, eter gibi polar solventlerde kolayca çözünürken; benzen, toluen, kloroform gibi non polar solventlerde az çözünür. MEG, antifiriz olarak kullanılır. Ayrıca, polyester elyaf, fren sıvısı, dinamit, selüloz boya, reçine, ester, eter üretiminde kullanılır [2].

Dietilen glikol (DEG), MEG üretimi sırasında 1/10 oranında oluşan organik bir bileşiktir. DEG mantar, tutkal, kagıt üretiminde yapıştırıcı olarak, boya üretiminde ve uçaklarda donmayı önleyici olarak ve gazların kurutulmasında kullanılır. Etilen oksit (EO), MEG üretiminin ara kademesini oluşturur. Saflaştırılmadan hidroliz ile glikollere dönüştürülür. EO tıbbi malzemelerin sterilizasyonunda kullanılır [2]. EG/EO üretim prosesi Şekil 4'te gösterilmektedir.





Şekil 4. EG/EO üretim proses şeması [2]

### III.2.2. Akrilonitril (ACN) Üretimi

Berrak ve keskin kokulu bir sıvı olan akrilonitril (ACN) iplik ve elyaf üretiminde, reçine, nitril kauçukları ve akrilamid üretiminde kullanılmaktadır.

ACN üretiminde;

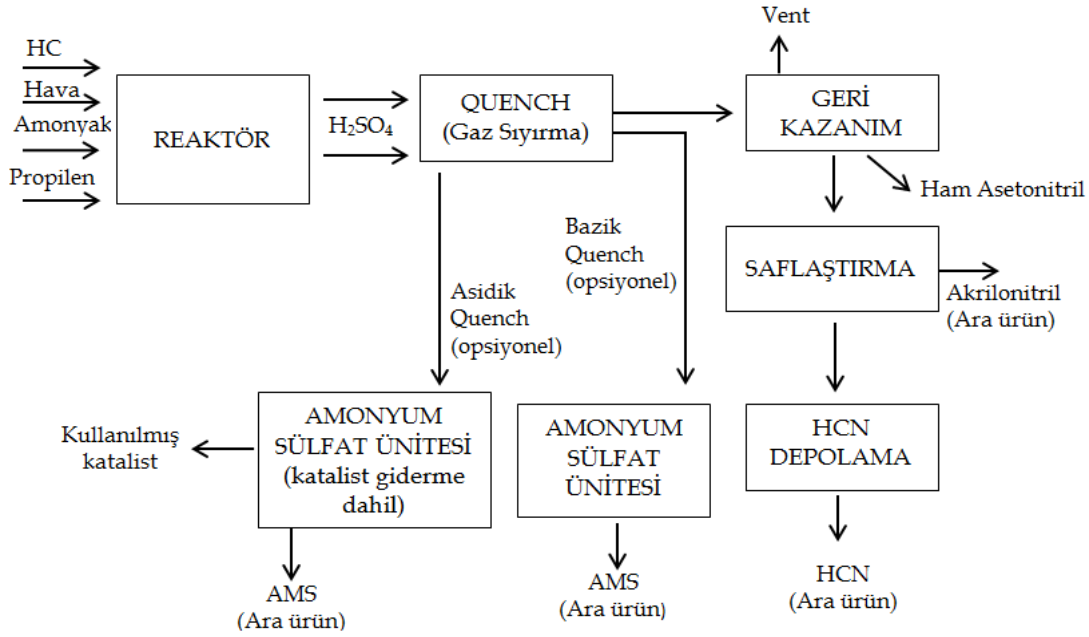
- o etilen siyanohidrinin katalizörlü dehidrasyonu
- o asetilen ve hidrojen siyanürün katalizörlü reaksiyonu
- o propilen ve azotmonoksitin katalizörlü reaksiyonu
- o propilen ve amonyağın hava ile oksitlenerek akrilonitril eldesi gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır.

Dünya'da ACN üretimi çoğunlukla propilen ve amonyağın hava ile oksitlenmesi reaksiyonu ile yapılmaktadır. Bu süreçte kullanılan katalizörler ve reaktör tipleri farklılık gösterebilmektedir [2]. Tablo 1'de propilen amoksidasyonu prosesleri ve kullanılan katalizörler verilmektedir.

**Tablo 1.** Propilen amoksidasyonu prosesleri

Proses	Reaktör tipi	Katalizör
BP-Amoco, BP-Sohio	Akışkan yatak	Bi - Mo
NITTO	Akışkan yatak	Fe - Sb
UGINE KUHLMAN	Sabit yatak	Sb - Sn

ACN verimi en yüksek %80 ile BP-Amoco-Sohio prosesindedir. Dünya ACN üretiminin %95'i bu proses ile gerçekleşmektedir [8]. Bu proses sırasında (Şekil 5), reaktöre verilen hava, amonyak ve propilen, katalisti akışkan hale getirerek reaksiyona girerler. Ekzotermik olan reaksiyondan çıkan ısı yüksek basınçlı buhar eldesinde kullanılır. Reaktörden çıkan gazların soğutulması sırasında reaksiyon gazları içindeki reaksiyona girmemiş amonyak, kaçan katalistler ve ağır organikler uzaklaştırılır. Daha sonra, soğuyan gazlar su ile absorbe edilir. Su içindeki ürünler buradan geri kazanma kolonuna gönderilir. Asetonitril kolonun ortasından alınırken, dip kısmından da ağır organikler alınır. Kolonun tepesinden ise ACN, hidrojen siyanür, su çıkışı olur. Bu ürünler saflaştırma bölümündeki hidrojen siyanür ayırma kolonuna verilir. Bu kolonun tepesinden hidrojen siyanür alınarak atık yakma fırınında yakılırken, orta bölümden su uzaklaştırılır. Dip kısmından ise küçük miktarlardaki saf olmayan ACN ürün kolonuna verilir ve uygun saflığa gelmesi sağlanır [2].



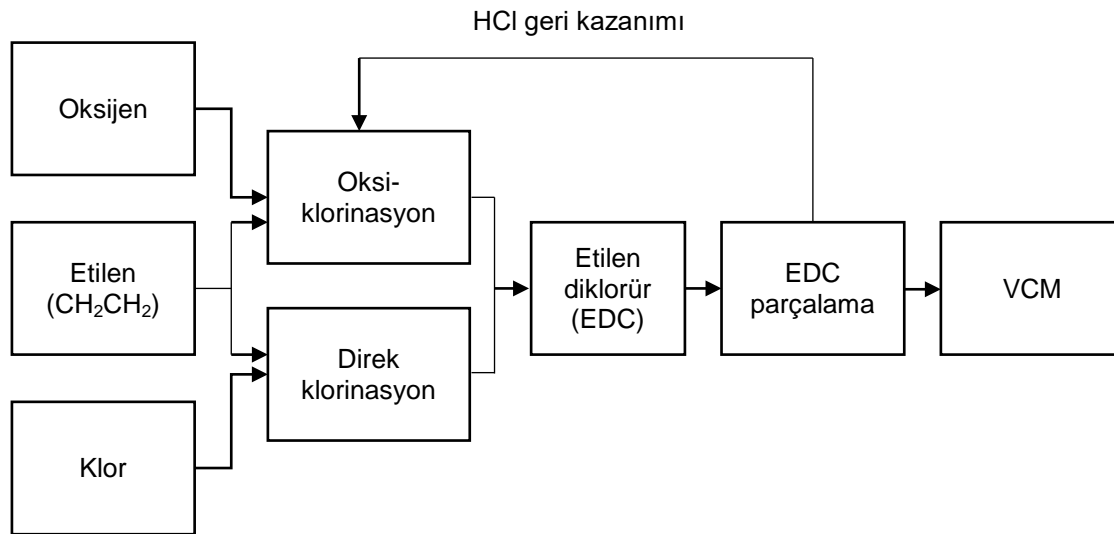
Şekil 5. ACN Üretim prosesi- BP/Sohio Prosesi [2].

### III.2.3. Vinil Klorür Momomeri (VCM) Üretimi

Vinil klorür (VC), alkol içerisinde yüksek, su içerisinde düşük çözünürlüğe sahip reaktif bir gazdır. Hidroklorik asit ile asetilenin reaksiyonu sonucu üretilebileceği gibi, daha yaygın olarak etilenin klorinasyonu sonucu elde edilmektedir. Etilden VC eldesi iki adımda gerçekleşir:

- o Etilen diklorür (EDC) elde etmeye yönelik etilen klorinasyonu
- o EDC'nin dehidroklorinasyonu ve VC ile HCl eldesi

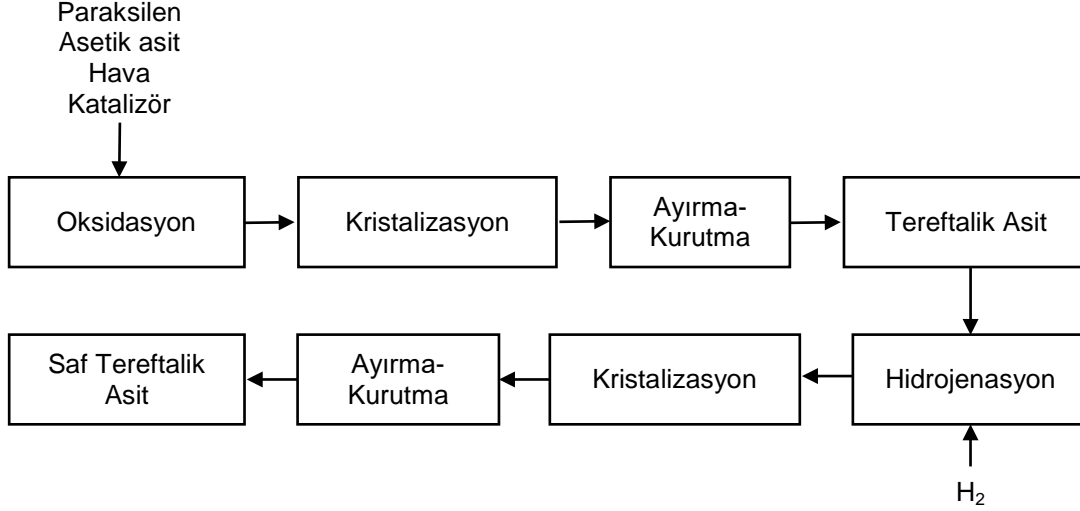
Yan ürün olarak elde edilen HCl kullanılarak, etilenin oksiklorinasyonu sonucu daha fazla etilen diklorür elde edilebilir [5]. VCM üretim prosesi akım şeması Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. VCM üretim prosesi [9]

### III.2.4. Saf Tereftalik Asit Üretimi

Saf tereftalik asit (PTA) üretimi para-ksilenin katalizörlerin varlığında oksidasyonu sonucu gerçekleşir (Şekil 7). Kobalt asetat, asetik asit ortamında NaBr ya da HBr ile desteklenerek katalizör olarak kullanılır. Elde edilen tertalik asitten hidrojenasyon işlemi sonrası PTA üretilir [10].

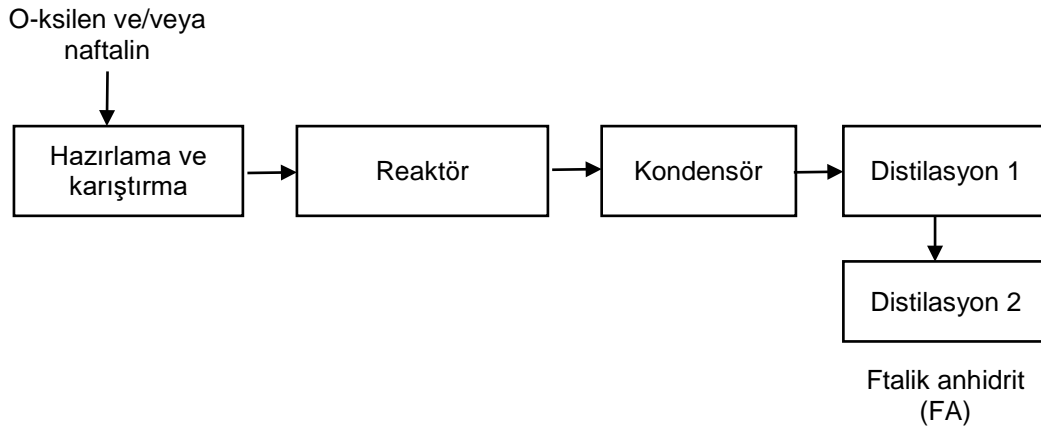


Şekil 7. PTA üretim süreci [10]

### III.2.5. Ftalik anhidrit üretimi

Ftalik anhidrit (FA) orto-ksilen (veya naftalin) in hava ile gaz (veya sıvı) fazda katalitik oksidasyonu ile üretilir [8]. Kaynama noktasına kadar ısıtılmış olan ortoksilen, 160°C' ye kadar ısıtılmış hava içine enjekte edilir. Ortoksilen/hava oranı 20 olan bu karışım 350-370°C 'deki V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'li sabit yataklı tübüler reaktörden geçirilir. Reaktör gazları 150-160°C 'ye kadar soğutulur ve ham ürün vakum distilasyon ile istenilen saflığa getirilmeden önce yoğunlaştırıcıda 60-65°C 'de desublime edilir. Kondense olan FA, sıcak yağ kullanılarak eritilir ve ham FA tankına alınır [8] (Şekil 8). Son yıllarda orto-ksilen fiyatlarındaki aşırı yükselmesi nedeniyle orto-ksilen yerine sabit oranda (%20-%40 gibi) naftalin ile ortoksilen karışımından FA üretimi yapılmaktadır.

FA, boya sanayinde, alkid reçinesi yapımında, çeşitli glikollerle kondenzasyon polimerizasyonu sonucunda polyester eldesinde, DOP vb. plastifiyan üretiminde kullanılır [2].



Şekil 8. FA Üretim Süreci

### III.3. Üçüncül Petrokimya Endüstrisi

Üçüncül petrokimya endüstrisinde, birincil ve ikincil petrokimya endüstrisinden elde edilen kimyasallar kullanılarak petrokimya ürünleri (plastik reçinesi, sentetik elyaf, sentetik kauçuk vb.) imal edilir [7].

#### III.3.1. Polietilen Üretimi

Polietilen (PE) çeşitli ürünlerde kullanılan bir termoplastik olup, etilenin polimerizasyonu ile oluşturulur. Polimerizasyon yöntemlerine bağlı olarak farklı tipte PE üretilir. Polimerizasyon yöntemlerinden bazıları radikal polimerizasyon, anyonik polimerizasyon, iyon koordinasyon polimerizasyonu ve katyonik polimerizasyondur.

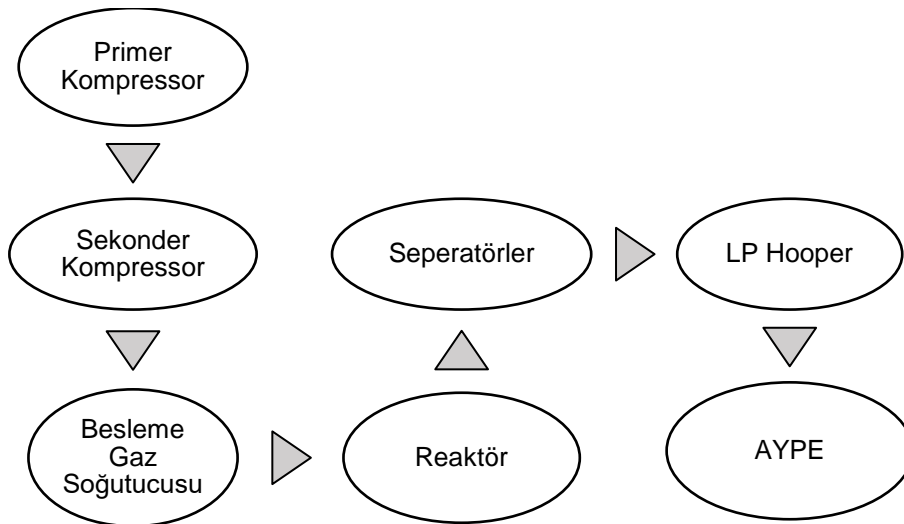
##### **Alçak Yoğunluk Polietilen (AYPE)**

Alçak yoğunluk polietilen (AYPE), serbest radikallerin reaksiyon başlatıcı etkisi ile etilenin polimerizasyonu sonucu elde edilmektedir. Bu işlem genellikle 1200–2650 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında ve 170–300°C sıcaklık aralığında gerçekleşir [11]. AYPE üretiminde temel iki yöntem vardır:

- o otoklav reaktör üretim prosesi
- o tubuler reaktör üretim prosesi

##### **Otoklav reaktör üretim prosesi**

Bu proseste polimerizasyon reaksiyonu, 2200 atm basınca dayanıklı silindirik bir reaktörde gerçekleştirilir. Polimerizasyonun gerçekleştiği reaktörün üst bölümünde sıcaklık 170°C iken alt bölmede sıcaklık 300°C'ye kadar yükselir. Yüzde 20 oranında dönüşüm elde edilen reaktörde etilenin kalış süresi 30 saniyedir. Polimerin gazdan ayrılması, reaktörden çıkan gaz-polimer karışımının sıcaklığının 260°C'ye, basıncının ise 300 atm'e düşürülmesi ile sağlanır. Polimer ekstrudere gönderilir ve pelet halinde elde edilir, etilen gazı ise geri besleme hattı ile reaktöre döndürülür [11]. Otoklav reaktör AYPE üretim şeması Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9. Otoklav reaktör AYPE üretim şeması

### ***Tubuler reaktör üretim prosesi***

Tubuler reaktörlü AYPE üretimi ile otoklav reaktörlü AYPE üretimlerini birbirinden ayıran başlıca faktör kullanılan reaktör tipidir. Otoklav reaktörünün aksine tubuler proseste kullanılan reaktörler 800–2500 metre uzunluğunda, 1"-3" çapında boru demeti şeklinde reaktörlerdir [11]. Tubuler reaktör prosesinde, etilen, primer ve sekonder kompresörlerle sıkıştırılarak reaktöre beslenir. Reaktörde oluşan polimer yüksek ve alçak basınç separatorlerinde ayrılır. Alçak basınç separatoründen alınan erimiş polimer ekstrudere beslenir ve polimer peletleri silolara transfer edilir [11].

### ***Yüksek Yoğunluklu Polietilen (YYPE)***

Yüksek Yoğunluklu Polietilen en önemli etilen türevlerinden biridir. Etilenin alçak basınç ve 72-90°C'de katalizörlerin etkisi ile polimerizasyonu sonucu elde edilir. Kullanılan başlıca katalizör sistemleri, krom (Philips tipi) veya titanyum/alkil alüminyum (Ziegler-Natta tipi) esaslıdır. Toz veya granül şeklinde üretilen YYPE'nin eldesi için üç farklı üretim yöntemi mevcuttur [2] [12].

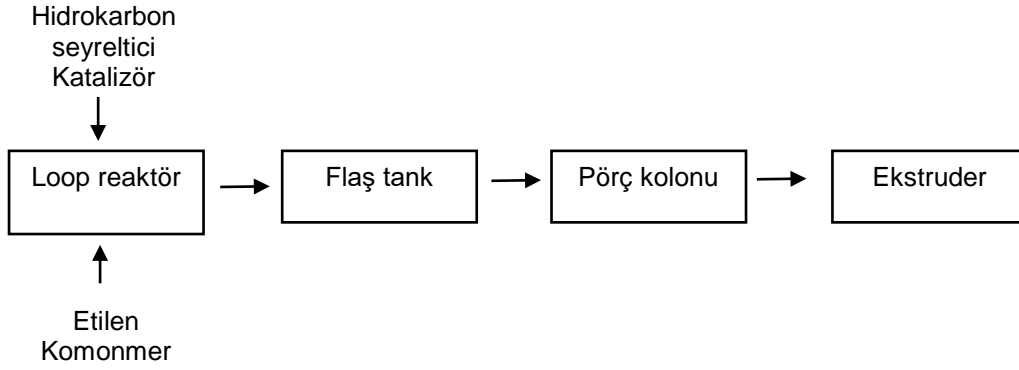
- Sıvı fazı - süspansiyon prosesi
- Gaz fazı prosesi
- Kombine sıvı-gaz fazı prosesi

### ***Sıvı fazı- Süspansiyon üretimi***

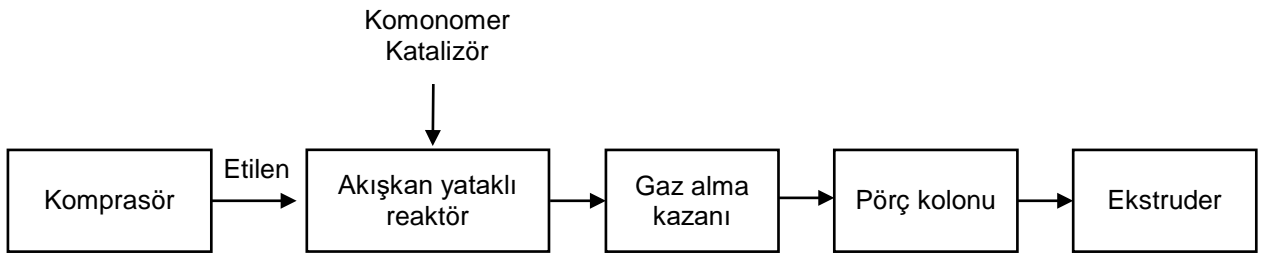
Titanium/alkil alüminyum katalizörün kullanıldığı sıvı faz prosesi en yaygın olarak kullanılan YYPE üretim yöntemidir. Sıvı faz (slurry) yönteminde, Ziegler tipi katalizör kullanılarak dar molekül dağılımına sahip ürünler, Philips tipi katalizör kullanılarak ise geniş molekül ağırlığı dağılımına sahip ürünler elde edilebilmektedir. Üretim aşaması inert bir hidrokarbona katalizörün eklenmesiyle başlar. İzobütan loop reaktörler için yaygın olarak kullanılan hidrokarbon seyrelticidir. Hidrokarbon ve katalizörden oluşan süspansiyon loop reaktöre gönderilir. Reaktör içerisine etilen ve ko-monomer beslemesi yapılır. Reaktörden çıkan slurry içindeki polimer miktarı sedimentasyon işlemi sonrası 30-50% seviyelerinden 55-65% seviyelerine çıkarılır. Bu karışım sonrasında flaş tanka gönderilir ve hidrokarbon içeriği buharlaştırma yöntemiyle giderilir. Buharlaşan gazlar, seyreltici ve komonomeri ayırmak için distilasyon işlemine tabi tutulur. Flaş tanktan çıkan toz polimer ise, hidrokarbon içeriğini daha da azaltmak için nitrogen ile pörç işlemine tabi tutulur. Buradan çıkan toz, stabilizatör ve katkı maddeleri ile birlikte ekstrudere gönderilir. Karışım burada eritilir ve su içerisinde küçük parçalara bölünür. Bu parçalar kurutularak depolamaya gönderilir [2] [12] (Şekil 10).

### ***Gaz fazı prosesi***

Gaz fazı prosesi ile YYPE üretiminde, yabancı maddelerden arındırılmış etilen, kompresör aracılığıyla yüksek basınç altında akışkan yataklı reaktöre gönderilir. Burada komonomer ve katalizör eklemesiyle polimerizasyon işleminin gerçekleşmesi sonrası, gaz ve polimer karışımı gaz alma ünitesine gönderilir. Bu üniteye polimer parçacıkların monomerlerden ayrımı gerçekleştirilir. Gaz ve monomerler reaktöre geri gönderilirken, granül şeklinde olan ürünler pörç ünitesinde kalan monomerlerinden azot buharı yardımı ile ayrıştırılır. Polimer taneciklerinin ekstruderde eritilip su altında küçük parçalara bölünmesi ile proses son bulur [2] [12] (Şekil 11).



Şekil 10. Sıvı faz YYPE üretim prosesi [2]



Şekil 11. Gaz fazı YYPE üretim prosesi [2] [12].

#### ***Kombine sıvı-gaz faz prosesi***

Bu yöntemde, sıvı faz prosesinde yer alan loop reaktör ve gaz faz prosesinde bulunan akışkan yataklı reaktör birlikte kullanılmaktadır. Etilen, katalizör, hidrojen, komonomer ve seyrelticiin bulunduğu reaktörde ön polimerizasyon gerçekleşir. Ortaya çıkan süspansiyon loop reaktöre gönderilir. Loop reaktörden çıkan karışım flaş tank sonrası ileri polimerizasyon için akışkan yataklı reaktöre iletilir. Gaz fazında gerçekleşen gaz alma ve pörç işlemleri gerçekleştikten sonra, proses ekstruderde eritme ve sonrası kurutma ile son bulur [12].

#### **III.3.2. Polipropilen (PP) üretimi**

Yarı şeffaf beyaz katı bir madde olan polipropilen (PP) 121<sup>0</sup>C sıcaklığa kadar dayanabilir. Soğuk organik çözenlerde çözünmezken, sıcak çözenlerde yumuşar. PP'nin sıcaklık değişimine bağlı olarak genleşme ve büzülmesi çok az olduğundan, deforme olma ve çatlama riskleri çok düşüktür [2]. Monomer propilenin atomik yapısı CH<sub>2</sub> = CH - CH<sub>3</sub> şeklindedir, oluşan zincirin uzunluğu polimerizasyon ortamında bulunan hidrojen sayısına bağlıdır. Zincir uzadıkça viskozitesi azalır.

PP'ler, polimerizasyonu yapılan ana maddeye göre homo polimerler, kopolimerler ve random kopolimerler olmak üzere 3 gruba ayrılırlar. Sadece propilenin polimerizasyonundan elde edilenler homo polimer, propilenin polimerizasyonundan elde edilenler kopolimer, propilen ve etilenin beraber polimerizasyonundan elde edilenler random kopolimer olarak adlandırılır [2].

PP temel olarak üç farklı prosesle üretilebilir. Bu prosesler;

- Gaz faz PP üretim prosesi
- Bulk faz PP üretim prosesi
- Slurry faz PP üretim prosesidir.

### **Gaz Faz PP Üretim Prosesi**

Gaz faz PP üretim prosesi aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

- Monomer Saflaştırma: Yüksek katalizör aktivitesine ulaşmak için propilenin saflaştırılması gerçekleştirilir.
- Katalizör Yükleme: Katalizör besleme dramından reaktöre verilir. Katalizör miktarı üretim kapasitesine ve türüne göre ayarlanır.
- Polimerizasyon: Reaktöre bir ucundan propilen ve katalizör yüklenirken, diğer ucundan toz polimer elde edilir. PP tozlarının oluşumu süreklidir.
- Toz Halindeki Ürünün Ayrılması: Bu aşamada gaz tozdan ayrıldıktan sonra basınçlandırılır ve reaktöre geri gönderilir.
- Ürüne Son Şeklin Verilmesi: Son ürün ünitesinde elde edilen PP tozları bu aşamada gruplandırılır. Daha sonra gerekli katkı maddeler eklenerek karıştırılır, pellet haline getirilerek paketlenir [2].

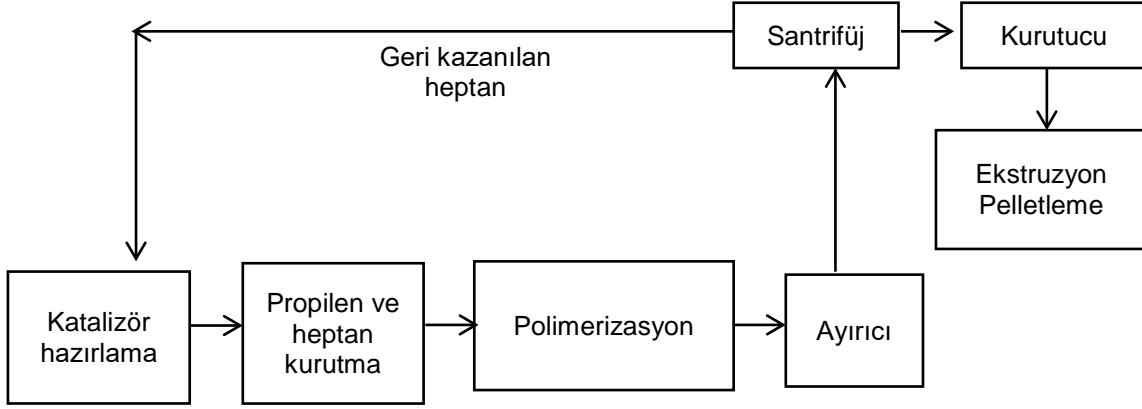
### **Slurry Faz Polipropilen Üretim Prosesi**

Proses aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

- Katalizör Hazırlama: Katalizörlerin heptan ile seyreltilerek polimerizasyona hazır hale getirildiği bölümdür.
- Propilen ve Heptan Kurutma Sistemleri: Bu bölüm propilen ve heptandaki safsızlıkların tutulması için kullanılır.
- Polimerizasyon: Sürekli ve kesikli olarak yapılabilmektedir. Kesikli tip polimerizasyon daha çok kopolimer PP'lerin üretiminde uygulanır.
- Dekompozisyon: Reaktörlerden gelen slurry halindeki PP'ye bu bölümde katalizör bozundurma işlemi uygulanır.
- Ekstraksiyon ve Su Ayırma: Bu aşamada PP slurry üzerine bünyesinde sodyum hidroksit içeren demineralize su ilave edilerek dekompozisyon sırasında oluşan hidroklorik asidin nötrleşmesi ve polimer içindeki titanyum ve alüminyum hidroksit ve oksitlerin temizlemesi sağlanır. Karışım daha sonra santrifüje gönderilir. Santrifüjden çıkan ve %10 heptan içeren polimer keki ise kurutmaya gönderilir.
- Kurutma: Polimer keki flaş ve akışkan yataklı kurutucularda kurutulur ve polimer tozu buradantoz silolarına gönderilir.
- Pelletleme: Silolardan alınan toz eritilir ve pellet (granül) haline getirilir. Silolarda homojenizasyon işlemi yapılır. Laboratuvar analizleri ile ürün silolarındaki PP'nin tür ve standardı saptanır ve paketleme sisteminde otomatik olarak paketlenir.
- Geri Kazanma: Ataktik polimer+heptan karışımı santrifüjden ayrıldıktan sonra içindeki ataktik polimer film-evaporatör kullanılarak ayrılır. Daha sonra ataktik polimer kalıplara dökülür, dondurulur ve paketlenir. Heptan ise destilasyon kolonuna gönderilerek saflaştırılır [2].

Slurry PP üretim prosesi Şekil 12'de genel hatlarıyla verilmektedir.





Şekil 12. Slurry PP üretim proses şeması [2]

### Bulk Faz PP Üretim Prosesi

Bulk proses, slurry prosesine benzemekle birlikte farklı olarak polimerizasyon sıvı propilen ortamında oluşur [2].

### III.3.3. Polivinil Klorür (PVC) üretimi

Polivinil klorür (PVC), etilen ve klor kullanılarak üretilen vinil klorür monomerinin ve başlatıcıların olduğu sıvı süspansiyon ya da emülsiyonlarda polimerizasyon sonucu elde edilen bir termoplastiktir. PVC ağırlıklı olarak konstrüksiyon malzemesi imalatında kullanılır. Sanayide sıvı taşıma boruları, yerleşim alanlarında su ve atık su boruları, profiller, çok çeşitli amaçlı şişeler, yağmurluk, eldiven, kompakt disk ve bilgisayar kasaları, v.b ürün yapımında kullanılmaktadır.

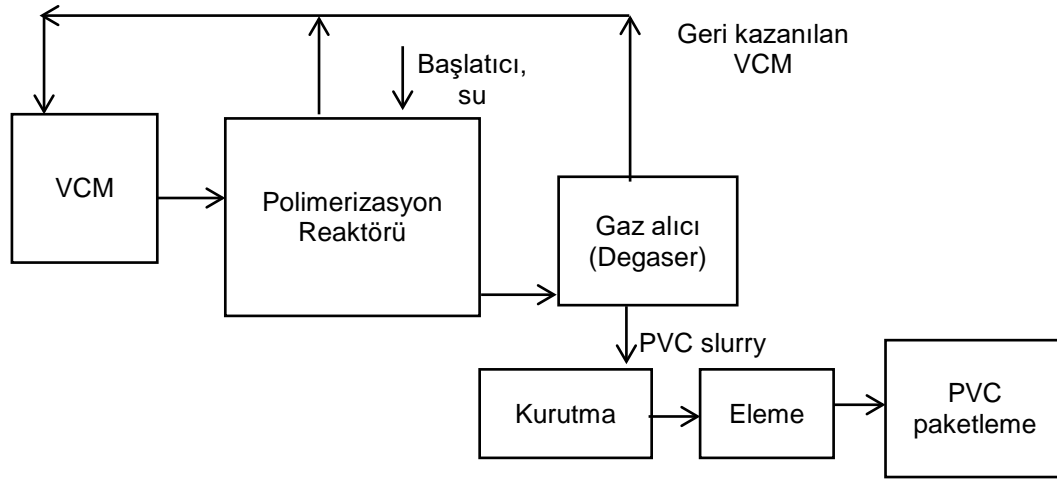
PVC üretimi yüksek basınç altında, çelik kaplar içinde gerçekleştirilir ve işlem sırasında yüksek ısı çıkışı gözlemlendiğinden kapları soğutmak için soğutucu kullanımını gerektirir. Kullanılan başlatıcılar (organik peroksit, perkarbonat gibi) serbest radikallerin akışını ve bu da VCM polimerizasyon oranını belirler. İstenilen seviyedeki PVC ürününe göre kullanılan başlatıcı konsantrasyonu ve uygulama yöntemi değişiklik gösterebilir [13]. PVC üretim prosesleri, süspansiyon, emülsiyon ve bulk polimerizasyon olmak üzere gruplanabilir. Genel üretim süspansiyon polimerizasyon ile yapılırken, bazı özel yüzey özelliklerinin sağlanması için emülsiyon polimerizasyon kullanılmaktadır [12].

Süspansiyon PVC (S-PVC) üretiminde VCM polimerizasyon reaktörüne su ve süspanse edici ajan ile birlikte beslenir ve hızlı karıştırma sonucu VCM parçacıkları (droplet) oluşur. Başlatıcı ve/veya katalizör ilave edilerek, basınç altında ve 40 ila 60°C sıcaklık aralığında PVC'ye dönüştürülür. Bu yöntem ile elde edilen PVC suda askıda halde bulunan 50-200 µm çapında parçacık içeren slurry haldedir. Bu slurry sıyrıcı (striper) ünitesine alınarak reaksiyona girmemiş VCM ayrılır. Santrifüj uygulaması ile suyu uzaklaştırılarak beyaz toz halinde kokusuz ve inert PVC reçinesi elde edilir (Şekil 13).

Emülsiyon polimerizasyon ile süspansiyon polimerizasyona göre daha küçük parçacık boyutuna sahip (0,1-3 µm) daha ince toz halinde PVC reçinesi (E-PVC) elde edilmektedir. E-PVC genellikle yüzey kaplamada pasta (paste) ya da plastisol polimer olarak kullanılmaktadır. Emülsiyon PVC türleri daha çok duvar kağıtları, yer karoları, suni deri imalatı gibi alanlarda ve otomobillerde gövde altı örtüsü olarak kullanılmaktadır [2]. Kesikli emülsiyon, sürekli emülsiyon ya da mikrosüspansiyon prosesleri ile üretim mümkündür. Bu prosesler, emülsiyon PVC türlerinin istenilen özelliklerine (örneğin, viskozite)

göre uygulanmaktadır. Kesikli proseste emülsifiyer olarak sodyum alkil veya aril sülfonat veya alkil sülfat; başlatıcı olarak alkali metal metal persülfat; bakır ve indirgenli redoks sistemi kullanılır. Elde edilen E-PVC 0,2 µm boyutundadır. Sürekli proseste daha fazla miktarda emülsifiyer kullanılmaktadır ve elde edilen E-PVC boyut aralığı daha geniştir, ayrıca ürünün plastisol viskozitesi daha düşüktür. Mikrosüspansiyon prosesinde ise, kesikli ve sürekli prosese göre daha düşük emülsifiyer kullanılmakta ve çok daha düşük plastisol viskozitelere ulaşılabilir [12].

Bulk polimerizasyon süspansiyon polimerizasyona benzer olmakla beraber su kullanılmamaktadır. VCM taşıyıcı ortam olarak kendisi kullanılarak polimerize edilir. Proseste süspansiyon polimerizasyon prosesinde kullanılan serbest radikal başlatıcılar kullanılır [2].



Şekil 13. PVC üretim süreci

### III.7. Yardımcı İşletmeler

#### III.7.1. Su Arıtma Tesisleri

Buhar eldesi için gereken yumuşak su ihtiyacının karşılanması amacıyla organik kimyasal üretim tesislerinde su arıtma tesisleri işletilmektedir. Bu tesislerde farklı prosesler uygulanması ihtimali söz konusu olmakla birlikte, genellikle iyon değiştirme ve ters ozmoz proseslerinden ibaret arıtma uygulanmaktadır.

#### **İyon Değiştirme**

İyon değiştirme prosesinde, suda bulunan sertlik yapıcı Ca ve Mg iyonları, suyun reçine dolu kolonlardan geçirilmesi ile reçine üzerinde tutulur. Reçinenin iyon değiştirme kapasitesi tükendiğinde, rejenere edilmesi gerekir. Rejenerasyon amacıyla, kolonlardan gerektiği kadar tuz çözeltisi geçirilir ve ardından kolonlar yumuşak su ile yıkanır. Dolayısıyla, iyon değiştiriciler; atık tuz çözeltisi ve atık yıkama suları olmak üzere iki tip atıksu üretir. Ayrıca, kullanım ömrü dolduğunda atık reçine şeklinde katı atık da üretilir.

#### **Ters Ozmoz Tesisleri**

Ters ozmozda, yoğunluğu fazla olan sert su içerisinde bulunan mineraller, tuzlar ve organik maddeler, membranın bir tarafında bırakılarak diğer tarafa, yoğunluğu daha az, tuzlar ve minerallerden arındırılmış yumuşak sıvı geçirilir. Pratikte, sisteme verilen sert suyun, sadece belli bir yüzdesi membranı geçebilir ve geride içinde mineraller, tuzlar ve organik maddelerin biriktiği yoğunluğu çok daha fazla olan, uygun bir şekilde bertaraf edilmesi gereken konsantre kalır.

Konsantrasyon polarizasyonu olarak bilinen polarize olmuş moleküllerin membran üzerinde birikerek daha fazla akışa geçiş vermemesi, tıkanma sorununun önüne geçilmesi için membranların periyodik olarak basınç altında temiz su ile ve daha seyrek aralıkla kimyasallarla yıkanması gerekir [14]. Dolayısıyla, bu yıkanma süreçleri, bertaraf edilmesi gereken atıksular üretmektedir.

### III.7.2. Enerji Üretim Tesisleri

Organik kimyasal üreten entegre tesislerde, elektrik enerjisi üretimi de yapılmaktadır. Enerji üretimi amacıyla kojenerasyon tesisleri ya da dizel jeneratörler kullanılabilir. Fosil yakıt kullanan kojenerasyon tesislerinin ve dizel jeneratörlerin başlıca çevresel etkileri; baca gazı emisyonları, ürettikleri katı atıklar ve atıksulardan kaynaklanmaktadır. Bu tür tesislerin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

### III.7.3. Buhar Kazanları

Çeşitli proses aşamalarında uygulanan yüksek sıcaklıkların temin edilebilmesi için buhar kullanılmaktadır. Gereken buhar, fosil yakıt ya da doğal gaz kullanan buhar kazanları ile üretilebilir. Kazan sistemleri, temel olarak yakma sistemi ve buhar kazanı bileşenlerini içermektedir. Başlıca çevresel etkileri, baca gazı emisyonları ve cüruf ile ilişkili olan buhar kazanlarının çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

### III.7.4. Soğutma Sistemleri

Soğutma sistemleri organik kimyasallar üreten tesislerin üretim performansı üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin, nafta parçalama ünitesinde sonradan ortaya çıkabilecek reaksiyonları engellemek için ani su verilmesi gerekmektedir. Bu aşamada ısı dönüştürücüden elde edilen sıcak sudan ilerleyen aşamalarda su buharı elde edilmektedir [8]. PVC üretiminde de, yüksek basınç altında gerçekleştirilen işlem sırasında yüksek ısı çıkışı nedeniyle kapları soğutmak için soğutucu kullanılmaktadır [12].

Soğutma sistemleri, suyun tek-geçişli ya da kapalı sistemde sirküle edilerek geçirilmesi şeklinde olabilmektedir. Tek geçişli sistemlerde su bir kez sistemden geçirildikten sonra deşarj edilirken, kapalı sistemlerde absorplanan ısı soğutma kulelerinde alındıktan sonra tekrar kullanılmaktadır. Soğutma sistemlerinin işletimi çok yüksek miktarda su kullanımını gerektirmektedir. Bununla beraber, soğutma sistemi tipine bağlı olarak su kullanım miktarı değişkenlik göstermektedir. Tek geçişli sistemler daha fazla su kullanmaktadır [15]. Aynı zamanda, soğutma suyunu sürekli sirküle etmek ve soğutma fanlarını işletmek için önemli miktarda enerji tüketmektedir.

Soğutma sistemleri, temel olarak su boru şebekesi, su pompaları, soğutma kulesi (kapalı devre sistemlerde) gibi bileşenleri içermektedir. Ham su ve soğutma kulelerinden atılan blöf sularını arıtmak için sedimentasyon, ultrafiltrasyon, ters ozmoz, evaporasyon ve kristalizasyon yöntemleri kullanılmaktadır [15]. Başlıca çevresel etkileri, enerji kullanımı ve kullanılan kimyasallar (antiskalan, antikoroziv, biyosit vb) içeren blöf suları ile ilişkili olan soğutma kulelerinin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

### III.7.5. Atıksu Arıtma Tesisleri

Organik kimyasallar üreten entegre tesislerde ortaya çıkması beklenen atıksular, genel hatlarıyla, yağlı su, kimyasal atıksu ve evsel atıksu olarak gruplandırılabilir. Yağlı sular, API seperatörleri ve çamur yoğunlaştırıcılar vb fiziksel arıtmaya; kimyasal atıksular, nötralizasyon, koagülasyon/flokülasyon gibi kimyasal arıtmaya; evsel atıksular ise biyolojik atıksu arıtımına tabi tutulmalıdır. Organize sanayi bölgelerinde bulunan organik kimyasal üreten tesislerden kaynaklanan atıksular, OSB deşarj

kriterlerini sağlayacak şekilde ön arıtmaya tabi tutularak veya hiçbir ön arıtmaya gerek duyulmadan merkezi endüstriyel atıksu arıtma tesislerine verilebilmektedir. Organize sanayi bölgelerinde bulunmayan kuruluşlar ise, tam arıtma yapma yükümlülüğünde olmaktadır. Bu kapsamda; atıksu arıtma tesisi işleten organik kimyasal üreten kuruluşlar, konumlarına bağlı olarak sadece ön arıtma (fiziksel + kimyasal veya sadece fiziksel) diğerleri ise tam arıtma (fiziksel + kimyasal + biyolojik arıtma) yapma durumunda olmaktadır. Başlıca çevresel etkileri; arıtma çamuru bertarafı ve enerji sarfiyatı açısından ele alınması gereken atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkilerinin detaylı değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

### **III.7.5. Atık Giderme Tesisleri**

Faliyetten kaynaklanan atıklar (yağ, çamur, bitik katalizörler vb) için depolama, yakma ve/veya geri kazanma alternatiflerinin değerlendirilebilmesi için ilişkin sektörel kılavuzdan yararlanılması gerekmektedir.

## IV. ÇEVRESEL ETKİLER VE ALINACAK ÖNLEMLER

### IV.1. Arazi Hazırlık ve İnşaat Aşaması

#### IV.1.1. Toprak ve Jeoloji

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

- Arazinin inşaat amacıyla düzenlenmesi sırasında, toprak profilinin bozulması ve geçici olarak arazinin kullanım amacının değişikliği
- Bitki örtüsünün sıyrılması vb. nedenlerle oluşan toprak erozyonu, dik arazilerde toprak kayması ve heyelanlar
- Humus katmanının sıyrılarak uzaklaştırılması sonrasında toprağın bozulması
- İnşaat alanında faaliyet gösteren araç ve ekipmanların temizlenmesi, yağlanması ve yakıt ikmali sırasında yakıt ve yağların kazara dökülmesine bağlı kirlilik
- İnşaat alanında kimyasalların kazara dökülmesi ve kontrolsüz depolanmış atıklardan kaynaklanan toprak kirliliği
- Zeminin korozif özelliği nedeniyle boru veya beton temel gibi altyapılarda oluşan bozulmalar

##### *Alınması Gereken Önlemler*

Toprak bozulmalarını ve erozyonunu azaltmak için:

- Doğal bitki örtüsü ile yeniden bitkilendirme amacı ile üst toprak ayrı yığınlar halinde çıkartılıp saklanmalıdır.
- Bitki örtüsü ve toprak, eşyükselti eğrilerine paralel olacak şekilde, yüksek kottan başlanarak sıyrılmalıdır.
- Zemine olan etkileri en aza indirmek için, tesviye işlemleri için uygun makinalar kullanılmalıdır.
- Büyük ölçekli kazı işlerinin yağışlı mevsimlerde yürütülmesi mümkün olduğunca kısıtlanmalıdır.
- Yağmur suyunu yönlendirmek için inşaat alanında drenaj çalışması yapılmalı ve mümkünse çöktürme yolu ile silt yüklemesi azaltılmalıdır.
- Özellikle yamaçlar gibi erozyona yatkın alanlar olmak üzere çalışma sahasında yeniden bitkilendirme çalışmaları yürütülmelidir.

İnşaat alanında kaza ve sızıntı kaynaklı toprak kirliliğini azaltmak için:

- İnşaat faaliyetlerinde kullanılan ekipman ve araçlar için geçirimsiz yüzeyli park alanı teşkil edilmelidir.
- Araç ve ekipmanların bakım, temizlik ve yakıt doldurulma işlemleri, sızıntıların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alındığı (örn: geçirimsiz yüzey, yağ tutucu, çöktürme tankı) atölye veya sahalarda yapılmalıdır.
- Yağ, yakıt ve kimyasallar sızdırmaz zemini ve kısıtlı erişimi olan uygun depolama alanlarında saklanmalıdır.
- Akaryakıt tankları sızdırmaz olmalı ve geçirimsiz yüzey üzerine teşkil edilmelidir. Kazara bir sızma durumu için emici malzemeler ve yangın müdahale ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- İnşaat ve taşıma ekipmanlarının düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.
- Ekipmanlar ve kontamine toprak için temizleme prosedürleri önceden hazırlanmış olmalıdır.

Altyapılarda, zeminin korozif ve bozucu yapısından kaynaklı bozulmaları önlemek için, uygun inşaat malzemeleri seçilmeli ve yine uygun yapım prosedürleri takip edilmelidir.

#### IV.1.2. Gürültü ve Titreşim

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

- İnşaat çalışmalarında kullanılacak araç ve ekipmanların, çevrede bulunan işçileri, yöre halkını ve hayvanları etkileyebilen gürültüye neden olması;
- Taş ve kaya çıkarma, yapı temellerinin oluşturulması, kazık çakma ve özellikle bozuk zemin üzerindeki kamyon trafiği gibi faaliyetlerin neden olduğu titreşim sebebiyle:
  - Binalarda değişik derecelerde yüzeysel ve/veya yapısal hasarlar oluşması,
  - İnsanlar üzerinde rahatsızlığa veya huzursuzluğa neden olması veya daha yüksek seviyelerde, çalışma becerisini etkilenmesi.

##### *Alınması Gereken Önlemler*

- Kullanılacak makine ve ekipmanların bakımları zamanında ve düzenli olarak yapılmalıdır.
- Güzergah üzerindeki inşaat faaliyetlerinin programı etkileri azaltacak şekilde hazırlanmalıdır.
- Konut trafiğini ve yerleşim alanlarındaki geçiş sıklığını sınırlayacak şekilde düzenlemeler yapılmalıdır.
- Yerleşim alanlarından geçen kamyonlar için hız sınırına ve tonaja uyulması sağlanmalıdır.
- Gereken yerlerde geçici ses izolasyon bariyerleri kullanılmalıdır.

#### IV.1.3. Hava Kalitesi

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

- Toprak hafriyatı, kazı çalışması, ulaşım trafiği, asfalt ve beton hazırlama tesisleri, malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması, vb. kaynaklı toz oluşumu;
- Nakliye ve inşaat için kullanılan araç ve ekipmanların neden olduğu hava kirlenici emisyonları (partikül madde, NO<sub>x</sub>, hidrokarbonlar, CO vb.).

##### *Alınması Gereken Önlemler*

- Özellikle kuru mevsimlerde, inşaat alanları arazöz ile ıslatılarak toz oluşumu engellenmelidir.
- Kazı malzemesinin taşınması sırasında periyodik olarak su püskürtülmelidir.
- Kazı fazlası malzemeyi taşıyacak kamyonların üzeri branda ile örtülmelidir.
- İnşaat sahasını terk ederken kamyonların tekerlekleri yıkanmalıdır.
- Ulaşım yolları günlük olarak temizlenmelidir.
- Araç ve inşaat ekipmanları düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır.
- Araçların ve inşaat ekipmanlarının yola elverişliliği kontrol edilmelidir.

#### IV.1.4. Halk sağlığı etkileri de dahil genel sosyo-ekonomik etkiler

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

- Yerel halkın, yerleşim bölgelerinde geçen inşaat malzemesi nakliye araçlarından rahatsızlık duyması ve kaza riski;
- İnşaat alanında iş sağlığı ve güvenlik sorunları.

##### *Alınması Gereken Önlemler*

- Yol güzergahlarının mümkün olduğunca yerleşim bölgelerinden geçmesi engellenmelidir.
- Çalışan personel için işyeri sağlık risklerinin azaltılmalıdır.
- Yerel halkına yönelik sağlık riskleri azaltılmalıdır.

- İnşaat araç ve ekipmanları için kesin bir güzergah belirlenmeli ve çalışma saatlerine kesin olarak uyulması sağlanmalıdır.
- Servis yolları veya inşaat döneminde kullanılan yolların yakınındaki yerleşimlerde düzenli bilgilendirme toplantıları yapılarak; yerel halk, yürütülmekte olan çalışmalar ve alınması gereken önlemler hakkında bilgilendirilmelidir.

#### IV.1.5. Yüzey ve Yeraltı Sularına Etkiler

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

- Yüzeysel su kaynaklarının, şantiye sahası ve çalışma alanından gelen ve uygun olmayan depolama koşulları sebebiyle tehlikeli madde, yakıt, yağ ve atık içeren yağmur suları ile kirlenmesi,
- Uygun olmayan depolama koşulları, yakıt doldurma veya taşıma işlemleri sırasında kaza sonucu oluşan dökülmeler (örn. mazot ve yağ) ile yeraltı suyunun kontamine olması,
- Şantiye tesislerinden kaynaklanan evsel atıksular,
- Hafriyat çalışmaları nedeniyle yeraltı suyu seviyesinde bozulma.

##### *Alınması Gereken Önlemler*

- İnşaat malzemeleri, tehlikeli maddeler, yakıt, yağ ve atıkları uygun depolama alanlarında saklanmalı, depolanması ve taşınması için prosedürler oluşturulmalıdır.
- Akaryakıt tankları sızdırmaz olmalı ve geçirimsiz yüzey üzerine teşkil edilmelidir. Acil durumlar için emici malzemeler ve yangın müdahale ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- Araç ve ekipmanların bakım, temizlik ve yakıt doldurulma işlemleri, sızıntıların önlenmesi için gerekli tedbirlerin alındığı (örn: geçirimsiz yüzey, yağ tutucu, çöktürme tankı) atölye veya sahalarda yapılmalıdır.
- İnşaat malzeme stoklarının üzeri branda veya benzeri bir malzeme ile örtülmelidir.
- Kaza, bozulma, sızıntı vb. olaylar için acil durum prosedürleri ve müdahale planları önceden hazırlanmış olmalıdır.
- Yakın çevrede kanal bağlantısı mevcut değilse, şantiye içerisine evsel atıksu arıtma tesisi teşkil edilmelidir.
- Yeraltı suyu çıkışı var ise, güvenli bir şekilde pompalanarak drene edilmelidir.

#### IV.1.6. Peyzaj ve Korunan Alanlar Üzerine Etkiler

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

- Rekreasyon alanı, turizm bölgesi, yerleşim alanı vb. gibi bölgelerde oluşan görsel rahatsızlık;
- Araçların neden olduğu titreşimler nedeniyle inşa edilmiş çevrenin hasar görmesi.

##### *Alınması Gereken Önlemler*

- Yollara yakın alanlara görüntü perdesi olarak ağaç dikilmelidir.
- Araçların geçiş yolları belirlenirken, kültürel ve arkeolojik sahaların yakınından geçen güzergahlardan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.

#### IV.1.7. Atıklar

##### *Oluşması Muhtemel Etkiler*

Hazırlık ve inşaat aşamasındaki faaliyetlerden kaynaklanacak atıklar şunlardır:

- Evsel atıklar,
- Ekipmanlarına ait ambalaj atıkları,

- Tehlikeli atıklar (kimyasal maddeler, kapları, yağlı ambalaj ve bezler, vb.)
- Özel atıklar (atık yağlar, akü ve piller, filtreler, vb.),
- Hafriyat ve inşaat atıkları (ör: hurda metal, ahşap, beton atık vd.).

#### **Alınması Gereken Önlemler**

- Evsel nitelikli atıklar ayrı olarak üstü kapalı olarak konteynirlarda biriktirilmeli ve ilgili belediye tarafından bertarafı sağlanmalıdır.
- Tehlikesiz nitelikteki ambalaj atıkları diğer atıklardan ayrı olarak toplanarak saha içinde ayrılmış geçici bir alanda biriktirilmeli, lisanslı kuruluş/firmalar tarafından toplanması sağlanmalıdır.
- Tehlikeli atıklar, saha içinde oluşturulacak geçici depolama alanında tehlikesiz atıklardan ayrı olarak toplanmalı ve lisansı bulunan araçlarla gönderilerek, lisanslı tesislerde geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.

## **IV.2. İşletme Aşaması**

Organik kimyasallar üreten tesisler pek çok emisyon üretmektedir. Özellikle üretilen kimyasalların reaksiyon kalıntı ve tortuları, kullanılan bitik katalizörler, çözücüler, adsorban ve filtre kekleri, ürün atıkları gibi katı atık/tehlikeli atıklar önemli çevresel etki potansiyeline sahiptir. Proseslerde gerçekleşen reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan hava emisyonları ve atıksular da önemli çevresel etki kaynaklarıdır. Hiç şüphesiz, üretim süreçlerindeki çeşitlilik nedeniyle, gerek atık/atıksu gerekse hava emisyonları nitelikleri ve miktarları açısından çeşitlilik göstermektedir. Organik kimyasalların üretiminde diğer önemli sorunlar ise; enerji tüketimidir.

### **IV.2.1. Toprak ve Jeoloji**

#### **Oluşması Muhtemel Etkiler**

- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek toprak kirliliği,
- Dökülme sebebiyle oluşan sızıntılardan kaynaklanabilecek yeraltı suyu kirliliği.

#### **Alınması Gereken Önlemler**

- Kimyasal, yağ vb. malzemelerin kullanıldığı ya da depolandığı alanlar, uygun şekilde (beton vb) kaplanmalı; boru, tesisat vb. yapılar düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
- Kaza, arıza, kaçak ve dökülme durumları için acil durum müdahale planları hazırlanmış olmalıdır.

### **IV.2.2. Gürültü ve Titreşim**

#### **Oluşması Muhtemel Etkiler**

- Pompa, kompresör, blower, buhar ventleri ve jeneratörlerin yol açtığı gürültünün çevreye olumsuz etkisi.

#### **Alınması Gereken Önlemler**

- Pompa, kompresör, blower, buhar ventleri ve jeneratörler için bir akustik muhafaza sağlanmalı veya bulunduğu mekan akustik olarak muamele edilmelidir.
- Pompa, kompresör, blower, buhar ventleri ve jeneratörler uygun egzoz susturucusu, gürültü emiciler vb ile donatılmalıdır.



#### IV.2.3. Hava Kalitesi

Organik kimyasalların üretildiği tesislerinde hava emisyon kaynakları, genel olarak,

- Kanalize edilebilen (noktasal) kaynaklar,
- Yayılı kaynaklar,
- Fujitif kaynaklar olmak üzere gruplandırılabilir.

Bu kaynaklardan, sadece, noktasal olanların hava kirliliği kontrol cihazı ile kontrolü mümkündür. Diğer kaynaklar için, daha iyi proses ekipmanı kullanarak önleme ya da minimize etmek esastır [8] [12].

Kanalize edilebilen emisyonlar aşağıda verilmektedir:

- Proses ekipmanlarından ventile edilen emisyonlar
- Proses fırınları, buhar boylerleri, ısı ve güç üniteleri, gaz türbinleri, gaz motorlarından çıkan baca gazları
- Emisyon kontrol ekipmanlarından, atık yakma ünitesi, adsorber gibi, kaynaklanan atık gazlar
- Reaksiyon tankları ve kondensörlerden çıkan gazlar
- Katalist rejenerasyonundan çıkan atık gazlar
- Solvent geri kazanımından çıkan atık gazlar
- Hammade ve ürün depolama ve taşıma faaliyetlerinde ortaya çıkan atık gazlar
- Güvenlik ventleri ve vanalarından deşarjlar
- Yayılı ya da fujitif kaynaklar, eğer kanalize edilebilirlerse, egzoz ventilasyonları
- Varsa atık yakma tesisi emisyonları

Yayılı emisyon kaynakları;

- Proses ekipmanının çalışmasından ortaya çıkan emisyonlar
- Depolama ve taşıma ekipmanlarından kaynaklanan emisyonlar
- Proses başlatma, sonlandırma ve bakım süreçlerinde ortaya çıkan emisyonlar
- Atıksu veya soğutma suyu taşıma sistemlerinden kaynaklanan ikincil emisyonlar (uçucu maddeler) olarak sıralanabilir.

Fujitif emisyon kaynakları ise, pompa ve kompresör vanaları, flanjlari, bağlantıları vb unsurlardan sızıntılardır [8] [12].

**Tablo 2'**te başlıca hava emisyonları ve kirleticileri üniteler/prosesler bazında özetlenmektedir.

**Tablo 2.** Organik kimyasalların üretiminden kaynaklanan başlıca hava emisyonları [8] [12]

Proses/Kaynağı	Kirleticiler
<b>Olefin (etilen) Ünitesi</b>	
Piroliz fırını	H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>
Az değerli parçalanma ürünlerinin ve kazanlarda biriken kokun yakıt olarak kullanımı	SO <sub>2</sub> , Partiküler madde
Yakma prosesleri, fujitif kayıplar, ventilasyonlar	Uçucu organikler (VOC)
<b>Aromatik Ünitesi</b>	
Katalist rejenerasyon ventilasyonu	Hidrokarbonlar, CO <sub>2</sub> , HCl, H <sub>2</sub> S, katalist tozları, Cl <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> ve dioksin/furanlar
Hidrojenasyon reaksiyonları	CO, NO <sub>x</sub> , VOC ve partiküller
Dealkilasyon	H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
Fujitive emisyonlar	VOC

<b>EO/EG Ünitesi</b>	
EO reaktör	CO <sub>2</sub> , etilen ve metan
İnert ventilasyonu	Hidrokarbonlar
<b>ACN Ünitesi</b>	
Reaktör ventleri, solvent geri kazanım kolonu ve ünitenin bakımı sırasında	ACN, HCN, Hidrokarbonlar, NH <sub>3</sub>
Solvent geri kazanım kolonu vent	Acetamid
Absorber'dan reaksiyon sonucu çıkan gazlar	CO, CO <sub>2</sub> , propilen, propan
<b>VCM Ünitesi</b>	
Klorinasyon, Etilen di-klorür parçalama	EDC/VCM, etilen, klorlu hidrokarbonlar
EDC kraking fırınında doğal gaz ile yanma	CO, NO <sub>x</sub>
<b>Buhar (Enerji) Üretimi</b>	
Boylar emisyonları	Partiküler madde, NO <sub>x</sub> ve SO <sub>2</sub>

Bazı VOCler; örneğin aldehitler, merkaptanlar, aminler, ve diğer sülfür içeren bileşikler, ileri derecede koku yayabilirler. VOCler tipik olarak proses ventilasyon noktalarından, sıvı ve gazların taşınmasından, fujitif kaynaklardan (pompa, vana, tank vb) ortaya çıkar. Klorinasyon, dehidrojenasyon, kondensasyon, oksiklorinasyon, hidroklorinasyon prosesleri yüksek VOC emisyon potansiyeli olan proseslerdir [8] [12].

Partikül maddeler, organik kimyasal üreten entegre tesilerde genellikle çok önemli bir problem olmamakla beraber, katı hammaddelerin hazırlanması, ürünlerin kurutulması, katalist rejenerasyonu ve atık bertrafi aşamalarında ortaya çıkmaktadır.

Yakmadan kaynaklı gazlar (örneğin CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, CO) proses fırınlarından, buhar kazanlarından, türbin ve motorlardan ve atık yakma tesislerinden ortaya çıkmaktadır. Bu kirletici gazların emisyonları fırın ve kazanlarda kullanılan yakıtın türüne bağlı olarak değişmektedir.

HCl ve HF gibi asidik gazlar temel olarak halojenleştirme reaksiyonlarından ortaya çıkmaktadır.

Dioksin, furan ve PCBler klor kullanılan proses aşamalarından kaynaklanabilmektedir. Atık yakma tesislerinde, eğer işletme koşulları uygun değilse, bu emisyonların ortaya çıkma potansiyeli vardır [8] [12].

#### **Oluşması Muhtemel Etkiler**

- Baca gazı emisyonu sebebiyle hava kalitesinin bozulması (özellikle fosil yakıtların kullanıldığı tesisler);
- Baca gazı emisyonu sonucu hava ortamında artan SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> kirleticilerinin oksitlenerek SO<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> olarak civar araziye çökmesi sonucu toprak asiditesinde artış;
- VOC emisyonları (örneğin aldehitler, mercaptanlar, aminler, ve diğer sülfür içeren bileşikler) nedeniyle koku oluşumu;
- Atıkların/çamurların yakılmasının yol açacağı hava kirlenmesi (klorlu organik atıklar yakıldıklarında dioksinler ve furanların oluşması olasılığı vardır. Ayrıca yanma prosesinde SO<sub>x</sub> ve NO<sub>x</sub> üretilmekte, toz ve koku oluşmaktadır);
- Soğutma suyu deşarjı nedeniyle alıcı ortam su sıcaklığının artması (termal kirlilik) ve bunun sonucunda sucul yaşamın olumsuz etkilenmesi. Balık popülasyonunda azalma ve balıkçılık faaliyetlerinin olumsuz etkilenmesi (sosyo-ekonomik etki)

### Alınması Gereken Önlemler

- Baca gazı arıtma sistemi, her koşulda ilişkin yönetmelikte belirtilen emisyon limit değerlerini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Proses fırınları/reaktörlerinden kaynaklanan termal NO<sub>x</sub> emisyonları yakma koşullarının modifikasyonu ile (sıcaklık azaltılarak) azaltılabilir. İlgili teknikler, düşük NO<sub>x</sub> yakıcılar, baca gazı (flue gas) resirkülasyonu ve ön ısıtmanın azaltılması gibi uygulamaları içerir.
- NO<sub>x</sub> emisyonları oluştuktan sonra seçici katalitik veya katalitik olmayan indirgeme (Selective Non Catalytic Reduction -SNCR veya Selective Catalytic Reduction-SCR) sistemleri kullanılarak azaltılabilir.
- Proses vent (menfez)lerinden, sıvı ve gazların depolama ve taşıma süreçlerinden, fujitif kaynaklardan ve ara ventlerden kaynaklanan VOClerin kontrolünün etkinliği, VOC türüne, konsantrasyonuna, akış hızına kaynağına ve hedeflenen değere göre değişkenlik gösterir. Yüksek konsantrasyondaki noktasal kaynakların yanı sıra düşük konsantrasyonlu yayılı kaynaklar da kümülatif olarak ele alınmalıdır. Proses ventlerinden (menfezlerinden) çıkan VOCler, eğer mümkün ise (VOC kompozisyonuna, VOC fayda değerine, ve geri kullanımda herhangi bir sınırlama olup olmasına bağlı olarak) proses içerisinde tekrar kullanılmalıdır. Bir diğer alternatif VOCleri yakıt olarak kullanmaktadır. Bazı durumlarda, tekniklerin kombine kullanımı gerekebilir: örneğin, önişlem (nem ve partikül gidermek için); seyreltik gaz hatlarının konsantrasyonunu azaltmak amaçlı ön arıtım. Genel olarak, kondensasyon, absorpsiyon ve adsorpsiyon teknikleri VOC tutma ve geri kazanmayı sağlarken, oksidasyon teknikleri VOCleri parçalamaktadır.
- Fujitif VOClerin azaltımı için daha kaliteli ekipman kullanımı, vana, flanaj sayılarını azaltmak
- Hava Kalitesi Dağılım Modellemesi yapılarak, tesisten çıkan emisyonların hava kalitesi ile ilgili tüm mevzuatları ihlal etmediği gösterilmelidir.
- Uçucu külün hava akımları ile yayılması engellenmeli ve uygun şekilde depolanmalıdır.
- Uçucu külün transferi için uygun taşıma sistemleri kullanılmalı (örn. pnömatik) veya doğrudan kapalı konteynerlere deşarj edilmelidir.
- Atık yakma tesisi varsa, klor içeren atıkların, arıtma çamurlarının yakılması durumunda baca gazında oluşabilecek dioksin furanlara ilişkin kontrol tedbirleri (örneğin, aktif karbon adsorpsiyonu) alınmalıdır.
- Baca gazı emisyonlarının azaltılması için:
  - oksidasyon teknikleri (ısı yakma, katalitik yakma)
  - yoğunlaştırma teknikleri (örneğin, ısı eşanjörleri)
  - absorpsiyon teknikleri (örneğin, sulu yıkayıcılar)
  - partiküllerin ayrılması teknikleri (örneğin, elektrostatik çöktürücüler, siklonlar, kumaş filtreleri)
  - adsorpsiyon teknikleri (örneğin, aktif karbon adsorpsiyonu).uygulanmalıdır.

#### IV.2.4. Atıklar

Organik kimyasalları üreten tesislerden ortaya çıkması beklenen atıklar üretilen organik kimyasal türüne göre çeşitlilik göstermektedir. Genelde, atık olarak, proseslerde kullanılan çözeltiler, yıkama suları, reaksiyon kalıntıları, absorbanlar, atık yağlar ve bitik katalizörler ortaya çıkmaktadır. Bir kısmı tehlikeli olmayan bu atıklar **Tablo 3**'de özetlenmektedir.

### **Oluşması Muhtemel Atıklar/Etkiler**

- Temel organik kimyasalların üretildiği proseslerde kullanılan su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltilerin, depolama sırasında tanklardan sızan ya da proste kullanım sırasında dökülen, saçılan ya da raf ömrünü tamamladığı için atık konumuna geçenler. Örneğin kireç, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltileri
- Organik yapıdaki çözücüler, yıkama sıvıları ve ana çözeltiler. Bu sıvıların, temel organik kimyasal üretim prosesinde kullanım sırasında dökülen, saçılan ya da raf ömrünü tamamladığı için atık konumuna geçen kısımları. Örneğin, VCM ünitesinde EDC kalıntısını gidermek için kullanılan organik çözen
- Temel organik kimyasal üretim proseslerinde yer alan yakma fırınları, distilasyon gibi ünitelerde gerçekleşen reaksiyonlar sonucu tank diplerinde biriken ve periyodik olarak tank diplerinden uzaklaştırılan tortu, çamur ve reaksiyon kalıntıları. Örneğin, yakma kazanlarından ortaya çıkan kok tozu
- Bitik katalizörler
- Ftalik anhidrit üretiminde kullanılan sodyum potasyum tuzları
- Temel organik kimyasal üretim proseslerinde kullanılan absorbanlar, pompa süzgeç ve filtrelerde biriken katı maddeler. Örneğin, YYPE üretiminde flaş tanktan çıkan buharlaştırılmış gazların filtrelenmesi sonucu ortaya çıkan filtre kekleri
- Saha içi atıksu arıtımından kaynaklanan çamurlar. Örneğin, API separatör çamurları
- Plastiklerin üretiminde kullanılan su bazlı yıkama sıvıları ve ana çözeltiler. Örneğin, katalist çözücü ve diğer organik çözeltiler, yıkama sıvıları
- Polimerizasyonun gerçekleştiği reaktörlerde oluşan dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları. Örneğin, otoklav dibinde biriken tortular, yan ürünler
- Polimerizasyonun gerçekleştiği reaktörlerden çıkan atık plastikler
- Polimer üretiminde kullanılan katkı maddelerinin atıkları. Örneğin, stabilizörler, antioksidanlar, nötralizörlerin atıkları
- Üretim proseslerinde yer alan ünitelerden ortaya çıkan yağ atıkları. Örneğin, kompresörlerde kullanılan yalıtım ve ısı iletim yağları
- Üretim aşamasında gerçekleşen katalitik reaksiyonlarda kullanılan ve katalizör niteliğini kaybederek kullanılamayacak hale gelen (bitik) katalizörler
- Kimyasal madde ambalajları
- Atık mamul ambalajları
- Mutfak vb. birimlerden kaynaklanan evsel atıklar
- Atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan arıtma çamurları (birincil ya da ikincil arıtma olmasına bağlı olarak niteliği değişecektir).
- Ofis vb. birimlerden kaynaklanan baskı toneri, atık floresan, pil vb atıklar
- Baca gazı arıtma çamurları
- Laboratuvar atıkları

### **Alınacak Önlemler**

- Atıkların (katalizörler, adsorbanlar, filtreler, iyon değiştirici reçineleri, desikanlar) rejenerasyonu ve geri dönüşümü
- Rejenere edilemeyen atıkların uygun deponi sahalarında bertarafı veya yakma
- Distilasyon kolonlarından ortaya çıkan ağır organik kalıntılar ve dip çamurlarının diğer proseslerde hammadde olarak veya yakıt olarak kullanımı veya yakılması.
- Yağ ile kirlenmiş malzeme ve yağlı çamurların yakılması ve bu sırada ısı kazanımı.

- Kullanılmış kimyasal ajanların (örneğin organik solventler) geri kazanımı veya yakıt olarak kullanımı
- Geri kazanılamayan veya yakıt olarak kullanılamayan kimyasal ajanların uygun koşullarda yakılması
- Isı emisyonlarının uygun tekniklerle azaltımı (örneğin kombine ısı ve güç sistemleri, proses adaptasyon, ısı değiştirici, termal yalıtım)
- Ambalajlamanın azaltılması
- Atık gazların temizleme vb. süreçlerden kaynaklanan yağla kirletilmiş atıkların önlenmesi

**Tablo 3.** Organik kimyasalların üretiminde ortaya çıkması beklenen atıklar [8] [12]

Atık üreten proses aşaması/ünite	Atık
<b>1. Olefin (Etilen) Ünitesi</b>	
Parçalama Fırını	Tank dip çamurları, kok tozu, bitik katalizörler, adzorbun ve filtre kekleri, arıtma çamurları
Soğutma	Adzorbun ve filtre kekleri, motor/şanzıman/yağlama yağları
Birincil fraksiyon kolonu	Asidik gaz, tank dip tortu ve kalıntıları
Sıkıştırma	Asidik gaz, tank dip tortu ve kalıntıları
Kostik yıkama ve kurutma	Bitik kostik çözelti, bitik katalizörler
Ürün ayırma	Bitik katalizörler
<b>2. Aromatikler Ünitesi</b>	
	Bitik katalizörler, Adzorbun ve filtre kekleri, tank dip organik ve yağlı çamurları, çözücüler ve yıkama suları
<b>3. EG/EO Ünitesi</b>	
EO Reaktörü	Bitik katalizörler, klorlu çözeltiler
EO Stripper	Reaksiyon ve distilasyon kalıntıları
CO <sub>2</sub> Stripper	Potasyum karbonat çözeltisi
Glikol Ayrımı	Reaksiyon ve distilasyon kalıntıları
<b>4. ACN Ünitesi</b>	
Reaktör	Bitik katalizörler, su bazlı çözeltiler
Quench (gaz sıyırma)	Bitik katalizörler, su bazlı çözeltiler, geri kazanım ünitesinden reaksiyon kalıntıları, amonyum sülfat ünitesinden reaksiyon kalıntıları
Geri kazanım	Bitik katalizörler, su bazlı çözeltiler, reaksiyon kalıntıları (ağır organikler, polimerler, asetonitril)
Amonyum sülfat	Bitik katalizörler, su bazlı çözeltiler, geri kazanım ünitesinden reaksiyon kalıntıları, reaksiyon kalıntıları ve yan ürünler (amonyum sülfat)
Saflaştırma	Dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları (ACN)
<b>5. VCM Ünitesi</b>	
Oksi- ve direk klorinasyon	Reaksiyon ve distilasyon kalıntıları, bitik katalizörler, organik çözgen (oksi klorinasyondan), sodyum hidroksit (direk klorinasyondan)
Etilen diklorür saflaştırma	Reaksiyon ve distilasyon kalıntıları, bitik katalizörler, organik çözgen (oksi klorinasyondan), sodyum hidroksit (direk klorinasyondan)
Etilen diklorür parçalama	Halojenli dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları, bitik katalizörler, kok tozu
Vinil klorür (VCM)	Su bazlı yıkama suları ve ana çözeltiler [kullanılmış alkali çözelti (VCM nötralizasyonunda kullanılan kireç)], bitik katalizör, kireç çamuru, arıtma çamuru
<b>6. PA Ünitesi</b>	
<b>7. AYPE Ünitesi</b>	
<b>7.1. Otoklav AYPE Ünitesi</b>	
Primer ve sekonder kompresör	Yalıtım ve ısı iletim yağları
Otoklav reaktör	Katalist çözücü, organik çözelti, yıkama suları, dip tortusu, atık plastik, bitik katalizörler

Atık üreten proses aşaması/ünite	Atık
LP hooper	Stabilizör katkı maddeleri, atık plastik
7.2. Tubuler AYPE	
Primer ve sekonder kompresör	Yalıtım ve ısı iletim yağları
Reaktör	Katalist çözücü, organik çözelti, yıkama sıvıları, dip tortusu, atık plastik, bitik katalizörler
Ekstruder	Stabilizör katkı maddeleri, atık plastik
8. YYPE Ünitesi	
Loop/stirred reaktör	Katalist çözücü, organik çözelti, yıkama sıvıları, dip tortusu, atık plastik, bitik katalizörler
Flaş tank	Filtre kekleri
Ekstruder	Stabilizör katkı maddeleri, atık plastik
9. PP Ünitesi	
Katalizör hazırlama	Bitik katalizörler
Polimerizasyon	Bitik katalizörler, adzorbun ve filtre kekleri
Pelletleme	Organik çözücüler, çözeltiler, yıkama sıvıları, atık katkı maddeleri (stabilizörler, antioksidanlar, nötralizörler)
Geri kazanma ve film evaporasyon	Organik çözücüler, çözeltiler, yıkama sıvıları, dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları
10. PVC Ünitesi	
Polimerizasyon reaktörü	Dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları, katkı madde atıkları, bitik katalizörler
11. Tamamlayıcı İşlemler	
Mineral/sentetik yağlar kullanılan işlem ya da cihazlar	Kullanılmış/atık yağ
Atıksu arıtma tesisi	Arıtma çamuru, yağ-gres
Su arıtma sistemleri	Atık reçine (iyon değiştirici), atık kimyasal çözeltileri
Baca gazı arıtma sistemleri	Arıtma çamuru, atık havanın temizlenmesinden gelen yağ içerikli kondenzatlar
Laboratuvarlar	Çeşitli kimyasal atıklar
Su soğutma sistemleri	Çamur
Fosil yakıt kullanan enerji sistemleri	Kül, yağ-gres
12. Diğer	
Tesis ve ofisler	Atık floresan ve piller, atık kablolar, atık cam, elektronik parçalar
Mutfak	Evsel katı atık
Tesis	Ambalaj atıkları
Atölye vb. işletmeler	Atık yağ, atık boru vb. malzeme, yağla kirlenmiş giysiler, elektronik parçalar

#### IV.2.5. Atıksular

Organik kimyasallar üreten tesislerden kaynaklanan atıksuların içeriğinde, tipik olarak, yağ karışımları/organik maddeler, uçucu organik maddeler, ağır metaller, asit/alkali atıkları, askıda katı maddeler ve ısı bulunmaktadır. Atıksu organik bileşenlerinin çoğu biyolojik olarak parçalanabilmekte ve genellikle merkezi atık su arıtma tesislerinde biyolojik arıtma işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemin uygulanabilmesi için ağır metalleri veya toksik ya da biyolojik olarak parçalanamayan organik maddeleri içeren atık su hatlarının ön arıtma amaçlı (kimyasal) oksitleme, yüzdürme, süzme, özütleme, (buharlı) sıyırma, hidroliz (biyolojik çözünmeyi artırmak amacı ile) veya anaerobik arıtma gibi işlem(ler)e tabi tutulması veya geri kazanılması gerekmektedir.

Organik kimyasalları üreten tesislerin atıksularının özellikleri, üretilen organik madde türüne ve kullanılan kimyasallara bağlı olarak değişir. Bu atıksular, askıda ve çözülmüş katılar, organik ve inorganik kimyasallar, yağ ve gres, renk ve koku da dahil olmak üzere çevreye ve insan sağlığına zarar veren çok miktarda madde içerir.

Özel bazı işlemler ile ilgili atıksu özellikleri aşağıda sunulmaktadır [8] [12].

### ***Olefin Üretimi***

Bu üniteden, temel olarak 3 ayrı atıksu hattı ortaya çıkmaktadır. Proses suyu, bitik kostik ve, eğer varsa, dekok drum sprey suyu. Buna ilave olarak, soğutma ve kazan suyu blöf suyu da söz konusudur. Temel kirleticiler; hidrokarbonlar, çözülmüş inorganik katı maddeler ve partiküller, kok tozu, biyolojik veya kimyasal oksijen tüketimine neden olan organikler, bitik kostik, sulfid, siyanür, ağır yağlar ve metallerdir. Piroliz benzini, piroliz benzin sıyırma suyu ve sıyırıcı (stripper) dip suları koku problemine neden olabilmektedir.

Proses suyu, etilen parçalama sırasında yoğunlaştırılan buhar karışımıdır. Etilen parçalama ünitelerinin pek çoğu bu proses suyunu geri kazanarak kazanlara geri yollamaktadır. Bu suda fenol ve diğer çözülmüş ya da askıda hidrokarbonlar içerilmektedir. Üretilen her bir ton etilen için 0,03-7 m<sup>3</sup> proses suyu ortaya çıkmaktadır. Ancak geri kazanma uygulanması durumunda bu değer 0.1 to 0.4 m<sup>3</sup> /t etilen aralığına düşmektedir.

Bitik kostik, asidik gazların (CO<sub>2</sub>, mercaptan, H<sub>2</sub>S) proses suyundan NaOH kullanılarak ayrılması (kostik temizleme) sırasında oluşur. Bitik kostik içeriğinde, sülfid, phenol, BOİ, KOİ, yağ vb bulunmaktadır. Arıtma öncesi KOİ değeri 20–50 g/l aralığında olup, diğer bileşenleri NaOH (0,5 – 5,0 % wt), Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (0,5 – 5,0 % wt), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0,5 - 10,0 % wt), çözülmüş hidrokarbonlar (0,1 – 0,3 % wt). Hidrokarbonlar benzen ve diolefinleri içerebilmektedir. Karbonil ve diolefinler koku kaynağı olabilmektedir. Tipik olarak bir ton etilen başına 10 g sulfid, 0,12 ila 1,10 kg toplam tuz (hava oksidasyonu ile bitik kostik arıtımı yapılırsa) 1,3 to 6,0 kg (asitlendirme ile bitik kostik arıtımı yapılırsa) suya karışmaktadır [8].

### ***Aromatik Üretimi***

Aromatik ünitesinde genellikle az ya da sürekli olmayan atıksu üretimi söz konusu olup miktarı ünite kofigürasyonuna bağlıdır. Ana atıksu hattı, buhar vakum pompalarından geri kazanılan kondensatlar ve distilasyon kulelerinde biriken sudan oluşmaktadır. Bu atıksu hatları az miktarda çözülmüş hidrokarbonları içermektedir ve genellikle merkezi atıksu arıtım tesisine yönlendirilmektedir. Kostik sıyırıcılardan sulfid ve KOİ içeren atıksular da ortaya çıkabilir. Diğer olası atıksular, istem dışı ya da kaza sonucu oluşan ve çözücü ve aromatikleri içeren taşma suları, soğutma suyu blöfü, yağmur suyu ve ekipman yıkama suları olarak sıralanabilir.

### ***Polimer Üretimi***

Polimer üretiminden ortaya çıkan atıksularda, organikler, uçucu organik bileşikler ve solventler bulunabilmektedir. Sektörün çeşitliliği ve üretilen polimerlerin geniş yelpazesi nedeniyle atıksu kompozisyonu değişkenlik göstermektedir.

### ***Diğer Spesifik Atıksu Hatları***

Pompa ve kompresör soğutma suları: Yağ ve az miktarda katı madde içerir.

Tesis içi drenaj suları (kazanlardan, su arıtma ünitesinden, hava kompresör ünitelerinden vb): yağ ve katı madde içerir

Kazan blöfleri ve su arıtma yıkama suları: yağ içermez, çözülmüş katı madde içerir.

Soğutma suyu: Geri döngüsüz ya da geri döngülü sistemler kullanılmasına bağlı olarak farklı içeriklerde olabilir. Geri döngüsü sistemlerde çözülmüş katı madde daha düşük seviyede olacaktır. Yağ içerikleri de kullanılan sıvı ve kimyasallara bağlı olarak değişecektir.



### **Oluşması Muhtemel Etkiler**

- Atıksularda bulunan biyobozunurluğu düşük kimyasalların varlığından kaynaklanan zor arıtılabilirlik ve renk nedeniyle alıcı su ortamlarında kirlilik
- Enerji üretim tesisi (kojenerasyon) varsa, kaynaklanabilecek soğutma suları ve blöfler nedeniyle alıcı ortamda sıcaklık artışı. Bu durum nedeniyle ikincil olarak alıcı ortam canlı hayatı üzerinde olumsuz etki. Balıkçılık sektörü üzerinde olumsuz etki.

### **Alınacak Önlemler**

- Münferit işletmelerde (tam arıtma gereken) tüm atıksuların kimyasal ve biyolojik proseslerle arıtımı
- Münferit işletmelerde atıksuların ikinci (biyolojik) arıtma öncesi veya sonrası rekalsitran bileşiklerin bozunmasını/giderilmesini sağlamak amacıyla ön işleme (ozonlanma, adsorpsiyon vb. teknikler) tabi tutulması
- Organize sanayi bölgelerinde bulunan işletmelerde, ortak arıtmanın gerektirdiği düzeyde atıksuların ön arıtılması
- Geri kazanılabilir atıksuların geri kazanımı ve diğer tüm atıksuların birlikte gerektiği düzeyde arıtımı.
- Kazan (varsa kojenerasyon tesisi) soğutma sularının geri kullanımı

Petrokimya tesislerinden kaynaklanan atıksular için uygun arıtma teknolojileri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

- Ağır metal, toksik veya biyolojik olarak parçalanamayan organik maddeleri içermeyen atıksulara biyolojik atıksu arıtma uygulanır.
- Ağır metal, toksik veya biyolojik olarak parçalanamayan organik maddeleri içeren atıksular (yüksek AOX/EOX veya yüksek KOİ/BOİ oranına sahip) diğer atıksulardan ayrı olarak arıtılır ya da geri kazanılır. Bu atıksu hatları için uygun arıtma teknolojileri, kimyasal oksidasyon, adsorpsiyon, filtrasyon, ekstraksiyon, sıyırma, hidroliz (biyolojik parçalanmayı artırmak için) veya anaerobik ön arıtım olarak sıralanabilir.
- Metal içeren atıksu hatları (örneğin katalist kullanımından kaynaklı) kimyasal presipitasyon (tercihen metal geri kazanımına uygun), ion değiştirici, elektrolitik geri kazanım veya ters osmoz ile arıtılabilir.
- Askıda katı madde içeren atıksular için sedimentasyon, flotasyon, presipitasyon ve filtrasyon uygulanabilir.
- Asit/alkali nitelikli atıksular için nötralizasyon uygulanır. Mümkün olduğu durumlarda diğer atıksularla karıştırılarak nötralizasyon sağlanabilir. Bazı durumlarda asit dozlama sonucu toksik gazların ortaya çıkması mümkündür.
- Yağ/organik ve su karışımları için API seperatörleri, hava flotasyonu veya hidrosiklonlar kullanılabilir.



## V. ALTERNATİFLER

Yatırımcı tarafından araştırılan çeşitli alternatiflerin incelenmesi ve sunulması, ÇED sürecinin önemli bir şartıdır. ÇED Yönetmeliği Ek-3'de verilen Çevresel Etki Değerlendirmesi Genel Formatı, ÇED raporlarında projenin yeri ve teknolojisi ile ilgili alternatifler hakkında bilgi verilmesini istemektedir.

### V.1. Proje Yeri Alternatifleri

Alternatif proje yerleri, planlama çalışmalarının ilk aşamalarında incelenmelidir. Alternatifleri göz önüne alarak proje için doğru yer seçimi, çevresel etkileri önleme ve azaltma için en etkili stratejidir. Değerlendirilen alternatifler proje bağlamı ile ilgili ve makul olmalıdır. Atık yakma tesisi yapılması uygun olmayan alanlar çıkarıldıktan sonra kalan alternatif sahalara birbirleriyle karşılaştırılmalıdır. Tesis yeri alternatifleri belirlenirken dikkate alınması gereken kilit hususlar ve kısıtlar, verilenlerle sınırlı olmamakla birlikte aşağıda sunulmuştur:

- Stratejik çevresel değerlendirme, çevre düzeni planı, imar planı vb. çalışmalarda verilen çevresel hedeflere uygunluk
- Yerleşim yerlerine yakınlık
- Nüfus yoğunluğu
- Saha zemini
- Saha topoğrafyası
- Sahanın hidrolojik ve hidrojeolojik durumu
- Koruma bölgelerine yakınlık
- Su kaynaklarının durumu
- Atıksu deşarjı için alıcı ortam ve durumu
- Ortak bir arıtma tesisine deşarj yapılacaksa, kanalizasyon sistemi ve durumu
- Ekonomik ve sosyo-ekonomik faktörler.

### V.2. Proje Teknoloji/Proses Alternatifleri

Proses/teknoloji alternatifleri; çevresel hususları (emisyonlar, gürültü, koku ve atıklardan kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirgenmesi), mevcut su temini ve atık su alımı altyapısını, gelecekte söz konusu olabilecek kapasite artışı, yatırım ve işletme maliyetleri gibi faktörleri göz önünde bulundurarak sunulmalıdır.

Aşağıda, proses/teknoloji alternatifleri ile ilgili örnekler verilmektedir:

- Alternatif gaz/nafta parçalayıcı reaktörler
- Alternatif yıkama makinaları, su ve enerji tüketimleri
- Alternatif kompresör, blover ve fanlar (sızma/kaçakları minimize eden) (özellikle VOCler için)
- Alternatif pompa, vana ve boru sistemleri (özellikle VOCler için)
- On-line/otomatik kontrol sistemleri kullanımı
- Alternatif distilasyon kolonları/işletme koşulları
- Alternatif kimyasallar (özellikle katalizörler)
- Alternatif ısı değiştiricileri
- Alternatif su geri kazanım senaryoları
- Alternatif kostik geri kazanım senaryoları

- Alternatif enerji kaynakları, maliyetler, etkileri
- Alternatif enerji tasarruf yaklaşımları
- Alternatif su kaynakları, kaliteleri, su arıtma gereksinimleri,
- Su geri kazanım seçenekleri, ilişkin maliyetler
- Alternatif alıcı ortamlar, kaliteleri, hassas alanlar
- Alternatif arıtma prosesleri
- Alternatif çamur arıtma ve bertaraf prosesleri
- Atık ön işlem/bertaraf alternatifleri

## VI. İZLEME

Organik kimyasalların üretimi tesislerinden kaynaklanan ve yukarıda detayları verilen etkilerin en aza indirilmesi için yürütülen ÇED çalışmalarının önemli ayaklarından bir tanesi de, izleme ve kontrol çalışmalarıdır.

Bu kapsamda projelerin arazi hazırlık, inşaat, işletme ve kapanış aşamalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir. İzleme programları her bir projeye özgü olarak hazırlanmalı ve mümkün olduğunca ölçülebilir kriterlere (atıksu analizleri, baca gazı analizleri, arka plan gürültü ölçümü vb.) dayandırılmalıdır.

İzleme çalışmaları neticesinde meydana gelen uyumsuzluklar için iyileştirmeler yapılmalı ve uyumsuzluklar ortadan kaldırılmalıdır. Tablo 4'de yapılacak izleme çalışmalarına ilişkin detay sunulmaktadır.

**Tablo 4.** Organik kimyasal üretim tesislerine ilişkin izleme tablosu

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
<b>İNŞAAT DÖNEMİ</b>			
Tarihi, kültürel ve arkeolojik varlıklar	Arazi	Gözlem	Kültür varlığına rastlanıldığında
Toz (PM <sub>10</sub> )	Alıcı Ortam	Yetkili Akredite Laboratuvarlarda analiz edilmelidir.	Yoğun toz yayıcı işlemlerde (hafriyat vb)
Evsel atıksu	Şantiye Binasından kaynaklanan atıksu	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmaz fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Hafriyat artığı	Şantiye alanı ve çalışma alanında (geçici depolama-yükleme-taşıma sırasında)	"Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında ilgili Belediyenin göstereceği döküm alanına nakli sağlanmalı	Sürekli
Evsel Atıklar	Çalışma alanında	Ağız kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili belediyeye teslimi sağlanmalı	Sürekli
Atık Madeni Yağlar	Bakım alanlarında, sızıntının olabileceği şantiye alanı ve çalışma alanındaki iş makinelerinin hepsinde	Gözlemsel olarak bakılacaktır. Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtlar kontrol edilecektir. Günlük olarak sızıntı, döküntü olup olmadığı kontrol edilecektir. Sızıntı ve döküntü olması durumunda kayıt tutulacak ve şantiye şefine haber verilerek sızıntı-döküntü acil müdahale planı uygulanmalıdır.  Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelere bakılacaktır. Yine alınan yağ miktarları kontrol edilmelidir.	Sürekli  Yıllık

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Tehlikeli Atıklar	Çalışma alanında	Yağ, yakıt, boya vb. bulaşmış eldiven, üstüğü, ambalaj vb. tehlikeli atıklar ayrı olarak biriktirilecek ve belirli periyotlarla (180 günü aşmayacak şekilde) lisanslı taşıyıcılar vasıtası ile lisanslı bertaraf tesisine gönderilmelidir.  Yıllık olarak Tehlikeli Atık Beyan sistemine atık beyanı yapıldığına dair belgelerin kontrolü yapılmalıdır.	Sürekli  Yıllık
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	Çalışma alanında	TAT (taşıma-ayırma-toplama) lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık Pili ve Akümülatörler	Çalışma alanında	Atık pillerin uygun şartlarda biriktirilmesi ve lisanslı tesislere verilmelidir.  Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak akülerin, yenisini satın alınırken yetkili satıcıya iade edilmelidir.	Sürekli
Ömrünü Tamamlamış Lastikler	Çalışma alanında	Proje kapsamında çalıştırılacak iş makinelerinden ve taşıtlardan çıkacak ÖTL'ler lisanslı kuruluşlara gönderilmelidir.	Sürekli
Gürültü	Alıcı ortamlarda	Yetkili akredite laboratuvar	Gürültünün yoğun olduğu durumlarda
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıklar, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmelidir.	Sürekli
İş Sağlığı ve Güvenliği	Çalışma alanında	Şantiyede yasal süresinde, İSG Uzmanı bulundurulacak olup "İSG Uzmanlarının Görev Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Yönetmelik" esasları doğrultusunda hareket edilecektir. Periyodik kontrol listeleri doldurularak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı Yönetmeliklerin gereği kontrol edilecektir.  Ayrıca Risk analizi ve Acil Durum Müdahale programına göre kontrol edilecektir.  İSG kapsamında ortam ve kişisel maruziyet gürültü ölçümleri yaptırılacak gürültü derecesi sınır değerleri geçmeyecektir. Geçmesi durumunda işçilere baret, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler verilecektir. Toz çıkışı olan işlerde çalışan işçilere, işin özelliğine ve tozun niteliğine göre uygun kişisel korunma araçları ile maskeler verilecektir.	Günlük/Haftalık/Aylık

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
Halkın Güvenliği	Çalışma alanlarında	İkaz panolarının yerinde olup olmadığı, reflektör lambalarının çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir. Güvenlik personeli tarafından çalışma alanına görevliden başkasının girmemesi sağlanmalıdır.	Sürekli
<b>İŞLETME AŞAMASI</b>			
Emisyon	Tablo 2'de belirtilen hava kirleticilerinin kontrolü doğrultusunda SKHKKY Ek-1 Tablo 23'deki ilgili esaslar dikkate alınmalıdır.	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuvar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Proses Kaynaklı Atıksular	Tesisin tabi olduğu atıksu deşarj standartları (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Tablo 11.3 ve Tablo 14.12 çerçevesinde atıksuları analiz edilmelidir.	Faaliyet Sahibi / Akredite Laboratuvar	Sürekli / İlgili mevzuatta belirtilen periyotta
Evsel Nitelikli Atıksular	İşletmeden, ofis ve mutfaklardan, varsa lojman vb sosyal tesislerden kaynaklanan atıksular	-Paket arıtma -Mevcut kanalizasyon hattına verilmesi -Sızdırmazız fosseptiğe verilmesi	Sürekli
Evsel Nitelikli Katı Atıklar	İşletmeden, ofis ve mutfaklardan, varsa lojman vb sosyal tesislerden kaynaklanan atıklar	Ağız kapalı çöp kaplarında torbalar içerisinde biriktirilip ilgili Belediyeye teslimi sağlanmalıdır.	Sürekli
Ambalaj Atıkları (Cam, Plastik, Karton, Pet Şişe, Teneke vb.)	İşletme	TAT (taşıma-ayırma-toplama) Lisanslı yetkili firmalara verilmelidir.	Sürekli
Atık Yağlar	İşletme	-Gözlemsel olarak bakılması -Atık yağların geçici olarak depolandığına dair kayıtların kontrolü -Yıllık olarak Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği gereği Ek-2 formlarının doldurularak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne düzenli olarak gönderildiğine dair belgelerin kontrolü sağlanmalıdır.	Sürekli
Proses atıkları <sup>4</sup>	İşletme	Atık Yönetimi Yönetmeliği Madde 9'da tanımlanmış yükümlülükler çerçevesinde atıkların bertarafının sağlanması ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına beyanda bulunulması temin edilmelidir.	
Tıbbi Atık	Sağlık ünitesi	Tıbbi atıkların, belediye tıbbi atık toplama araçlarına veya lisanslı kuruluşlara verilmesi sağlanmalıdır.	Sürekli
Gürültü	Tesis içi / Alıcı ortam	Faaliyet sahibi / Yetkili Akredite Laboratuvar	Sürekli

<sup>4</sup> Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanmış olan "Petrokimya Sektörü Atık Kılavuzu"nda işaret edilen atık listeleri ve bu kılavuzda Bölüm IV.2.4 göz önünde bulundurulmalıdır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin  
Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi

İzlenecek Husus	Nerede/Nasıl İzleneceği	Açıklama	Gerekli İzleme İşleminin Ne Zaman Yapılacağı
İş Sağlığı ve Güvenliği	İşletme	-İSG Uzmanı/İşyeri Hekimi ataması -Risk Analizi -ADP ve Ekipleri -İş araçları/ekipmanlar periyodik kontrolleri -İSG izleme planı -Yıllık Çalışma Planı -İSG Eğitimleri -İSG Kurulu/Toplantıları -İSG Ölçümleri	Sürekli

## VII. UYGULAMADA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Petrokimya tesisleri çok farklı ürünlerin üretilebildiği tesislerdir. Bağlı olarak farklı nitelikte çevresel etkiler söz konusudur. Bu nedenle, çevresel etki değerlendirmesinde; üretilecek tüm ürünlerin ve olası çevresel etkilerinin göz önüne alınması önemlidir.

Petrokimya tesislerinde ürüne göre değişen çok çeşitli atıklar üretilebilmektedir. Tanklardan üretilecek bazı "dip tortusu ve reaksiyon kalıntıları" tehlikeli atık niteliğindedir. Bu atıkların bertarafında geri kazanım seçeneği değerlendirilmeli ve bu yönde gerekli izleme yapılmalıdır.

Bitik katalizörlerin (çok çeşitli; tehlikeli ya da tehlikesiz atık niteliğinde) hemen hemen tüm ünitelerden kaynaklanacağı gözden kaçırılmamalıdır. Bitik katalizörlerden metal geri kazanımı, pekçok bitik katalizör için önerilen uygulamadır.

Enerji üretim tesisi olması durumunda; tesisin soğutma suyu ihtiyacı ve bağlı olarak termal deşarjlar göz önüne alınmalıdır.

İşletme dahilinde atık yakma tesisi bulunması durumunda ayrıca işletme izni alınması önemlidir.

Petrokimya tesislerinden çıkan atıksuların yüksek yağ-gres içeriği dikkate alınmalıdır.

Toprak kirliliğinin önlenmesi doğrultusunda, dökülme ve sızıntıları önleyecek tedbirler alınmalıdır.

## VIII. KAYNAKLAR

1. İSO, Küresel Rekabette İstanbul Sanayii Odası Meslek Komiteleri Sektör Stratejileri Projesi, 2016.
2. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Kimya Sanayii Özel İhisas Komisyonu, Petrokimya Sanayii-Klor Alkali-Sentetik Elyaf ve İplik Çalışma Grubu Raporu, 2008.
3. T.C. Ekonomi Bakanlığı, Sektör raporları-Kimya Sektörü, 2016. Erişim Tarihi: 03.12.2017. URL:<http://www.ekonomi.gov.tr/portal/content/conn/UCM/path/Contribution%20Folders/web/%C4%B0hracat/Sekt%C3%B6rler/Sanayi%20ve%20Hizmetler/kimya.pdf>
4. Chaudhuri, U. R. (2011). Fundamentals of Petroleum and Petrochemical Engineering. Boca Raton: CRC Press.
5. Matar, S. (2000). Chemistry of Petrochemical Processes (2nd ed.). Texas: Gulf Publishing Company
6. Technical EIA Guidance for Petrochemical Complexes, prepared for the Ministry of Environment and Forest, Government of India, IL&FS Ecosmart Limited, 2010.
7. Ministry of Energy. A Study on Energy Efficiency Index in Petrochemical Industry
8. European Commission. (2003). IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry. [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/lvo\\_bref\\_0203.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/lvo_bref_0203.pdf)
9. Dimian, A.C. & Bildea, C.S. (2008). Chemical Process Design, Computer-Aided Case Studies. Weinheim: Wiley-VCH.
10. Wende, L., Xuecheng, K., Lijun, L., Ruikui, Y., Chun, Z., & Wangsheng, W. (2013). Milliontons PTA Technology Package. China, China National Petroleum Corporation, Science & Technology Management Department. Erişim tarihi: 08.07.2016. URL:<http://www.cnpc.com.cn/cnpc/lhpt/201407/8980b96f5b5d457197640bdb306aaa7c/files/db9f9b652f334a16bef087e0a2fa963f.pdf>
11. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2010). Kimya Teknolojisi Etilen Üretimi ve Prosesleri. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.



12. European Commission. (2007). IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers. URL: [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/pol\\_bref\\_0807.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/pol_bref_0807.pdf)
13. Patrick, S. G. (2005). Practical Guide to Polyvinyl Chloride. Shropshire, UK: Rapra Technology Limited.
14. Yaşa, E. (2010). Ters Ozmoz (TO) Su Artıma Tekniği ve Muhtelif Kullanım Alanları.
15. Eftekharzadeh, S., Baasiri, M.M., Lindahl P.A., Feasibility of Seawater Cooling Towers for Large-Scale Petrochemical Development, Cooling Technology Institute Annual Conference San Antonio, Texas – February 10-13, 2003. Erişim tarihi: 03.12.2017 URL: [https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/ocean/cwa316/rcnfpp/docs/121813mtg/seawater\\_feasibility.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/ocean/cwa316/rcnfpp/docs/121813mtg/seawater_feasibility.pdf)