

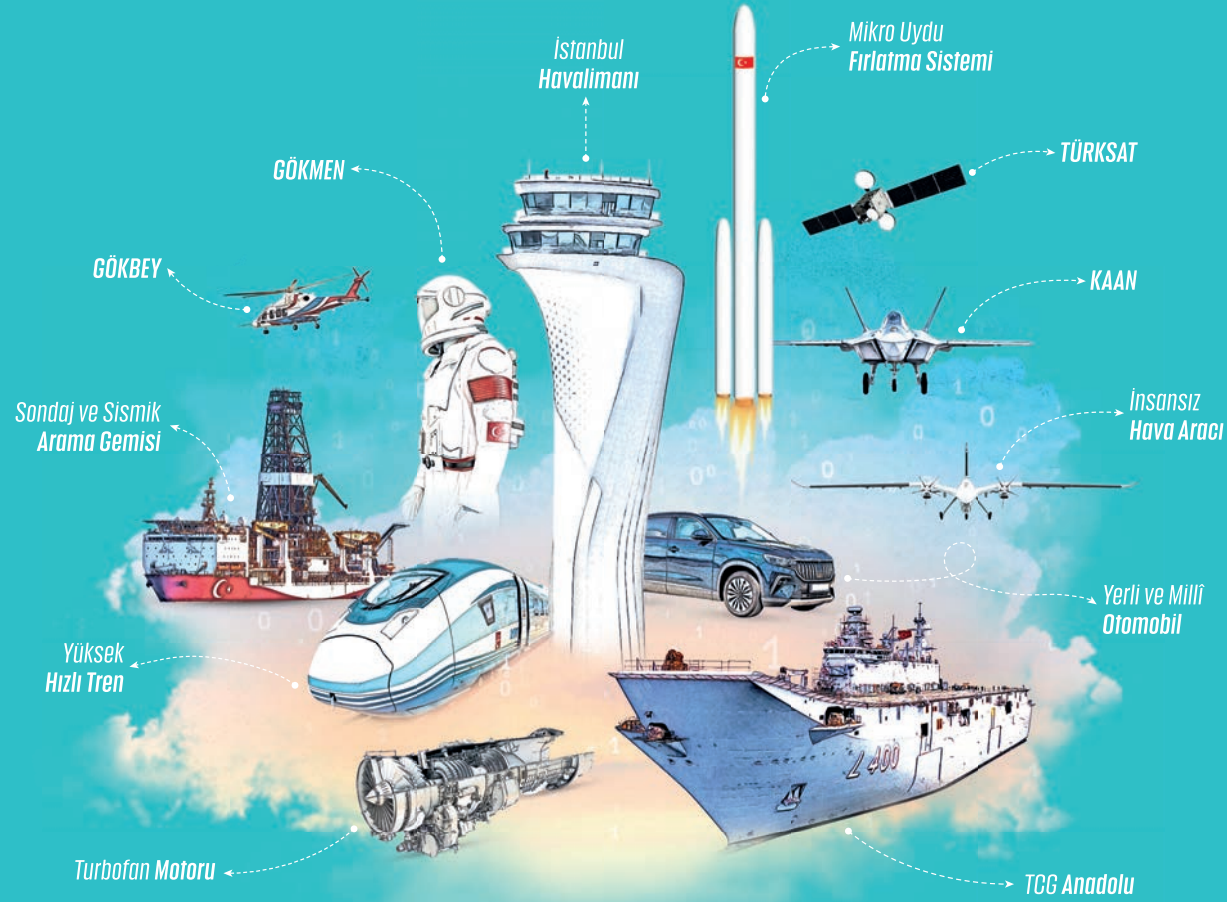
Bu kitaba sığmayan
daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN 978-975-11-6940-2

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL ENDÜSTRİSİ PROSESLERİ 11

DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL ENDÜSTRİSİ PROSESLERİ

11

DERS MATERYALI



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
KİMYA TEKNOLOJİSİ ALANI

PETROL ENDÜSTRİSİ PROSESLERİ

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

DR. KEZİBAN EVLİYAOĞLU
NURAY AKGÜN



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI: 8634
KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ: 2526

Her hakkı saklıdır ve Milli Eğitim Bakanlığına aittir. Ders Materyalinin
metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı

PINAR KILIÇ

Program Geliştirme Uzmanı

EMEL DOLDUR

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

FATMA YILMAZ

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı

SERPİL GÜLER

Görsel Tasarım Uzmanı

Murat KORLAELÇİ

ISBN: 978-975-11-6940-2

Millî Eğitim Bakanlığınının 24.12.2020 gün 18433886 sayılı oluru ile Meslekî
ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI

Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

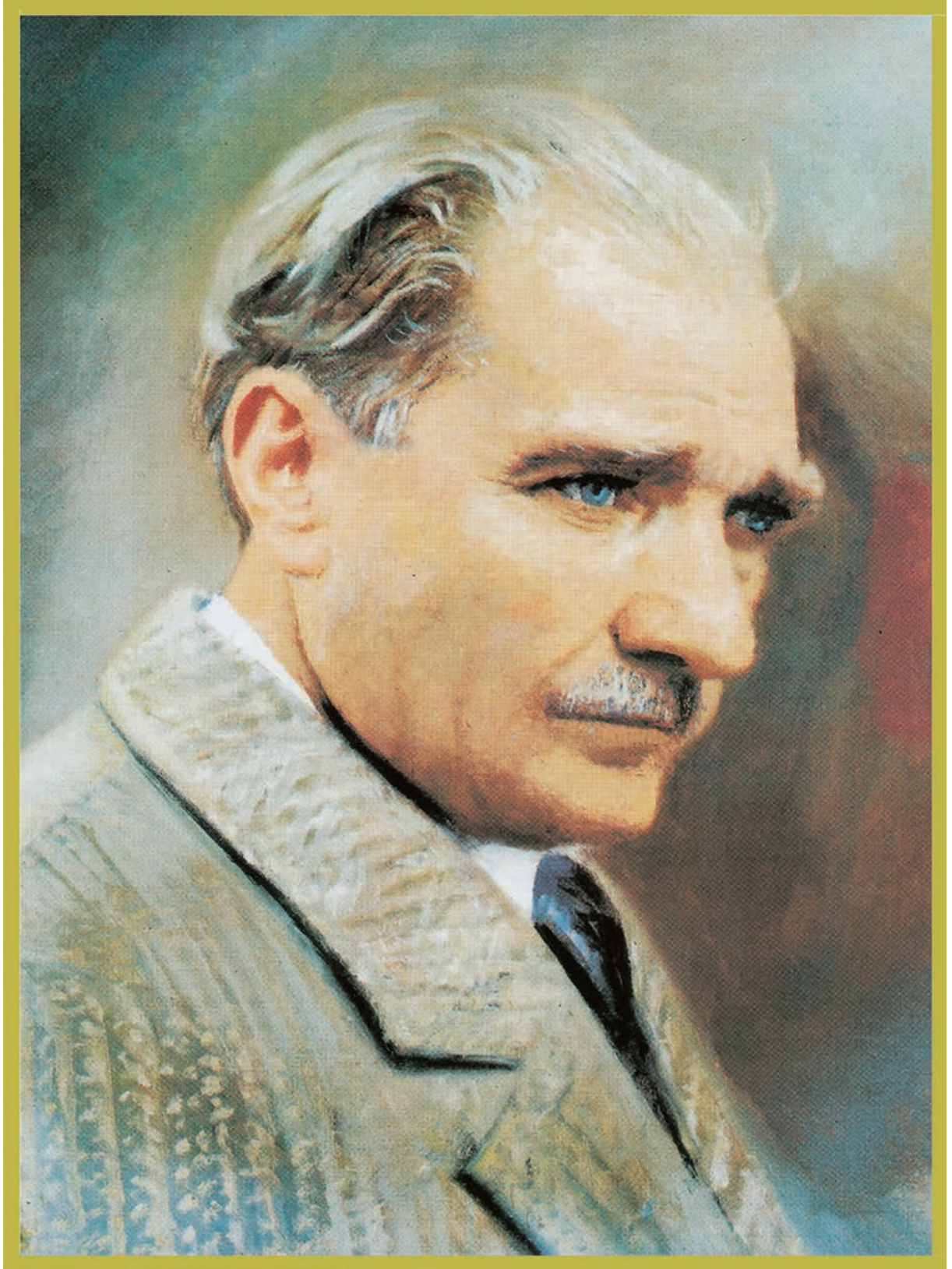
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinedir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaid bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI	15
1. ÖĞRENME BİRİMİ	
ETİLEN PROSESLERİ	18
1.1. HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI	21
1.1.1. Naftanın Özellikleri, Üretimi ve Depolanması	21
1. Laboratuvar Çalışması	22
1.1.2. Proses Akış Şeması Çizme	23
1.1.3. Nafta Tanklarının Seviye Kontrolü	24
2. Laboratuvar Çalışması	25
1.2. ETİLEN ÜRETİM PROSESLERİ	27
1.2.1. Etilenin Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve Üretimi	27
1.2.2. Kraking Prosesi	28
1.2.3. Fraksiyonlama Kolonu Çalışma Prensibi	28
1.2.4. Etilen-Propilen Soğutucu Sistemleri ve Etilenin Depolanması	29
3. Laboratuvar Çalışması	30
1.2.5. Kraking Fırınlarında Yapılan İşlemler	31
1.2.6. Kraking Kopresörlerinde Yapılan İşlemler	31
1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
2. ÖĞRENME BİRİMİ	
POLİETİLEN PROSESLERİ	34
2.1. YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ	37
2.1.1. Yüksek Yoğunluklu Polietilenin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri	37
2.1.2. Polimer Kimyası Prosesi ve Polimerleştirme Yöntemleri	37
1. Laboratuvar Çalışması	39
2.1.3. Yüksek Yoğunluklu Polietilenin Kullanıldığı Yerler, Depolanması ve Proses Akış Şeması	40
2.2. ALÇAK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ	43
2.2.1. Alçak Yoğunluklu Polietilenin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri	43
2.2.2. Polimer Kimyası Prosesi ve Polimerleştirme Yöntemleri	43
2. Laboratuvar Çalışması	44
2.2.3. Alçak Yoğunluklu Polietilenin Kullanıldığı Yerler, Depolanması ve Proses Akış Şeması	45
3. Laboratuvar Çalışması	46
4. Laboratuvar Çalışması	47
2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48
3. ÖĞRENME BİRİMİ	
ETİLEN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ	50
3.1. ETİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ	53
3.1.1. Etilen Oksidin Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve İnsan Sağlığına Etkileri	53
3.1.2. Yüzey Aktif Maddelerin Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve Üretim Yöntemleri	54
3.1.3. Etilen Oksit Prosesi İşlemleri	55
3.2. ETİLEN GLİKOL ÜRETİM PROSESİ	57
3.2.1. Mono Etilen Glikolün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	57
3.2.2. Mono Etilen Glikolün Kullanıldığı Yerler ve İnsan Sağlığına Etkileri	57
1. Laboratuvar Çalışması	59
3.2.3. Dietilen Glikolün Fiziksel Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler	60
3.2.4. Yüzey Aktif Maddelerin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri	60
3.2.5. Yüzey Aktif Maddelerin Kullanıldığı Yerler	61
2. Laboratuvar Çalışması	62
3.2.6. Etilen Glikol Prosesi İşlemleri	63
3. Laboratuvar Çalışması	64
3.3. ETANOL ÜRETİM PROSESİ	66
4. Laboratuvar Çalışması	67
3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	68
4. ÖĞRENME BİRİMİ	
KLOR VE KOSTİK PROSESLERİ	70
4.1. SALAMURA YAPMA	73
4.1.1. Tuz Çeşitleri ve Tuz Yıkama Prosesleri	73
4.1.2. Tuzun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Tuz Yıkama Prosesleri	74
4.1.3. Salamura Prosesleri	75
1. Laboratuvar Çalışması	77

4.2. SALAMURAYI SAFLAŞTIRMA	79
4.2.1. Salamura Prosesi, Kimyasal Çöktürme Prosesi ve Kullanılan Kimyasalların Özellikleri	79
4.2.2. Kimyasal İlave Sistemleri	80
4.2.3. Kum Filtrasyon Prosesi	81
4.2.4. Precoat Filtrasyon Prosesi ile İyon Değiştirici Filtrasyon Prosesi	81
4.3. ELEKTROLİZ YÖNTEMİYLE KLOR, KOSTİK VE HİDROJEN ÜRETİM PROSESLERİ	83
4.3.1. Elektroliz Prosesi	83
4.3.2. Anot ve Katot Özellikleri	83
4.3.3. Membran, Klor ve Kostığın Özellikleri	84
4.3.4. Hidrojenin Özellikleri	86
2. Laboratuvar Çalışması	87
4.3.5. Elektrik, Amper, Doğru Akım ve Patlama Limiti	88
3. Laboratuvar Çalışması	89
4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	90

5. ÖĞRENME BİRİMİ

VİNİL KLORÜR MONOMER, HİDROKLORİK ASİT VE POLİVİNİL KLORÜR PROSESLERİ.....	92
5.1. HAM MADDE VİNİL KLORÜR ÜRETİM PROSESİ	95
5.1.1. Vinil Klorür Monomerinin Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	95
5.1.2. VCM (Vinil Klorür Monomeri) Üretim Yöntemleri	96
5.1.3. VCM (Vinil Klorür Monomeri)'nin Kullanıldığı Yerler	97
5.1.4. VCM (Vinil Klorür Monoeri)'nin Üretim Prosesinin İşlemleri	98
5.2. HİDROKLORİK ASİT (HCl) ÜRETİM PROSESİ	100
5.2.1. Hidroklorik Asidin Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	100
5.2.2. Hidroklorik Asidin Üretim Yöntemleri, Kullanıldığı Yerler ve Hidroklorik Asidin Üretim Prosesinin İşlemleri ..	100
5.2.3. Etilen Diklorür Saflaştırmada Elde Edilen Ağır ve Hafif Hidrokarbonları Organik Atıklar Tankında Depolama	102
1. Laboratuvar Çalışması	104
5.3. POLİVİNİL KLORÜR ÜRETİM PROSESİ	106
5.3.1. PVC Polimerinin Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	106
5.3.2. PVC Polimerinin Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler	107
5.3.3. PVC Üretim Prosesi İşlemleri	108
2. Laboratuvar Çalışması	109
5. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	110

6. ÖĞRENME BİRİMİ

PROPİLEN VE TÜREVLERİNİN PROSESLERİ	112
6.1. PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ	115
6.1.1. Propilenin Üretim Yöntemleri	115
6.1.2. Propilenin Özellikleri	116
6.1.3. Propilenin Kullanım Alanları	116
6.1.4. Propilen Prosesinin İşlemleri	117
6.2. POLİPROPİLEN ÜRETİM PROSESİ	119
6.2.1. Polimer Molekülündeki Metil Gruplarının Sınıflandırılması	119
6.2.2. Polipropilen Türlerinin Sınıflandırılması, Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve Üretim Yöntemleri	121
6.2.3. Polipropilen Prosesi İşlemleri	123
6.3. AKRİLONİTRİL ÜRETİM PROSESİ	125
6.3.1. Akrilonitril Üretim Yöntemleri, Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler	125
6.3.2. Polipropilen Prosesinde Akrilonitril Üretim Reaktörünü Devreye Alma İşlemleri	126
6.3.3. Polipropilenden Akrilonitril Üretim Prosesi İşlemleri	127
6.4. PROPİLEN OKSİT PROSESİ	129
6.4.1. Propilen Oksidin Üretim Yöntemleri, Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler	129
6.4.2. Propilen Karbonat, Allil Alkol, Gliserin, Poliüretanlar, Propilen Glikol ve Poliester Reçinenin Özellikleri	130
6.4.3. Propilen Oksit Prosesi İşlemleri	132
1. Laboratuvar Çalışması	134
2. Laboratuvar Çalışması	135
6. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	136

7. ÖĞRENME BİRİMİ

TOLUEN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ	138
7.1. TEREFTALAT ASİTTEN PET ÜRETİM PROSESİ	141
7.1.1. Toluenin Üretim Yöntemleri ve Üretilen Maddeler	141
7.1.2. Tereftalik Asit ve Türevleri	142
7.1.3. Benzil Klorür ve Benzotriklorür Türevleri	142
7.1.4. Benzoik Asidin Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler	143
1. Laboratuvar Çalışması	144

7.1.5. Tereftalat Asitten PET Prosesine Dönüşüm Prosesinin İşlemleri	145
7.2. TOLUENDEN SAF TDI ÜRETİM PROSESİ	147
7.2.1. Toluenden Başlayarak 2,4-Dinitro Toluen Eldesine Kadar Gerçekleşen Reaksiyonlar ve Üretim Şeması	147
7.2.2. Toluendiiminin Elde Edilmesi	148
7.2.3. 2,4-Toluen Diizosiyanatın Elde Edilmesi İşlemleri	148
2. Laboratuvar Çalışması	149
7.2.4. Poliüretanların Özellikleri, Elde Edilmesi ve Kullanıldığı Yerler	150
7.2.5. Trinitro Toluenin Özellikleri, Elde Edilmesi ve Kullanıldığı Yerler	150
7.2.6. Benzaldehitin Özellikleri, Elde Edilmesi ve Kullanıldığı Yerler	151
7. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	152

8. ÖĞRENME BİRİMİ

KSİLEN TÜREVELERİNİN PROSESLERİ	154
8.1. FTALİK ANHİDRİT ÜRETİM PROSESİ	157
8.1.1. Ksilen Karışımı	157
8.1.2. Ftalik Anhidritin Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler	158
1. Laboratuvar Çalışması	159
8.1.3. Meta Ksilenin Üretim Yöntemleri, Kullanıldığı Yerler ve Özellikleri	160
8.1.4. Ftalik Anhidrid Üretim İşlemleri	161
8.2. P-KSİLENDEN TEREFTALİK ASİT ELDE PROSESİ	163
8.2.1. P-Ksilenin Fiziksel Özellikleri, Kullanıldığı Yerler, İnsan Sağlığına Etkileri ve Üretim Yöntemleri	163
8.2.2. Tereftalik Asidin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri	163
8.2.3. Polietilen Tereftalatın Özellikleri ve Üretim Yöntemleri	164
2. Laboratuvar Çalışması	166
8.2.4. Dimetil Tereftalatın Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler	167
8.2.5. P-Ksileninden Tereftalik Asit Üretim Prosesi İşlemleri	167
8. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	168

9. ÖĞRENME BİRİMİ

METAN TÜREVELERİNİN PROSESLERİ	170
9.1. METANOL ÜRETİM PROSESİ	173
9.1.1. Metanol Türevleri, Özellikleri ve Kullanım Alanları	173
9.1.2. Asetik Asidin Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler	176
1. Laboratuvar Çalışması	178
9.1.3. Metanol Prosesinin İşlem Basamakları	179
9.2. METANOL-PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ	181
9.2.1. Propilen Üretim Prosesleri	181
9.2.2. Metanol-Propilen Prosesi Akış Şeması	181
9.2.3. Metanol-Propilen Prosesinden Elde Edilen Ürünler	182
9.2.4. Propilenin Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler	182
9.2.5. LPG, Fuel Gaz ve Benzinin Özellikleri	183
2. Laboratuvar Çalışması	184
3. Laboratuvar Çalışması	185
9. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	186

10. ÖĞRENME BİRİMİ

HAM PETROL DAMITMA PROSESİ	188
10.1. HAM PETROLDEN SU İLE TUZ ÇEKME	191
10.1.1. Ham Petrol	191
10.1.2. Petrolün Oluşumu ve Tarihsel Gelişimi	191
10.1.3. Ham Petrolün Yapısı	192
10.1.4. Ham Petrolün Tankta Dinlendirilmesinin Önemi	193
10.1.5. Ham Petroldeki Su ve Yabancı Maddelerin Dreyn (Boşaltmak) Edilmesi İçin Gerekli İşlemler	193
1. Laboratuvar Çalışması	194
2. Laboratuvar Çalışması	195
10.1.6. Ham Petrole Su ve Kimyasal Madde Enjeksiyon Oranı	196
10.1.7. Ham Petrol-Su Emülsiyonunun Oluşum Koşulları	196
10.1.8. Ham Petrolde Su İle Tuz Çekme İşleminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	196
10.1.9. Ham Petrolden Su İle Tuz Çekme İşlemleri	196
10.2. HAM PETROLDEN ELEKTRİKSEL TUZ GİDERME OPERASYONU	198
10.2.1. Ham Petroldeki Tuz Giderme İşleminin Önemi ve Tuz Giderme Yöntemleri	198
10.2.2. Ham Petrolün Isı Değiştiricide Isıtılmasının Nedeni	198
10.2.3. Desalterin İşlevi, Çeşitleri ve Çalışma Prensibi	199
10.2.4. Desaltere Etki Eden Faktörler	199
10.2.5. Desaltere Uygulanan Elektriksel Gerilim Değeri	200

10.2.6. Ham Petroldeki Suyun Dreyn Edilebilmesi İçin Etken Parametreler	200
10.2.7. Ham Petrolden Elektriksel Tuz Giderme Operasyonunda Güvenlik ve Alınan Tedbirler	200
10.3. HAM PETROLÜN ATMOSFERİK DESTİLASYONU	203
10.3.1. Destilasyon Çeşitleri ve Ham Petrolün Atmosferik Destilasyonu	203
10.3.2. Atmosferik Destilasyonda Oluşan Fraksiyonlar	204
3. Laboratuvar Çalışması	205
10.3.3. Destilasyona Etki Eden Faktörler	206
10.3.4. Fırının Çalışma Sıcaklığı	206
10.3.5. Atmosferik Destilasyon Kolonu Çalışma Sıcaklık ve Basınç Değerleri	207
10.3.6. Ham Petrolün Atmosferik Destilasyon İşlemleri	207
10.4. HAM PETROLÜN VAKUM DESTİLASYONU	209
10.4.1. Vakum Destilasyon Ünitesi ve Çalışma Prensibi	209
10.4.2. Kullanılan Kimyasallar	209
10.4.3. Vakum Kolonunda Elde Edilen Ürünler	210
10.4.4. Vakum Kolonu Sıcaklık, Basınç ve Enjeksiyon Değerleri	210
4. Laboratuvar Çalışması	211
10.4.5. Vakum Destilasyon Proses Değişkenleri ve Destilasyon İşlemleri	212
10.4.6. Vakum Kolonunda Ayrışan Fraksiyonları Tanka Gönderme İşlemleri	212
10.4.7. Vakum Destilasyon Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	212
10.4.8. Proses Akış Şeması	213
10. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	214

11. ÖĞRENME BİRİMİ

DİZELDEN KÜKÜRT GİDERME VE KÜKÜRT GERİ KAZANIM ÜNİTELERİ	216
11.1. DİZELDEN KÜKÜRT GİDERİMİ	219
11.1.1. Ham Petroldeki Kükürt ve Bileşiklerinin Giderilmesinin Önemi	219
11.1.2. Dizel Hidrojenle Muamele İşlemi	220
11.1.3. Hidrojen İle Muamele Reaksiyonları	220
11.1.4. Proses Değişkenleri	220
11.1.5. Proseste Gerçekleşen Kimyasal Reaksiyonlar	221
11.1.6. Dizel Kükürt Giderme Ünitesi Ekipmanları	221
11.1.7. Dizelden Kükürt Giderme İşlem Basamakları	222
11.1.8. Dizelden Kükürt Gideriminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	222
11.1.9. Proses Akış Şeması	222
1. Laboratuvar Çalışması	223
11.2. RAFİNERİ ÜRÜNLERİNDEN ELDE EDİLEN H₂S'DEN ELEMENTEL KÜKÜRDE DÖNÜŞTÜRME	225
11.2.1. Kükürdün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Kullanım Alanları	225
11.2.2. Kükürt Elde Etme Prosesinin Amacı	226
11.2.3. Proseste Kullanılan Ekipmanlar	226
11.2.4. H ₂ S'den Elementel Kükürt Üretiminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	226
11.2.5. Proses Akış Şeması	227
2. Laboratuvar Çalışması	228
3. Laboratuvar Çalışması	229
11. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	230

12. ÖĞRENME BİRİMİ

LPG ÜRETİMİ VE LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME	232
12.1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) ÜRETİMİ	235
12.1.1. LPG ve Özellikleri	235
1. Laboratuvar Çalışması	236
12.1.2. Doğal Gazdan LPG Üretim Şeması	237
12.1.3. Rafinerilerde Ham Petrolden LPG Üretiminin İşlem Basamakları ve Proses Akış Şeması	237
12.1.4. Debutanizer Kolonunda Hafif Nafta ve LPG'yi Ayrıştırma İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar	238
12.1.5. Havalandırma Testinin Önemi ve Testin Yapılışı	238
2. Laboratuvar Çalışması	240
12.1.6. LPG Üretiminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	241
12.2. LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME	243
12.2.1. LPG'deki Kükürdün Giderilmesi Prosesinin Amacı ve Prosesi Oluşturan Kısımlar	243
12.2.2. LPG-GAZ/DEA Kısımının Amacı ve LPG-GAZ/DEA Kısımında Meydana Gelen Reaksiyonlar	244
12.2.3. LPG-GAZ/DEA Kısımında Operasyon Değişkenleri	244
12.2.4. LPG-GAZ/DEA Kısımının Akış Şeması	245
12.2.5. LPG Meroks Kısımının Amacı	246
12.2.6. UOP Meroks Prosesi Genel Prensipleri	246
12.2.7. Meroks Ekstraksiyon İşlemi	246
12.2.8. Merokslu Kostik Rejenerasyonu İşlemi	247

12.2.9. Meroks Çözültisi Oksitleyicisi	247
12.2.10. Ekstraktörde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	247
12.2.11. Disülfür Seperatöründe Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	248
12.2.12. LPG Meroks Kısmı İşlem Basamakları ve Proses Akış Şeması	248
12.2.13. LPG'den Kükürt Gidermede Güvenlik ve Alınan Tedbirler	249
12. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	250

13. ÖĞRENME BİRİMİ

FCC, HYDROCRACKER VE VISBREAKER ÜNİTELERİ	252
13.1. FCC ÜNİTESİNDE AKIŞKAN YATAKLI KATALİTİK PARÇALAMA	255
13.1.1. FCC Kavramı	255
13.1.2. FCC Ünitesinin Kısımları, Prosesin Prensi ve Akış Şeması	255
13.1.3. Katalist Kavramı ve Katalist Çeşitleri	256
13.1.4. Katalistin Özellikleri	257
1. Laboratuvar Çalışması	258
13.1.5. FCC Ünitesinde Akışkan Yataklı Katalitik Parçalama İşlemleri	259
13.1.6. FCC Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	259
13.2. HYDROCRACKER OPERASYONU	261
13.2.1. Hydrocracker İşlemi ve Prosesin Prensi	261
13.2.2. Hydrocracking Reaksiyon Mekanizması, Proses Değişkenleri, Kullanılan Katalizörler ve Özellikleri	261
2. Laboratuvar Çalışması	263
3. Laboratuvar Çalışması	264
13.2.3. Proses Akış Şeması ve Proses İşlemleri	265
13.2.4. Hydrocracker Prosesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	265
13.3. VISBREAKER ÜNİTESİNDE ISIL PARÇALAMA	268
13.3.1. Visbreaking Kavramı ve Ünite Gerçekleşen Reaksiyonlar	268
13.3.2. Visbreaker Ünitesi Proses Akış Şeması	268
13.3.3. Prosesde Kullanılan Katalistler ve Özellikleri	269
13.3.4. Visbreaker Ünitesinde Isıl Parçalama İşlemleri	270
13.3.5. Visbreaker Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	271
13. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	272

14. ÖĞRENME BİRİMİ

NAFTA VE KEROSEN-MEROKS ÜNİTELERİ	274
14.1. NAFTA-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME	277
14.1.1. Nafta-Meroks Ünitesi ve Prensi	277
14.1.2. Nafta-Meroks Ünitesi Akış Şeması	277
1. Laboratuvar Çalışması	279
14.1.3. Naftanın Fiziksel Özellikleri	280
14.1.4. Nafta-Meroks Prosesinde Kullanılan Kimyasallar	280
14.1.5. Nafta-Meroks Ünitesinde Kükürdü Giderme İşlemleri	281
14.1.6. Doktor Testi ve Yapılışı	281
14.1.7. Nafta-Meroks Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	282
2. Laboratuvar Çalışması	283
3. Laboratuvar Çalışması	284
14.2. KEROSEN-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME	286
14.2.1. Kerosen-Meroks Ünitesi ve Prensi	286
14.2.2. Kerosen-Meroks Ünitesinde Kükürt Giderme İşlemleri	288
14.2.3. Kerosen-Meroks Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	288
4. Laboratuvar Çalışması	289
14. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	290

15. ÖĞRENME BİRİMİ

NAFTA-UNİFİNER-REFORMER VE CCR ÜNİTELERİ	292
15.1. NAFTA-UNİFİNER ÜNİTESİ	295
15.1.1. Nafta-Unifiner-Reformer Ünitesi	295
15.1.2. Prosesin Çalışma Prensipleri ve Yardımcı Üniteler	295
1. Laboratuvar Çalışması	297
15.1.3. Nafta-Unifiner Prosesi Akış Şeması	298
15.1.4. Nafta-Unifiner Ünitesinde Gerçekleşen Prosesler	299
15.1.5. Nafta-Unifiner Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	299
15.2. CCR ÜNİTESİ	301
15.2.1. CCR Ünitesi Kontrolü	301
15.2.2. Proses Akış Şeması ve Çalışma Prensi	302
15.2.3. Prosesde Kullanılan Katalizör ve Kimyasalların Özellikleri	303

2. Laboratuvar Çalışması	304
15.2.4. CCR Ünitesinde Gerçekleşen Prosesler	305
15.2.5. CCR Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	305
15. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	306

16. ÖĞRENME BİRİMİ

MAKİNE YAĞLARI KOMPLEKSİ	308
16.1. PROPANLA ASFALT GİDERME	311
16.1.1. Propan Deasfaltering Ünitesinin Amacı ve Çalışma Prensibi	311
16.1.2. Propan Deasfaltering Prosesi Akış Şeması	311
16.1.3. Kullanılan Kimyasallar	312
16.1.4. DAO ve Asfalt Geri Kazanım Sistemi	312
16.1.5. Propanla Asfalt Giderme Prosesi İşlemleri	313
16.1.6. Ara Ürün ve Asfalt Tank Sahasının Özellikleri	313
16.1.7. Tank Sahası Depolama Koşulları	314
16.1.8. Üniteye Depolanan Ara Ürünleri Diğer Ünitelere Gönderirken Yapılması Gerekli İşlemler	314
16.1.9. Asfalt Tank Sahasında Satışa Hazırlık İşlemleri	315
16.1.10. Propanla Asfalt Giderme Prosesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler	315
1.Laboratuvar Çalışması	316
16.2. FURFURAL İLE EKSTRAKSİYON YAPMA	318
16.2.1. Furfural Ekstraksiyon Ünitesinin Amacı	318
16.2.2. Ünitenin Çalışma Prensibi	318
16.2.3. Ünite Akış Şeması	319
16.2.4. Kullanılan Kimyasallar	319
16.2.5. Furfural İle Ekstraksiyon Prosesi İşlemleri	320
16.2.6. Furfural İle Ekstraksiyonda Güvenlik ve Alınan Tedbirler	320
2. Laboratuvar Çalışması	321
16.3. MEK/TOLUEN İLE VAKS GİDERME	323
16.3.1. MEK/Toluen-Devaksing Ünitesinin Amacı ve Çalışma Prensibi	323
16.3.2. Üniteyi Oluşturan Ekipmanlar ve Akış Şeması	323
16.3.3. Kullanılan Kimyasallar	324
16.3.4. MEK/Toluen-Devaksing Ünitesinin İşlemleri	324
16.3.5. Ferrofining Ünitesinin Amacı, Çalışma Prensibi, Ekipmanlar ve Akış Şeması	324
16.3.6. Kullanılan Kimyasallar	325
16.3.7. Ferrofining Ünitesinin İşlemleri	326
16.3.8. MEK/Toluen İle Vaks Giderme Ünitesinde Alınan Tedbirler	326
3. Laboratuvar Çalışması	327
16. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	328
CEVAP ANAHTARI	330
SÖZLÜK	333
KAYNAKÇA	336

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarası verilmiştir. Her öğrenme birimi için konuyu simgeleyen görselleri gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

ETİLEN PROSESLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Nafta
- Etilen
- Kraking
- Fraksiyon
- Termal kraking
- Katalitik kraking
- Hidrokraking

KONULAR

1.1. HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI
1.2. ETİLEN ÜRETİM PROSESLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Ham madde (nafta) temin ederek depolama
- Etilen üretim sürecini işletme

19

Öğrenme biriminde yer alan temel kavramları gösterir.

Öğrenme birimi içeriğindeki konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimindeki her konu ile ilgili kritik kazanımları gösterir.

Konu adı yer almaktadır.

Her sayfada öğrenme birimini gösterir.

Bölümdeki konu başlığını ve numarasını gösterir. Kitaba ait tüm konu başlıkları ile en alt başlıklar kırmızı, alt başlıklar ise mavi renkte verilmiştir.

HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI

1. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması
Naftanın günlük yaşamda nerelerde kullanılabileceğini arkadaşlarınızla birlikte tartışınız.

1.1. HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI

Nafta, petrokimya ve gübre sanayisinin ham maddesidir. Karbon sayısı 5 ile 9 arasında değişen saf bir hidrokarbondur. Nafta, alifatik ve aromatik hidrokarbonların karışımı olduğundan bir formülü yoktur.

1.1.1. Naftanın Özellikleri, Üretimi ve Depolanması

Nafta, ham petrolün temin edilen, uçucu, yanıcı ve renksiz bir sıvıdır. Rafineride ham petrol ısıtılır ve atmosferik distilasyon kolonuna gelir. Kaynama derecesi düşük olan ürünler kolondan önce ayrılır. Kaynama derecesi düşük olan ürünler kolondan önce ayrılır. Nafta, 30-170°C sıcaklık aralığında kolondan ayrılarak üretilir. Naftanın gaz hâli sıvı hâline daha tehlikelidir. Sıvı hâlinde gaz hâline geçiş çok hızlı olur. Havanın oksijeni ve ateş kaynağı olduğunda nafta patlar. Naftanın buharı ise havadan ağırdır. Rafineride üretilen naftanın büyük kısmı yine rafineride akaryakıt üretiminde veya petrokimya tesislerinde ham madde olarak kullanılır. Kimya ve petrokimya sanayisinde ince nafta kullanılır. Rafinerilerde yakıt olarak kullanılan nafta ise ağır naftadır. Araçlarda kullanılan benzin ve kerosen nafta grubu karışımlardır. Nafta, yanıcı ve uçucu bir sıvı olduğundan rafineride özel nafta tanklarında depolanır.



Görsel 1.1: Ham petrolün distilasyonu

Rafinerideki finnlarda 350°C'de ısıtılan ham petrol distilasyon kolonuna gelir (Görsel 1.1) ve kolonda fraksiyon distilasyonu ile fuel-oil, LPG, kerosen, dizel yakıtı ve nafta elde edilir. Ürünler eşanjörde 40°C'ye soğutulur ve tanklara gönderilir. Depolama tankları ateşleme kaynaklarından ve sıcak ortamdan uzak olmalıdır. Yaz mevsiminde nafta tanklarının boş olmasına dikkat edilmelidir.

Her bölüm kapağında o bölüm ile ilgili hazırlık çalışmasını gösterir.

PROSES AKIŞ ŞEMASI 1. ETKİNLİK

Amaç: Prosesteki birimleri ve görevlerini kavramak.
Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem
Etkinliğin Yapılışı: Proses akış işlemlerinden yararlanarak A4 kâğıdına proseste yer alan birimlerin adlarını yazınız. Prosesteki birimlerin görevlerini sözlü olarak arkadaşlarınıza açıklayınız.
Değerlendirme: Prosesteki birimlerin adları nelerdir?

ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Naftanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, nerede üretildiğini ve nerelerde kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

SIRA SİZDE

Naftanın elde edilme prosesinde kullanılan birimleri yazınız.

1. 2. 3.
4. 5.

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Etilen, en çok elma, muz, avokado ve armut gibi meyvelerin olgunlaştırılmasında önemli rol oynar. Hasat edilen meyveler soğuk hava depolarında saklanır. Burada olgunlaştırma ve sarartma işlemleri yapılır. İşlemler sızdırmaz odalarda sıcaklık, nem ve etilen gazı ayarlanarak yapılır.

BİLGİ KUTUSU

Kâğıt bir torbadaki olgunlaşmamış avokadonun yanına olgunlaşmış muz koyulursa muzun ürettiği etilen gazı birikmesi ile avokado olgunlaşır.

Konu ile ilgili etkinlikleri gösterir.

Konu ile ilgili araştırma çalışmalarını gösterir.

Bu bölümde, öğrenme sürecindeki öğrencilerin kendi başına yapabileceği çalışmaları gösterir.

Konu ile ilgili dikkat çekici ifadeleri gösterir.

Konu ile ilgili bilgiyi gösterir.

Her öğrenme biriminin sonunda kavramları sorgulamak amacıyla ölçme ve değerlendirme bölümü yer almaktadır. Bu bölümde yer alan soruların cevapları kitabın sonundaki cevap anahtarında verilmiştir.

1.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME
ETİLEN PROSESLERİ

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisinde "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Nafta, karbon sayısı 5 ile 9 arasında değişen saf bir hidrokarbondur.
2. (.....) Etilen ve propilen tekstil endüstrisinin ana ham maddesidir.
3. (.....) Fraksiyonlama kolonunun en alt bölümünde bitüm maddesi kalır.
4. (.....) Etilen gazı kraking prosesi ile üretilir.
5. (.....) Nafta, rafinerilerde distilasyon ile elde edilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

alt	çift bağ	flaş	katalitik
kaynama noktası	LNG	tek bağ	termal
üst			

6. Etilenin karbon atomları arasında vardır.
7. Kraking prosesinde su kullanılırsa, katalizör kullanılırsa kraking adını alır.
8. Fraksiyonlama kolonunda ve bölge vardır.
9. Etilen sıvılaştırma tesislerinde soğutucu olarak kullanılır.
10. Fraksiyonlu distilasyonda düşük olan ürünler kolondan önce alınır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Nafta ve naftalin aynı özellikte maddeler midir? Nafta ve naftalinin yapısını, özelliklerini ve nerelerde kullanıldığını yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. I. C_2H_4 — etilen
II. C_3H_8 — propan
III. C_4H_{10} — bitan
IV. $C_3H_6O_2$ — propilen glikol
V. C_2H_6 — etan

Yukarıda verilen eşleştirmelerden hangisi veya hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız V C) I ve III
D) III ve V E) I, III ve V

14. Etilen, petrokimya endüstrisinde kullanılan ana ham maddedir. Ayrıca pek çok üretim alanında da etilen kullanılır.

Verilen ifadeye göre aşağıdakilerden hangisinde etilen kullanılmaz?

A) Sağlık alanında
B) Plastik ve kauçuk üretiminde
C) Isıtma sistemlerinde
D) Kimya endüstrisinde
E) Riya ve oyuncak sanayisinde

A başlığı altında doğru yanlış soruları yer almaktadır.

B başlığı altında boşluk doldurma soruları yer almaktadır.

C başlığı altında açık uçlu sorular yer almaktadır.

D başlığı altında çoktan seçmeli sorular yer almaktadır.

1.
1. Laboratuvar Çalışması
FRAKSİYONLU DISTİLYASYON

Amaç
Etil alkol-su karışımını fraksiyonlu distilasyon ile ayırmak.

Araç Gereç

- Bunzen beki	- Cıvalı termometre
- Sacayak	- Etil alkol-su karışımı
- Cam balon	- Fraksiyon kolonu
- Plastik boru	- Alüminyum folyo
- Erlenmayer	- Distilasyon düzeneği
- Beherglass	

Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamalarını doğru bir şekilde yapmanızı beklenmektedir. Çalışmanızın işlemler basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

1. İş önlüğü ve güvenlik eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
2. Distilasyon düzeneğine fraksiyon kolonunu bağlayınız.
3. Fraksiyon kolonuna erlenmayeri sabitleyiniz.
4. İsi kaybi olmaması için fraksiyon kolonuna termometre koyunuz ve kolonu alüminyum folyo ile sarıyınız.
5. Cam balona etil alkol-su karışımını koyunuz.
6. Karışımı sacayak üzerine koyunuz ve bunzen bekinde ısıtınız.
7. Erlenmayerde oluşan etil alkoli gözlemleyiniz ve etil alkolün kaynama derecesini yazınız.
8. Distilasyon düzeneğinin diğer ucunda beherglassa biriken suyu gözlemleyiniz ve suyun kaynama derecesini kaydediniz.
9. Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Sonuç: Fraksiyonlu distilasyonda karışımdaki maddelerden kaynama derecesi düşük olan madde distilasyon kolonundan önce ayrılır.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ		
DENEYİNİZİN ADI	DENEYİNİZİN ADI	
	FİYET	HAVİB
1. İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2. Distilasyon düzeneğine fraksiyon kolonunu bağlayarak kolonu alüminyum folyo ile sarıd.		
3. Karışımı erlenmayeri etil alkolün kaynama derecesini termometreden okudu.		
4. Kolondan ayrılan suyun kaynama derecesini termometre ile ölçtü.		
5. Ölçüm sonuçlarını yazdı.		
6. Çeşitli aların tereddüdü.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçümler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

Her bölümde yer alan laboratuvar çalışmalarının amacı, araç gereç, yapılışı ve kontrol listesi şekildeki gibi düzenlenmiştir.

Laboratuvar çalışması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar için tehlike işaretlerine yer verilmiştir.



Etkileşimli kitap, uygulama ve ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz tıklanabilir, taranabilir karekodu ve linkini gösterir.

*Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

1. ÖĞRENME BİRİMİ



ETİLEN PROSESLERİ



KONULAR

- 1.1. HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI
- 1.2. ETİLEN ÜRETİM PROSESLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Nafta
- Etilen
- Kraking
- Fraksiyon
- Termal kraking
- Katalitik kraking
- Hidrokraking

HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI

1. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Naftanın günlük yaşamda nerelerde kullanılabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

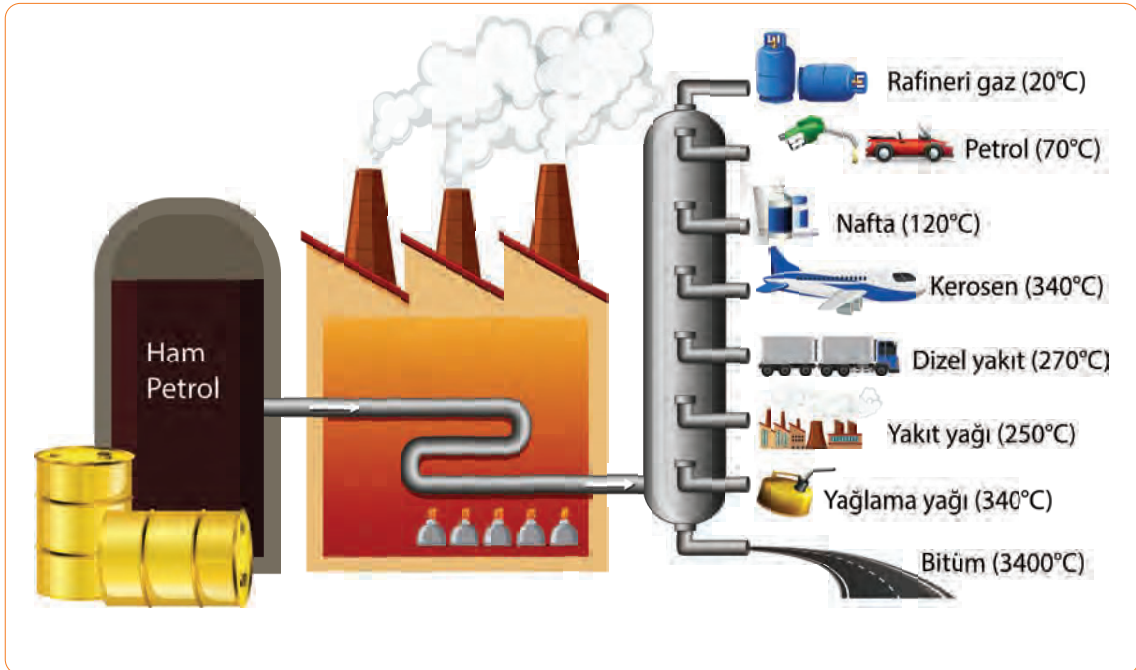
1.1. HAM MADDE (NAFTA) TEMİNİ VE DEPOLANMASI

Nafta, petrokimya ve gübre sanayisinin ham maddesidir. Karbon sayısı 5 ile 9 arasında değişen saf bir hidrokarbondur. Nafta, alifatik ve aromatik hidrokarbonların karışımı olduğundan bir formülü yoktur.

1.1.1. Naftanın Özellikleri, Üretimi ve Depolanması

Nafta, ham petrolden temin edilen, uçucu, yanıcı ve renksiz bir sıvıdır. Alifatik ve aromatik hidrokarbonların bir karışımı olan nafta, ham petrolün distilasyonu ile elde edilir. Rafineride ham petrol ısıtılır ve atmosferik distilasyon kolonuna gelir. Distilasyon, maddelerin kaynama noktaları farkına dayanan bir ayırma yöntemidir. Kaynama derecesi düşük olan ürünler kolondan önce ayrılır. Nafta, 30-170°C sıcaklık aralığında kolondan ayrılarak üretilir. Havanın oksijeni ve ateş kaynağı olduğunda nafta patlar. Naftanın buharı ise havadan ağırdır. Rafineride üretilen naftanın büyük kısmı yine rafineride akaryakıt üretiminde veya petrokimya tesislerinde ham madde olarak kullanılır. Kimya ve petrokimya sanayisinde ince nafta kullanılır. Rafinerilerde yakıt olarak kullanılan nafta ise ağır naftadır. Araçlarda kullanılan benzin ve kerosen nafta grubu karışımlardır. Nafta, yanıcı ve uçucu bir sıvı olduğundan rafineride özel nafta tanklarında depolanır.

Rafinerideki fırınlarda 350°C'de ısıtılan ham petrol distilasyon kolonuna gelir (Görsel 1.1) ve kolonda fraksiyon distilasyonu ile fuel-oil, LPG, kerosen, dizel yakıt ve nafta elde edilir. Ürünler eşanjörde 40°C'ye soğutulur ve tanklara gönderilir. Depolama tankları ateşleme kaynaklarından ve sıcak ortamdaki uzak olmalıdır. Yaz mevsiminde nafta tanklarının boş olmasına dikkat edilmelidir.

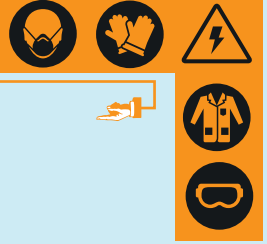


Görsel 1.1: Ham petrolün distilasyonu



1. Laboratuvar Çalışması

FRAKSİYONLU DİSTİLYASYON



Amaç

Etil alkol–su karışımını fraksiyonlu distilasyon ile ayırmak.

Araç Gereç

- Bunzen beki
- Sacayak
- Cam balon
- Plastik boru
- Erlenmayer
- Beherglas
- Cıvalı termometre
- Etil alkol–su karışımı
- Fraksiyon kolonu
- Alüminyum folyo
- Distilasyon düzeneği

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Distilasyon düzeneğine fraksiyon kolonunu bağlayınız.
- Fraksiyon kolonuna erlenmayeri yerleştiriniz.
- Isı kaybı olmaması için fraksiyon kolonunu alüminyum folyo ile sarınız ve kolona termometreyi yerleştiriniz.
- Cam balona etil alkol-su karışımını koyunuz.
- Karışımı sacayak üzerine koyunuz ve bunzen bekinde ısıtınız.
- Erlenmayerde oluşan etil alkolü gözlemleyiniz ve etil alkolün kaynama derecesini yazınız.
- Distilasyon düzeneğinin diğer ucunda beherglasta biriken suyu gözlemleyiniz ve suyun kaynama derecesini kaydediniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Distilasyon düzeneğine fraksiyon kolonu bağlayarak kolonu alüminyum folyo ile sardı.		
3	Karışımı ısıtarak etil alkolün kaynama derecesini termometreden okudu.		
4	Kolondan ayrılan suyun kaynama derecesini termometre ile ölçtü.		
5	Ölçüm sonuçlarını yazdı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

1.1.2. Proses Akış Şeması Çizme

Nafta yaygın olarak fraksiyonlama ile elde edilir. Krating ve ekstraksiyon, hafif nafta elde edilmesi için kullanılan diğer yöntemlerdir. Ham petrolün distilasyonu ve krating reaksiyonları ile nafta oluşur. Düşük kaynama derecesi aralığındaki hidrokarbonlar için ekstraksiyon (ayırma) yapılır. Proses akışında şu işlemler yapılır:

1. Nafta, şarj pompası ile kostik ön yıkama kolonuna gönderilir.
2. Nafta, kolondaki kostik seviyesini aşarak kolonun üzerinden ayrılır. Böylece nafta yapısında bulunan hidrojen sülfürlerden kurtarılır.
3. Nafta, hava mikserinde hava kompresöründen gelen yüksek basınçlı hava ile karışır.
4. Hava ile karışan nafta, reaktöre üstten girer. Reaktörde tatlılaştırma işlemi yapılır.
5. Reaktörün alt tarafından ayrılan nafta, nafta kostik dramına gelir. Dramda beraberinde getirdiği kostiklerden ayrışır ve dramın üst tarafından ayrılır.
6. Naftanın kostiklerden daha iyi temizlenmesi için nafta/kum filtresi dramına gider.
7. Kum filtresinden temizlenerek çıkan nafta, tanka veya ilgili ünitelere gönderilir.



PROSES AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Prosesteeki birimleri ve görevlerini kavramak.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: Proses akış işlemlerinden yararlanarak A4 kâğıdına proseste yer alan birimlerin adlarını yazınız. Prosesteeki birimlerin görevlerini sözlü olarak arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Prosesteeki birimlerin adları nelerdir?



ARAŞTIRMA – TARTIŞMA

Naftanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, nerede üretildiğini ve nerelerde kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



SIRA SİZDE

Naftanın elde edilme prosesinde kullanılan birimleri yazınız.

1.
2.
3.
4.
5.

1.1.3. Nafta Tanklarının Seviye Kontrolü

Tanklar uygun özellikte metal sactan yapılır. Hafif nafta, LPG ve bütan gibi sıvılaştırılmış petrol gazlarının depolanmasında küre veya yatay silindirik şeklinde basınçlı kaplar kullanılır (Görsel 1.2). Nafta tanklarının yüzer tavanlı olması gerekir. Yüzer tavanlı tanklarda, tank içindeki buharlaşma kayıpları azalır.



Görsel 1.2: Nafta tankları

Nafta tanklarında; termometreler, basınç ve vakum önleyici atmosfere açılan nefeslikler ve alev tutucular bulunur. Ayrıca emniyet vanaları kullanılarak basınç yükselmesine karşı önlem alınır. Merkezi alıcı sistemi ile tankların seviyesi bilgisayar ile sürekli ölçülerek kontrol edilir.



SIRA SİZDE

Nafta tanklarında kullanılan araç ve cihazları yazınız.

1.

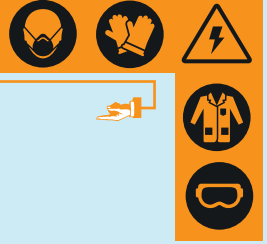
2.

3.

4.



2. Laboratuvar Çalışması



TANKTAKİ BENZİNİN SEVİYESİNİ ÖLÇME

Amaç

Tanktaki benzinin seviyesini kontrol etmek ve ölçmek.

Araç Gereç

- İki adet basınç ölçer
- İki adet tank
- Benzin
- Vana

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

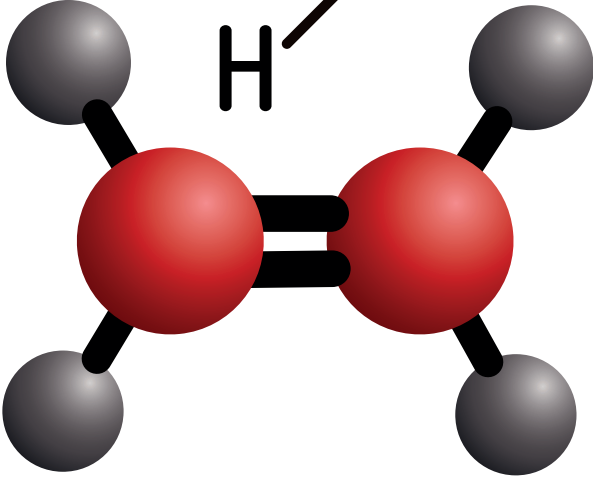
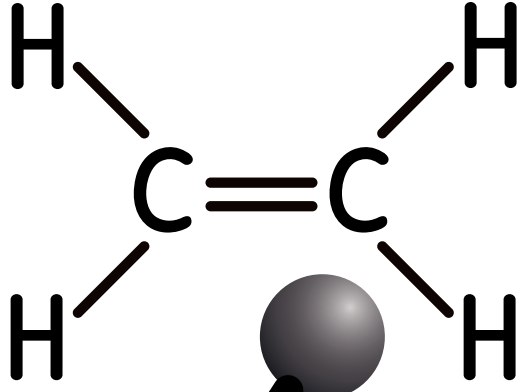
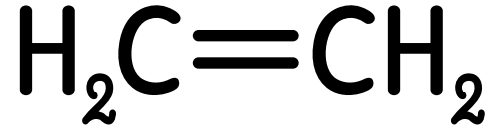
- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- İki tankı birbirine bağlayınız ve bağlantı yerine vana takınız.
- İki tanka da basınç ölçer bağlayınız.
- Birinci tanka benzin koyunuz ve vanayı açınız.
- İkinci ve birinci tanktaki benzinin seviyesini gözlemleyiniz.
- Benzinin seviye ve basınç ölçüm değerlerini kaydediniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	İki tankı birbirine bağlayarak tanklar arasına vana taktı.		
3	Tanklara basınç ölçer bağladı.		
4	Birinci tanka benzin koyarak vanayı açtı.		
5	Tanklardaki benzin seviyesini gözlemledi.		
6	Benzinin seviye ve basınç ölçüm değerlerini kaydetti.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Klimalarda, soğutma depolarında, buzdolabı ve derin dondurucularda soğutma amacıyla akışkan gaz olarak ne kullanıldığını tahmin ediniz. Tahminlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. ETİLEN ÜRETİM PROSESLERİ

Etilen, pek çok yerde kullanılan bir gazdır. Endüstrinin çeşitli alanlarında etilenin önemi büyüktür. Bitkiler tarafından üretilen gaz hâlindeki tek hormon etilendir.

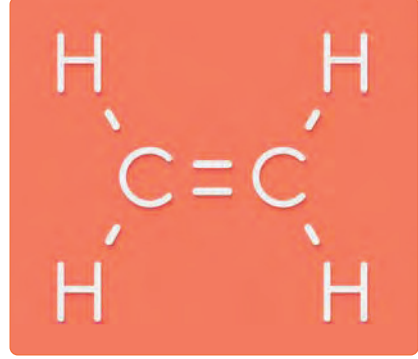
1.2.1. Etilenin Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve Üretimi

Etilenin diğer adı etendir. Etilen; alken sınıfından renksiz, yanıcı ve doğal bir gazdır. C_2H_4 formülü ile gösterilir (Görsel 1.3).

Etilen doymamış bir hidrokarbondur. Karbonlar arasında çift bağ vardır. Etilenin kaynama noktası $-69,4\text{ }^\circ\text{C}$, erime noktası $-103,3\text{ }^\circ\text{C}$ ve yoğunluğu $0,978\text{ g/dm}^3$ tür ve etilenin reaksiyon yeteneği fazladır. Etilen gazı, katılma ve polimerleşme reaksiyonu verir.

Bitkilerin ürettiği bir hormon olan etilen gazı; meyvelerin olgunlaşmasında, yaprak dökümünde, tohumun çimlenmesinde ve nişastanın şekere dönüşmesinde etkilidir. Endüstriyel kullanımı için ise sentetik yollardan elde edilir. Etilen kimya endüstrisinde, plastik ve kauçuk üretiminde, boya, deterjan ve oyuncak sanayisinde kullanılır. Ayrıca sağlık alanında anestetik madde olarak, metal üretiminde yakıt olarak, metal kesme, kesme ve kaynak alanlarında kullanılır. Etilen özellikle LNG sıvılaştırma tesislerinde soğutucu olarak da kullanılan bir gazdır.

Etilen, nafta ve gaz yağı kullanılarak üretilir. Ayrıca etilen üretiminde bütan, etan ve propan gibi hidrokarbonlar da kullanılır. Hidrokarbonlar $800\text{ }^\circ\text{C}-860\text{ }^\circ\text{C}$ yüksek sıcaklık aralığında fırınlarda buhar altında parçalanır. Termal (ısısal) parçalama olarak bilinen kriting prosesi ile yüksek verimle etilen üretilir.



Görsel 1.3: Etilen



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Etilen; elma, muz, avokado ve armut gibi meyvelerin olgunlaştırılmasında önemli rol oynar. Hasat edilen meyveler soğuk hava depolarında saklanır. Burada olgunlaştırma ve sarartma işlemleri yapılır. Uygun sıcaklık ve nem koşullarında gerekli oranda etilen gazı kullanılarak olgunlaştırma ve sarartma işlemi yapılır.



BİLGİ KUTUSU

Kâğıt bir torba içinde bulunan olgunlaşmamış avokadonun yanına olgunlaşmış muz konulursa muzun ürettiği etilen gazı birikmesi ile avokado olgunlaşır.

1.2.2. Kraming Prosesi

Kraming kelimesinin anlamı kırmak, bölmek veya parçalamaktır. Petrol endüstrisinde kullanılan bir yöntemdir. Parçalama işlemi ısı kullanılarak yapılıyorsa **termal kraming**, hidrojen atmosferinde yapılıyorsa **hidrokraming**, eğer katalizörlü ortamda yapılırsa **katalitik kraming** adını alır. Petrokimyasal ham maddelerden etilen ve benzen gibi doymamış hidrokarbonlar elde etmek için kraming prosesi uygulanır. Kraming prosesinde uzun zincirli yüksek kaynama noktası olan hidrokarbonlardan, kısa zincirli düşük kaynama noktası olan hidrokarbonlar elde edilir. Kraming prosesinde en çok kullanılan ham maddeler nafta, etan ve bütandır. Ham maddeler buhar ile seyreltilerek 900°C sıcaklıktaki fırına gönderilir. Kraming prosesinde yüksek kaynama sıcaklığına sahip petrol fraksiyonları daha değerli olan fuel oil, gaz-oil ve benzine dönüştürülür. Katalitik kraming prosesinde ham madde hidrojenle karıştırılır ve ön ısıtma yapılır. Katalizör ilave edilerek distilasyon kolonuna gönderilir, hafif ve yüksek verimli ürünler elde edilir. Katalitik kraming proseslerinde çalışma sıcaklık aralığı 850°F–950°F, basınç ise 10 -20 psi'dir. Proseste zeolit, alüminyum hidrosilikat, bentonit toprağı, fuller toprağı ve silika alumina gibi katı katalizörler kullanılır. Katalitik kraming termal kraminge göre daha avantajlıdır. Katalitik kraming prosesinde daha fazla benzin üretilir.

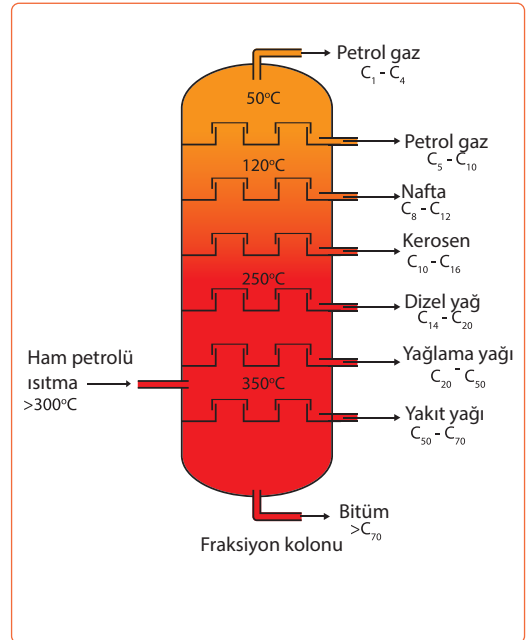
1.2.3. Fraksiyonlama Kolonu Çalışma Prensibi

Fraksiyon (ayrimsal distilasyon) kolonu üç bölüme ayrılır.

- Alt bölge:** Ham petrolün döküldüğü yerdir. Petrolün dip ürünlerinde istenmeyen kısımları ayırır.
- Flaş bölge:** Ham petrolün kolona ilk girdiği bölümdür.
- Üst bölge:** Fraksiyonlama bölgesidir. Bu bölgeden istenilen ürünler kolon dışına alınır.

Fraksiyonlama kolonu (Görsel 1.4) çalışma prensibi şu şekildedir:

- Ham petrol kolona ısıtılarak verilir. Petrol, kolona girdiği anda buharlaşmaya başlar.
- Buharlar kolon içindeki tepsi deliklerinden veya dolgu maddesinin içinden geçerek kolonun üst bölgesine yükselir.
- Buharlaşmayan sıvı kısımlar ise kolonun alt bölgesine akar.
- Kolon içindeki hidrokarbon buharları diğer tepsilerden geçerken tepsilerde bulunan sıvıya ısınıverir.
- Tepsilerde kaynama derecesi düşük olan ürünler buharlaşır ve kolonun üst bölgesine geçer. Bu olay devam ederek istenilen ürün kolondan alınır.



Görsel 1.4: Fraksiyonlama kolonu

1.2.4. Etilen-Propilen Soğutma Sistemleri ve Etilenin Depolanması

Etilen ve propilen petrokimya endüstrisinin ana ham maddesidir. Etilen, nafta ve hafif hidrokarbonların ısı kullanılarak parçalanması ile oluşur. Parçalanmış gazların içindeki olefinler indirgenerek soğutma sisteminde hemen soğutulur. Böylece etilen ve propilenin, etan ve propan gibi istenmeyen yan ürünlere dönüşmesi engellenir. Soğutma sisteminden çıkan gaz karışımı, ayırma kolonuna gönderilir. Kolonun tepesinden çıkan gaz karışımı kompresörde 40 kg/cm²g basınca kadar sıkıştırılır. Kompresörden çıkan gaz karışımı kurutucularda kurutulur ve etilen-propilen soğutma sistemine gönderilir. Hidrojen ve metan dışındaki ürünler sıvılaştırılır. Etilen gazı, polietilen gibi pek çok kimyasal maddelerin üretiminde kullanılır. Ayrıca etilen, soğutucu olarak kaynak ve metal kesme işlemlerinde ve meyvelerin sarartılmasında da kullanılır.

Etilen gazı, KA (kontrollü atmosfer) depolama yöntemiyle ve polietilen içeren paketler içinde depolanır. Ayrıca etilen emici tüp ya da silindir borularda da depolama yapılır.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Soğuk hava depoları, klimalar ve ticari tip soğutucularda etilen ve propilen glikol kullanılır. Ayrıca etilen glikol, emülsiyon boyalarda ve sulu sistemlerde donmayı önleyici; propilen glikol ise araçların fren sistemleri ile havayollarındaki uçak pistlerinde buz önleyici olarak da kullanılan maddelerdir.



BİLGİ KUTUSU

Etilen sentezinde asitli ortamı nötralleştirmek ve açığa çıkan kükürt dioksit gazını tutmak için NaOH (kostik) kullanılır.



SIRA SİZDE

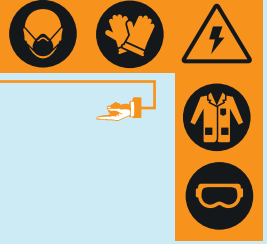
Ham petrolün fraksiyonlu distilasyon kolonunda kaynama noktası düşük olan ürünler, kolondan önce ayrılır. Distilasyon sonucu oluşan ürünleri kolondan ayrılma sırasına göre yazınız.

1.	5.
2.	6.
3.	7.
4.	8.



3. Laboratuvar Çalışması

ETİLEN SENTEZİ



Amaç

Etileni sentezlemek.

Araç Gereç

- 500ml'lik balon joje
- 100ml derişik sülfürik asit
- 50ml etanol
- Karıştırıcı
- 7 g susuz $AlCl_3$
- Seyreltik $KMnO_4$
- Beherglas
- Isıtıcı
- Termometre
- Çeker ocak

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Balon jojeye 50 ml etanol koyunuz.
- Balon jojenin içine çeker ocakta 100 ml derişik sülfürik asidi yavaş yavaş ilave ediniz ve balon jojeyi karıştırıcı ile karıştırınız.
- Tepkime sırasında köpürmeyi önlemek için balon jojeye 7 g susuz $AlCl_3$ ilave ediniz.
- Balon josedeki karışımı $180^\circ C$ 'ye kadar ısıtınız ve etilen oluşumunu gözlemleyiniz.
- Oluşan etileni beherglasta toplayınız ve içine 3 damla seyreltik $KMnO_4$ çözeltisi ekleyiniz.
- Etilen sentez tepkimesini defterinize yazınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Balon joje içine etanol ve sülfürik asit döktü.		
3	Balon josedeki karışıma $AlCl_3$ ilave etti.		
4	Karışımı ısıtarak etilen oluşumunu gözlemledi.		
5	Etilen içine seyreltik $KMnO_4$ koydu.		
6	Etilen sentez tepkimesini yazdı.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

1.2.5. Kraming Fırınlarında Yapılan İşlemler

Kraming fırınlarında şu işlemler yapılır:

1. Fırında yakma işlemine başlamadan önce bacalar kontrol edilir.
2. Fırına fuel oil veya gaz yakıt yeterli miktarda koyulur.
3. Fırın 220°C sıcaklığa ısıtılır.
4. Ham petrol fırına alınır ve 330-360°C sıcaklık aralığında ısıl işleminden geçirilir.
5. Fırındaki sıcaklık, ısıtma hattındaki vana ile kontrol edilir.
6. Gaz veya buhar hâlindeki hidrokarbonlar 800-850°C sıcaklıktaki fırının içinden hızlı geçirilir.
7. Fırından çıkan gazlar hemen soğutulur.
8. Kraming gazlarının yoğunlaşmayan kısımları gaz kompresörüne gider.
9. Yanma gazlarının uzaklaşması için fırın yeterince havalandırılır.

1.2.6. Kraming Kompresörlerinde Yapılan İşlemler

Kraming kompresörlerinde şu işlemler yapılır:

1. Kompresörün açma düğmesi açılır.
2. Kompresör uygun basınçta çalıştırılır.
3. Kompresör üzerindeki sıcaklık ve basınç göstergeleri kontrol edilir.
4. Fırından çıkan ve ani olarak soğutulan gazların yoğunlaşmayan kısımları, gaz kompresörüne gelir.
5. Kompresörde gaz karışımına basınç verilir.
6. Kompresörde asidik gazlar uzaklaştırılır.
7. Molekül ağırlığı yüksek olan hidrokarbonlardan oluşan kondensat (yoğunlaşma suyu), distilasyon kolonundan ayırma kolonuna gönderilir.
8. Kompresör kapatma düğmesine basılır.
9. Kompresör tankının altındaki tahliye vanası çevrilerek tanktaki su boşaltılır.



BİLGİ KUTUSU

TERMAL KRAMİNG	KATALİTİK KRAMİNG
C ₂ temel üründür.	C ₃ – C ₆ temel üründür.
Aromatikler çok az oluşur.	Aromatikler çok fazla oluşur.
Katalizör kullanılmaz.	Katalizör kullanılır.
Benzin üretimi azdır.	Benzin üretimi fazladır.
Parafinler az dallanır.	Parafinler çok dallanır.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Nafta, karbon sayısı 5 ile 9 arasında değişen saf bir hidrokarbondur.
2. (.....) Etilen ve propilen tekstil endüstrisinin ana ham maddesidir.
3. (.....) Fraksiyonlama kolonunun en alt bölümünde bitüm maddesi kalır.
4. (.....) Etilen gazı kraking prosesi ile üretilir.
5. (.....) Nafta, rafinerilerde distilasyon ile elde edilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

alt	çift bağ	katalitik	kaynama noktası
LNG	tek bağ	termal	üst

6. Etilenin karbon atomları arasında vardır.
7. Kraking prosesinde ısı kullanılırsa , katalizör kullanılırsakraking adını alır.
8. Fraksiyonlama kolonunda ve bölge vardır.
9. Etilen sıvılaştırma tesislerinde soğutucu olarak kullanılır.
10. Fraksiyonlu distilasyonda düşük olan ürünler kolondan önce alınır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Nafta ve naftalin aynı özellikte maddeler midir? Nafta ve naftalinin yapısını, özelliklerini ve nerelerde kullanıldığını yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12.

- I. C_2H_4 ----- etilen
- II. C_3H_6 ----- propan
- III. C_4H_8 ----- bütan
- IV. $C_3H_8O_2$ ----- propilen glikol
- V. C_2H_8 -----etan

Yukarıda bileşik isimlendirmeleri ile ilgili verilen eşleştirmelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız V C) I ve III
- D) III ve V E) I, III ve V

13.

- I. Etilen, nafta ve gaz yağı kullanılarak üretilir.
- II. Katalitik kriting termal kritinge göre avantajlıdır.
- III. Etilen ve propilen petrokimya endüstrisinin ana ham maddesidir.
- IV. Fraksiyonlama kolonunda kolondan önce fuel oil çıkarılır.

Yukarıdaki numaralandırılmış cümlelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız IV
- C) II ve III D) II ve IV
- E) I, II ve III

14.

Etilen, petrokimya endüstrisinde kullanılan ana ham maddedir. Ayrıca pek çok üretim alanında da etilen kullanılır.

Verilen ifadeye göre aşağıdakilerden hangisinde etilen kullanılmaz?

- A) Sağlık alanında
- B) Plastik ve kauçuk üretiminde
- C) Isıtma sistemlerinde
- D) Kimya endüstrisinde
- E) Boya ve oyuncak sanayisinde

15.

Hafif nafta, LPG ve bütan gibi sıvılaştırılmış petrol gazlarının depolanmasında basınçlı tanklar kullanılır.

Verilen ifadeye göre aşağıdakilerden hangisi depolamada kullanılan tankların şeklini gösterir?

- A) Dikdörtgen
- B) Dik prizma
- C) Dik silindir
- D) Kare
- E) Küre

2. ÖĞRENME BİRİMİ

POLİETİLEN PROSESLERİ



KONULAR

- 2.1. YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ
- 2.2. ALÇAK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Polietilen
- Yüksek yoğunluklu polietilen
- Polimer
- Polimerizasyon
- Alçak yoğunluklu polietilen

YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ



Hazırlık Çalışması

Günlük yaşamda çok kullanılan plastiklerin ham maddesi ne olabilir?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. BÖLÜM

2.1. YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ

Polietilen; beyaz renkli, yarı geçirgen, kolayca yumuşatılabilen dayanıklı bir polimerdir. Endüstride ve günlük yaşamda çok kullanılır. Plastik sanayinde kısaca PE ile gösterilir. Polietilen, yoğunluğuna göre yüksek ve alçak yoğunluklu olarak iki gruba ayrılır. Yüksek yoğunluklu polietilen petrolden elde edilir.

2.1.1. Yüksek Yoğunluklu Polietilenin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri

Yüksek yoğunluklu polietilen; sert, sağlam, suyu az emen, kimyasal maddelere ve korozyona dayanıklı bir maddedir. Yoğunluğu yüksek olan polietilen şeffaf görünümlüdür ve esnektir. Yoğunluk arttıkça şeffaflık derecesi de artar. Yoğunluğu 0.94–0.97 g/cm³ arasında değişir. Erime noktası ise 127–137°C'dir. Yüksek yoğunluklu polietilen sudan daha hafiftir, yüksek sıcaklık ve basınçta şekillendirilebilir. 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklara dayanıklıdır. Yüksek yoğunluklu polietilen, titanyum tetraklorür katalizörü ve organometalik katalizörler yardımıyla 70–80°C sıcaklık aralığında ve 10–20 atmosfer basınçta etilenin polimerleşmesi ile üretilir. Üretilen polietilen dallanmış yapıdadır.

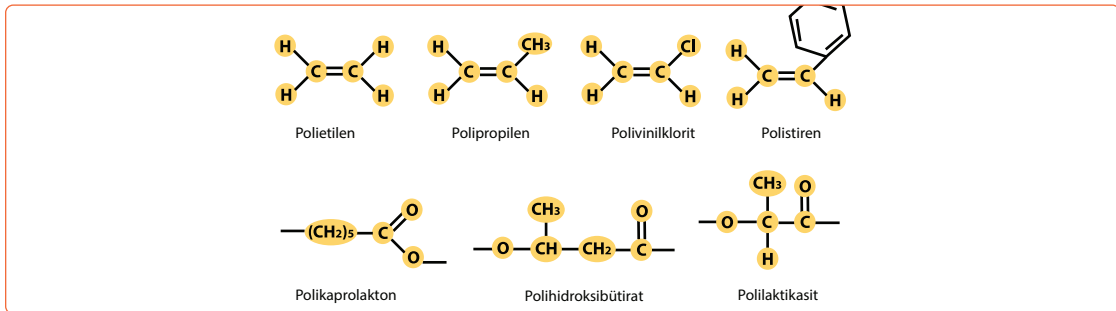
2.1.2. Polimer Kimyası Prosesi ve Polimerleştirme Yöntemleri

Çok sayıda monomerin düzenli şekilde bağlanarak oluşturdukları yüksek molekül ağırlıklı bileşiklere **polimer** denir (Görsel 2.1). Latince "poli" çok, "mer" parça anlamındadır. Polimerler monomer (tek sayıda) denilen yapıların bir araya gelmesiyle oluşur. Glikoz, etilen, gliserol ve stiren monomer; plastikler ise polimer yapılarıdır. Polimer kimyasında pek çok sayıda polimer türü kullanılır (Görsel 2.2).



Görsel 2.1: Polimer granülleri

Polimer oluşumuna **polimerizasyon (polimerleşme)** denir. Plastikler ilk akla gelen polimerlerdir. Doğal polimerlerin sayısı çok fazladır. Glikojen, protein ve nişasta doğal polimerlerdir. Polietilen ise sentetik olarak üretilen bir polimerdir. Polimerler; uzunluklarına, bağlanma şekillerine ve tepkime çeşitlerine göre farklı yapılardan oluşabilir. **Polimerizasyon**; etilen, propilen ve bütilen gibi hafif olefin gazlarını yüksek molekül ağırlıklı hidrokarbonlara dönüştüren bir prosestir. Petrol endüstrisinde polimerizasyon süreci ile benzin bileşenleri üretilir.



Görsel 2.2: Monomer-polimer türleri ve formülleri

Polimerler kullanım amacına göre iki sınıfa ayrılır. Tablo 2.1’de polimerlerin sınıflandırılması gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Polimerlerin Sınıflandırılması

Polimer Çeşitleri	Örnekler
Termoset polimer	poliimid, polibütadien, vulkanize kauçuk
Termoplastik polimer	polietilen, polipropilen, polivinilklorür

Termoplastik polimerler uygun basınç ve sıcaklıkta tekrar şekillendirilebilir. Termoset polimerler ise tekrar şekillendirilemez.

Polimerleşme oluşum yöntemleri şu iki grupta incelenir:

1. Kondenzasyon (Kademeli) Polimer Oluşumu

Fonksiyonel grup içeren monomerlerin yavaş reaksiyonu sonucu oluşan polimerlerdir. Oluşum sırasında monomerlerin yapısında maddenin türüne göre su, karbondioksit, hidrojen klorür, amonyak ve metanol gibi küçük moleküller ayrılır. Monomerler arasında amidleşme ve esterleşme reaksiyonlarıyla yeni polimerler meydana gelir.

2. Katılma (Zincir) Polimer Oluşumu

Alken, alkin ve aldehit gibi doymamış bağa sahip monomerlerin polimer oluşturmaya katılma (zincir) polimerleşmesi denir. Polimerleşmede ortama başlatıcı (katalizör) ilave edilerek reaksiyon başlar. Katılma polimerleşmesi şu iki şekilde olur:

- Serbest radikaller üzerinden yürüyen katılma polimerleşmesi
- İyonlar üzerinden yürüyen katılma polimerleşmesi



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Doğal polimerler taklit edilerek başlanan polimerizasyon çalışmaları sonucu 1930 yılında Wallace Corothers (Vals Koradırs) tarafından naylon sentezlenmiştir.



BİLGİ KUTUSU

Alman kimyager Herman Stauding (Hermin Stauding) polimer ile ilgili araştırmalar yapmış ve yeni polimer türleri geliştirmiştir. İlk defa polimerleşme koşullarının polimer oluşumu üzerine etkisini tanımlamıştır. Herman Stauding, kimyanın bu alanında yaptığı çalışmalarla 1953 yılında Nobel ödülünü almıştır.



1. Laboratuvar Çalışması

POLİÜRETAN YAPIMI



Amaç

Poliüretan elde etmek.

Araç Gereç

- Polyol çözeltisi
- Poliizosiyanat çözeltisi
- Beher
- 2 adet dereceli silindir
- 3 adet plastik bardak
- 3 farklı renk gıda boyası
- 3 adet ahşap karıştırma çubuğu

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Dereceli silindir ile yirmişer ml izosiyanat çözeltisi ölçünüz ve bunları plastik bardaklara dökünüz.
- Plastik bardaklara üç farklı renkte gıda boyasından beşer damla koyup bunları karıştırınız.
- Dereceli silindir ile yirmişer ml polyol çözeltisini ölçünüz, plastik bardaklara dökünüz ve ahşap karıştırma çubukları ile hızlıca karıştırınız.
- Plastik bardaklardaki karışımların hacimlerinin artışı gözlemleyiniz.
- Oluşan poliüretan maddenin katılaşması için bekleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Yirmişer ml izosiyanat çözeltisini plastik bardaklara döktü.		
3	Plastik bardaklara üç farklı renk gıda boyası koyarak bunları karıştırdı.		
4	Dereceli silindir ile yirmişer ml polyol çözeltisi ölçtü.		
5	Polyol çözeltisini bardaklara koyarak karıştırdı.		
6	Plastik bardaklardaki karışımın hacim artışı gözlemledi.		
7	Oluşan poliüretanın katılaşması için bir süre bekledi.		
8	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

2.1.3. Yüksek Yoğunluklu Polietilenin Kullanıldığı Yerler, Depolanması ve Proses Akış Şeması

Yüksek yoğunluklu polietilen genellikle sanayi ve üretim alanlarında, basınçlı borular, sulama ve gaz dağıtım boruları, plastik şişeler (Görsel 2.3), varil, beyaz eşya, deterjan şişeleri, plastik eşyalar (Görsel 2.4), makine parçaları, oyuncak, ambalaj, elektrik ve elektronik eşya üretiminde kullanılır. Polietilen suya dayanıklı olduğu için tekne ve depo yapımında da tercih edilir. Yüksek yoğunluklu polietilen nitrojen ile temizlenerek depolanır.



Görsel 2.3: Plastik şişeler



Görsel 2.4: Plastik eşyalar

Yüksek yoğunluklu polietilen üretmek için düşük basınçlı proseste, etilen ile birlikte polimerleşmeye öncülük etmek amacıyla komonomer kullanılır. Yüksek basınç uygulandığında polimerler dallanmış zincirler şeklinde meydana gelir. Proseste şu işlemler yapılır:

1. Saf etilen, 1-büten komonomeri ile sıvı yataklı reaktöre verilir.
2. Reaktöre aynı anda katalizör eklenir. Reaktörde sıcaklık 100°C'dir. Basınç 600 kPa'dan 2100 kPa'ya yükseltilir.
3. Reaktörde reaksiyona girmeyen etilen önce kompresöre gönderilir. Daha sonra uygun sıcaklığa soğutulur ve sisteme tekrar gönderilir.
4. Reaktör içinde polimer üç saat ile beş saat arasında kalır. Reaksiyona giren etilen reaktörden gaz şeklinde çıkar.
5. Ürün kurutulmak için gaz odasına alınır.
6. Gaz odasından çıkan ürün seperatöre gelir. Seperatörde nitrojen ile temizlenerek depolanır.

Polietilen üretim prosesinde Tablo 2.2'deki birimler kullanılır.

Tablo 2.2: Polietilen Üretim Prosesindeki Birimlerin Sembolü ve Anlamı

Sembol						
Anlamı	Siklon	Kompresör	Seperatör	Isı değiştirici	Pompa	Reaktör



YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Yüksek yoğunluklu polietilen üretiminin akış şemasını çizmek.

Araç Gereç

- A4 kâğıdı
- Kalem
- Tablo 2.2'deki semboller

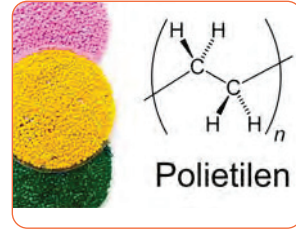
Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına Tablo 2.2'deki sembolleri kullanarak ve proses akış işlem basamaklarından yararlanarak yüksek yoğunluklu polietilenin üretim akış şemasını çiziniz. Üretim akış şemasında sembollerin isimlerini de yazınız.

Değerlendirme: Prosesteki birimlerin sembolleri ve isimleri nelerdir?



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Polietilen (Görsel 2.5) üretiminin tarihçesini ve polietilenin kullanıldığı yerleri araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz. Arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 2.5: Polietilen



BİLGİ KUTUSU

PLASTİK SEMBOLLERİ

Polietilen	PE
Yüksek yoğunluklu polietilen	PE-HD
Alçak yoğunluklu polietilen	PE-LD
Polietilen tereftalat	PET
Polipropilen	PP
Polivinil klorür	PVC

ALÇAK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ

2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Esnek ve sert plastik maddelere çevrenizden örnekler veriniz.

2.2. ALÇAK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİM PROSESİ

Polimer molekülünü oluşturan zincir şeklindeki moleküllerin farklı dallanma durumları polietilenin çeşitliliğini sağlar. Alçak yoğunluklu polietilende moleküllerin dallanması çok fazladır. Dallanmanın uzun ya da kısa oluşu polimerin özelliklerini etkiler.

2.2.1. Alçak Yoğunluklu Polietilenin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri

Alçak yoğunluklu polietilen; esnek, yarı saydam ve opak (ışığı geçirmeyen) çeşitleri olan bir maddedir (Görsel 2.6). Kırılmayacak kadar güçlü yapıdadır. Alçak yoğunluklu polietilenin yoğunluğu $0.91-0.93 \text{ g/cm}^3$, erime noktası ise $98-120 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Oda sıcaklığında tepkime vermez.

Alçak yoğunluklu polietilen, bir otoklavda (iç basınca dayanıklı kap) veya boru tipi reaktörde etilen monomerlerinin $1200-1300$ atmosfer basıncında ve $130-350 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık aralığında organik peroksitler kullanılarak elde edilir.



Görsel 2.6: Alçak yoğunluklu polietilen granülleri

2.2.2. Polimer Kimyası Prosesi ve Polimerleştirme Yöntemleri

Polimerleşme reaksiyonlarında monomerlerin verdiği tepkimeler birbirinden farklıdır. Her polimer için tepkime hızı, başlama sıcaklığı ve viskozite artışı gibi etkenler önemlidir. Bu etkenler dikkate alınarak şu prosesler kullanılır:

- 1. Yiğın polimerizasyon (polimerleşme) prosesi:** Monomer, başlatıcı eklenerek belli basınç ve sıcaklıkta doğrudan polimerleştirilir. Bu proses ile saf polimerler üretilir.
- 2. Çözelti polimerizasyon (polimerleşme) prosesi:** Uygun çözücü ya da seyreltici sıvı içinde yapılır. Monomer çoğu zaman sıcaklık kontrolüne yardım eder. Viskozite düşük olduğu için sıcaklık kontrolü kolay yapılabilir. Bu proseste tepkime hızı yavaştır. Alçak yoğunluklu polietilen çözelti polimerizasyonu ile elde edilir.



SIRA SİZDE

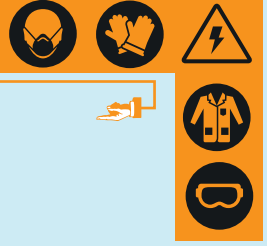
Yüksek yoğunluklu polietilen ile alçak yoğunluklu polietileni karşılaştırarak aşağıdaki bölümlere yazınız.

Yüksek yoğunluklu polietilen	Alçak yoğunluklu polietilen
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.



2. Laboratuvar Çalışması

PLASTİK YAPIMI



Amaç

Kimyasal maddeleri kullanarak plastik yapmak.

Araç Gereç

- Rezorsinol
- Formaldehit
- Hidroklorik asit
- Beher
- Damlalık
- Cam karıştırıcı

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beherin içine 100 ml formaldehit dökünüz.
- Beherin içindeki formaldehitin üzerine 4 damla rezorsinol koyunuz ve bunu 5-6 dakika karıştırınız.
- Karışıma damlalıkla 5 damla hidroklorik asit ilave ediniz ve karıştırıcı ile karışımı hızlıca karıştırınız.
- Beher içinde oluşan plastiği inceleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınız ile paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Beherin içine formaldehit döktü.		
3	Formaldehitin üzerine rezorsinol koyarak karıştırdı.		
4	Karışıma damlalık ile hidroklorik asit ilave etti.		
5	Beher içinde oluşan plastiği inceledi.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

2.2.3. Alçak Yoğunluklu Polietilenin Kullanıldığı Yerler, Depolanması ve Proses Akış Şeması

Alçak yoğunluklu polietilen; poşet ve naylon torba yapımında, boru, hortum, kumaş, pet şişe, metal kaplamalar, kalıplama maddeleri, ev eşyaları ve oyuncak üretiminde, ambalajlama, sera örtüleri ve kablo kılıflama alanlarında kullanılır. Özellikle paketleme sektöründe çok kullanılan bir maddedir. Alçak yoğunluklu polietilen kurutulmuş olarak depolanır. Alçak yoğunluklu polietilen üretmek için yüksek basınç kullanılır. Prosesle şu işlemler yapılır:

1. Saf etilen, pompalar ile 150 mPa basınçta 190°C sıcaklıkta reaktöre verilir.
2. Reaktöre aynı anda oksijen ve peroksit katalizörleri eklenir.
3. Çözelti içinde gerçekleşen reaksiyon sonucu oluşan karışım, yüksek basınç seperatörüne gelir.
4. Seperatörde oluşan polietilen, düşük basınç seperatörüne gönderilir.
5. Reaksiyona girmeyen etilen, önce kompresöre sonra reaktöre gelir.
6. Düşük basınç seperatöründen çıkan ürün ekstruderda (plastiğin eritildiği ve şekillendirildiği makine) kalıplanır, soğutulur ve kurutulur.



ALÇAK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI

2. ETKİNLİK

Amaç: Alçak yoğunluklu polietilen üretiminin akış şemasını çizmek.

Araç Gereç

- A4 kâğıdı
- Kalem
- Tablo 2.2'deki semboller

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına Tablo 2.2'deki sembolleri kullanarak ve proses akış işlemlerinden yararlanarak alçak yoğunluklu polietilenin üretim akış şemasını çizin. Üretim akış şemasında sembollerin isimlerini de yazınız.

Değerlendirme: Alçak ve yüksek yoğunluklu polietilen üretim prosesini karşılaştırarak yazınız.



SIRA SİZDE

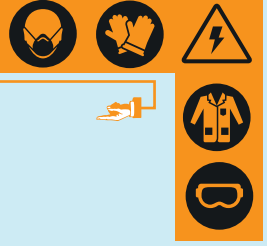
Ucuz ve kolay bir şekilde elde edilen plastikler pek çok yerde kullanılır. Doğaya zarar vermemesi için çevreye atılmamalıdır. Plastik, geri dönüşümle tekrar geri kazanılabilir (Görsel 2.7). Plastiğin geri dönüşümü ile ilgili arkadaşlarınızla afiş ve resim çalışmaları yapınız.



Görsel 2.7: Plastiğin geri dönüşümü



3. Laboratuvar Çalışması



ZARARSIZ BİYOPLASTİK (DOĞADA ÇÖZÜNEBİLEN) PLASTİK YAPIMI

Amaç

Zararsız biyoplastik yapmak.

Araç Gereç

- Gliserin
- Mısır nişastası
- Saf su
- Sirke
- Gıda boyası
- Dereceli silindir
- Beher
- Damlalık
- Alüminyum folyo
- Isıtıcı
- Cam baget

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Dereceli silindir ile 60 ml saf su ölçünüz.
- Beş kaşık mısır nişastasını saf suyun içine koyunuz ve bu karışımı karıştırınız.
- 20 ml gliserin, 10 ml sirke ve biraz gıda boyasını suya dökünüz; cam baget ile karıştırınız.
- Beheri ısıtıcı üzerine koyunuz ve karışım kaynayınca kadar bekleyiniz.
- Alüminyum folyonun etrafını hafif bükünüz ve folyoya şekil veriniz.
- Kaynayan karışımı alüminyum folyo üzerine dökünüz ve buna istediğiniz şekli veriniz.
- Oluşan biyoplastiği iki gün kuruması için bekletiniz.
- Kuruduktan sonra biyoplastiği inceleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Dereceli silindir ile 60 ml saf su ölçtü.		
3	Saf suyu behere döktü.		
4	Beher içine mısır nişastası, gliserin, sirke ve gıda boyası ilave ederek bunu karıştırdı.		
5	İçinde karışım bulunan beheri ısıtıcıda ısıttı.		
6	Alüminyum folyoya şekil verdi.		
7	Beherde kaynayan karışımı alüminyum folyo üzerine döktü.		
8	Oluşan biyoplastiği kuruması için iki gün bekletti.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



4. Laboratuvar Çalışması

NAYLON SENTEZİ



Amaç

Ara yüzey polimerleşme tekniğini kullanarak naylon sentezlemek.

Araç Gereç

- Deney tüpü (2 adet)
- Damlalık
- Cam baget
- Tereftaloil diklorür
- Diamino propan
- Saf su

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Birinci deney tüpüne 20'şer ml saf su ve diamino propan koyunuz ve tüpü karıştırınız.
- İkinci deney tüpüne 20'şer ml hekzan ve tereftaloil diklorür ekleyerek tüpü karıştırınız.
- İkinci deney tüpündeki karışımdan damlalık ile alınız bunu birinci deney tüpündeki karışıma damla damla koyunuz.
- Oluşan naylonu cam bagete yavaş yavaş sarınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Birinci deney tüpünde saf su ve diamino propanı karıştırdı.		
3	İkinci deney tüpünde hekzan ve tereftaloil diklorürü karıştırdı.		
4	Birinci deney tüpündeki karışımı damlalık ile alarak ikinci deney tüpüne aktardı.		
5	Oluşan naylonu cam bagete yavaş yavaş sardı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Polietilen kısaca PE sembolü ile gösterilir.
2. (.....) Yüksek yoğunluklu polietilen yumuşak ve dayanıksızdır.
3. (.....) Polimerlerin molekül ağırlığı yüksektir.
4. (.....) Polimerizasyonun diğer adı polimerleşmedir.
5. (.....) Yüksek yoğunluklu polietilen nitrojen ile temizlenerek depolanır.
6. (.....) Alçak yoğunluklu polietilen çabuk kırılır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

karbonhidrat	kurutularak	naylon
nişasta	protein	saf polimer
termoplastik	termoset	yağ

7. Alçak yoğunluklu polietilen depolanır.
8. Yığın polimerizasyon prosesi ile elde edilir.
9. Glikojen, ve doğal polimerlerdir.
10. Plastik sanayisinde çok kullanılır.
11. Wallece Carothers (Vals Koradırs), 1930 yılında sentezlemiştir.
12. Polimerler ve olarak iki sınıfa ayrılır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

13. Yüksek yoğunluklu ve alçak yoğunluklu polietilenin özelliklerini karşılaştırınız ve günlük yaşamda nerelerde kullanıldığını yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

14. Aşağıdakilerden hangisi yüksek yoğunluklu polietilen üretim prosesinde kullanılan birimlerden değildir?

- A) Akümülatör
- B) Gaz odası
- C) Kompresör
- D) Reaktör
- E) Seperatör

15. Aşağıdakilerden hangisi monomerin yapısını göstermez?

- A) $(CH_2=CH_2)_n$
- B) $(CH_3=CH_3)_n$
- C) $(CH_2=CH_3)_n$
- D) C_2H_5OH
- E) $(CH_4=CH_2)_n$

16. Aşağıda verilen üretim alanlarından hangisinde polietilen kullanılmaz?

- A) Bidon ve poşet
- B) Elektrikli eşya
- C) Sulama boruları
- D) Cam
- E) Depo

17. I. Yüksek yoğunluklu polietilen üretiminde titanyum tetraklorür katalizörü kullanılır.
II. Doğal polimerlerin sayısı çok fazladır.
III. Polimer, az monomer anlamındadır.

Yukarıda verilen polietilen ve polimer ile ilgili ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

3. ÖĞRENME BİRİMİ



ETİLEN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ



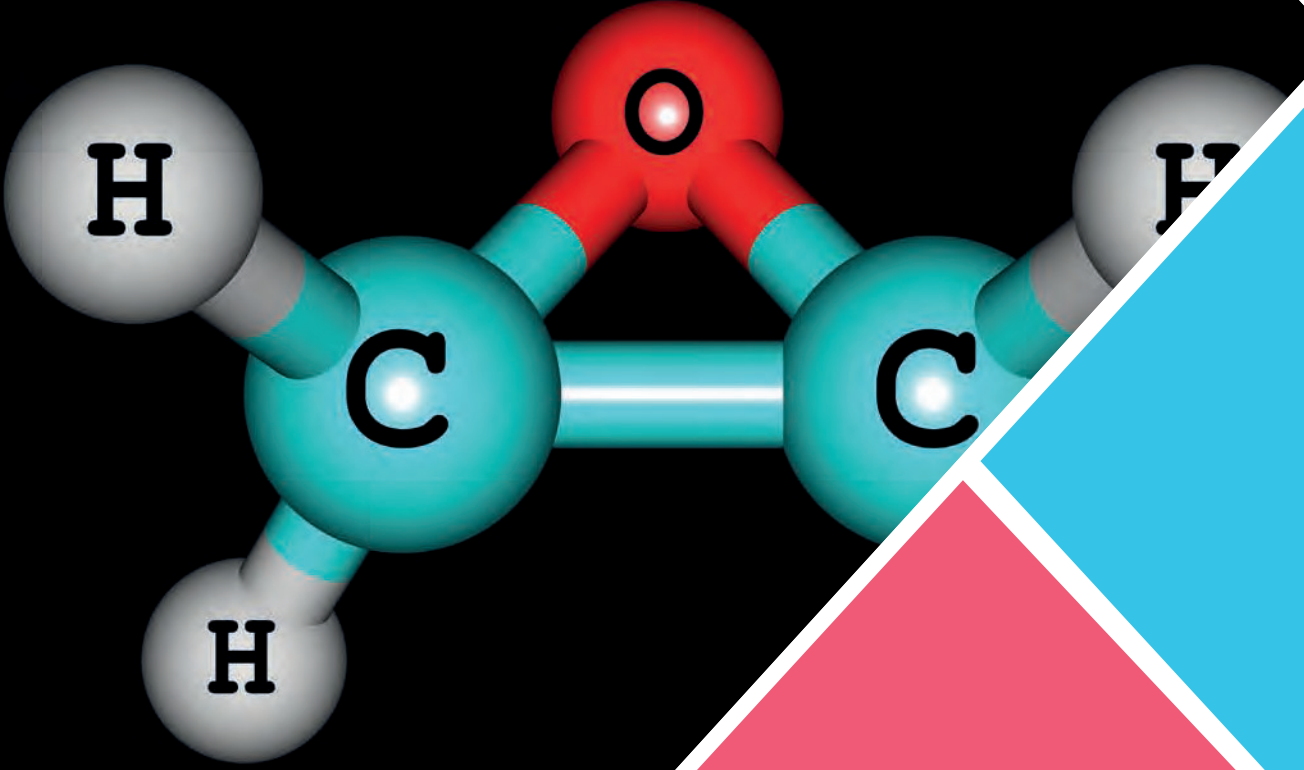
KONULAR

- 3.1. ETİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ
- 3.2. ETİLEN GLİKOL ÜRETİM PROSESİ
- 3.3. ETANOL ÜRETİM PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Etilen oksit
- Yüzey aktif madde
- Etilen glikol
- Dietilen glikol
- Etanol

ETİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ



Hazırlık Çalışması

Kış aylarında radyatörlerde antifriz kullanılmasının nedenini arkadaşlarınızla tartışınız.

1. BÖLÜM

3.1. ETİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ

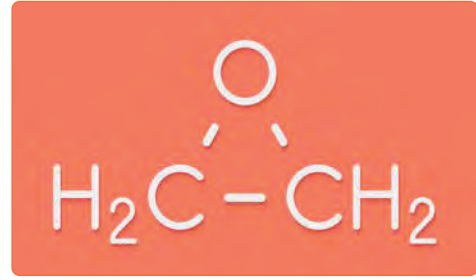
Etilen oksit, mono etilen glikol üretiminde ara kademedede oluşan bir üründür. Halkalı yapısı nedeniyle kolayca açılabilen aktif bir bileşiktir. Etanol amin, etilen glikol ve yüzey aktif maddelerin elde edilmesinde etilen oksit kullanılır.

3.1.1. Etilen Oksidin Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve İnsan Sağlığına Etkileri

Etilen oksit (oksiran); hafif kokulu, renksiz, zehirli ve yanıcı bir gazdır. C_2H_4O formülü ile gösterilir (Görsel 3.1). Düşük sıcaklıklarda sıvı hâlde bulunur. Asetaldehit ve vinil alkol ile izomerik (atomlar arasındaki bağlantı yapıları farklı) yapıdadır. Etilen oksit, endüstriyel olarak etilenin gümüş katalizörü ile oksidasyonu sonucu üretilir. Etilen oksidin fiziksel özellikleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Etilen Oksidin Fiziksel Özellikleri

Renk	Renksiz
Koku	Hafif kokulu
Molekül ağırlığı	44,05 g/mol
Yoğunluk	0,8975 g/cm ³
Kaynama noktası	10,05°C
Donma noktası	-111,3°C
Erime noktası	-112,46°C
Tutuşma noktası	429°C



Görsel 3.1: Etilen oksit

Etilen oksidin kullanıldığı yerler şunlardır:

- Etilen glikol esaslı antifriz üretiminde
- Deterjan yapımında
- Tıbbi malzemelerin sterilizasyon işleminde
- Tarım zararlıları ile mücadelede
- Talk tozu, toprak ve ısıya karşı duyarlı malzemelerin sterilizasyon işleminde

Etilen oksit, gıdalar dışında her şeyin sterilizasyonunda kullanılır. Sağlık kuruluşlarında tıbbi malzemelerin sterilizasyonu etilen oksit ile yapılır. Sterilizasyondan sonra malzemenin yüzeyinde çok az etilen oksit kalabilir. Ancak az miktardaki etilen oksidin zararlı bir etkisi yoktur.

Etilen Oksidin İnsan Sağlığına Etkileri

Etilen oksit gazının buharı gözle temas ederse gözü tahriş eder. Buharı solunursa baş ağrısı, mide bulantısı ve kusmaya yol açar. Etilen oksit, üreme ve sinir sistemi ile solunum yollarını olumsuz etkiler. Ciltte kabarcıklar ve donmaya benzer yanıklar oluşturur. Etilen oksit insanlarda kemik iliği kanserine neden olabilir. Baş ağrısı ve hafıza kaybı, katarakt ve göz hasarı, cilt ve burun tahrişi ile beyin ve sinirlerin işleyişinde sorunlar meydana getirir.



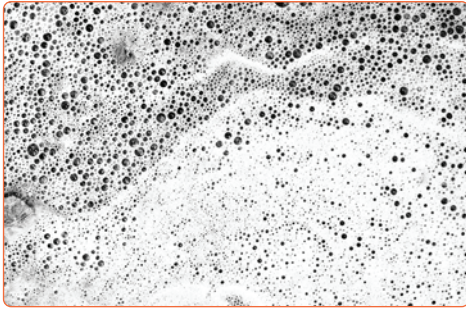
BİLGİ KUTUSU

Etilen oksit 1859 yılında keşfedilmiştir ve ilk olarak odaya buhar verme amacıyla kullanılmıştır. 1960 yılından günümüze kadar sterilizasyon için etilen oksit kullanılmaktadır.

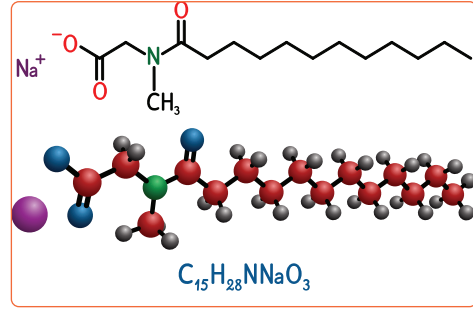
3.1.2. Yüzey Aktif Maddelerin Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve Üretim Yöntemleri

Suda veya sulu bir çözeltide çözüldüğünde yüzey gerilimini etkileyen bileşikler yüzey aktif maddeler olarak adlandırılır. Temizlik maddelerinde kullanılan alkol etoksilat yüzey aktif maddelerdendir. Alkol etoksilat, noniyonik deterjan yüzey aktif maddesi grubundadır. Yüzey aktif maddeler asidik ve bazik ortamdan etkilenmez. Biyolojik olarak parçalanabilir ve köpük oluşturma özelliğine sahiptir (Görsel 3.2). Noniyonik yüzey aktif maddeler; toz çamaşır deterjanı, bulaşık deterjanı, şampuan, sabun, yüzey temizleyici, kozmetik ve tekstil üretiminde çok kullanılır.

Deterjanlarda kullanılan noniyonik yüzey aktif maddeler alkol veya alkil fenollerden üretilir. Alkol veya alkil fenol, sülfürik asit ile birleştirilerek noniyonik yüzey aktif maddeler elde edilir. Etoksilatlarla sülfatlama yöntemi uygulanarak anyonik yüzey aktif madde olarak kullanılır (Görsel 3.3).



Görsel 3.2: Köpük



Görsel 3.3: Anyonik yüzey aktif madde



SIRA SİZDE

Kullandığınız çamaşır, bulaşık deterjanı ve diğer temizlik ürünlerinin içerikleri ile yüzey aktif maddelerinin isimlerini yazınız.

Çamaşır Deterjanı	Bulaşık Deterjanı	Diğer Temizlik Ürünü



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Temizlik ürünlerinde (Görsel 3.4) kullanılan yüzey aktif maddelerinin özelliklerini ve niçin kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 3.4: Temizlik ürünleri

3.1.3. Etilen Oksit Üretim Prosesi İşlemleri

Etilen oksit prosesinde şu işlemler yapılır:

1. Etilen ve hava (veya oksijen), gümüş oksit içeren sıcak sıvı ile ısıtılır.
2. Karışım 250°C-300°C sıcaklık aralığında reaktöre verilir.
3. Reaktöre gümüş oksit katalizörü ilave edilir.
4. Reaksiyon sonucu açığa çıkan ısı, reaktör tüplerini saran soğutucu tarafından uzaklaştırılır.
5. Reaktör sıcaklığı kontrol edilir.
6. Yanma ve oksidasyon reaksiyonları oluşur.
7. Reaktörden çıkan gazlar soğutulur.
8. Etilen oksit, az miktarda karbondioksit, nitrojen ve aldehitler suda çözülür.
9. Oksijen bakımından zengin olan su, geri dönüşüme gönderilir.
10. Etilen oksit sıyırıcıya gönderilir ve hafif gazlardan arındırılır.
11. Etilen oksit distilasyon ile saflaştırılır.



ETİLEN OKSİT PROSESİ

1. ETKİNLİK

Amaç: Etilen oksit prosesi işlemlerini açıklamak.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına etilen oksit prosesinde kullanılan araçları yazınız. Prosese uygulanan işlemleri arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Etilen oksit prosesinde kullanılan araçlar nelerdir?

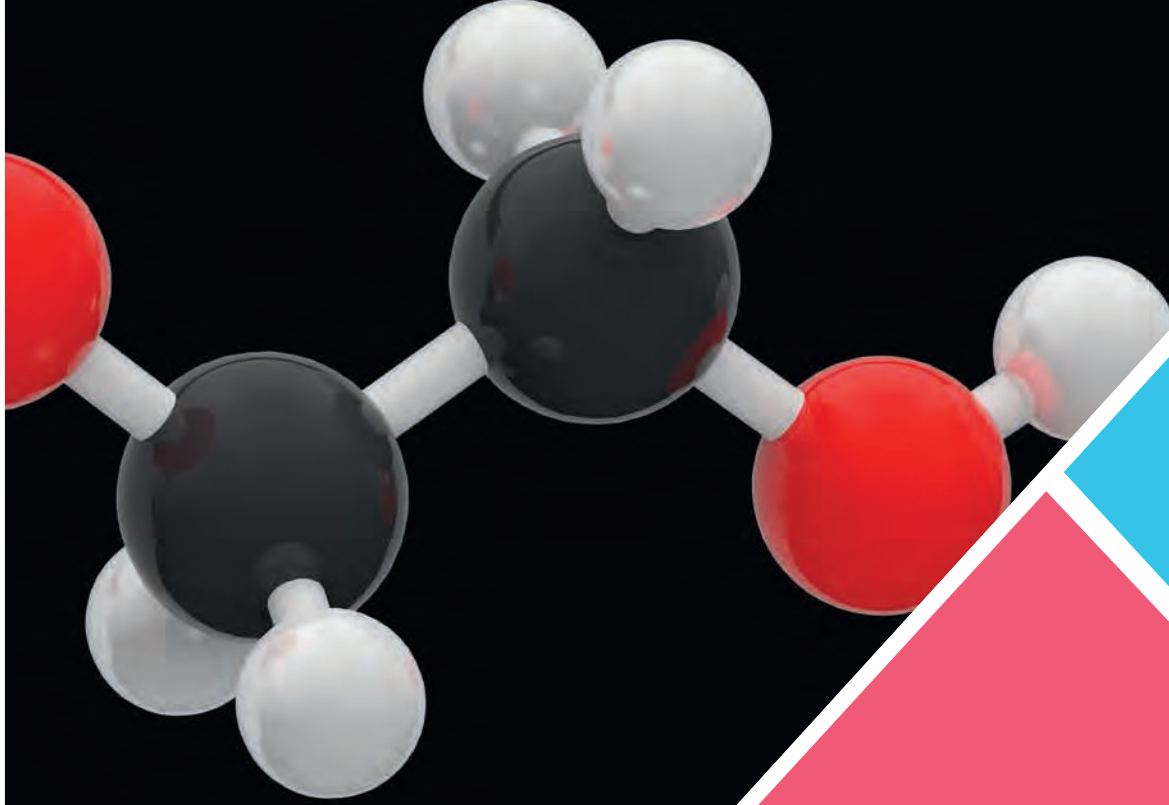


SIRA SİZDE

Aşağıda verilen tanımlarla kavramları eşleştiriniz.

Tanım	Kavram
() 1. C_2H_4O formülü ile gösterilen gazdır.	a) Anyonik
() 2. Deterjan ve sabunda köpük oluşturma özelliği olan maddelerdir.	b) Etilen oksit
() 3. Deterjanlarda kullanılan yüzey aktif maddelerdir.	c) Gümüş oksit
() 4. Etilen oksit prosesinde kullanılan katalizördür.	ç) Noniyonik
() 5. Etilen oksidin diğer adıdır.	d) Oksiran
	e) Yüzey aktif madde

ETİLEN GLİKOL ÜRETİM PROSESİ



Hazırlık Çalışması

Tıbbi malzemelerin dezenfeksiyonu için ne kullanılır?
Araştırınız ve yazınız.

2. BÖLÜM

3.2. ETİLEN GLİKOL ÜRETİM PROSESİ

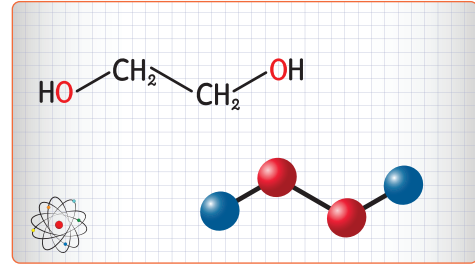
Etilen glikol kimya endüstrisinin en önemli ürünlerinden biridir. Diğer adı etandiol olan etilen glikol kimyasal bir bileşiktir. Sıvıların donmasını önleyen antifriz üretiminde kullanılır. Etilen glikol, mono etilen glikol ve dietilen glikol olarak iki şekilde elde edilir.

3.2.1. Mono Etilen Glikolün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Mono etilen glikol; berrak, yapışkan, kokusuz ve renksiz bir sıvıdır. $C_2H_6O_2$ formülü ile gösterilir (Görsel 3.5). Organik bileşikler, su, alkoller, ketonlar ve aldehitler ile karışabilir. Aseton, alkol ve metilen klorürde çok iyi çözünür. Yağ ve mineral yağlarda çözünmez. Birçok organik çözücü ve aromatik hidrokarbonlarda kolayca çözünür. Jelatin, fenol formaldehit reçine, alkid reçine ve boyar maddeler için ideal bir çözücüdür. Mono etilen glikolün fiziksel özellikleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Mono Etilen Glikolün Fiziksel Özellikleri

Renk	Renksiz
Koku	Kokusuz
Molekül Ağırlığı	62,07 g/mol
Donma Noktası	-13°C
Kaynama Noktası	198°C
Parlama Noktası	116°C
Yoğunluk	1,115 g/cm ³



Görsel 3.5: PET molekül yapısı

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Etilen glikol ilk olarak 1856 yılında Fransız kimyager Charles Adolphe Wurtz (Çars Adolf Vurtz) tarafından elde edilmiştir. Wurtz, 1859 yılında farklı bir yöntem kullanarak etilen oksidin hidrasyonu ile etilen glikol üretmiştir.

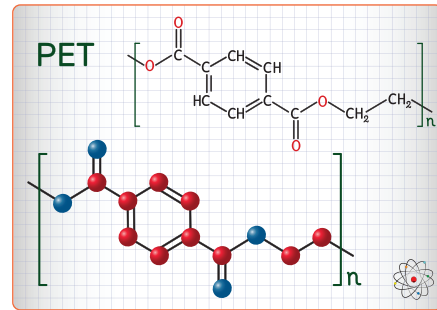
3.2.2. Mono Etilen Glikolün Kullanıldığı Yerler ve İnsan Sağlığına Etkileri

Mono etilen glikolün kullanım alanları şunlardır:

- Antifriz (Görsel 3.6) ve PET (PoliEtilenTereftalat) (Görsel 3.7) üretimi için ham madde olarak



Görsel 3.6: Antifriz



Görsel 3.7: PET molekül yapısı

- Sentetik reçineler, çözücüler, yağlayıcılar, yüzey aktif maddeler, yumuşatıcılar, nemlendiriciler ve patlayıcı maddelerin üretiminde
- Emülsiyon boyalarda ve sulu sistemlerde donmayı önleyici olarak
- Polyester, elyaf ve plastik malzemelerin üretiminde
- Kazein, jelatin, dekstrin, bazı fenol-formaldehit reçine, alkid reçineleri, fren sıvısı, selüloz boya, ester, eter, matbaa mürekkebi, yapıştırıcı karışımlar ve boyar maddeler için çözücü olarak
- Endüstriyel soğutma sistemlerinde
- Kayganlık ve uygulama kolaylığı sağlamak amacıyla.

Mono etilen glikol yutulursa insanlarda ağız ve üst sindirim sisteminde tahrişe neden olur. Tozu ve buharının solunması vücuda zarar verir. Mono etilen glikole uzun süre temas edildiğinde cilt ve gözde tahriş olduğundan bu bölgeler bol su ile yıkanmalıdır. Göze temas ettiğinde bol su ile yıkanmazsa gözde kalıcı hasarlar oluşturur.



BİLGİ KUTUSU

Üretilen mono etilen glikolün kütlece % 20'si antifriz üretiminde kullanılır. Mono etilen glikolün su ile % 60 oranındaki karışımı suyun donma noktasını -50°C 'ye kadar düşürür.



SIRA SİZDE

Aşağıda formülleri ve adları verilen kimyasal bileşiklerden doğru olanların başındaki kutuyu işaretleyiniz.

	FORMÜL	ADI
<input type="checkbox"/>	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_3$	Dietilen glikol
<input type="checkbox"/>	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	Etilen oksit
<input type="checkbox"/>	CH_3COOH	Metil alkol
<input type="checkbox"/>	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$	Mono etilen glikol
<input type="checkbox"/>	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Etil alkol
<input type="checkbox"/>	C_2H_4	Metan
<input type="checkbox"/>	H_2O_2	Hidrojen peroksit
<input type="checkbox"/>	H_2SO_4	Nitrik asit



1. Laboratuvar Çalışması



MONO ETİLEN GLİKOL-SU KARIŞIMININ DONMA NOKTASI

Amaç

Mono etilen glikol-su karışımının donma noktasını bulmak.

Araç Gereç

- Erlenmayer
- Termometre
- Beher
- 400 ml %99,8'lik mono etilen glikol
- 600 ml saf su

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beherin içine 400 ml % 99,8'lik mono etilen glikol dökünüz.
- Mono etilen glikolü erlenmayer içindeki 600 ml saf suya ilave ediniz.
- Termometre ile sıcaklığı ölçünüz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	400 ml mono etilen glikolü beher içine döktü.		
3	Mono etilen glikolü saf su ile karıştırdı.		
4	Termometre ile sıcaklık ölçümü yaptı.		
5	Çalışılan alanı temizledi.		

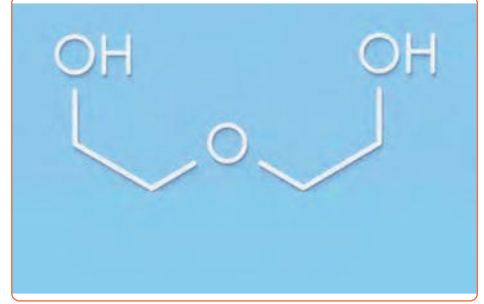
Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

3.2.3. Dietilen Glikolün Fiziksel Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler

Dietilen glikol $C_4H_{10}O_3$ formülü ile gösterilir (Görsel 3.8). Renksiz, kokusuz, nem çekici ve şurup kıvamında organik bir bileşiktir. Eter, etilen, glikol, etanol ve su ile karıştırılarak kullanılabilir. Toluen, karbon tetra klorür ve benzen ile karışmaz. Dietilen glikolün fiziksel özellikleri Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Dietilen Glikolün Fiziksel Özellikleri

Renk	Renksiz
Koku	Kokusuz
Molekül Ağırlığı	106,12 g/mol
Yoğunluk	1,118 g/cm ³
Kaynama Noktası	244,8°C
Donma Noktası	-10,45°C
Tutuşma Noktası	225°C



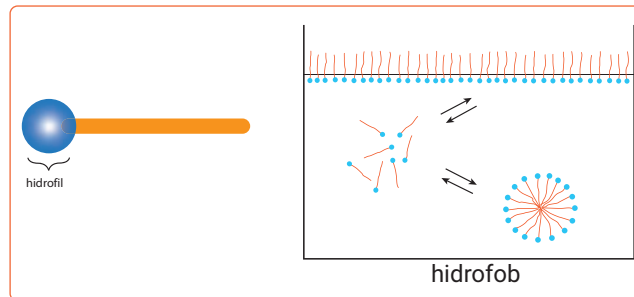
Görsel 3.8: Dietilen glikol

Dietilen glikolün kullanım alanları şunlardır:

- Plastikleştirici maddeler, poliüretan, doymamış polyester reçine, boya mürekkebi, tekstil boyalarında,
- Tutkal üretiminde inceltici olarak,
- Uçak gövdelerinin ve demir yollarının buzlanmaması için kullanılan kimyasallarda,
- Yüzey aktif madde üretiminde,
- Antifriz karışımlarda

3.2.4. Yüzey Aktif Maddelerin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri

Suda veya sulu bir çözeltilde yüzey gerilimini çoğunlukla azaltarak etkileyen kimyasal bileşiklere **yüzey aktif madde** denir. Sürfaktan olarak adlandırılan yüzey aktif maddeler yüzeyler arası gerilimi de etkiler. Bütün yüzey aktif maddeler sulu çözeltilerinde elektrolit özellik gösterir. Sulu çözeltilerinde yüzey aktif maddelerin derişimi artarsa sıvının yüzey gerilimi, basınç, elektrik iletkenliği ve bulanıklık gibi özelliklerde değişim olur. Yüzey aktif maddeler; kaydırıcı, antistatik ve mikrop öldürücü etkilere sahiptir. Yüzey aktif maddelerin hidrofил (suyu seven) ve hidrofob (suyu sevmeyen) olarak iki kısmı bulunur (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Yüzey aktif maddelerin kısımları

Hidrofil yüzey aktif maddeler kimyasal yapılarına göre anyonik, katyonik, noniyonik ve amfoterik olarak sınıflandırılır (Görsel 3.10).

Anyonik Yüzey Aktif Maddeler: Potasyum, sodyum ve amonyum gibi katyonları içeren maddelerdir. Bu katyonlar karboksilat, sülfonat, fosfat ve sülfat gibi negatif yüklü gruplarla molekülün polar grubunu oluşturur.

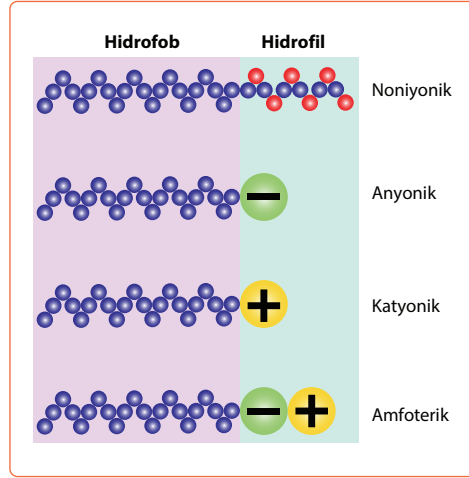
Katyonik Yüzey Aktif Maddeler: Bromür, klorür ve metasülfat iyonları içeren maddelerdir. Bu iyonlar azot bileşikleriyle molekülün polar grubunu oluşturur.

Noniyonik Yüzey Aktif Maddeler: Propilen oksit veya etilen oksit içeren maddelerdir.

Amfoterik Yüzey Aktif Maddeler: Ortamın koşullarına göre sulu çözeltide hem anyonik hem de katyonik yüzey aktif madde özelliği gösterir. Doğal sabunlar, lipitler ve betainler amfoterik yüzey aktif maddelere örnek olarak verilebilir.

Hidrofor yüzey aktif maddelerin temel amacı yüzey aktifliği sağlamaktır. Genel olarak 8-12 karbonlu moleküllerden oluşur. Kaprilat ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$) ve lineolat ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$) hidrofor yüzey aktif maddelere örnek olarak verilebilir.

Anyonik yüzey aktif madde olan lineer alkil benzen sülfonatlar petrolden, lineer alkil benzen sülfatlar ise hayvansal ve bitkisel yağlardan elde edilir. Hidrofor yüzey aktif maddeler petrolden veya doğal katı ve sıvı yağlardan üretilir.



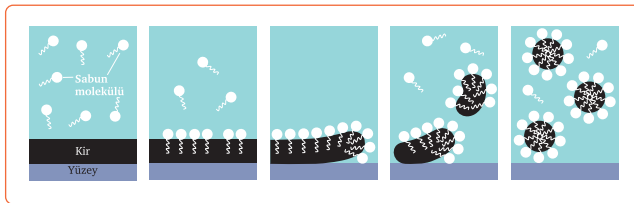
Görsel 3.10: Hidrofil yüzey aktif maddeler

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Yüzey aktif maddelerini 2500 yıl önce ilk defa Sümerler kullanmıştır. Zeytinyağını odun külü ile birlikte kaynatarak sabun özelliği gösteren madde elde etmişlerdir.

3.2.5. Yüzey Aktif Maddelerin Kullanıldığı Yerler

Yüzey aktif maddeler kullanım alanlarına göre temizleyici (Görsel 3.11), ıslatıcı, emülsiyon yapıcı, dolgu yapıcı, ağartıcı, düzgünleştirici, renk tonu verici, köpükleştirici ve dağıtıcılar olarak kullanılır. Yüzey aktif maddeleri; kişisel hijyen malzemeleri, deterjan, sabun, tekstil, deri, kağıt ve selüloz, metal işleme ve maden endüstrisinde, tarım, gıda, petrol, ilaç, tıp, boya ve kaplama sanayisinde kullanılır.

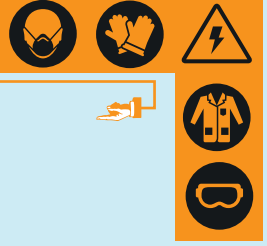


Görsel 3.11: Yüzey aktif maddelerin kırı yüzeyden uzaklaştırması



2. Laboratuvar Çalışması

YÜZEY GERİLİMİ



Amaç

Farklı iki sıvının molekülleri arasındaki yüzey gerilimi etkisini gözlemlemek.

Araç Gereç

- Süt
- Kürdan
- Üç renk gıda boyası
- Sıvı bulaşık deterjanı
- Damlalık
- Tahta çubuk
- Tabak

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Bir miktar sütü tabağın içine dökünüz.
- Farklı renklerdeki gıda boyasını damlalık ile sütün üzerine damlatınız.
- Tahta çubuğun ucunu önce bulaşık deterjanına, sonra süte batırınız.
- Gıda boyalarının deterjanın etkisi ile tabağın kenarlarına doğru hareketini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Farklı renklerdeki gıda boyasını tabağın içindeki sütün üzerine damlattı.		
3	Tahta çubuğun ucunu önce bulaşık deterjanına sonra süte batırdı.		
4	Sütün içindeki gıda boyalarının hareketini inceledi.		
5	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

3.2.6. Etilen Glikol Prosesi İşlemleri

Etilen glikol; antifriz, polyester, elyaf, tekstil ürünleri, pet şişe ürünlerin üretiminde kullanılır. Etilen glikol ünitesinde direkt oksidasyon prosesi kullanılır. Etilen glikol prosesi işlem basamakları şu şekildedir:

1. Reaktöre etilen, metan, oksijen ve VCM (vinilklorürmonomer) ilave edilir.
2. Reaktör içine katalizör eklenir.
3. Reaktörde uygun sıcaklık ve basınç uygulanır.
4. Etilen oksit ve az miktarda karbondioksit ile su oluşur.
5. Etilen oksit sıyrıcıya gönderilerek zenginleştirilir.
6. Etilen oksit glikol reaktörüne gönderilir. Reaktöre katalizör eklenmezse mono etilen glikol elde edilir.
7. Reaktördeki sıcaklık ve basınç kontrol edilir.
8. Mono etilen glikolün etilen oksit ile reaksiyona girmesiyle etilen glikol elde edilir.
9. Ürünler tanklarda depolanır.



SIRA SİZDE

Aşağıda yer alan yüzey aktif maddelere üçer tane örnek yazınız.

ANYONİK	1.
	2.
	3.
KATYONİK	1.
	2.
	3.
NONİYONİK	1.
	2.
	3.
AMFOTERİK	1.
	2.
	3.



3. Laboratuvar Çalışması

KÖPÜREN SABUN



Amaç

Hızlı köpüren sabun yapmak.

Araç Gereç

- Beher
- Hidrojen peroksit
- Potasyum iyodür
- Sıvı sabun
- Gıda boyası
- Spatül

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Beher içine 100' er ml hidrojen peroksit ve sıvı sabun dökünüz.
- Az miktar gıda boyasını spatül ile beherin içine koyunuz.
- Beherdeki maddeleri karıştırınız.
- Karışıma 3-4 damla potasyum iyodür dökünüz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Beher içine hidrojen peroksit ve sıvı sabun döktü.		
3	Spatül kullanarak az miktar gıda boyasını karışıma ekledi.		
4	Karışımın içine potasyum iyodür döktü.		
5	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

ETANOL ÜRETİM PROSESİ

Hazırlık Çalışması

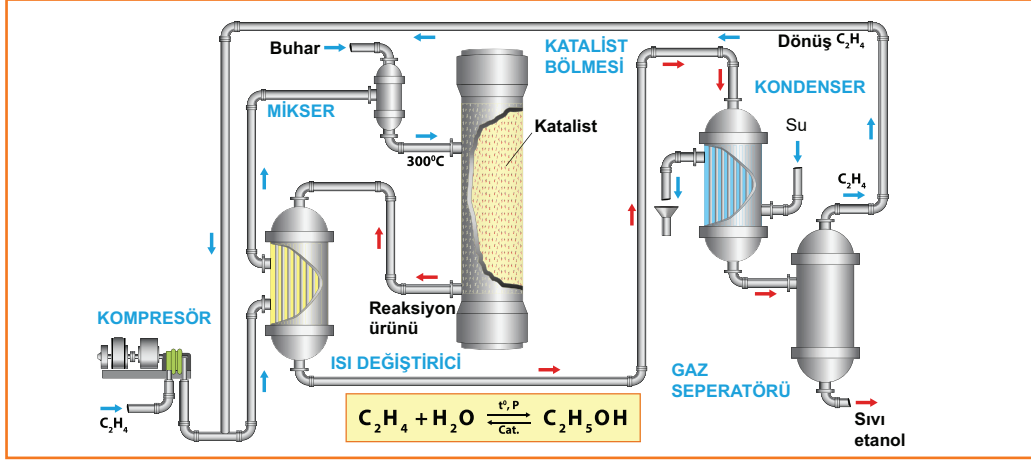
Kolonya ve dezenfektan yapımında ham madde olarak ne kullanıldığını arkadaşlarınızla tartışınız.

3. BÖLÜM

3.3. ETANOL ÜRETİM PROSESİ

Etanol (etil alkol), renksiz, uçucu, hafif kokulu ve yanıcı bir sıvıdır. C_2H_5OH formülü ile gösterilir. Etanolün donma noktası düşüktür. Bu nedenle termometrelerde ve araçlardaki antifrizin içinde kullanılır. Ayrıca etil alkol; sağlık alanında antiseptik olarak, ıslak mendillerde, el temizleyici jellerde, dezanfektanlarda ve kolonya yapımında kullanılır.

Endüstride kullanılan etanol, petrol ürünlerinden etilenin sülfürik asit ile katalitik hidrasyonundan (küçük molekülü alkollerin üretilmesi yöntemi) elde edilir (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: Etanol üretim prosesi

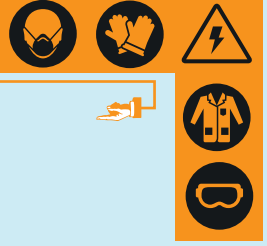
Etanol üretim prosesinde şu işlemler yapılır:

1. Etilen ve su, ısı değiştiricide ısıtılır.
2. Isınan karışım reaktöre gönderilir ve reaktördeki basıncın 70 bar düzeyinde kalması sağlanır.
3. Katalizör aktivasyonu ve miktarı kontrol edilir.
4. Reaktörden çıkan etanol ısı değiştiriciden geçerek soğutulur.
5. Etanol yıkayıcıda su ile yıkanır.
6. Temizlenen etanol kompresörle geri döndürülür.
7. Kondensat ve yıkayıcı akımı püskürterek ayrılan gaz sentez kısmına döndürülür.
8. Seyreltik ham etanol saflaştırma ünitesine gönderilir.
9. Saflaştırma ünitesinde suyla ekstraktif (etken maddenin ayrıştırılarak özünü elde etme) distilasyon işlemleri gerçekleştirilir.
10. Distilasyon sonucu safsızlıklarından arınan etanol, içindeki suyun tamamen ayrılması için art arda iki kolondan geçirilir.
11. Üretilen etanol ilgili üniteye veya depolama tankına gönderilir.
12. Fazla su, tuz gidermeden geçirilir ve proses suyu olarak kullanılır.
13. Proses boyunca basınç ve sıcaklık kontrol edilerek gerekli ayarlamalar yapılır.



4. Laboratuvar Çalışması

DEZENFEKTAN YAPIMI



Amaç

Etil alkol kullanarak dezenfektan yapmak.

Araç Gereç

- %96'lık etil alkol
- %3'lük hidrojen peroksit (oksijenli su)
- Gliserin
- Saf su
- Lavanta yağı
- 500 ml'lik pet şişe
- Huni
- Sprey şişe
- Dereceli silindir

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- 100 ml bardağı etil alkolü huni ile pet şişenin içine dökünüz.
- Şişenin içine 25 ml hidrojen peroksit, 10 ml gliserin, 25 ml saf su ve birkaç damla lavanta yağı ekleyiniz.
- Pet şişenin kapağını kapatınız ve şişeyi yavaşça karıştırınız.
- Karışımı spreysel şişeye aktarınız.
- Şişeyi 72 saat serin yerde bekletiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	100 ml etil alkolü pet şişe içine döktü.		
3	Pet şişe içine istenilen miktarlarda hidrojen peroksit, gliserin, saf su ve lavanta yağı ekledi.		
4	Pet şişeyi yavaşça karıştırdı.		
5	Karışımı spreysel şişeye aktardı.		
6	Şişeyi 72 saat bekletti.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Etilen oksit gıdalar hariç her şeyin sterilizasyonunda kullanılır.
2. (.....) Deterjanlarda noniyonik yüzey aktif maddeler kullanılır.
3. (.....) Metanol, kolonya yapımında kullanılır.
4. (.....) Mono etilen glikol antifriz üretiminde kullanılan ham maddedir.
5. (.....) Yüzey aktif maddelerin diğer adı sürfaktandır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

anyonik	dietilen glikol	etilen oksit	gümüş oksit
hidrofil	hidrofob	sülfürik asit	yanıcı

6. Etilen oksit prosesinde katalizörü kullanılır.
7. Etilen oksit ve etanol kimyasal maddelerdir.
8. Yüzey aktif maddeler veolarak iki kısma ayrılır.
9. Mono etilen glikolün ile reaksiyona girmesiyle elde edilir.
10. Endüstride kullanılan etanol, etilenin ile katalitik hidrasyonundan elde edilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Etilen proseslerinde etilen oksit, etilen glikol ve etanol gibi kimyasal ürünler elde edilir. Bu ürünlerin günlük yaşamda nerelerde kullanıldığını ve insan sağlığı açısından nelere dikkat edilmesi gerektiğini yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Yüzey aktif maddeler hidrofil ve hidrofob olarak iki kısma ayrılır. Hidrofil kısımlar da kimyasal yapılarına göre sınıflandırılır.

Bu açıklamaya göre aşağıdakilerden hangisi hidrofil yüzey aktif maddelerden biri değildir?

- A) Amfoterik
- B) Antistatik
- C) Anyonik
- D) Katyonik
- E) Noniyonik

13. Etilen glikol kimya endüstrisinin en önemli ürünlerinden biridir. Mono etilen glikol ve dietilen glikol olarak iki şekilde elde edilir. Dietilen glikol endüstride pek çok yerde kullanılır.

Bu açıklamaya göre aşağıdakilerden hangisi dietilen glikolün kullanıldığı üretim yerlerinden biri değildir?

- A) Antifriz
- B) Boya mürekkebi
- C) Polietilen tereftalat
- D) Tutkal
- E) Yüzey aktif madde

14. I. Yüzey aktif maddeler köpük oluşturma özelliğine sahiptir.
II. Noniyonik yüzey aktif maddeler deterjan, şampuan ve sabun üretiminde kullanılır.
III. Amfoterik yüzey aktif maddeler anyonik özellik gösterir.

Yukarıda yüzey aktif maddeler ile ilgili verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) I, II ve III

15. Aşağıdakilerden hangisi etanol üretim prosesinde kullanılan araçlardan biri değildir?

- A) Akümülatör
- B) Kompresör
- C) Kondenser
- D) Reaktör
- E) Seperatör

22D001

4. ÖĞRENME BİRİMİ

İle No:03479
Nos. 22D001



KLOR VE KOSTİK PROSESLERİ



KONULAR

- 4.1. SALAMURA YAPMA
- 4.2. SALAMURAYI SAFLAŞTIRMA
- 4.3. ELEKTROLİZ YÖNTEMİYLE KLOR, KOSTİK VE HİDROJEN ÜRETİM PROSESLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Amalgam | <input type="checkbox"/> Flokülasyon | <input type="checkbox"/> Membran hücreli |
| <input type="checkbox"/> Anot | <input type="checkbox"/> Katot | <input type="checkbox"/> Elektroliz |
| <input type="checkbox"/> Cıva hücreli elektroliz | <input type="checkbox"/> Kimyasal çöktürme | <input type="checkbox"/> Patlama limiti |
| <input type="checkbox"/> Diyafram hücreli Elektroliz | <input type="checkbox"/> Koagülasyon | <input type="checkbox"/> Salamura |
| | <input type="checkbox"/> Konveyör bandı | |
| | <input type="checkbox"/> Kostik | |

SALAMURA YAPMA

SWL 2270KG

Hazırlık Çalışması

Salamura deyince aklınıza ne geliyor? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. BÖLÜM

4. KLOR VE KOSTİK PROSELERİ

Klor ve kostik proseslerinde tuzlu sudan elektroliz yoluyla klor, hidrojen ve sodyum hidroksit elde edilir. Ayrıca bu ürünlerin ikincil reaksiyon adımlarında hidrojen klorür, sodyum ve potasyum tuzları elde edilir. Klor, hidrojen ve sodyum hidroksit sanayide kullanılan önemli ürünlerdir.

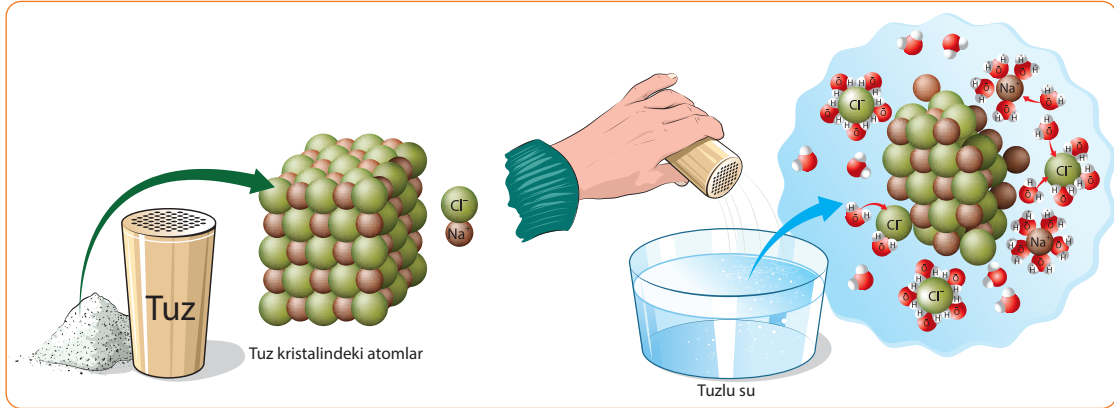
4.1. SALAMURA YAPMA

Salamura, su ve tuz karıştırılarak elde edilir. Bu işlem aşamalardan oluşur. İlk aşama çözünme, karıştırma ve saflaştırma; ikinci aşama berraklaştırma, süzme, pH ayarlama ve depolama ile son bulur.

Kaya tuzu veya deniz tuzu çözünen olarak kullanılır. Salamuranın yoğunluğu; tuz miktarına, sıcaklığa ve karıştırma süresine bağlıdır. Çözelti belli bir dengeye gelmesi için bir süre bekletilir. Tuz konsantrasyonu ağırlıkça %25 civarındadır.

Salamura üretimi için değişik ham madde kullanan tesisler vardır.

- Ham madde olarak sodyum klorür (NaCl) çözeltisi kullanılırsa (Görsel 4.1) sodyum hidroksit (sud kostik- NaOH) elde edilir.
- Ham madde olarak potasyum klorür (KCl) çözeltisi kullanılırsa potasyum hidroksit (KOH) elde edilir.
- Ham madde olarak sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile çalışan prosesler de vardır. Bu proses sodyum karbonat (soda- Na_2CO_3) mineralinin bol ve ucuz olduğu ülkelerde uygulanır. Çözeltisinden sodyum bikarbonat (NaHCO_3) ve sodyum hidroksit (NaOH) elde edilir.



Görsel 4.1: Su ve tuzun kimyasal reaksiyonu

4.1.1. Tuz Çeşitleri ve Tuz Yıkama Prosesleri

Tuz, bir asit ile bir bazın tepkimeye girmesiyle oluşan maddeye denir. Elektrikçe nötral olan tuzlar katıdır ve 4 gruba ayrılır:

- Kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan meydana gelen nötral tuzlar: NaCl , KNO_3 , KCl
- Zayıf asitle kuvvetli bazdan meydana gelen bazik tuzlar: NaCH_3COO , K_2CO_3

- Kuvvetli asitle zayıf bazdan meydana gelen asidik tuzlar: NH_4Cl , NH_4NO_3
- Zayıf asitle zayıf bazdan meydana gelen tuzlar: $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$, NH_4F

Ham tuz, suda çözünmez safsızlıklar içerir. Kalsiyum, magnezyum ve baryum gibi çözünmeyen bu maddeleri gidermek için tuz yıkama işleminin yapılması gerekir.

Tuz yıkama prosesinde şu işlemler yapılır:

- Gemi ve kamyonlarla açık tuz sahasına ham tuz getirilir.
- Ham tuz, tuz vinçleri ve konveyör bantları vasıtasıyla yıkama sahasına taşınır.
- Yıkama ünitesinde en az kayıpla ham tuz yıkanır.
- Yıkanmış tuz depolanır.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Tuzun içindeki çözünmeyen maddeler safsızlık olarak adlandırılır. Bu safsızlıklar giderilmezse elektroliz sistemine zarar verir. Hücre performansı düşer, anot ve katot üzerindeki kaplama olumsuz etkilenir.

4.1.2. Tuzun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Tuz Yıkama Prosesleri

Tuzun (NaCl) fiziksel ve kimyasal özellikleri şunlardır.

- Formül Ağırlığı: 58,44 g/mol
- Fiziksel Görünüşü: Kokusuz, beyaz, toz hâlinde
- Tane Büyüklüğü: 5 mm
- Erime Noktası: 801°C
- Suda Çözünürlük: 35,9 g/ 100 ml, 25°C
- Yanıcılık: Yok
- Nem: %15

Dünya genelinde ham tuzun üretimi için belli başlı üç yöntem vardır.

1. Doğal buharlaştırma yöntemi en yaygın olan yöntemdir. Bu yöntem çoğunlukla kurak ve sıcak bölgelerde uygulanır. Deniz tuzu, göl tuzu ve kaynak tuzu doğal olarak buharlaştırılarak elde edilir. Buharlandırmadan sonra oluşan tuz kristalleri kazıma makineleri ile kazınır ve alınır.
2. Yer kabuğunda bulunan tuz yataklarının kömür üretiminde uygulanan yöntemle çıkarılmasıdır. Yer altına galeriler açılır, gerekirse patlatma yöntemi kullanılarak kaya tuzu çıkarılır.
3. Yer kabuğunda bulunan tuz yataklarının çözelti madenciliği ile işletilmesidir. Bu yöntemde tuz kütlesinin üzerine sondajla su basılır. Tuza doymun bir çözelti oluşturulur. Bu çözelti pompalarla yeryüzüne çekilir ve suyu buharlaştırılarak tuz elde edilir.

Ham tuz birçok mineral ve toz içerir. Tuzun kullanılabilir hâle gelmesi için bu safsızlıklardan arındırılması gerekir. Bunun için değişik yıkama proseslerinden faydalanılır.

Rafinasyon tesisi kullanılmış ise yüksek saf-
lıkta tuz elde edilir (Görsel 4.2). Tuzun tanecik
boyut dağılımı dar, kristal boyutları homojen-
dir ve tek renkte ürün oluşur. Bu tesisin yatırım
maliyeti yüksek ve enerji tüketimi de fazladır.

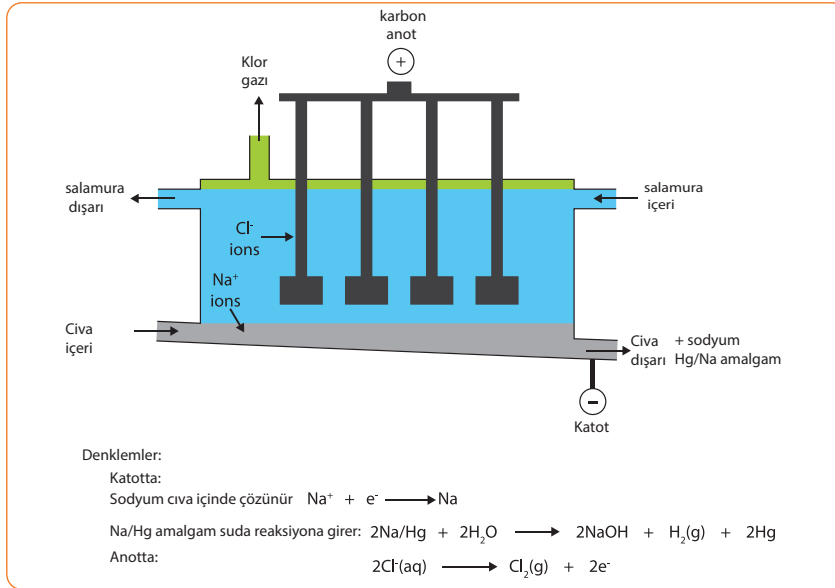
Tuz yıkama ve iyileştirme tesisinde üretilen
tuzun saflık değeri daha düşüktür. Kristal bo-
yutundaki homojenlik, tanecik boyut dağılımı
ve renk özellikleri daha kısıtlıdır. Diğer yandan
basit bir prostedir. Yatırım maliyeti düşük ve
enerji tüketimi de azdır.

4.1.3. Salamura Prosesleri

Salamura, elektrokimyasal prosesler ve kim-
yasal prosesler olmak üzere iki yöntemle elde
edilir. Dünya genelinde elektrokimyasal pro-
sesler çok yaygın uygulanır. Kimyasal proseslerde ise aşındırıcı kimyasallarla çalışmak zor
olduğundan pek fazla kullanılmaz.

Elektrokimyasal prosesler için üç değişik teknoloji kullanılmaktadır. Bu teknolojilerdeki farklı-
lık anot ve katot akımlarının birbirine karışmasını engelleme yöntemidir. Elektrokimyasal pro-
sesler şunlardır:

- Cıva hücreli elektroliz prosesi (Görsel 4.3)

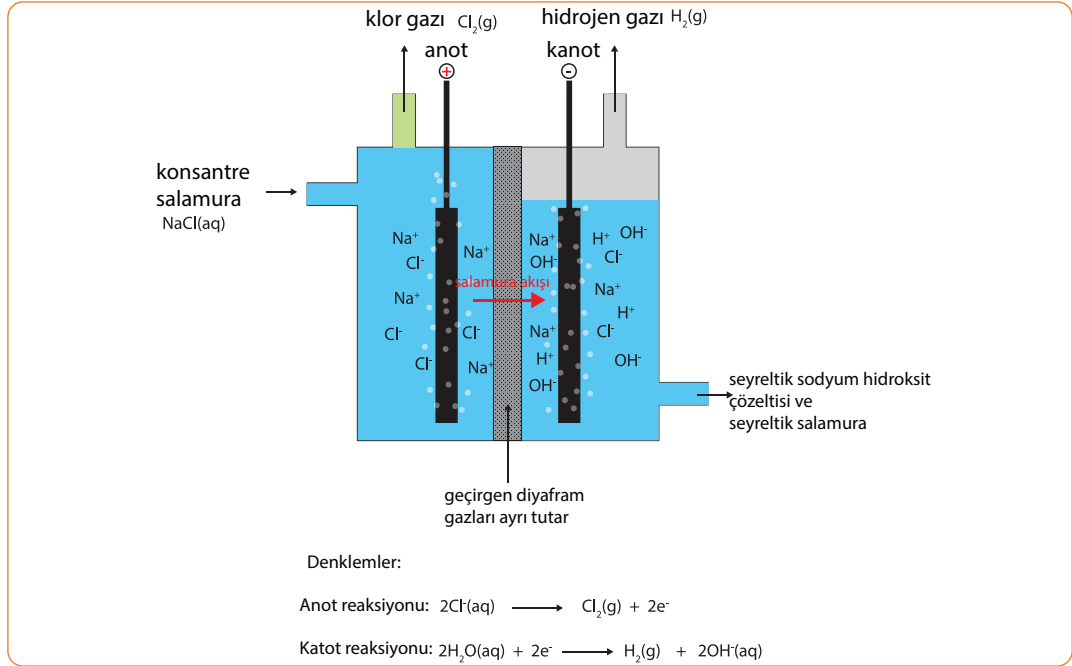


Görsel 4.3: Cıva hücresinde endüstriyel sodyum hidroksit üretimi



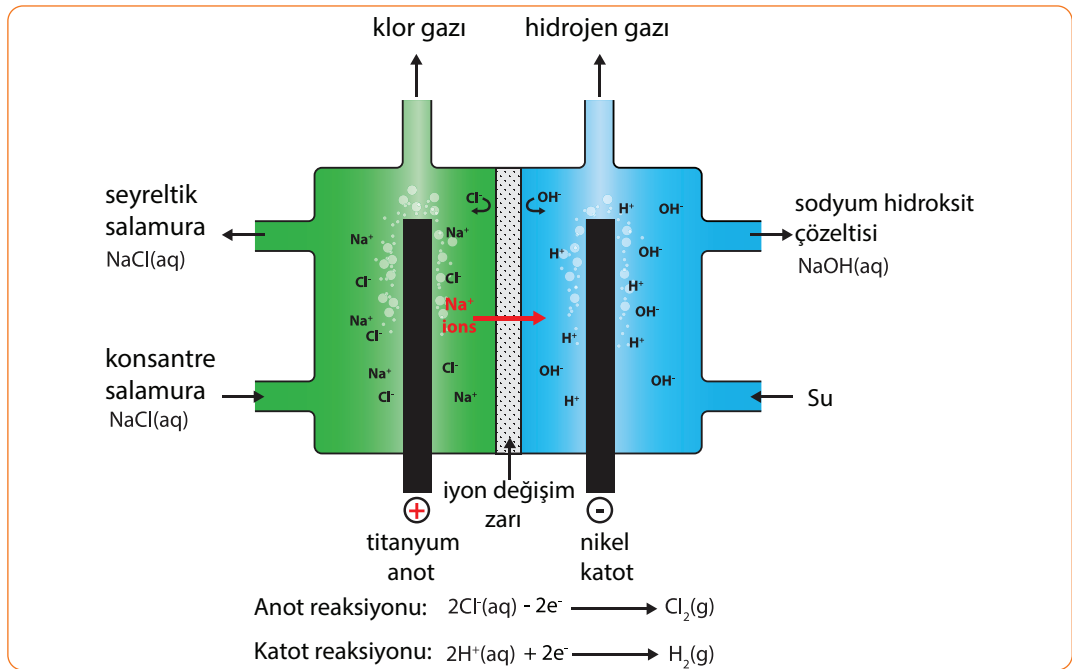
Görsel 4.2: Tuz rafineri tesisinde koveyör bandı

□ Diyafram hücreli elektroliz prosesi (Görsel 4.4)



Görsel 4.4: Diyafram hücreinde endüstriyel klor üretimi

□ Membran hücreli elektroliz prosesi (Görsel 4.5)



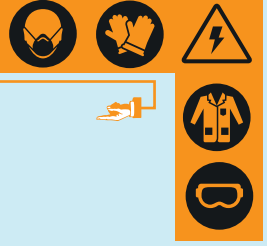
Görsel 4.5: Membran hücrede klor ve sodyum hidroksit üretimi

Klor ve kostik üretimi için kurulan yeni tesislerde en çok membran hücreli sistemler tercih edilir. Cıva hücre tekniğine sahip tesis kurulumu çevresel endişeler yüzünden tercih edilmemektedir.



1. Laboratuvar Çalışması

SALAMURA YAPMA



Amaç

Salamura yapmak.

Araç Gereç

- Kaya tuzu
- Su
- Beher (2 adet)
- Süzgeç kâğıdı
- Cam huni
- Spatula

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Bir miktar kaya tuzunu behere koyunuz.
- Üzerine su ekleyiniz.
- Elde ettiğiniz karışımı iyice karıştırınız.
- Süzgeç kâğıdını huninin içine yerleştiriniz ve diğer beherin içine koyunuz.
- Hazırladığınız salamurayı yavaş yavaş süzgeç kâğıdına dökünüz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Kaya tuzunu behere koydu.		
3	Su ekledi.		
4	Eklediği suyu karıştırdı.		
5	Süzgeç kâğıdını huniye yerleştirdi.		
6	Huniyi behere koydu.		
7	Salamurayı süzgeç kâğıdına döktü.		
8	Elde edilen safsızlıkları gözlemledi.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

SALAMURAYI SAFLAŞTIRMA

2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Yemek tuzu ile bulaşık makinesi tuzu aynı mıdır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.2. SALAMURAYI SAFLAŞTIRMA

Su ve tuz karışımı ile hazırlanan çözeltinin kullanılabilir hâle gelmesi için saflaştırılması gerekir. Salamurayı saflaştırmanın amacı elektroliz hücrelerine zarar vermeyen çözelti hazırlamaktır. Hazırlanan salamura iki aşamalı şu saflaştırma işleminden geçirilir.

1. **Aşama:** Sodyum karbonat (Na_2CO_3) ilave etmek.
2. **Aşama:** Sodyum hipoklorit (NaOCl) ilave etmek.

Saflaştırma işlemleri sırasında Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Al^{+3} , SO_4^{-2} iyonları ve demir, titanyum, molibden, nikel, krom, vanadyum, tungsten metalleri uzaklaştırılır. Dibe çöken bileşikler salamura çamurunu oluşturur. Bu çamur sedimentasyon ve filtrasyon ile ayrılır ve yıkanır. Çamur içindeki sodyum klorür sisteme geri kazandırılır, geriye kalan kısım ise atılır.

4.2.1. Salamura Prosesi, Kimyasal Çöktürme Prosesi ve Kullanılan Kimyasalların Özellikleri

Salamura prosesinde kullanılan cıva hücre prosesi, diyafram hücre prosesi ve membran hücre prosesi teknolojilerinde amaç aynıdır. Anotta klor ve katotta hidrojen gazı çıkarmaktır. Farklılık ise iki elektrot arasındaki akımın birbirine karışmasını engelleme yöntemidir.

Cıva Hücre Prosesinin Özellikleri: Hücrenin içinde anot ve katot seri bağlanır. Üst kısma anotlar dizilir, alt kısma ise katot yerleştirilir. Tuzlu su üstte anot ve altta katot arasından akarken elektroliz gerçekleşir. Cl^- anyonları anoda giderek Cl_2 gazı oluşturur. Na^+ ise katoda geçer ve metalik sodyum meydana gelir. Anotta biriken Cl_2 gazı temizlenmeye gönderilir.

Katot cıvadan yapıldığı için sodyum ile amalgam (Na-Hg) oluşturur. Amalgam parçalayıcı üniteye gider ve sodyum cıvadan ayrılır. Burada NaOH ve H_2 gazı oluşur. Serbest kalan cıva ise hücreye geri verilir.

Diyafram Hücre Prosesinin Özellikleri: Hücrenin tabanına metal anot ve katot yerleştirilir. Hücrenin ortasında diyafram bulunur. Ayrıca çok sayıda anot ve katot çifti dikey ve birbirine paralel olarak hücrenin içine konur. Anot tarafında akan salamura diyaframı geçerek katoda ulaşır. Klor gazı anotta birikirken katotta ise hidrojen ve kostik soda birlikte bulunur. Diyaframdan sıvı geçebilir ama klor gazı ve hidroksil iyonları geçişi olmaz.

Membran Hücre Prosesinin Özellikleri: Hücrede anot ve katot bölgesi iyon ileten bir membranla birbirinden ayrılmıştır. Membran iyonları geçirir fakat suyu geçirmeyen özelliktedir. Salamura anot tarafında hücreye verilir.

Klor iyonları klor gazına dönüşerek anotta toplanır. Sodyum iyonları membranı geçerek katoda yönelir ve burada sodyum hidroksidi oluşturur.

Suda çözünmüş ya da askıda olan maddelerin fiziksel hâlini değiştirerek çökelmelerini sağlamak için uygulanan arıtma işlemine **kimyasal çöktürme** denir. Bunun için suya kimyasal madde ilave edilir ve karıştırılır. Çöktürülmek istenen maddeler çökeleğe geçer ve atık sudan ayrılır. Çöktürme için birçok kimyasal madde kullanılır. Suyun temizlenmesi, kullanılan kimyasal maddenin miktarına bağlıdır. Ayrıca proses iyi kontrol edilmelidir.

Kimyasal çöktürme ile berrak atık su elde edilir. Atık suya ilave edilen kimyasal maddeler ortamda bulunan maddelerle reaksiyona girer. Kullanılan kimyasallar şunlardır:

- Alüm
- Kireç
- FeSO₄ ve kireç
- FeCl₃ ve kireç
- Fe₂(SO₄)₃ ve kireç

Alüm atık sulara ilave edildiğinde şu reaksiyon oluşur:



Alüminyum hidroksit çözünmediği için jelatinimsi bir yapı oluşur ve atık su ile birlikte çöker. Eğer suda daha az bikarbonat alkalinitesi varsa bundan tekrar ilave edilmelidir. Bunun için gerektiğinde kireç kullanılır.

4.2.2. Kimyasal İlave Sistemleri

Kimyasal ilave sistemleri şunlardır:

Koagülasyon (Pıhtılaştırma): Kolloid maddelerin çöktürülerek sudan uzaklaştırıldığı bir sistemdir. Kolloid maddelerin ve askıda olan küçük taneciklerin çökmesini kolaylaştırmak için suya ilave edilen kimyasal maddelere **koagülant (pıhtılaştırıcı)** denir. Koagülasyonda, pıhtılaştırıcılar atık suya ilave edilerek suyun içindeki koloidal ve askıdaki katı maddelerle birleşir. Böylece flok oluşturmaya hazır hâle getirilmiş olur.

Flokülasyon (Yumaklaştırma): Atık su yavaş ve uygun şekilde karıştırılır. Küçük taneler ve pıhtılar büyür ve birleşerek yumaklaşır. Bu işleme **flokülasyon** denir.

Ağır Metal Giderimi: Krom, cıva, nikel, bakır, kalay, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metallerin sudan uzaklaştırılması için uygulanan yöntemler şunlardır:

- Kimyasal çöktürme
- Kimyasal pıhtılaştırma ve yumaklaştırma
- İyon değiştirme
- Membran filtrasyon
- Ultrafiltrasyon
- Nanofiltrasyon
- Ters osmoz
- Adsorbsiyon
- Elektrodializ

4.2.3. Kum Filtrasyon Prosesi

Bir akışkanın katı parçacıklar içinden geçirilerek kirliliğinin giderilmesi işlemine **filtrasyon** (filtrelemek) denir. Filtreler malzemesine göre kum, ince çakıl, perlit, parçalanmış antrasit ve aktif karbon şeklinde sınıflandırılır. Kum filtreleri (Görsel 4.6), istenilen boyutta bulunabilmesi ve ekonomik olması nedeniyle daha çok tercih edilir.

Kum filtrasyon prosesinde, çöktürme havuzunda çökelmeyen, askıda kalan katı maddeler süzülerek sudan ayrılır. Akışkan, kıvrımlı bir yol boyunca gözenekli kum içinden akar. Partiküller ise kum tanelerine yaklaşır. Partiküllü katıların yakalanabilmesi için kum yatağına akan atık suya ön arıtma işlemi yapılmalıdır. Kum filtrasyon prosesinde; sıvı, filtre odasına üstten girer ve kum filtre ortamından akar. Atık sıvı ise alt kısımdaki drenaj sisteminden akar.

Büyük tesislerde sıvıyı filtreye eşit olarak dağıtmak için uygulanan bir sistem vardır. Ayrıca hava akışını kontrol eden dağıtım sistemi bulunur. Kum tabakasının üst kısmında küçük taneler, alt kısmında büyük taneler vardır. Zamanla kirlenen filtreler geri yıkama yapılarak temizlenmelidir. Filtrasyonda kullanılan filtreler hızlarına göre yavaş ve hızlı filtreler olarak iki kısma ayrılır. Endüstriyel uygulamalarda basınçlı hızlı kum filtreleri (Görsel 4.7), içme suyu arıtımında ise yavaş kum filtreleri kullanılır.



Görsel 4.6: Kum filtreleri



Görsel 4.7: Basınçlı büyük kum filtre tankı

4.2.4. Precoat Filtrasyon Prosesi ile İyon Değiştirici Filtrasyon Prosesi

Precoat (pricot) filtrasyon prosesi, üretim sürecinde kullanılan kirlenmiş sıvıların temizlenerek tekrar kullanıma hazır hâle getirilmesi amacıyla kullanılır.

İyon değiştirici filtrasyon prosesinde suda bulunan sertlik yapıcı Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları reçine kolonları sayesinde bertaraf edilir. Bunun için su, reçine dolu kolonlardan geçirilirken bu iyonlar reçine üzerinde tutulur. Reçinenin iyon değiştirme kapasitesi tükendiği zaman reçine rejenere edilir. Rejenerasyon için kolonlardan gerektiği kadar tuz çözeltisi geçirilir ve ardından kolonlar yumuşak su ile yıkanır. Proseste atık tuz çözeltisi, atık yıkama suları ve atık reçine olmak üzere çeşitli atıklar oluşur.

ELEKTROLİZ YÖNTEMİYLE KLOR, KOSTİK VE HİDROJEN ÜRETİMİ PROSESLERİ

Hazırlık Çalışması

Tuz molekülü iyonlarına ayrılır mı? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. BÖLÜM

4.3. ELEKTROLİZ YÖNTEMİYLE KLOR, KOSTİK VE HİDROJEN ÜRETİMİ PROSELERİ

Klor ve kostik proseslerinin temeli elektroliz yöntemine dayanır. Elektroliz yöntemi ile salamura klor, kostik (sodyum hidroksit) ve hidrojen elde edilir.

4.3.1. Elektroliz Prosesi

Bir sıvı içinde çözülmüş kimyasal bileşiklerin, elektrik akımı yardımıyla ayrıştırılmasına **elektroliz** denir. Klor ve kostik prosesinde elektroliz işlemi değişik teknolojilerle yapılır. Bu teknolojiler; cıva hücre prosesi, diyafram hücre prosesi ve membran hücre prosesidir. Bu teknolojilerin ortak yanı salamuraya iki elektrot daldırılmasıdır. Elektrotlara doğru akım verildiğinde iyonlar anot ve katoda doğru hareket eder. Her üç teknoloji de anottan klor gazı ve katottan hidrojen gazı çıkar. Üç teknoloji arasındaki farklılık ise reaksiyon ürünlerinin birbirine karışmasını engelleme şeklindedir.

Elektrotlara doğru akım verildiğinde salamura iyonlara ayrışır. Sodyum iyonları katoda (negatif elektroda) doğru, klor iyonları ise anoda (pozitif elektroda) doğru gider. Böylece katotta hidrojen gazı ve anotta klor gazı elde edilir.

4.3.2. Anot ve Katot Özellikleri

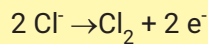
Elektroliz tepkimelerinde anot artı uçta, katot eksi uçta olur. Proseste kullanılan anot ve katot, hücrelerin içine değişik şekillerde yerleştirilir. Elektroliz prosesi teknolojilerinde kullanılan anot ve katodun yapıldığı maddelerin özellikleri şöyledir (Tablo 4.1):

Tablo 4.1: Anot ve katodun yapıldığı maddeler

	Anot	Katot
Cıva hücre prosesi	Ti üzerinde RuO ₂ veya TiO ₂ kaplama	Cıva
Diyafram hücre prosesi	Ti üzerinde RuO ₂ + TiO ₂ + SnO ₂ kaplama	Çelik (aktif Ni kaplı çelik)
Membran hücre prosesi	Ti üzerinde RuO ₂ + TiO ₂ + IrO ₂ kaplama	Kaplanmış Ni

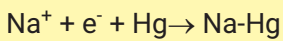
Anot ve katotta meydana gelen reaksiyon denklemleri şu şekildedir:

Anot reaksiyonları: Üç proseste de aynı reaksiyon gerçekleşir.

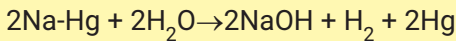


Katot reaksiyonları:

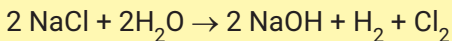
- Cıva hücreli proseste



Amalgam oluşur ve ardından amalgam parçalayıcıda aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir.



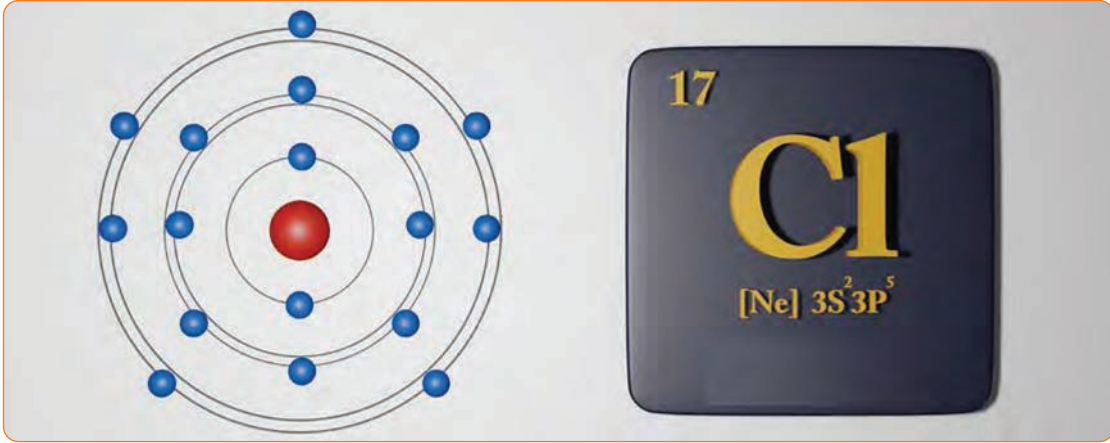
- Diyafram ve membran hücreli proseste



4.3.3. Membran, Klor ve Kostiğin Özellikleri

Membranın Özellikleri: En gelişmiş elektroliz prosesi membran hücreli elektrolize dayanan prosedir. Bir membran hücrede anot ve katot arasına iyon ileten bir membran konur. Bu membran iyon değiştirme özelliğine sahiptir. Membran su geçirmez ama iyonları seçerek geçirir. Çift tabakalı olan membran perfluoro-karboksilik asit ve perfluorosülfonik asit bazlı filmlerin sıkıştırılmasıyla elde edilir. Sodyum iyonları anot bölgesinden katot bölgesine geçer. Fakat klorür iyonları ve hidroksil iyonları membrandan diğer tarafa geçemez.

Klorun Özellikleri: Elektroliz sırasında anot tarafında çıkan gaz karışımının içinde sıcak klor elde edilir (Görsel 4.8). Karışımda klor dışında oksijen, hidrojen, nem ve hava bulunur. Kloru saflaştırmak için bir seri işlemde geçmesi gerekir. Önce 16°C'ye soğutulur sonra su damlacıklarından arındırmak için demisterlerden geçirilir. Sülfürik asit sirkülasyon kolonlarına gönderilerek kalan nem uzaklaştırılır. Son olarak klor sıvılaştırma ünitesinde sıvılaştırılır ve soğutma işlemleri uygulanarak düşük sıcaklıkta depolama tanklarında depolanır.



Görsel 4.8: Klor elementi

Klor gazının genel özellikleri şunlardır:

Sembolü	Cl ₂
Atom numarası	17
Atom ağırlığı	35,453
Renk	Sarı-yeşil
Sıvılaştırma noktası	- 34,05°C
Kritik yoğunluk	573 g/l
Kritik basınç	76,1 atm
Kritik sıcaklık	144 °C
Kritik hacim	0,001745 g/l
Yoğunluk	<i>Kuru gaz:</i> 3.209 g/l (0°C ve 1 atm) <i>Doygun gaz:</i> 12,07 g/l <i>Sıvı klor :</i> 1468 g/l
Suda çözünürlük	Cl ₂ ·8H ₂ O Klor hidrat kristalleri oluşturur.
Spesifik ağırlığı	<i>Kuru gaz :</i> 2,482 (0°C ve 1 atm) <i>Likit:</i> 1468 (0°C ve 3,617 atm)



BİLGİ KUTUSU

Klor, polivinil klorürün ana ham maddesi olan vinil klorür monomerinin üretiminde, suların dezenfekte edilmesinde, organik boyar maddelerin ve renk giderici klorürlerin üretiminde, haşere ilaç üretiminde, kâğıt sanayinde ağartıcı olarak, sodyum ile birlikte çamaşır suyu üretiminde kullanılır.

Kostiğin Özellikleri: Kimyasal olarak aşırı reaktif ve çok korozif bir bileşiktir.

Elektroliz sırasında katot tarafında elde edilir. Kostik ve kostik soda olarak da bilinen sodyum hidroksit (Görsel 4.9), katı inorganik bir bileşiktir. Suda kolaylıkla çözünür ve yumuşak kaygan ve sabun hissi veren bir çözelti oluşturur. Su ile tepkimeye girdiğinde yaklaşık 5 dakika içinde sıcaklığı 50°C'ye çıkar.

Cıva hücreli proste üretilen kostik %70 civarındadır. Bu oran çok yüksek olduğundan kostik miktarını artırmak için ek proseslere ihtiyaç duyulmaz.

Yalnız kostik içindeki cıva miktarını azaltmak için

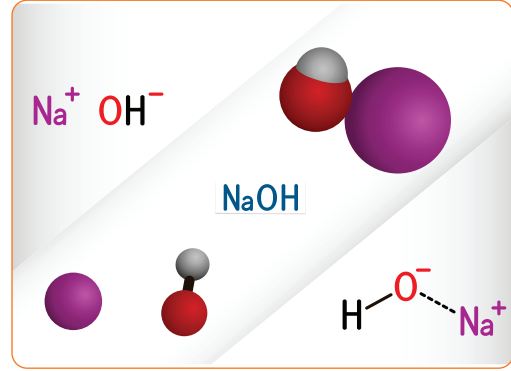
aktif karbon filtresinden geçirilmesi gerekir. Diyafram ve membran hücreli proseslerde çıkan kostik seyreltik olduğundan ek işlemlerle konsantrasyonunu artırmak gerekir. Bunun için buharlaştırma prosesi uygulanır. Kostiğin içinde fazla miktarda tuz varsa bunu ayırmak gerekir. Bu durumda yapılacak işlemler sırasıyla kolon, santrifüj, siklon, berraklaştırıcı ve filtreler ile tuz elde edilir. Yapılan bu ek işlemler maliyeti artırır.

Kostik, kuru taneler veya yapraklar hâlinde pazarlanır.

Kostiğin genel özellikleri şunlardır:

Diğer isimler: Sodyum hidroksit, kostik soda, sud kostik

Formülü	NaOH
pH	13,5
Renk	Beyaz (katı), renksiz (sıvı)
Yoğunluk	1,515 gr/ml (20°C de)
Kristalleşme noktası	10°C (%48)
Donma noktası	12°C



Görsel 4.9: Sodyum hidroksit molekülü



BİLGİ KUTUSU

Kostik; endüstride birçok kimyasal maddenin yapımında, sabun ve deterjan endüstrisinde, petrolün işlenmesi ve rafinasyonunda, kâğıt endüstrisinde, tekstilin işlenmesinde, gıda, suni ipek, film ve nebati yağ sanayisinde kullanılır.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Kostik, korozif bir madde olduğu için depolamada ve transfer işlemlerinde özel malzeme kullanılır. Ayrıca nemden uzak, serin ve kuru tutulur. Depolarda sıcaklık donma noktasının altına düşürülmez. Bu nedenle depolarda buharlı veya elektrikli ısıtma yapılır ve depolar havalandırılır.

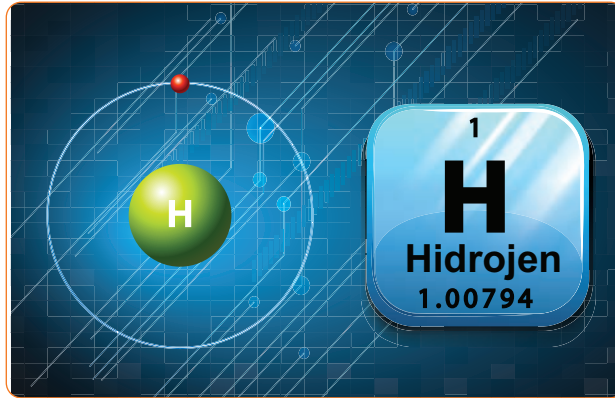


ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Kostik'in depolama koşullarını ve bu koşullarda depolanmasının nedenlerini araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

4.3.4. Hidrojenin Özellikleri

Hidrojen (Görsel 4.10), renksiz ve kokusuzdur. Zehirli bir gaz değildir ancak yanıcı ve parlayıcıdır. Buhar üretim kazanlarında, yakıt olarak veya hidroklorik asit üretiminde kullanılır. Hidrojen %99'a yakın saflıkta üretilir. İçinde az miktarda su buharı, tuz ve kostik varsa yoğunlaştırılarak uzaklaştırılır. Üretimde cıvalı hücre prosesi kullanılmış ise hidrojen soğutularak cıvadan arındırılır.



Görsel 4.10: Hidrojen atomu

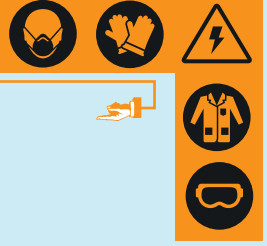
Hidrojen gazının genel özellikleri şunlardır:

Sembolü	H ₂
Atom numarası	1
Atom ağırlığı	1,08 g/mol
Kaynama noktası	-252,87°C
Erime noktası	-259,2°C
Yoğunluğu	0,085 kg/m ³
Kritik basıncı	12,83 bar



2. Laboratuvar Çalışması

ELEKTROLİZ



Amaç

Sudan hidrojen ve oksijen elde etmek.

Araç Gereç

- Güç kaynağı
- Bağlantı kabloları (kırmızı ve siyah)
- Beher
- Cam tüp (2 adet)
- Tüplük
- Elektrot (2 adet)
- Cam baget
- Pipet
- Su
- Sülfürik asit

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Behere 200 ml su koyunuz.
- Üzerine 10 ml sülfürik asit (elektriksel iletkenliği artırmak için) ekleyiniz.
- Cam baget ile karıştırınız.
- Su ve sülfürik asit karışımının bir kısmını pipet ile cam tüplere koyunuz.
- Tüpleri beherdeki su-sülfürik asit karışımına baş aşağı daldırınız.
- Elektrotların bir ucunu tüplerin içine yerleştiriniz.
- Kırmızı bağlantı kablosunu artı kutup ve siyah bağlantı kablosunu eksi kutup olacak şekilde bir ucunu güç kaynağına, diğer ucunu elektroda bağlayınız.
- Güç kaynağını açarak akım veriniz. Akımı yavaş yavaş arttırınız.
- Gaz çıkışı arttıkça tüpler yukarı doğru çıkabileceğinden dikkatli olunuz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Behere su ve sülfürik asit koydu.		
3	Su ve sülfürik asidi karıştırdı.		
4	Tüplere karışımdan biraz ekledi.		
5	Tüpleri behere ters daldırdı.		
6	Elektrotların bir ucunu tüplere yerleştirdi.		
7	Bağlantı kablolarını güç kaynağına ve elektrotlara bağladı.		
8	Güç kaynağını açtı.		
9	Gözlem sonuçlarını açıkladı.		
10	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

4.3.5. Elektrik, Amper, Doğru Akım ve Patlama Limiti

Elektrik: Elektrik yüklerinin akışına dayanan fiziksel olaya **elektrik** denir. Elektrik yükleri elektromanyetik alanlar oluşturur. Cıva hücreli proseste enerji sarfiyatı çok fazladır. Diyafram hücreli proseste ise az elektrik tüketilir.

Amper: Elektrikte akım şiddeti birimine **amper** denir. A sembolü ile gösterilir. Amper, bir ohm (om)'luk direnç üzerinden hareket eden bir voltluk kuvvetin ürettiği akım miktarıdır.

Doğru Akım: İletken bir devre üzerinde yön değiştirmeyen sürekli elektrik akımına **doğru akım** denir. Doğru akımda elektrik yükleri yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru sabit olarak akar. Doğru akımda akımın yönü pozitif uçtan negatif uca doğrudur. Doğru akım DC sembolü ile gösterilir. Elektrik enerjisini depolamak için doğru akım kullanılır. Elektroliz prosesinde doğru akım (DC) uygulanarak klor, kostik ve hidrojen üretilir.

Patlama Limiti: Elektroliz hücresinden çıkan klor, tüketime gönderilmeden önce bazı işlemlerden geçirilir. Bu işlemlerden biri sıvılaştırma işlemidir. Uygun sıcaklık ve basınçta klor gazı sıvılaşır. Kalan gaz kısımda ise hidrojen gazı artar. Klor-hidrojen karışımında hidrojenin alt patlama limiti (LEL) değerine ulaşmamasına dikkat edilmelidir. Patlamayı engellemek için bazı işlemler yapılır. Karışımın içine inert gaz basılır ya da hidrojen bir kolonda klorla birleştirilerek HCl elde edilir.



BİLGİ KUTUSU

Klor doğada en yaygın bulunan halojendir. Tüm sularda klor iyonu yaygın bir şekilde bulunur. Sulardaki klor içeriği NaCl tuzundan ileri geliyorsa 250 mg/L klorür konsantrasyonu suda belirgin bir tuzluluk tadı oluşturmaya yeterlidir. Eğer sudaki klorür CaCl_2 veya MgCl_2 tuzlarından kaynaklanıyorsa 100mg/L konsantrasyonu bile suda tuzlu tat oluşturmaz. Kullanılmış sulardaki klorür miktarı içme suyuna göre daha fazladır. Yüksek oranda klorür içeren sular metalik borulara ve yapılara zarar verir.



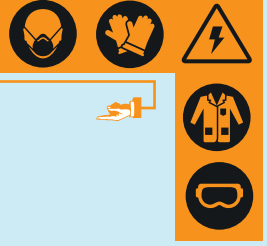
BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Elektroliz yeni bir teknoloji değildir. 1800 yılında William Nicholson (Vilyim Nihilsın) ve Anthony Carlisle (Ethni Karlayıl) tarafından volta akımı kullanılarak icat edilmiştir. Buluşun ilginç bir hikâyesi vardır. Alessandro Volta (Alissanro Volta)'nın volta pili icadını açıklamasından birkaç hafta sonra William ve Anthony, Volta'nın deneyini tekrar etmeye karar vermişlerdir. Deney sırasında kabloları yanlışlıkla suyla temas ettirmişlerdir. Sudan çıkan gazların hidrojen ve oksijen olduğunu anlamışlardır. Bu, yeni disiplin olan "elektrokimya"nın doğuşuna yol açmıştır.



3. Laboratuvar Çalışması

KLOR TAYİNİ



Amaç

Çeşme suyundaki klor seviyesini tayin etmek.

Araç Gereç

- Komperatör cihazı
- Ortotolidin solüsyonu
- Cam tüp (2 adet)
- Çeşme suyu

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Tüplere 2/3 oranında çeşme suyu koyunuz.
- Tüplerden birini komperatör cihazının renkli yuvasına yerleştiriniz.
- İkinci tüpteki suya 3-4 damla o-tolidin solüsyonundan damlatınız.
- Tüpü çalkalayarak tolidinin suya karışmasını sağlayınız.
- Tüpü komperatörün ikinci yuvasına yerleştiriniz.
- Cihazdaki diskı çevirerek iki çözelti rengini eşitleyiniz.
- Sağ üst köşedeki rakamı okuyunuz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Tüplere çeşme suyu koydu.		
3	Tüplerden birine o-tolidin solüsyonu ekledi.		
4	Karışımı çalkaladı.		
5	Tüpleri komperatöre yerleştirdi.		
6	Diski çevirerek iki rengi eşitledi.		
7	Beliren rakamı kaydetti		
8	Gözlem sonuçlarını açıkladı.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Klor ve kostik proseslerinde tuzlu sudan elektroliz yoluyla klor, hidrojen ve sodyum hidroksit elde edilir.
2. (.....) Salamura saflaştırmanın amacı elektroliz hücrelerine zarar vermeyen çözelti hazırlamaktır.
3. (.....) Elektroliz prosesinde amaç anotda hidrojen ve katotta klor gazı üretmektir.
4. (.....) Membran hücre prosesinde membran iyon geçirmez ama suyu seçerek geçirir.
5. (.....) Elektroliz hücresinden çıkan klor, tüketime gönderilmeden önce sıvılaştırma işleminden geçirilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

amalgam	cıva	diyafram
ham	kimyasal	membran

6. Salamura, elektrokimyasal prosesler ve prosesler olmak üzere iki yöntemle elde edilir.
7. Dünya genelinde tuz üç değişik yöntem ile üretilir.
8. Cıva hücre prosesinde katot cıvadan yapıldığı için sodyum ile oluşturur.
9. Elektroliz prosesleri cıva hücreli, hücreli ve membran hücreli proses olmak üzere üç grupta incelenir.
10. Diyafram hücreli proste az elektrik tüketilir ama hücreli proste enerji sarfiyatı çok fazladır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Salamura niçin yapılır ve neden saflaştırılır? Açıklayınız. Salamuranın kullanıldığı yerleri yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi kimyasal çöktürme prosesinde kullanılan maddelerden biri değildir?

- A) Cıva
- B) Alüm
- C) $FeCl_3$ ve kireç
- D) Kireç
- E) $FeSO_4$ ve kireç

13. I. Sodyum klorür
II. Potasyum klorür
III. Sodyum karbonat

Yukarıda verilen ham maddelerden hangileri salamura üretimi için kullanılır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

14. Precoat filtrasyon prosesi hangi amaçla yapılır?

- A) Suda bulunan sertlik yapıcı iyonları bertaraf etmek.
- B) Salamurayı saflaştırmak.
- C) Elektrik iletkenliğini artırmak.
- D) Elektroliz yoluyla suyu iyonlarına ayırmak.
- E) Üretim sürecinde kullanılan kirlenmiş suları temizlemek.

15. I. Ham tuz, tuz vinçleri ve konveyör bantları vasıtasıyla yıkama sahasına taşınır.
II. Gemi ve kamyonlarla açık tuz sahasına ham tuz getirilir.
III. Yıkanmış tuz depolanır.
IV. Yıkama ünitesinde en az kayıpla ham tuz yıkanır.

Tuz yıkama prosesi işlem basamakları aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) I,II, III ve IV
- B) I,II, IV ve III
- C) II, I, IV ve III
- D) I, III, II ve IV
- E) III, IV, II ve I

16. Elektroliz prosesinde cıva hücre prosesi, diyafram hücre prosesi ve membran hücre prosesi olmak üzere üç farklı teknoloji kullanılmaktadır.

Bu teknolojiler arasındaki temel fark nedir?

- A) Farklı anot kullanmak.
- B) Reaksiyon ürünlerinin birbirine karışmasını engellemek.
- C) İyonları anot ve katottan uzaklaştırmak.
- D) Anotta hidrojen gazı çıkarmak.
- E) Katotta klor gazı çıkarmak.

5. ÖĞRENME BİRİMİ



VİNİL KLORÜR MONOMER, HİDROKLORİK ASİT VE POLİVİNİL KLORÜR PROSESLERİ



KONULAR

- 5.1. HAM MADDE VİNİL KLORÜR (VCM) ÜRETİM PROSESİ
- 5.2. HİDROKLORİK ASİT (HCl) ÜRETİM PROSESİ
- 5.3. PVC ÜRETİM PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Asetilen prosesi | <input type="checkbox"/> İnsineratör | <input type="checkbox"/> Oksitlendirme |
| <input type="checkbox"/> Dekapaj | <input type="checkbox"/> Klorinasyon | <input type="checkbox"/> Polimer |
| <input type="checkbox"/> Etan prosesi | <input type="checkbox"/> Korozyon | <input type="checkbox"/> Polivinil klorür |
| <input type="checkbox"/> Etilen prosesi | <input type="checkbox"/> Maruz kalma limiti | <input type="checkbox"/> Vinil klorür |
| <input type="checkbox"/> İnert | <input type="checkbox"/> Monomer | |

HAM MADDE VİNİL KLORÜR ÜRETİM PROSESİ

Hazırlık Çalışması

Vinilklörürün günlük yaşamda nerelerde kullanılabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

1. BÖLÜM

5.1. HAM MADDE VİNİL KLORÜR (VCM) ÜRETİM PROSESİ

Vinil klorür monomeri 19.yy'da keşfedilmiştir. Günümüze kadar farklı prosesler ile üretimi yapılmıştır. Sanayide değeri olan birçok maddeyi üretmek için kullanılan kimyasal bir ara üründür.

5.1.1. Vinil Klorür Monomerinin Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Vinil klorür monomeri (VCM), $CH_2=CHCl$ formülü (Görsel 5.1) ile gösterilen renksiz bir bileşiktir. Vinil klorür veya kloroetilen olarak da adlandırılan bir organoklorürdür. Organik çözücülerde kolay çözünür. Korozif değildir ve çabuk polimerize olur.

Genel görünüm: Renksiz gaz

Formül: C_2H_3Cl

Moleküler ağırlığı: 62,5 g/mol

Erime noktası: $-153,7^{\circ}C$

Kaynama noktası: $-13,7^{\circ}C$

Tutuşma noktası: $472^{\circ}C$

Alevlenme noktası: $-78^{\circ}C$

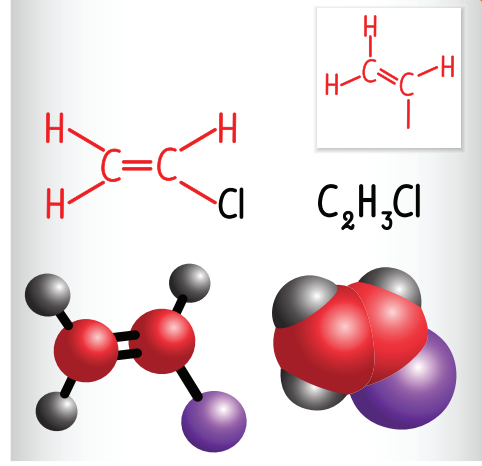
Yoğunluk: 911 kg/m^3

Viskozite: 0,24 (sıvı) $0^{\circ}C$, cp

Suda çözünürlük: 0,11 ($25^{\circ}C$) gr/100 cm^3

Buhar basıncı: 2,300 mmHg

Sınıflandırma: Organoklorür



Görsel 5.1: Vinil klorür molekülü

Kimyasal ürünlerin üretimi, depolanması, taşınması ve kullanılması durumunda hassas davranmak gerekir. Bazı kimyasallar geri dönüşü olmayan zararlar verebilir. Vinil klorür de bu kimyasallardan biridir. Toksik, yanıcı ve kanserojen bir gazdır. Bu gaza uzun süre maruz kalındığında yorgunluk, baş dönmesi, dolaşım bozuklukları ve dalakta büyüme görülebilir.

Vinil klorür monomerinden elde edilen polivinil klorür kolay işlenebilir, düşük maliyetli ve yaygın kullanım alanına sahip bir plastiktir. Fakat üretilen polivinil klorür işlem sırasında bozunmaya uğrar ve klor gazı açığa çıkar. Klor gazı da insan sağlığını olumsuz etkiler. Diğer yandan VCM kanserojen etkiye sahip olduğu için tehlikelidir. Bunun için çalışma alanlarında havadaki derişim oranı sınırları geçmemelidir. Vinil klorür monomerinin vücuda doğrudan teması engellenmelidir. Yapılan bilimsel çalışmalarda vinil klorüre bağlı karaciğer tümörleri saptanmıştır.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayınlanan ve 28730 sayılı Resmî Gazete'de yer alan kanserojen madde ile ilgili yönetmelikte vinil klorür monomeri de yer alır. VCM'e maruz kalma limiti 1ppm (8 saat) veya 5 ppm (5 dakika) olarak belirlenmiştir.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Vinil klorür monomerinden polivinil klorür elde edilir. Polivinil klorür bir çeşit plastiktir. Plastikler yakıldığında hangi gazlar açığa çıkar? Oluşan gazlar, toz ve kül çevre sağlığı açısından ne tür etkiler oluşturur? Araştırınız. Araştırmanızı arkadaşlarınızla paylaşınız.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Hijyen ve kişisel korunma

MADDE 12 – İşveren kanserojen veya mutajen maddelerle kirlenme ihtimali olan işlerde aşağıdaki önlemleri alır.

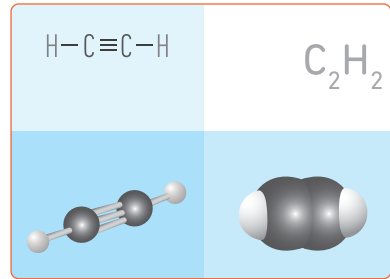
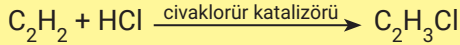
- Bu işlerin yapıldığı yerlerde çalışanların yemeleri, içmeleri ve sigara kullanmaları önlenir.
- Çalışanlara, koruyucu giysi veya uygun özel giysi verilir ve bunların günlük kıyafetlerinden ayrı yerlerde saklanabilmesi için birbirinden ayrı elbise dolapları bulundurulur.
- Çalışanlara uygun ve yeterli yıkanma yeri, tuvalet ve temizlik malzemesi sağlanır.
- Kişisel koruyucu donanımların özel yerlerde ve uygun şartlarda saklanması sağlanır ve her kullanımdan sonra ve mümkünse kullanmadan önce kontrol edilerek temizlenir, tamir edilir veya değiştirilir.

Kaynak: 28730 sayılı Resmî Gazete

5.1.2.VCM (Vinil Klorür Monomeri)'nin Polimerinin Üretim Yöntemleri

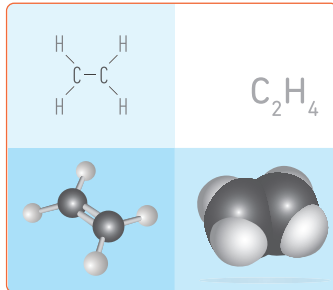
Vinil klorür monomerinin üretimi tarih boyunca değişik yöntemlere dayanır. Bu yöntemler şöyle sıralanır.

- Asetilen Prosesi:** Asetilenin (Görsel 5.2) hidroklorik asit ile reaksiyonu ile gerçekleştirilen bir prosestir. Asetilen pahalı olduğu için bu proses az kullanılmaktadır.

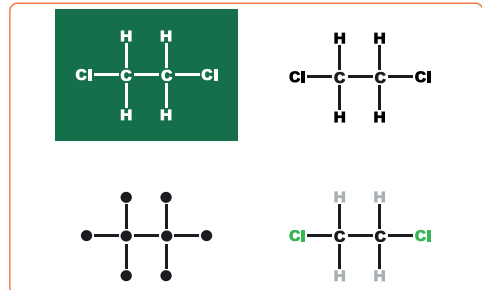


Görsel 5.2: Asetilen molekülü

- Etilen Prosesi:** Bu proses iki farklı şekilde gerçekleşir.
 - Etilenin (Görsel 5.3) klor ile reaksiyonunda 1,2-dikloroetan oluşur (Görsel 5.4). 1,2-dikloroetandan kömür katalizörlüğünde vinil klorür elde edilir.



Görsel 5.3: Etilen molekülü

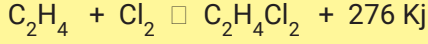


Görsel 5.4: 1,2-dikloroetan molekülü

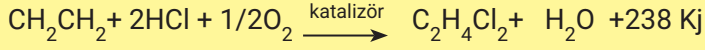
► HAM MADDE VİNİL KLORÜR (VCM) ÜRETİM PROSESİ

- Etilenin hidrojen klorür ve hava (O₂) ile reaksiyonundan vinil klorür üretilir. Bu proses bakır katalizörü eşliğinde ısı ile gerçekleşir.

1. Direkt klorlama

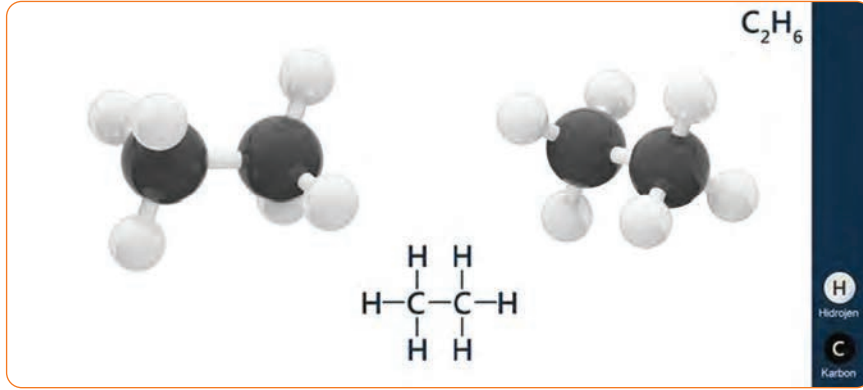
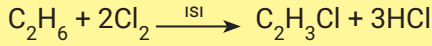


2. Oksiklorlama



En yaygın kullanılan proses etilen prosesidir.

- **Etan Prosesi:** Etanın (Görsel 5.5) klor ile reaksiyonu ile gerçekleşir. Gelişim aşamasında olan bir prosestir.



Görsel 5.5: Etan molekülü

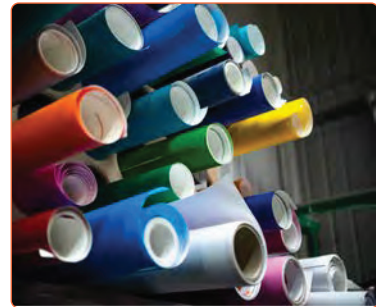
5.1.3.VCM (Vinil Klorür Monomeri)'nin Kullanıldığı Yerler

Vinil klorür monomeri önemli endüstriyel bir kimyasaldır. Dünya üretiminde yirmi büyük petrokimya ürünü arasında yer alır. Vinil klorürün insan sağlığına olan zararlarından dolayı doğrudan kullanım alanı yoktur ama önemli bir ara üründür.



Görsel 5.7: Vinil yer döşemesi

VCM'nin en önemli kullanım alanı polivinil klorür (PVC) üretimidir. PVC plastik ise çok geniş kullanım alanına sahiptir. Tel ve kablo kaplamaları, ambalaj malzemeleri (Görsel 5.6), otomobil ve mobilya döşemeleri, duvar ve zemin kaplamaları (Görsel 5.7), borular, halı altlıkları, ev eşyaları, otomotiv parçaları, tıbbi cihazlar ve çocuk oyuncakları üretiminde kullanılmaktadır.

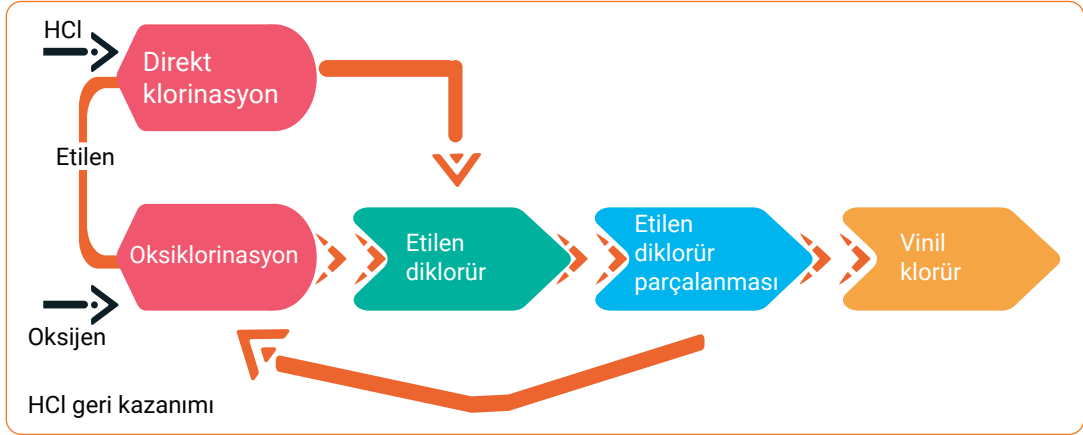


Görsel 5.6: Vinil film ruloları

5.1.4. VCM (Vinil Klorür Monomeri)'nin Üretim Prosesinin İşlemleri

Vinil klorür monomeri (Şema 5.1) en çok etilen prosesinden elde edilir. Etilen prosesi işlem basamakları şu şekilde sıralanır:

- 1. Direkt Klorlama:** Etilen, gaz hâlindeki klor ile 90°C'de reaksiyona girerek sıvı etilen diklorür (EDC) oluşturur.
- 2. Oksiklorlama:** Etilen, oksijen ve hidroklorik asit ile reaksiyona girerek etilen diklorür (EDC) oluşturur. Akışkan yataklı bir reaktörde, 250°C'de, bakır esaslı katalizör kullanılarak reaksiyon gerçekleştirilir. Direkt klorlamaya göre oluşan etilen diklorür saf olmadığı için saflaştırma ünitesinden geçirilir.
- 3. Piroliz:** Etilen diklorürün 500-550°C sıcaklıkta parçalanması sonucu vinil klorür elde edilir.
- 4. Etilen Diklorür Saflaştırma:** Piroliz aşamasında oluşan hidrokarbonlar ayırma kolonunda EDC'den uzaklaştırılır. Oluşan saf EDC tanklara gönderilir.
- 5. Parçalanma ile oluşan HCl, oksiklorinasyon basamağında tekrar kullanılır.**



Şema 5.1: Vinil klorür üretim prosesi

VCM ÜRETİM PROSESİ AKIŞ ŞEMASI
1. ETKİNLİK

Amaç: Vinil klorür monomerinin akış şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına VCM üretim prosesini çizin. Prosese giren ve çıkan ürünleri belirtiniz.

Değerlendirme: Etilen prosesinde meydana gelen reaksiyon denklemlerini yazınız.

BİLGİ KUTUSU

Kloroflorokarbon gazları; çözücülerin yapısında, klimalarda, soğutucularda, yalıtım malzemelerinde ve sprey kutularında itici güç olarak kullanılır. Bu gazlar uzun süre atmosferde kalır ve ozon tabakasındaki ozon ile tepkimeye girer. Tepkime sonucunda ozonun parçalanmasına neden olur ve küresel ısınmayı artırır. Çevreye verdiği zararlardan dolayı bu gazlar yasaklanmıştır..

HİDROKLORİK ASİT ÜRETİM PROSESİ



2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Hidroklorik aside tuz ruhu adı verilmesinin nedenini düşününüz.
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

5.2. HİDROKLORİK ASİT ÜRETİM PROSESİ

Hidroklorik asit organik kimyasalların klorlanması, hidrojen-klor birleşimi ve tuz-sülfürik asit üretim süreci prosesleri ile elde edilir.

5.2.1. Hidroklorik Asidin Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Hidroklorik asit (Görsel 5.8), hidrojen klorürün sulu çözeltisine verilen isimdir. Kuvvetli bir asittir, hidrojen ve klor elementinden oluşur. Tuz ruhu (acidum salis) olarak da bilinir. Çok geniş kullanım alanı olan bir asittir. Tahribat kapasitesi fazladır. Bu nedenle asit ile çalışırken güvenlik üst düzeyde tutulmalıdır. Birçok metal ile tepkimesinde hidrojen açığa çıkarır. Organik bileşikler ile tepkimesinde plastik maddeler elde edilir.

Formülü: HCl

Molekül kütlesi: 36,46 g/mol

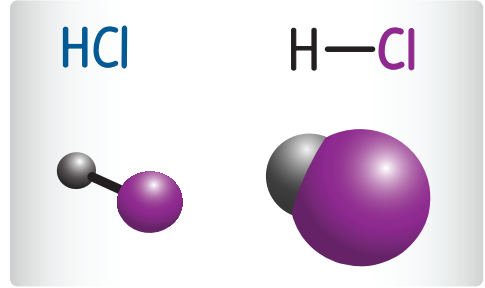
Görünüm: Renksiz, sıvı

Erime noktası: -27,33°C

Kaynama noktası: 110°C

Yoğunluk: 1,18 g/cm³

Sınıflandırma: Asit



Görsel 5.8: Hidroklorik asit molekülü

Hidroklorik asit toksik bir maddedir. Üretimi, taşınması ve kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekir. Hidroklorik asit ne kadar çok derişik olursa vereceği tahribat da o kadar fazla olur. HCl ile çalışılırken özel koruyucu kıyafetler kullanmak gerekir. Hidroklorik asidi solumamak gerekir, tüm solunum sistemine zarar verebilir. Ayrıca deri ile teması engellenmelidir (Görsel 5.9). Çünkü yanık geri dönüşü olmayan tahribat oluşturur. Vücuda sıçraması durumunda bol suyla yıkanmalıdır. Göz ile teması kesinlikle engellenmelidir. Göze sıçraması ciddi tehlikeler oluşturur. Gözde tahriş, ağrı ve körlüğe sebep olabilir.

Hidroklorik asit kimyasal maddelerle tepkimeye girerek patlamaya yol açar. Bu nedenle çalışma esnasında asit diğer kimyasallardan uzak tutulmalı ayrıca klorik asitleri temizlerken su kullanılmamalıdır.



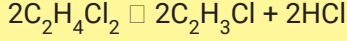
Görsel 5.9: Aşındırıcı kimyasallar tehlike sembolü

5.2.2. Hidroklorik Asidin Üretim Yöntemleri, Kullanıldığı Yerler ve Hidroklorik Asidin Üretim Prosesinin İşlemleri

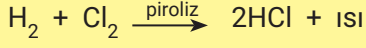
Hidroklorik asit diğer kimyasalların üretiminde bir yan ürün olarak elde edilir. HCl'in belli başlı şu üç üretim yöntemi vardır:

- Organik kimyasalların klorlanmasıyla (vinil klorür monomeri gibi): Vinil klorür sektöründe yan ürün olarak oluşan HCl'in tamamı yeniden kullanılır ve dışarıya satılmaz. En çok kullanılan üretim yöntemi organik kimyasalların klorlanması prosesidir.

HİDROKLORİK ASİT ÜRETİM PROSESİ



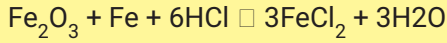
- Hidrojen ve klor reaksiyonu: Elde edilen hidrojen klorür gazı, hidroklorik asit verecek şekilde demineralize su içinde emilir. Daha sonra %38'lik konsantre asit olarak satılır.



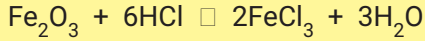
- Tuz-sülfürik asit üretim sürecinde üretilir.



Hidroklorik asidin endüstriyel kullanım alanı çok geniştir. En önemli kullanım alanı çeliğin dekapaj işlemidir. Dekapaj çeliğin temizlenmesi amacıyla yapılır. Demirin yüzeyindeki karbon ve pas hidroklorik asit ile alınır. Hidroklorik asit alüminyum aşındırmada, galvanizleme ve lehimleme için metal ön sabitlemede ve metal temizlemede de kullanılır.



Hidroklorik asidin diğer kullanım alanı vinil klorür gibi organik bileşiklerin üretiminde önemli rol alır. Polikarbonatlar, aktif karbon, askorbik asit ve teflon hidroklorik asidin üretiminde kullanılan diğer önemli organik bileşiklerdir. Hidroklorik asidin kullanıldığı asit-baz tepkimeleri ile inorganik bileşikler üretilmektedir. Bu sayede üretilen demir klorür ve polialüminyum klorür, endüstriyel atık su veya içme suyu arıtımında yaygın olarak kullanılan kimyasallardır. Ayrıca demir klorür ve polialüminyum klorür maddeleri kâğıt üretiminde de kullanılmaktadır.



Hidroklorik asit çözeltilerde pH değerini düşürmek için kullanılır. Bu amaçla ilaç, gıda, havuz ve içme sularında pH değeri kontrolü için HCl kullanılmaktadır.



Hidroklorik asit; yarı değerli metallerin kazanılmasında katalizör olarak, atık su arıtma ve elektrik tesislerinde kullanılan iyon değişim reçinelerinin yenilenmesinde, alkali ürünlerin veya atık maddelerin nötralizasyonunda kullanılır. Ayrıca hidroklorik asit; klor-kostik soda üretiminde kullanım için salamura asitleştirmesinde, deri işletmeciliğinde, gıda katkı maddelerinde, yapay gıda ve vitamin üretiminde, temizlik ürünlerinde (Görsel 5.10), inşaat sektöründe, petrol araştırmalarında kayaların içine enjekte edilerek petrolün varlığı ve kalitesi hakkında bilgi toplamada kullanılmaktadır.

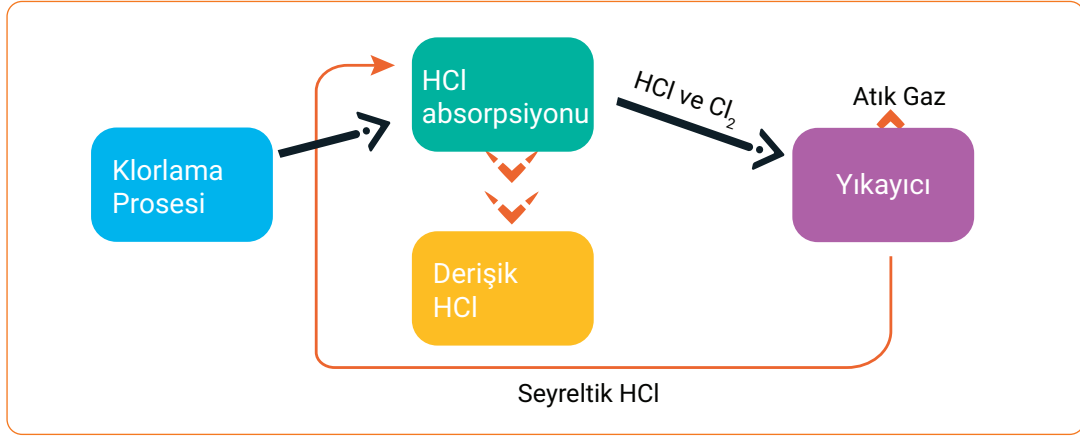


Görsel 5.10: Temizlik ürünleri

Etilen diklorür saflaştırılırken oluşan ağır ve hafif hidrokarbonlar ile vinil klorür monomerinin atıkları organik atıklar tankında depolanır. Bu karışım 1200°C'deki HCl insineratörüne beslenir.

Yüksek sıcaklıkta klorlu hidrokarbonlar yakılarak HCl elde edilir (Şema 5.2). Hidroklorik asidin kimya sektöründe en yaygın üretimi klorinasyon prosesidir. Klorinasyon prosesinin işlem basamakları şöyle sıralanır.

- Klorlama prosesi
- HCl absorpsiyonu
- Yıkayıcı
- Seyreltik HCl
- Konsantre HCl



Şema 5.2: Organik yan ürün sentezi ile HCl üretim prosesi

5.2.3. Etilen Diklorür Safılaştırmadan Elde Edilen Ağır ve Hafif Hidrokarbonları Organik Atıklar Tankında Depolama

Vinil klorür üretim proseslerinden biri de etilen prosesidir. Direkt klorlama ve oksiklorlama reaksiyonlarında saf olmayan etilen diklorür (EDC) meydana gelir. Etilen diklorürü saflaştırırken çeşitli hidrokarbonlar oluşur. Bu hidrokarbonlar ayırma kolonunda EDC'den uzaklaştırılır. Önce hafif hidrokarbonlar ayırma kolonuna beslenir. Hafif hidrokarbonlar, kolonun tepesinden safsızlık olarak çıkar ve depolama tanklarına gönderilir. Hafif hidrokarbonları ayırma kolonunun dibinde ağır hidrokarbonları içeren EDC kalır. Kolon, düşük basınç ve sıcaklıkta çalıştırılır ve etilen diklorür kolonun tepe dramında toplanır. Kolonun dibinden kalan ağır klorlu hidrokarbonlar organik atık depolama tanklarına gönderilir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının belirlediği mevzuatlara göre atıklar depolanmalıdır. Atıkların, atık sınıfına uygun depoya alınması, depolama maliyetinin düşük olması ve çevresel risklerin ortadan kaldırılması gerekir. Bakanlık tarafından yetki belgesi almış işletmeler, atık mevzuatına uygun bir şekilde atıkları depolar. Atıkların çoğu yanıcı ve parlayıcı maddelerdir. Bu yüzden atık tankları yangın ve patlama tehlikesi taşımaktadır. Atık tankları maliyet, tamir ve bakım kolaylığından dolayı yer üstünde yapılır. Tanklar silindirik veya küre şeklinde olabilir. Sızıntı veya taşmanın çevreye yayılmasını engellemek için tankların etrafına duvar örülür. Tanklar aşırı doldurulduğunda sızma ya da dökülmeler çevreye büyük zararlar verebilir.

Ayrıca yakın iş yerlerine ve bölge halkına potansiyel tehlike konusunda bilgi verilmelidir.

Ağır ve hafif hidrokarbonlar “düzenli olarak aynı proses sonucunda üretilen ve karakteristikleri değişken olmayan atıklar” olarak kabul edildiği için Atık Yönetimi Yönetmeliğine göre uygunluk testine gönderilir. Bunun için;

- Atığın temel özelliklerinin tanımlanması,
- Atıklardan numune alınması,
- Gerekli testlerin yapılması ve testlerin Türk Standartları'na uygun olması,
- Atık kabul kriterlerine uyulması,
- Atıkların su, hava, toprak, bitki, hayvan ve insanlar için risk yaratmaması, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek yöntem ve işlemlerin kullanılması gerekir.

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Cabir Bin Hayyan, İran'ın Horasan vilayetinde doğmuştur. Asıl adı Abu Musa Cabir ibn Hayyan'dır. 721-813 yılları arasında yaşamış olan düşünür; kimya, tıp, eczacılık, fizik, felsefe ve astronomi alanlarında birçok eser yazmıştır. Eserlerinin çoğu Latince'ye çevrilmiştir ve *Geber Külliyyatı* adı ile tüm Avrupa'ya dağıtılmıştır.

En eski kimya kitabı olan *Kitab al-Kimya'nın* yazarıdır. Kimya bilimine katkılarında dolayı kimyanın babası olarak tanınır. Hidroklorik asit başta olmak üzere birçok asidi keşfettiği düşünülmektedir. Hayyan gibi bilimin gelişmesinde katkıları olmuş diğer bilim insanları görsel 5.11'de belirtilmiştir.



Görsel 5.11: Geçmişten günümüze bazı bilim insanlarının portreleri



1. Laboratuvar Çalışması

TUZ ELDE ETME



Amaç

Hidroklorik asitten tuz elde etmek.

Araç Gereç

- Hidroklorik asit (HCl)
- Sodyum bikarbonat (NaHCO_3)
- Beher
- Cam baget

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Behere 7,5 gram sodyum bikarbonat koyunuz.
- Sodyum bikarbonat üzerine 25 ml seyreltik hidroklorik asit ekleyiniz.
- Beher içindeki karışımı karıştırınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Sodyum bikarbonatı behere koydu.		
3	Seyreltik hidroklorik asidi ekledi.		
4	Asidi behere koyduktan sonra karıştırdı.		
5	Tuz elde etti.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

POLİVİNİL KLORÜR ÜRETİM PROSESİ

3. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Polivinil klorürün günlük yaşamda nerelerde kullanılabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

5.3. POLİVİNİL KLORÜR ÜRETİM PROSESİ

Polivinil klorür kısaca PVC sembolü ile gösterilir. En çok üretilen sentetik polimerlerden biridir.

5.3.1. PVC Polimerinin Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Polivinil klorür, $(C_2H_3Cl)_n$ formülüne sahip plastik bir polimerdir. Polietilen ve polipropilenden sonra dünyanın en yaygın üretilen üçüncü sentetik polimeridir. PVC, vinil klorür monomerinin basınç, sıcaklık ve katalizör etkisinde polimerizasyonu ile elde edilir. Hafif, sudan etkilenmeyen ve uzun ömürlü bir maddedir. Ayrıca korozyona ve aşınmaya karşı dayanıklıdır. Yapısında bulunan klor atomu sayesinde alev alma sıcaklığı yüksektir. Sert ve esnek olmak üzere iki formu vardır (Görsel 5.12).

Erime Sıcaklığı: $100^{\circ}C$

Tg (camsı geçiş sıcaklığı): $80^{\circ}C$

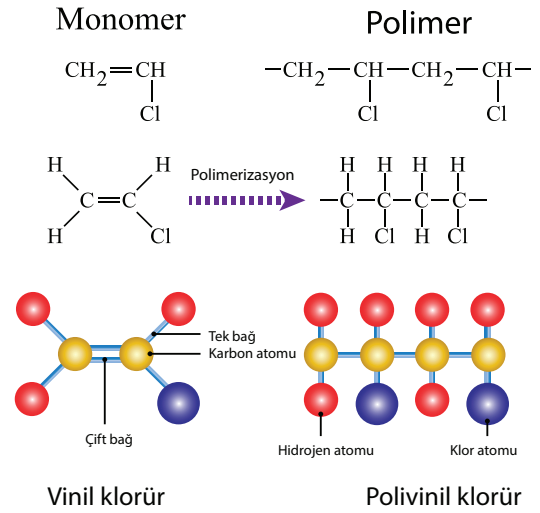
Yoğunluk: $1,35 \text{ g/cm}^3$

Gerileme Mukavemeti: 55 mpa

Termal iletkenlik: $0,14-0,28 \text{ W/(mK)}$

Uzama: %15

Kullanma sıcaklık aralığı: $-50^{\circ}C$ ile $+90^{\circ}C$



Görsel 5.12: Vinil klorür ve polivinil klorür diagramı

PVC birçok alkole ve yağa karşı dayanıklıdır ayrıca inorganik asitler, alkaliler ve tuzlara karşı dirençlidir. Fakat PVC; esterler, ketonlar, eterler ve aromatik veya klorlu hidrokarbonlarla birlikte kullanılmamalıdır. Oksitleyici bir madde olan potasyum permanganat PVC'nin yapısını bozar. Polivinil klorürün üretimi ve kullanımı sırasında insan sağlığına olumsuz etkileri vardır. Yapısındaki kimyasallar kullanım sırasında açığa çıkarak su, hava ve besin zincirinde birikir. Bilimsel çalışmalar, açığa çıkan bu kimyasalların kısırlık, bağışıklık sistemi hasarı, çocuklukta gelişim bozukluğu, hormon bozukluğu, kanser gibi ciddi ve yaygın sağlık sorunlarıyla bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. İnsan sağlığını olumsuz etkilememesi için sağlık sektöründe kullanılmamalıdır (Görsel 5.13, 5.14). Ayrıca besinlerin üretiminde, paketlenmesinde ve depolanmasında kullanılmamalı ya da gıda ile teması engellenmelidir.



Görsel 5.13: Hastahanedeki PVC duvar kaplamaları



Görsel 5.14: PVC şırıngalar



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Polivinil klorür (PVC) ilk olarak 1872'de Alman kimyager Eugen Baumann(Aun Baumın) tarafından keşfedilmiş ama Eugen Baumann patent başvurusunda bulunmamış. 1913'te Alman Friedrich Klatte'in (Fredrik Klet) güneş ışığı kullanarak vinil klorürün polimerizasyonu için yeni bir yöntem icat ettiği zamana kadar hiçbir zaman patentlenmemiştir. Ancak 1926 yılında Waldo Semon (Valdo Semın) gelip PVC'yi daha iyi bir ürün hâline getirinceye kadar PVC için gerçekten yararlı bir amaç bulunmamıştır. Semon'un PVC'ye farklı katkı maddeleri ekleyerek plastikleştirme metodu geliştirmesiyle ürün kimyasal değer kazanmıştır.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

PVC en çok kullanılan üçüncü sentetik polimerdir. Aynı zamanda geri dönüşümü olan bir üründür (Görsel 5.15). PVC'nin kaç defa geri dönüştürülebileceğini ve doğadaki ömrünün kaç yıl olduğunu araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 5.15: Polivinil klorürün geri dönüşüm sembolü

5.3.2. PVC Polimerinin Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler

Polivinil klorür polimerinin üretim yöntemleri şöyle sıralanır:

- Süspansiyon yöntemi
- Emülsiyon yöntemi
- Kütle polimerizasyonu yöntemi

En yaygın kullanılan üretim yöntemi süspansiyon polimerizasyonudur. Üretimden sonra şekillendirilmesi için ekstrüzyon, enjeksiyon, ısıyla şekillendirme ve döndürerek kalıplama teknikleri kullanılır.

PVC hafif ve sağlam bir malzemedir ve PVC'nin şekillendirilmesi kolaydır. Birçok malzemeye göre avantajlı olduğu için hayatımızın her alanında kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. PVC üretimi ve kullanım maliyeti, ahşap ve alüminyuma göre daha düşüktür. Ayrıca sürekli bakım ve onarım ihtiyacı olmayan bir üründür. Isı, ses ve nem gibi dış etkilere karşı çok iyi bir yalıtım malzemesidir (Görsel 5.16).

İnşaat sektörü dışında PVC; tarım sektöründe, çocuk oyuncaklarında, ambalaj filminde, su toplama ve dağıtma borularında, kablo kaplamalarında, şeffaf kozmetik ve yağ şişelerinde, çeşitli spor malzemelerinde, tüp ve diğer şişelerin üretiminde, ayakkabı tabanlarında, yer karolarında, döşeme kaplamalarında ve suni deri imâlatında kullanılır. Otomobil döşemelerinde, pillerde, kredi kartlarında, yiyecek kaplarında kullanıldığı gibi tıbbi malzeme yapımında da yer alır. Serum tüpü, kan torbaları, ameliyat eldiveni ve kalp kateteri gibi tıbbi malzemelerde bulunur.

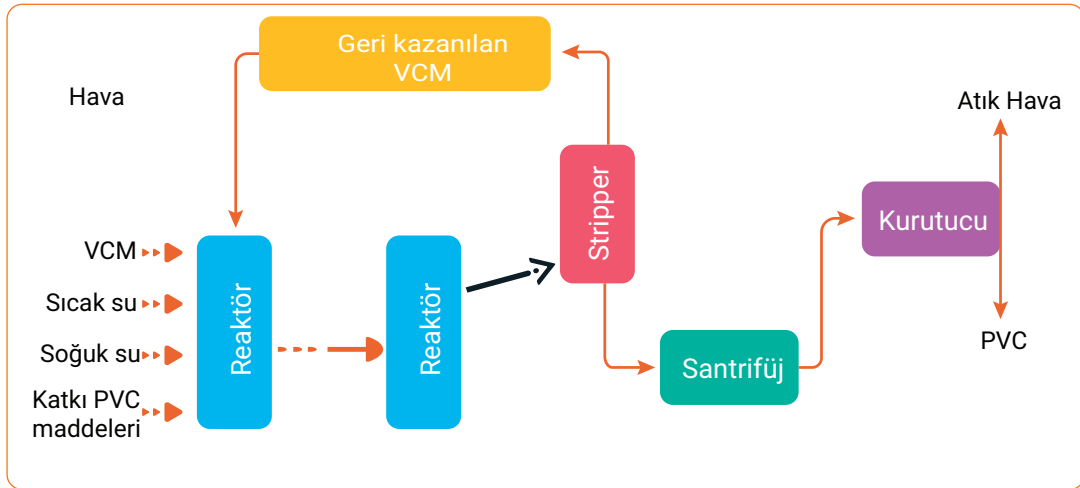


Görsel 5.16: PVC pencere profili

5.3.3. PVC Üretim Prosesi İşlemleri

Polivinil klorür üretimi için birçok reaktör kullanılır. Üretim süreci (Şema 5.3) işlem basamakları şöyle sıralanır:

1. Ham madde VCM basınçla sıvılaştırılır.
2. Sıcak su, katkı maddeleri (metil selüloz, jelatin vb.) polimerizasyon reaktörüne verilir.
3. Reaktörü hazırlamak için reaktörün ceketine sıcak su verilir. Polimerizasyon başlayınca ısıyı kontrol altında tutmak için ceketeye soğuk su verilir.
4. PVC, 40-60 °C'de birkaç bar altında üretilir.
5. Santrifüj ile içindeki su giderilir.
6. PVC, büyüyen küçük parçacıklar hâlinde oluşur ve istenen boyuta ulaştığında reaksiyon durdurulur. Reaksiyon yaklaşık olarak 10-12 saat sürer.
7. Polimerizasyon sonrasında reaksiyona girmeyen VCM gazının ayrıştırılması amacıyla karışım degazöre alınır.
8. Degazörde reaksiyona girmemiş vinil klorür damıtılarak çıkarılır ve yeniden kullanılır.
9. PVC ayrılır ve PVC reçinesi olarak da bilinen beyaz bir toz oluşturmak üzere kurutma tanklarında kurutulur.
10. Kurutma işleminden sonra paketleme bölümüne gönderilir.



Şema 5.3: PVC üretim süreci

PVC ÜRETİM PROSESİ AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Polivinil klorür üretim süreci akış şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

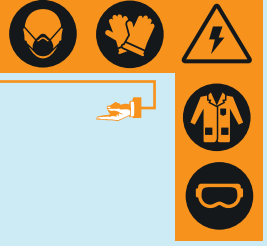
Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına PVC üretim sürecini çizin. Proseseye giren ve proseseden çıkan ürünleri yazınız.

Değerlendirme: PVC üretiminde neden hem sıcak hem de soğuk su kullanılır?



2. Laboratuvar Çalışması

KOPOLİMER SENTEZİ



Amaç

Kopolimer elde etmek.

Araç Gereç

- 0,55 gram gliserol
- 0,13 ml HNO₃
- 0,04 gram seryum
- 30 ml etanol
- 2,5 gram stiren veya metil metakrilat
- Süzgeç kâğıdı
- Beher
- Vakum etüvü

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Gliseroliz, stiren veya metil metakrilat, HNO₃ ve seryumu beher içinde karıştırınız.
- Reaksiyon sonucu oluşan ürüne 30 ml etanol ilave ederek ürünü çöktürünüz..
- Ürünü 24 saat beklettikten sonra süzgeç kâğıdından süzünüz.
- Vakum etüvünde 50-60°C'de kurutunuz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Kimyasal maddeleri beherin içine koydu.		
3	Beher içine 30 ml etanol ilave etti.		
4	Karışımı 24 saat bekletti.		
5	Süzgeç kâğıdını huniye yerleştirdi.		
6	Karışımı süzdü.		
7	Çökeltiyi vakum etüvünde kuruttu.		
8	Kopolimer elde etti.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Vinil klorür korozif ve aktif bir gazdır.
2. (.....) VCM asetilen, etilen ve etan prosesleri ile üretilir.
3. (.....) Hidroklorik asit dekapaj işleminde, organik ve inorganik bileşikler üretiminde kullanılır.
4. (.....) Polivinil klorür, vinil klorür monomerlerinin kondenzasyonu ile elde edilir.
5. (.....) Etilen diklorür üretiminde direkt klorlama ve oksiklorlama işlemleri birlikte yapılabilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

asetilen	atık	degazör
emülsiyon	organik	vinil klorür monomeri

6. PVC polimerizasyonu sırasında reaksiyona girmeyen VCM gazının ayrıştırılması amacıyla karışım alınır.
7. Etilen diklorürü saflaştırırken piroliz aşamasında oluşan hidrokarbonlar tanklarında depolanır.
8. Hidroklorik asit en çok kimyasalların klorlanması prosesi ile üretilmektedir.
9. PVC polimeri süspansiyon, ve kütle polimerizasyonu yöntemleri ile üretilmektedir.
10. Polivinil klorür basınç, sıcaklık ve katalizör etkisinde polimerizasyonu ile elde edilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Polivinil klorür hayatımızın her alanında kullanılmaktadır. Kullanım sırasında yapısındaki zararlı kimyasallar ayrışır ve sağlık sorunlarına sebep olur. PVC'nin zararlarını yok etmek veya azaltmak için neler yapılmalıdır? Yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi vinil klorürün özelliklerinden biri değildir?

- A) Polimerize olması
- B) Korozif olması
- C) Organoklorür olması
- D) İnert olması
- E) Bileşik olması

13.

- I. Kondenzasyon
- II. Süspansiyon
- III. Emülsiyon
- IV. Titrasyon
- V. Kütle polimerizasyonu

Yukarıda verilen yöntemlerden hangileri PVC üretiminde kullanılır?

- A) I, II ve IV
- B) I, II ve III
- C) II, III ve IV
- D) II, III ve V
- E) I, II, III, IV, V

14. Aşağıda verilen bilgilerden hangisi organik atıkların depolanmasında yapılması gereken işlemlerden biri değildir?

- A) Atık kabul kriterlerine uyulması
- B) Atıklardan numune alınması
- C) TSE'ye uygun testlerin yapılması
- D) Çevre ve insan sağlığını etkilemesi
- E) Atık tanklarının yer altında yapılması

15.

- I. Piroliz
- II. Oksiklorlama
- III. Direkt klorlama
- IV. Etilen diklorür saflaştırma

VCM'nin üretim prosesi işlem basamakları hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) I,II, III ve IV
- B) I,II, IV ve III
- C) III, II, I ve IV
- D) I, III, II ve IV
- E) III, IV, II ve I

16.

- I. Aşınmaya karşı dayanıklıdır.
- II. Alev alma sıcaklığı yüksektir.
- III. Katı ve esnek olmak üzere iki formu vardır.
- IV. Dünyanın en yaygın üretilen üçüncü sentetik polimeridir.

Verilen bu özellikler aşağıdaki maddelerden hangisine aittir?

- A) Etilen
- B) Propilen
- C) Polivinil klorür
- D) Vinil klorür
- E) Hidroklorik asit

6. ÖĞRENME BİRİMİ



PROPİLEN VE TÜREVLERİNİN PROSESLERİ



KONULAR

- 6.1. PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ
- 6.2. POLİPROPİLEN ÜRETİM PROSESİ
- 6.3. AKRİLONİTRİL ÜRETİM PROSESİ
- 6.4. PROPİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|
| □ Alkoksidasyon | □ İnert | □ Resaykıl |
| □ Amoksidasyon | □ Peletleme | □ Slurry |
| □ Bulk | □ Quench (Quink) | □ Stokiyometrik |
| □ Debutanizer | □ Ünitesi | □ Zeolit |
| □ Demethanizer | □ Reaktan | |

PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ

1. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Petrokimyada üretilen önemli ürünler neler olabilir?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.1. PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ

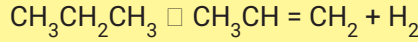
Propilen, petrokimya endüstrisinin önemli ürünlerinden biridir. Etilenden sonra en çok kullanılan petrokimya ürünüdür.

6.1.1. Propilenin Üretim Yöntemleri

Propilen veya propen, C_3H_6 formülü ile gösterilir ve hidrokarbonların alken sınıfında yer alır. Doğal gaz ve ham petrolden elde edilir. En çok kullanılan üretim prosesleri şöyle sıralanır.

- Buhar kraking
- Metanol-olefinler
- Olefin kraking
- Fluid katalitik kraking
- Metanol-propilen
- Metatesis (olefin dönüştürme)
- Propan dehidrojenasyon

Buhar Kraking (Piroliz) Prosesi: Ham madde $760-870\text{ }^\circ\text{C}$ 'de ısıtılarak parçalanır. Burada ham madde etan, propan, nafta veya gaz oil olabilir. Bu proseste etilen, propilen, C_4 'ler, hidrojen, metan gibi ürünler elde edilir. Proseste propan dehidrojenasyona uğrar. Propilen verimi %85'tir. Yan ürünler propan dehidrojenasyon reaksiyonu için yakıt olarak kullanılır.



Metanol-Olefinler Prosesi: Ham madde olarak doğal gaz kullanılır. Bu proses iki aşamalıdır. Önce doğal gaz metanole dönüştürülür, sonra olefinler (etilen ve propilen) üretilir. Reaksiyon $350-500\text{ }^\circ\text{C}$ 'de gerçekleşir. Bu proseste akışkan yataklı reaktör ve akışkan yataklı rejeneratör kullanılır.

Olefin Kraking Prosesi: Ham madde olarak C_4-C_8 aralığındaki olefinlerin parçalanması ile etilen ve propilen üretilir. Reaksiyon $500-600\text{ }^\circ\text{C}$ 'de gerçekleşir. Proses sabit yataklı reaktörde zeolit katalizörü ile gerçekleşir.

Fluid Katalitik Kraking (FCC) Prosesi: Ham madde olarak parafinler kullanılır. Parafinler, daha küçük moleküllü parafinlere ve olefinlere dönüşür. İnce toz hâline getirilmiş bir katalizör kullanılır. Katalizör, reaktör bölümü ile rejenerasyon bölümü arasında sürekli akar. Bu proses $500-550\text{ }^\circ\text{C}$ 'de ve düşük basınçta gerçekleşir. FCC prosesi (Görsel 6.1) benzin üretiminin temelini oluşturur.

Metanol-Propilen Prosesi: Ham madde olarak metanol kullanılır. Reaksiyon sabit yataklı reaktörde gerçekleşir ve zeolit bazlı bir katalizör kullanılır. Bu proseste yan ürün olarak benzin elde edilir.



Görsel 6.1: Petrol rafinerisinde fluid katalitik

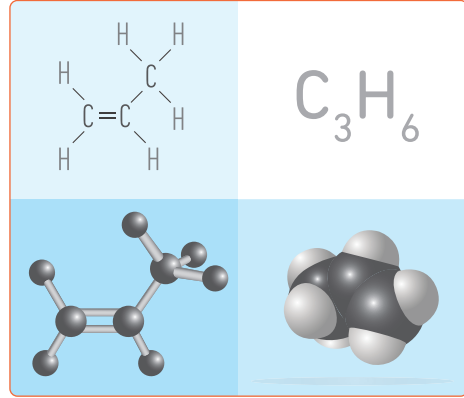
Metatesis (olefin dönüştürme) Prosesi: Ham madde olarak n-bütenler kullanılır. Sabit yataklı katalitik metatesis reaktöründe propilen elde edilir. Reaksiyona girmeyen maddeler geri dönüştürülür. Bütenler %94 civarında propilene dönüşür.

Propan Dehidrojenasyon Prosesi: Ham madde olarak propan kullanılır. Bu proseste platin veya alumina katalizörü kullanılır. Reaksiyon dört tane adyabatik dehidrojenasyon reaktöründe gerçekleşir. Verim %85 civarındadır. Propilen dışında başka ürün oluşmaz.

6.1.2. Propilenin Özellikleri

Propilen veya metiletilen doymamış organik bileşiklerden biridir (Görsel 6.2). $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2$ kimyasal formülü ile gösterilir. Oda sıcaklığında gaz hâlinde bulunur ve renksizdir. Petrole benzer bir kokuya sahiptir. Reaktif bir gazdır ve polimerleşmesi kolaydır. LPG gibi yanıcı ve patlayıcıdır. Pahalı olduğu için yakıt olarak tercih edilmez. Kimyasal olarak aktif bir maddedir.

Formülü: C_3H_6
Molekül ağırlığı: 42,08
Erime noktası: $-185,3^\circ\text{C}$
Kaynama noktası: -47°C
Alevlenme noktası: $-107,8^\circ\text{C}$
Kendiliğinden tutuşma sıcaklığı: 410°C
Kritik basınç: 45 atm
Kritik sıcaklık: 92°C
Yoğunluk: $1,91 \text{ kg/m}^3$
Sudaki çözünürlüğü: $0,61 \text{ g/m}^3$



Görsel 6.2: Propilen molekülü

6.1.3. Propilenin Kullanım Alanları

Propilen (Görsel 6.3) monomerlerinin polimerleşmesiyle polipropilen oluşur. Propilen gaz endüstrisindeki en eski petrokimya ham maddesidir. Propilen, esas olarak enjeksiyon kalıplama ve elyaflar için polipropilen plastikler ve kümen üretimi için kullanılır. Propen ve benzen, kümen işlemi ile aseton ve fenole dönüştürülür. Ayrıca propilen; propilen oksit, akrilik asit, izopropil alkol, akrilik fiberler, epoksi reçineler, polikarbonatlar gibi çok önemli kimyasalların üretiminde kullanılır.



Görsel 6.3: Renkli propilen granülleri

Üretilen propilenin yaklaşık %60'ı polipropilen (PP) üretimi için kullanılmaktadır. Tekstil ve otomotiv endüstrisinde, boya sanayinde, halı, halat, ip (Görsel 6.4) ve oyuncak üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca benzin üretiminde ve yağlama yağlarında kullanılan önemli bir petrokimyasaldır.



Görsel 6.4: Propilen iplik

6.1.4. Propilen Prosesinin İşlemleri

Propilen üretiminde en çok kullanılan proses buharla parçalamadır. Doymuş hidrokarbonlar, buharla parçalanarak daha küçük doymamış hidrokarbonlara dönüşür. Buhar parçalama ünitesi şu üç ana bölüme ayrılır.

- Sıcak bölüm:** Parçalama fırını, birincil parçalayıcıyı ve söndürücüyü içerir.
- Kompresör bölümü:** Kompresörleri, kostik yıkayıcıları ve kurutucuları içerir.
- Soğuk bölüm:** Ünitenin piroliz ürünlerinin ayrıldığı bölümdür; demethanizeri, etan giderici, propan giderici ve deutanizeri içerir.

Prosesin işlem basamakları şöyle sıralanır:

1. Nafta ve buhar parçalama fırınına verilir. Sıcaklık 800-850°C'ye kadar yükselir.
2. Fırından gelen akım söndürme ünitesine verilir.
3. Kompresör karışımın basıncını artırır ve ayırma ünitesine gönderir.
4. Buz oluşumunu önlemek için gazlar kurutulur.
5. Metan ve bütan ayrılır.
6. Ayırma ünitesinde hidrojen, etilen ve propilen ürünleri elde edilir.



SIRA SİZDE

Propilenin işlem basamaklarını yazınız.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

POLİPROPİLEN ÜRETİM PROSESİ



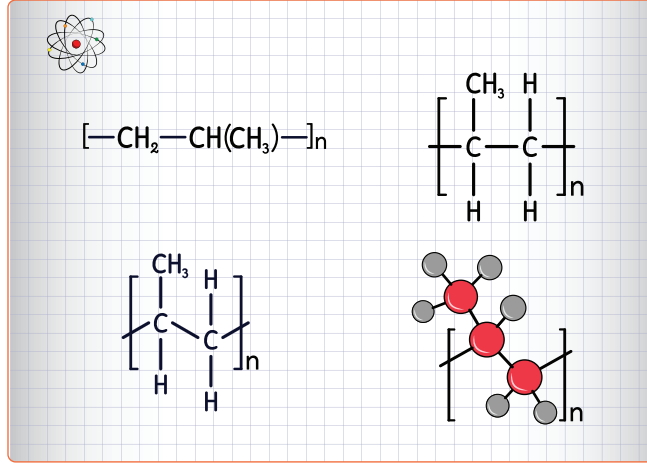
Hazırlık Çalışması

Günlük hayatınızda kullandığınız termoplastiklere örnekler veriniz.

2. BÖLÜM

6.2. POLİPROPİLEN ÜRETİM PROSESİ

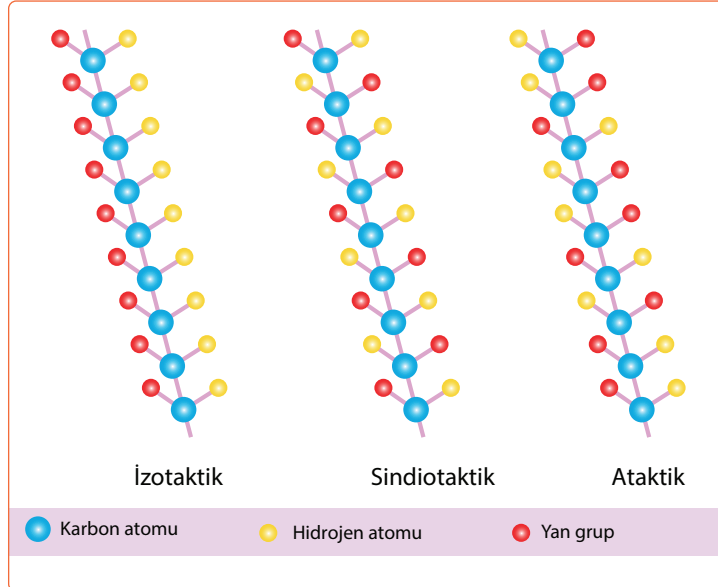
Polipropilen (Görsel 6.5), propilen monomerlerinin Ziegler-Natta (Zigler Nata) katalizörü eşliğinde polimerleşmesiyle elde edilir. Tepkime, propilende bulunan çift bağı açılması ve yeni monomerlerin eklenmesi ile devam eder. Polimerleşme, molekülün aktif ucuna bir hidrojen atomunun bağlanması ile son bulur. Propilen monomerlerinin polimerleşmesiyle oluşan polipropilen molekülünde tekrarlanan monomer sayısı 5000 ile 10000 arasındadır.



Görsel 6.5: Polipropilen molekülü

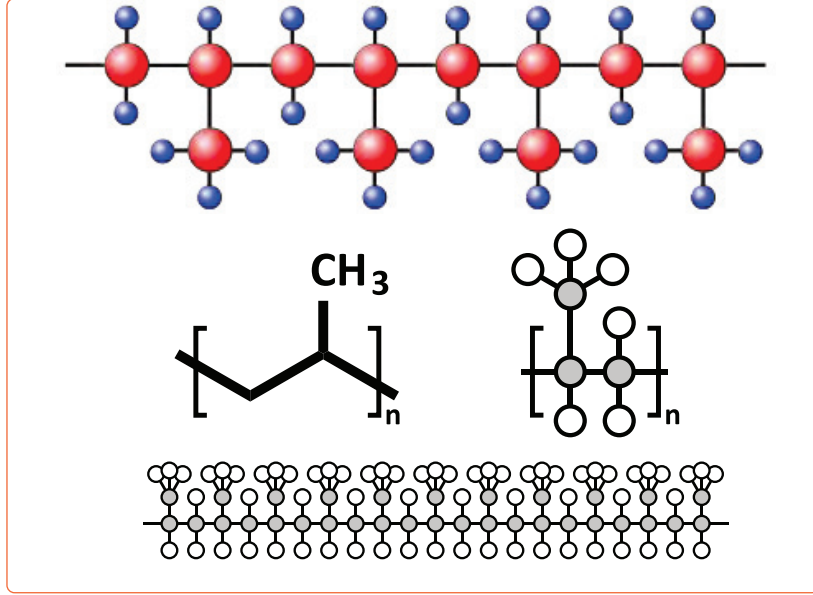
6.2.1. Polimer Molekülündeki Metil Gruplarının Sınıflandırılması

Polipropilende bulunan metil gruplarının bulunduğu yere göre değişik yapılar meydana gelir. Metil gruplarının uzaydaki dizilişlerine göre izotaktik polimer sindiotaktik polimer ve ataktik polimer (Görsel 6.6) yapıları oluşur.



Görsel 6.6: Taktiklik yapısal diyagramları izotaktik, sindiyotaktik ve ataktik sınıflandırma

İzotaktik Polimer (PP-it): Bu polimer çeşidinde tüm metil grupları polimerin aynı tarafında bulunur (Görsel 6.7). İzotaktik polimer, p- ksilen içinde çözünür ve kristal yapıdadır.



Görsel 6.7: Polipropilen yapısı

Sindiotaktik Polimer (PP-st): Metil grupları polimer boyunca biri zincirin alt kısmına diğeri zincirin üst kısmına gelecek şekilde sıralanmış durumdadır. Bu polimer çeşidi ksilende çözünebilir ve çoğunlukla kristal yapıdadır.

Ataktik Polimer (PP-at): Metil grupları polimer zinciri boyunca rastgele dizilmiştir. Ataktik polimeri, heptan veya hekzanda çözünebilir ve çoğunlukla şekilsizdir.



SIRA SİZDE

Aşağıda buhar parçalama ünitesinin bölümleri verilmiştir. Bu bölümlerin karşısına bölümlerde meydana gelen olay ve ürünlerin numaralarını yazınız.

a) Soğuk bölüm

b) Sıcak bölüm

c) Kompresör bölümü

1- Debutanizer

2- Söndürücü

3- Etan giderici

4- Kurutucu

5- Propan giderici

6- Parçalayıcı

7- Yıkayıcı

8- Demetanizer

6.2.2. Polipropilen Türlerinin Sınıflandırılması, Özellikleri, Kullanıldığı Yerler ve Üretim Yöntemleri

Polipropilen birçok kullanım alanı olan, çeşitli şekillerde sınıflandırılan termoplastik polimerlerden biridir.

6.2.2.1. Polipropilen Türlerinin Sınıflandırılması

Polipropilen; homopolimer, kopolimer ve random kopolimer olmak üzere üç temel sınıfa ayrılır.

- **Homopolimer propilen (HPP):** Sadece propilen moleküllerinden üretilir. En çok kullanılan propilen sınıfıdır ve korozyona karşı dayanıklıdır. Geri dönüştürülebilir bir polimerdir. ---PPPPPPPPPP--- molekül yapısına sahiptir.
- **Kopolimer propilen (CPP):** Propilen ile birlikte %3 oranında etilen de kullanılır. Polipropilenin bu sınıfı biraz daha yumuşaktır. Düşük sıcaklıklarda bile darbelere karşı sağlamdır ve çok dayanıklıdır. Korozyona uğramaz. ---PPPPPPPEEE--- molekül yapısına sahiptir.
- **Random Kopolimer (RACPP):** Propilen ile birlikte %3-7 oranında etilen de kullanılır. Bu polimerler saydam, eğilebilir ve hafiftir. İyi bir radyasyon direncine sahiptir. ---PPPEEP-PPEEPPE--- molekül yapısına sahiptir.

6.2.2.2. Polipropilenin Özellikleri

Polipropilen, geniş kullanım alanı olan termoplastik bir polimerdir. Asit ve bazlara karşı dayanıklı, düşük maliyetli, elektrik yalıtımı iyi ve sürtünme katsayısı düşüktür. Bakterilere ve mantarlara karşı da dayanıklıdır. Zehirli bir madde değildir ve gıda tüzüğüne uygundur. Polipropilenin renklendirilmesi zordur. Yanıcı olması ve oksitlenmeye açık olması gibi dezavantajları vardır. Polipropileni diğer plastiklerden daha avantajlı hâle getiren özelliği korozyona ve kimyasal sızıntıya, darbe ve donma dâhil olmak üzere çoğu fiziksel hasara karşı sağlam olması, çevresel faydaları ve yapıştırma yerine ısı füzyonu ile birleştirilebilmesidir. Polipropilen, suda yüzebilecek kadar hafif olduğu için halatlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Polipropilen ip, dayanıklılık açısından polyester ipe benzer. PP, diğer sentetik elyafların çoğundan daha ucuzdur.

Formülü: $[CH_2CH(CH_3)]_n$

Erime sıcaklığı: 130-170°C

Erime ısı: 21 cal/g

Yoğunluk: 0,92 g/cm³

Özgül ısı: 0,46 cal/ g

Bozunma sıcaklığı: 380-410°C

Nem tutma: %0,1

6.2.2.3. Polipropilenin Kullanıldığı Yerler

Polipropilen (PP), dünyada en yaygın kullanılan termoplastiklerden biridir. Plastik ambalaj, makine ve ekipman için plastik parçalar, elyaf ve tekstil ürünlerine kadar geniş bir kullanım alanı vardır. Polipropilen yorulmaya karşı dirençli olduğundan kapaklı şişelerdeki gibi çoğu plastik hareketli kapaklar bu malzemedendir yapılır.

Polipropilen hem yüksek saflıkla ilgili hem de dayanıklı ve sert tasarlanmış boru sistemlerinin

imalâtında kullanılır. Tıbbi kullanım veya laboratuvar kullanımı için birçok plastik malzeme, otoklavdaki ısıya dayanabileceğinden polipropilenden yapılır.

Polipropilenden yapılan yemek kapları bulaşık makinesinde erimez ve endüstriyel sıcak dolum işlemleri sırasında zarar görmez. Bu nedenle süt ürünlerinde kullanılan plastik kap, alüminyum folyo ile kapatılmış polipropilendir. Çeşitli şekil ve boyutlarda yapılan sağlam, yarı saydam, yeniden kullanılabilir plastik kaplar genellikle polipropilenden yapılır (Görsel 6.8).

Plastik kova, araba aküsü, çöp sepeti, eczane şişeleri, soğutucu kaplar, tabaklar ve sürahiler polipropilen veya polietilenden yapılır. Polipropilen solmayan özelliğinden dolayı evde kullanılmak üzere halı, kilim ve paspas üretiminde de yaygın olarak kullanılır. Plastik konteynır, yeniden kullanılabilir su şişesi, tıbbi bileşenler, bahçe mobilyası, oyuncak, valiz ve araba parçaları üretiminde en yaygın kullanılan termoplastik polipropilendir.



Görsel 6.8: Polipropilen plastik ambalaj koleksiyonu



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Beyaz renkli ve yarı saydam bir madde olan polipropilenin gıda ambalajı olarak kullanılmasının nedenlerini araştırınız. Araştırmalarınızı sunum yaparak arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.2.2.4. Polipropilenin Üretim Yöntemleri

Polipropilen, propilen gazının Ziegler-Natta veya metalosen katalizörü varlığında polimerizasyon reaksiyonu ile üretilir. Polimerizasyonda sıcaklık, basınç ve reaktan konsantrasyonları üretilen polimer derecesine göre belirlenir. Polipropilen üretiminde çeşitli üretim prosesleri mevcuttur. Bu prosesler içinde gaz fazı polimerizasyonu ekonomik ve esnek ve çok çeşitli katalizörleri barındırabilir. Modern polipropilen üretim tesislerinde en yaygın kullanılan teknolojidir. Polipropilen üretim prosesleri şunlardır:

- Gaz fazı polimerizasyonu
- Bulk (bık) faz polimerizasyonu
- Slurry (sluri) faz polimerizasyonu

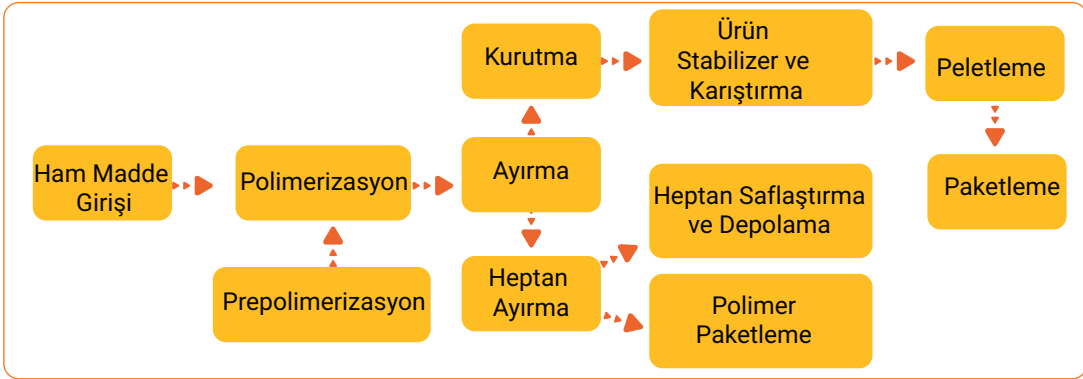
Gaz fazı polipropilen üretim prosesinde monomerde bulunan su, oksijen ve kükürt bileşikleri saflaştırılır. Saflaştırılan monomerler ve katalizör reaktöre yüklenir. Polimerizasyonun gerçekleştiği reaktör akışkan yataklı düşük basınçta çalıştırılır. Reaktörün bir ucundan monomer ve katalizör yüklenirken diğer ucundan toz hâlde polipropilen elde edilir. Reaksiyona girmeyen propilen monomerleri geri dönüştürülür. Toz hâlindeki ürün içinde bulunan gaz karışımı gaz-toz ayırma ünitesinde ayrılır. Toz ürün pelletleme (granül) ünitesine verilir. Ürüne istenen özelliklere göre katkı maddesi eklenir, şekil verilir ve ürün pazara arz edilir.

Bulk faz polipropilen üretim prosesinde propilen, etilen, heptan ve azot saflaştırılır. Katalizörler ve kullanılacak katkı maddeleri hazır hâle getirilir. Proseste peroksit kullanıldığı için peroksit hazırlanır. Uygun kontrol sistemli iki polimerizasyon reaktörü kullanılır. Polimerizasyon reaktöründe monomerlerin %80'i reaksiyona girerek toz polipropilene dönüşür. Reaksiyona girmeyen karışım resaykıl edilir. Toz polipropilen çift vidalı ekstruderle eritilir, granül hâline getirilir ve kurutulur. Buhar verilerek koku giderilir ve ürün paketleme ünitesinde paketlenir.

Slurry (bulamaç) faz polipropilen üretim prosesinde sürekli tip polimerizasyon sistemi kullanılır. Önce propilen ve heptan saflaştırılır. Reaktöre katalizör, heptan, etilen, propilen ve hidrojen verilir. Polimerizasyon sırasında oluşan safsızlıklar sodyum hidroksit içeren demineralize su ile giderilir. Oluşan polimer kek kurutulur, gerekli katkı maddeleri eklenir, granül hâline getirilir ve paketlenir. Slurry faz polimerizasyonda kopolimer üretiminde esneklik avantajı olmasına rağmen enerji ve hidrokarbon tüketimi fazladır.

6.2.3. Polipropilen Prosesi İşlemleri

Polipropilen prosesinin (Şema 6.1) işlem basamakları şu şekildedir:



Şema 6.1: Polipropilen prosesinin şeması

1. Prepolimerizasyon veya ham madde girişinde uygun katalizör, propilen, gerekli hidrokarbonlar ve katkı maddeleri reaktöre verilir.
2. Polimerizasyon işlemi yapılır.
3. Safsızlıklar giderilir.
4. Kurutma yapılır.
5. Peletleme ünitesine gönderilir.
6. Paketleme yapılır.

AKRILONİTRİL ÜRETİM PROSESİ

3. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Akrilik ipliklerle dokuma yapılabilir mi? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

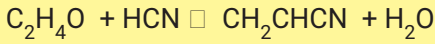
6.3. AKRİLONİTRİL ÜRETİM PROSESİ

Akrilonitril (vinilsiyamid), $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$ formülüne sahip organik bir bileşiktir. Akrilonitril (ACN), kauçuk ve tekstil sanayinde kullanılan önemli bir petrokimya ürünüdür. Çeşitli proseslerde üretilmektedir.

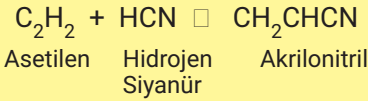
6.3.1. Akrilonitril Üretim Yöntemleri, Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler

Akrilonitril çeşitli proseslerde üretilmektedir. ACN üretiminde kullanılan en yaygın yöntem "propilen ve amonyağın hava ile oksitlenme" yöntemidir.

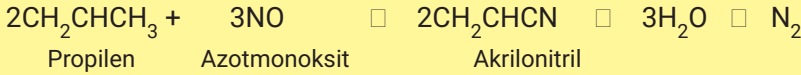
- Etilen Siyanohidrinin Katalizörlü Dehidrasyonu



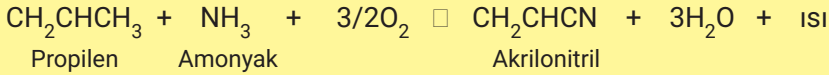
- Asetilen ve Hidrojen Siyanür Katalizörlü Reaksiyonu



- Propilen ve Azotmonoksitin Katalizörlü Reaksiyonu



- Propilen ve Amonyagın Hava ile Oksitlenerek Akrilonitril Eldesi



Akrilonitril (Görsel 6.9); berrak, keskin kokulu, yanıcı ve parlayıcı bir sıvıdır. Yapısında bulunan siyanür ve karbondaki çift bağ sayesinde değişik reaksiyonlara girme kapasitesi vardır. Zehirli bir maddedir ve tehlikeli madde olarak sınıflandırılır. Doğal olarak bulunmaz, endüstriyel amaçlarla çok miktarda üretilir.

Formülü: $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$

Molekül ağırlığı: 53,06 g/mol

Erime noktası: -84°C

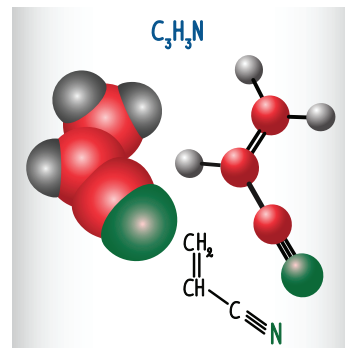
Kaynama noktası: 74°C

Alevlenme noktası: 1°C

Yoğunluk: $0,8 \text{ g/cm}^3$

pH: 6-7,5

Çözünürlük: Suda çözünmez.



Görsel 6.9: Akrilonitril molekülü

6.3.3. Polipropilenden Akrilonitril Üretim Prosesi İşlemleri

Akrilonitril üretim prosesinde işlem basamakları şöyle sıralanır:

1. Akışkan yataklı bir reaktörde, düşük basınçta ve 400-510°C sıcaklıkta proses gerçekleşir.
2. Propilen, amonyak ve havanın amoksidasyon adı verilen bir işlemde birleşmesiyle başlar.
3. Reaktanlara maksimum maruz kalması için katalizörün yüzey alanı geniş tutulur. Katalizör bizmut, fosfor ve molibden bazlıdır.
4. Isı kontrolü için reaktör tüplerinin etrafında soğuk su geçirilir.
5. Birinci reaktörden çıkan akım yıkanır.
6. İnert gazlar uzaklaştırılır.
7. Ekstraksiyonlu destilasyonla ürünler birbirinden ayrılır.
8. %70 verimle akrilonitril elde edilir.



AKRİLONİTRİL ÜRETİM ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Propilenden akrilonitril üretim şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına propilenden akrilonitril üretim şemasını çiziniz. Proses giren ve prostesten çıkan maddelerin isimlerini şema üzerinde belirtiniz. Prosesi sözlü olarak arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Akrilonitrilin önemli kullanım alanlarını yazınız.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Sentetik polimer olan akrilik ipliklerin avantajlarını ve dezavantajlarını araştırınız. Araştırmanızda poster ve görsel kullanınız. Arkadaşlarınıza sunum yaparak paylaşınız.

PROPİLEN OKSİT PROSESİ

4. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Kullandığınız el ve yüz kremlerinin içindeki maddelerin listesini hazırlayınız. Listenizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.4. PROPİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ

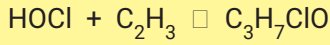
Propilen oksit, birçok kimyasal maddenin ham maddesidir. Propilen oksidin endüstriyel üretimi propilenden başlar. Kanserojen bir maddedir. Klorohidrin ve peroksidasyon prosesleri ile üretilir.

6.4.1. Propilenoksitin Üretim Yöntemleri, Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler

Dünya genelinde propilen oksit şu iki prosesle üretilir:

- Klorohidrin teknolojisi ile üretim
- Peroksidasyon teknolojisi ile üretim

Klorohidrin prosesinde klor gazı ve su reaktöre verilir. Klor ve suyun tepkimesinden hidroklorik asit ve hipokloröz asit oluşur. Hipokloröz asidin propilen ile tepkimesinde propilen klorohidrin ve propilendiklorür oluşur. Karışıma sıcak su ve kalsiyum hidroksit eklenir. Propilen klorohidrin ile kalsiyum hidroksitin tepkimesinden propilen oksit oluşur. Reaksiyona girmemiş ürünler resaykıl edilir. Destilasyon kolonunda ürünler saflaştırılır ve propilen oksit elde edilir.



Klorohidrin prosesi maliyetli bir proses olduğu için pek kullanılmaz. Peroksidasyon prosesi daha çok tercih edilir. Peroksidasyon prosesinde etil benzen veya izobütan, oksijen ve katalizör peroksidasyon reaktörüne verilir. Reaktördeki reaksiyon sonucunda hidroperoksitler oluşur. Oluşan ürün, katalizör ve propilen epoksidasyon reaktörüne verilir ve propilen oksit oluşur. Propilen oksit saflaştırılır ve reaksiyona girmemiş ürünler resaykıl edilir. Reaksiyon sonucunda oluşan yan ürünler ticari amaçlı ürünlere dönüştürülür.

Propilenoksit (Görsel 6.10), $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O}$ formülü ile gösterilen organik bir bileşiktir. Kokusu etere benzeyen, renksiz, uçucu, kolay tutuşabilen ve zehirli bir sıvıdır. Endüstriyel olarak çok fazla üretilir. Bu bileşiğe bazen 1,2-propilen oksit de denir. Çünkü izomeri 1,3-propilen oksit ile karıştırılır. Kolaylıkla tepkimeye girebilir.

Formülü: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

Görünüş: Berrak sıvı

Molekül ağırlığı: 58,08 g/mol

Erime noktası: -112°C

Kaynama noktası: 34°C

Donma noktası: $-12,3^\circ\text{C}$

Yoğunluk: $0,859 \text{ g/cm}^3$

Alevlenme noktası: -37°C

Suda çözünürlük: %41



Görsel 6.10: Propilen oksit molekülü

Propilen oksidin %60-70'i alkoksilasyon işlemi ile polieterpoliollere dönüştürülür. Polieterpolioller de poliüretan plastik üretiminde kullanılır. Propilen oksidin yaklaşık %20'si de propilen-glikol dönüştürülür. Bu ürünler dışında polipropilen glikol, propilen glikol eterleri, propilen karbonat gibi ana ürünler de propilen oksitten elde edilir. Kurutulmuş meyve, çerez ve baharatları bakterilere karşı korumak için propilen oksit kullanılır. Propilen oksit, biyolojik numunelerin hazırlanmasında da yaygın olarak kullanılır. Propilen oksit, otomotiv ve inşaat endüstrisinde kullanılması ile küresel pazarda çok talep edilen ürünler arasına girmiştir.

6.4.2. Propilen Karbonat, Alilil Alkol, Gliserin, Poliüretanlar, Propilen Glikol ve Poliester Reçinenin Özellikleri

Propilen karbonat (Görsel 6.11), $C_4H_6O_3$ formülü ile gösterilir. Propilen glikolden türetilmiş, renksiz ve kokusuz bir karbonat esterdir. Kozmetik üretiminde kullanılır ve deri iritasyonuna sebep olmaz. Tıpta, yiyecek ve içecek üretiminde nemlendirici ve çözücü olarak kullanılır. Yüksek performanslı bir çözücüdür. PC'nin bu özelliğinden dolayı iyon değiştirme ajanı, yapıştırıcılar ve sızdırmazlık kimyasalları, yağlayıcılar, boya katkı maddeleri gibi birçok endüstriyel kullanım alanı mevcuttur.

Formülü: $C_4H_6O_3$

Görünüş: Renksiz sıvı

Molekül ağırlığı: 102 g/mol

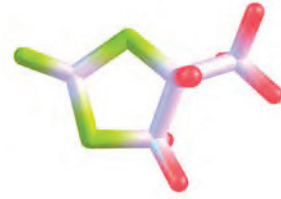
Yoğunluk: 1,205 g/cm³

Erime noktası: -49°C

Kaynama noktası: 242 0C

pH değeri: 7

Suda çözünürlük: Yüksek oranda



Görsel 6.11: Propilen karbonat molekülü

Allil alkol, CH_2CHCH_3OH formülü ile gösterilir. Alkol ve suda çözünen organik bir bileşiktir. Allil alkollerin en küçük temsilcisidir. Hardal gibi bir kokuya sahiptir ve tehlikeli madde sınıfında yer alır. Allil alkolün en önemli kullanım alanı gliserol üretimidir. Aynı zamanda aleve dayanıklı malzemeler, plastikleştiriciler gibi birçok özel bileşiğin öncüsü olarak da kullanılır.

Formülü: C_3H_6O

Görünüş: Renksiz sıvı

Molekül ağırlığı: 58,08 g/mol

Yoğunluk: 0,854 g/cm³

Kaynama noktası: 97°C

Erime noktası: -129°C

Parlama noktası: 21°C

pH değeri: 7

Suda çözünürlük: Çözünür

► PROPİLEN OKSİT ÜRETİM PROSESİ

Gliserin [gliserol (Görsel 6.12)], polar yapıda ve sıvı hâlde bulunan organik bir maddedir. Su ve alkole karışan, asetonda çözünen trihidroksi bir alkoldür. Şekerli bir tadı vardır. Gliserin, gıda endüstrisinde ve tarımda, kozmetik ürünlerde, ilaç yapımında, mum ve sabun üretiminde kullanılır.

Formülü: $C_3H_8O_3$

Görünüş: Renksiz, viskoz sıvı

Molekül ağırlığı: 92,094 g/mol

Yoğunluk: 1,26 g/cm³

Kaynama noktası: 290°C

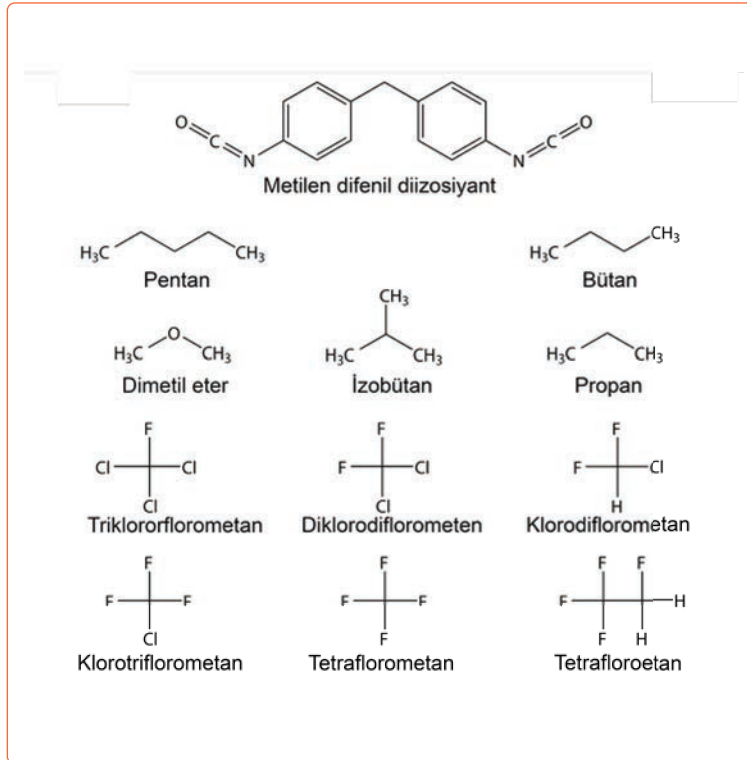
Erime noktası: 18°C

Sınıflandırma: Alkol



Görsel 6.12: Gliserin

Poliüretanların farklı sentez yöntemleri mevcuttur. İzosiyanatlardan veya poliollerden sentezlenebilir. Poliüretan köpükler %95 oranında kapalı hücelere sahiptir. Bu özellik poliüretana çok iyi bir ısı ve ses yalıtım malzemesi özelliğini kazandırır. **Poliüretanlar** (Görsel 6.13); uzun ömürlü, her kalıbın şeklini alabilen, iyi bir yapışma özelliğine sahip, kararlı, bakteri üretmeyen, koku yapmayan, çürümeyen teknolojik polimerlerdir. Esnek poliüretanlar ve sert poliüretanlar olmak üzere ikiye ayrılır. Poliüretanlar; düşük seviyede toksisite özelliği olan, -30 ile +80°C arasında genleşmeyen, inert, yüksek kaynama noktasına sahip, renksiz ve kokusuz sıvıdır.



Görsel 6.13: Poliüretan köpük bileşenleri

Propilen glikol veya propan 1,2-diol (Görsel 6.14), $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ formülü ile gösterilen bir alkoldür. Yağlı, tatsız ve higroskopik özelliğe sahiptir. Gıda, kozmetik ve ilaçlarda kullanılan temel bir maddedir. Polyester reçinelerinin monomeridir. Polipropilen glikolün ara maddesidir. Polipropilen glikol ise poliüretan köpüklerin üretiminde kullanılan bir ara maddedir. Propilen oksidin hidrasyonu ile propilen glikol üretilir.

Formülü: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$

Görünü: Renksiz, kokusuz sıvı

Molekül ağırlığı: 76,09 g/mol

Yoğunluk: 1,04 g/cm³

Kaynama noktası: 188 0C

Erime noktası: -59 0C

Parlama noktası: 109 0C

Suda çözünürlük: Çözünür

pH değeri: 7

Sınıflandırma: Alkol



Görsel 6.14: Propilen glikol

Poliester reçine, dibazik organik asitler ve polihidrik alkollerin reaksiyonu ile oluşan sentetik reçinelerdir. Yoğun kıvamlı, hava koşullarına ve yaşlanmaya karşı dirençli, düşük maliyetli, suya ve birçok kimyasala karşı dayanıklı, makul sıcaklık direnci, düşük büzülme ve uygun termal genleşme özelliğine sahiptir. Başlangıç malzemesine bağlı olarak çok çeşitli poliesterler üretilebilir. Döküm tipi, genel amaçlı, kalıp yapımı, alev iletmeyen, soğuk pres tipi gibi çok çeşitli polyester reçineler mevcuttur.

Erime noktası: 260 °C

Bükülme mukavemeti: 110 mPa

Gerilme direnci: 152 mPa

Çekme oranı: %0,1-0,3

6.4.3. Propilen Oksit Prosesi İşlemleri

Propilen oksit prosesinde iki reaktör kullanılır. Prosesin işlem basamakları şöyle sıralanır:

1. Etil benzen, hava ve buhar peroksidasyon reaktörüne verilir.
2. Reaktörde bulunan katalizör ile birlikte maddeler reaksiyona girer ve hidroperoksitler oluşur.
3. Oluşan etil benzen hidroperoksit ile birlikte propilen ve katalizör epoksidasyon reaktörüne verilir.
4. Reaktör akımı ayırma ünitesine alınır.
5. Ayırma ünitesinde saf propilen oksit elde edilir.

6. Reaksiyona girmeyen ürünler kendi reaktörlerine resaykıl edilir.
7. Yan ürün olarak oluşan alkol türevleri ticari değeri olan ürünlere dönüştürülür.
8. Propilen oksit verimi %85 civarındadır.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen kavramları okuyunuz. Propilen ve türevlerinin prosesinde kullanılan kavramları işaretleyiniz.

	Adyabatik reaktör
	Akışkan yataklı reaktör
	Debutanizer
	Demethanizer
	Epoksidasyon reaktörü
	Heterojen reaktör
	Kompresör
	Kraking fırını
	Peroksidasyon reaktörü
	Quench ünitesi
	Piroliz
	Sürekli reaktör



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Propilenin üretim yöntemlerinden biri de metatesis prosesidir. Olefin dönüştürme reaksiyonu olarak da bilinen metatesis, organik kimyanın temel yer değiştirme reaksiyonlarında biridir. Bu reaksiyon mekanizmasını açıklayan Yves Chauvin (İv Şuva) ve arkadaşları 2005 yılında Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü.



PROPİLEN OKSİT ÜRETİMİ

ETKİNLİK 2

Amaç: Propilen oksit üretiminde kullanılan malzemeleri yazmak.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

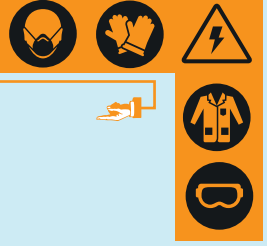
Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına propilen oksit üretiminde kullanılan ekipmanların, proseşe giren ve prosesten çıkan kimyasal maddelerin adlarını belirtiniz.

Değerlendirme: Propilen oksit üretiminde hangi maddelerin resaykıl edildiğini yazınız.



1. Laboratuvar Çalışması

OTO ANTİFRİZ ÜRETİMİ



Amaç

Propilen glikolden antifriz üretmek.

Araç -Gereç

- Propilen glikol
- Su
- Beher
- Cam baget
- Gıda boyası

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Behere 200 ml su koyunuz.
- Beherdeki suya 1 gram gıda boyası ekleyip karıştırınız.
- Karışımın üzerine 200 ml propilen glikolü ekleyiniz.
- Malzemeleri karıştırınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

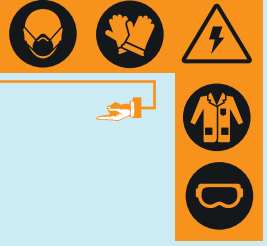
1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Suyu behere koydu.		
3	Gıda boyasını ilave etti.		
4	Gıda boyasını karıştırdı.		
5	Propilen glikolü ekledi.		
6	Propilen glikolü karıştırdı..		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



2. Laboratuvar Çalışması

EL KREMİ YAPIMI



Amaç

Gliserin ile el kremi yapmak.

Araç -Gereç

- Gliserin
- Badem yağı
- Zeytinyağı
- Vazelin
- Esans
- Beher
- Spatül
- Benmari

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Behere 5 g vazelin koyunuz.
- Beheri benmarinin üzerine yerleştiriniz.
- Vazelin eriyince üzerine 10 ml gliserin ekleyip karıştırınız.
- Karışımın üzerine 5 ml zeytinyağı ve 5 ml badem yağı ekleyiniz.
- Homojen karışım oluncaya kadar karıştırınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Vazelin behere koydu.		
3	Beheri benmari üzerine yerleştirdi.		
4	Gliserini ekledi.		
5	Gliserini karıştırdı.		
6	Zeytinyağını ekledi.		
7	Badem yağını ekledi.		
8	Homojen bir karışım elde edinceye kadar malzemeleri karıştırdı.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Propilen ve amonyağın havayla oksitlenmesi ile akrilonitril üretilmektedir.
2. (.....) Polipropilen; homopolimer, kopolimer ve random kopolimer olarak sınıflandırılır.
3. (.....) Propilen oksit, dünya genelinde klorohidrin teknolojisi ile üretilmektedir.
4. (.....) Propilen doymuş organik bileşiklerden biridir.
5. (.....) Buhar kraking prosesinde etan, propan, nafta veya gaz oil 760-870°C de ısıtılarak parçalanır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

Allil alkol	Epoksidasyon	İzosiyanatlardan	İzotaktik polimer
Propilen	Polihidrik	Poliollerden	

6. Polipropilende bulunan metil gruplarının bulunduğu yere göre sindiotaktik polimer ve ataktik polimer yapıları oluşur.
7. Propilen oksit üretiminde peroksidasyon reaktörü ve..... reaktörü kullanılır.
8. Poliüretanlar veya sentezlenebilir.
9. Petrokimya endüstrisinde etilenden sonra..... en çok kullanılan polimerdir.
10. Poliester reçine, dibazik organik asitler vealkollerin reaksiyonu ile oluşan sentetik reçinelerdir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Propilen petrokimya endüstrisinin en önemli ürünlerinden biridir. Hangi proseslerle propilenin kullanılabilir hale getirildiğini ve propilenden hangi ürünler elde edildiğini açıklayarak yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Polipropilen üretim prosesinde monomerde bulunan su, oksijen ve kükürt bileşikleri saflaştırılır. Saflaştırılan monomerler ve katalizör akışkan yataklı reaktöre yüklenir ve reaktör çalıştırılır.

Yukarıda verilen özellikler polipropilen üretim proseslerinden hangilerine aittir?

- A) Gaz fazı
- B) Bulk faz
- C) Slurry faz
- D) Bulk ve slurry faz
- E) Gaz, bulk ve slurry faz

13. I. Buhar kraking
II. Metanol-olefinler prosesi
III. Fluid katalitik kraking
IV. Metatesis
V. Propan dehidrojenasyon

Yukarıda verilen yöntemlerden hangileri propilen üretiminde kullanılır?

- A) Yalnız I
- B) I, II ve IV
- C) I, II ve III
- D) II, III ve IV
- E) II, III ve V

14. Aşağıda polipropilen üretimi ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Tekrar eden monomerler vardır.
- B) Ziegler-Natta katalizörü kullanılır.
- C) Kondenzasyon reaksiyonu ile elde edilir.
- D) Propilendeki çift bağ açılır ve yeni monomerler eklenir.
- E) Molekülün aktif ucuna bir hidrojen atomu bağlanır.

15. I. Reaktör akımı ayırma ünitesine alınır.
II. Oluşan hidroperoksit, propilen ve katalizör epoksidasyon reaktörüne verilir.
III. Ham madde peroksidasyon reaktörüne verilir.
IV. Ayırma ünitesinde saf propilen oksit elde edilir.

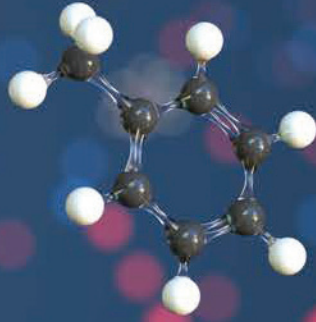
Propilen oksit prosesinin işlem basamaklarının doğru sıralanışı hangi seçenekte verilmiştir?

- A) I, II, III ve IV
- B) I, II, IV ve III
- C) III, II, I ve IV
- D) I, III, II ve IV
- E) III, IV, II ve I

7. ÖĞRENME BİRİMİ



TOLUEN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ



KONULAR

- 7.1. TEREFTALAT ASİTTEN PET ÜRETİM PROSESİ
- 7.2. TOLUENDEN SAF TDI ÜRETİM PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Antiseptik
- Benzil Klorür
- Hidrojenasyon
- Karbonilasyon
- Nitro Toluen
- Poliüretan
- Piroliz
- Reçine
- Siyanat
- Tereftalik Asit
- Toluen

TEREFTALAT ASİTTEN PET ÜRETİM PROSESİ

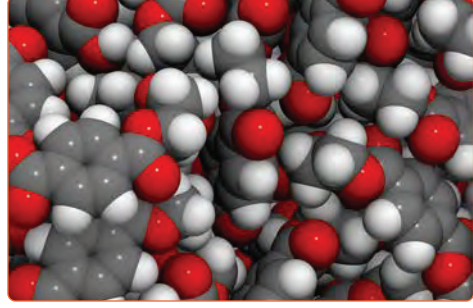
Hazırlık Çalışması

Pet şişeleri hayatımızdan çıkarabilir miyiz?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. BÖLÜM

7.1. TEREFTALAT ASİTTEN PET ÜRETİM PROSESİ

Saf tereftalik asit (pure terephthalic acid – PTA), toluenin karbonilasyonu ve paraksilenin hava ile tepkimesinden elde edilen kristal toz şeklinde bir maddedir. $C_6H_4(CO_2H)_2$ formülü ile gösterilen organik bir bileşiktir. Tereftalik asit, polyester PET'in (Görsel 7.1) öncü maddesidir.



Görsel 7.1: Polietilen tereftalatın molekül yapısı

7.1.1. Toluenin Üretim Yöntemleri ve Üretilen Maddeler

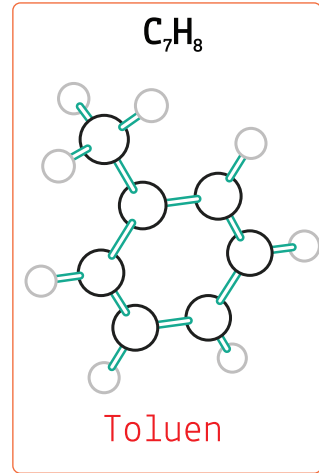
Toluen (Görsel 7.2), benzen ve ksilenle beraber aromatikler fabrikasında üretildiği gibi kömürün pirolizinden ve etil benzenden stiren üretilirken yan ürün olarak elde edilir. Metil benzen olarak bilinen toluenin üretim yöntemleri şöyle sıralanır:

- Piroliz gazların hidrojenasyon prosesi
- Nafta katalitik reforming prosesi
- LPG dehidrosiklodimerizasyon prosesi

Her üç proseste de benzen, toluen ve ksilenler elde edilir.

Toluenden benzen, nitro toluenler, benzoik asit, benzilchlorür ve paratolualdehit elde edilir. Bunlardan yararlanılarak şu maddeler üretilir:

- Poliüretan reçine, boya ve çözücü
- Patlayıcı
- Organik kimyasallar ve antiseptik
- Polyester elyaf



Görsel 7.2: Toluen molekülü



BİLGİ KUTUSU

Toluen doğal olarak ham petrolde, volkanlarda, orman yangınlarında ve ham petrolden çıkan dumanda bulunur. Tolu ağacında ve bazı çam ağaçlarının yapısında da yer alır. Sigara dumanının bileşenlerinden biridir.



ARAŞTIRMA – TARTIŞMA

Oksitleyici özelliği yüksek olan toluenin depolanma koşullarını ve çevre sağlığı açısından toluen bulunduran atıkların nasıl yok edilebileceğini araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

7.1.2. Tereftalik Asit ve Türevleri

Tereftalik asit (PTA), beyaz toz hâlinde, kristal yapıda, erimeyen katı bir maddedir. Soğuk suda, eterde, kloroformda ve asetik asitte çözünmez ancak yüksek sıcaklıklarda ve basınç altında çözünürlük başlar. 300°C civarında süblime olur.

PTA, yanıcı bir maddedir. Depolama ve taşıma alanlarında ateşten sakınılmalıdır. Alev alma durumunda yangın su ile söndürülebilir. Tereftalik asit zehirli bir madde değildir ancak tozunu aşırı miktarda teneffüs etmemek gerekir. Solunum yollarını korumak için toz maskesi kullanılabilir. Tereftalik asidin reaksiyon kabiliyeti diğer aromatik dikarboksilli asitlerin reaksiyonlarına benzer ancak çözünürlüğü sınırlıdır.

Tereftalik asidin etilen glikol ile kondenzasyonundan polietilen tereftalat (PET) elde edilir. Polietilen tereftalat, tereftalik asidin en önemli türevidir.

Polietilen tereftalat çok geniş kullanım alanına sahip termoplastik bir poliesterdir. PET, iyi fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahip olduğu için pet şişeler (Görsel 7.3), polyester elyaf (Görsel 7.4) ve film üretiminde kullanılır.



Görsel 7.3: Pet şişeler



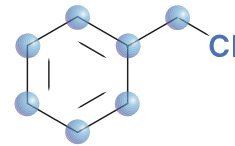
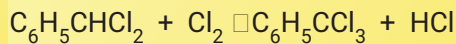
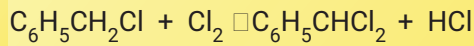
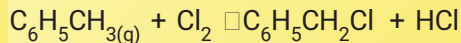
Görsel 7.4: Polyester kumaş

7.1.3. Benzil Klorür ve Benzotriklorür Türevleri

Benzil klorür, $C_6H_5CH_2Cl$ formülü ile gösterilen organik bir bileşiktir (Görsel 7.5). Kimyasal tepkimelerde çok kullanılan renksiz bir sıvıdır. Oldukça rahatsız edici bir kokusu vardır.

Kaynar toluenin içinden klor gazı geçirilerek benzil klorür (klorotoluen) elde edilir. Yan ürün olarak benzoil klorür ve benzotriklorür oluşur.

Benzil klorür bir hidroliz reaksiyonunda su ile reaksiyona girerek benzil alkol ve hidroklorik asit oluşturur. Benzil asetat, bütil benzoat, benzil salisilat üretimlerinde de kullanılır. Bu bileşiklerin bazıları parfüm, kozmetik ve tatlandırıcı sanayinde kullanılan kimyasal maddelerdir. Ama benzil klorür en çok bütil benzil ftalat üretiminde kullanılır.



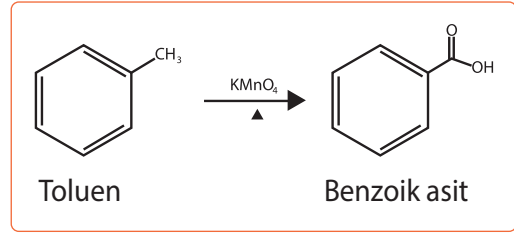
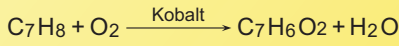
Görsel 7.5: Benzil klorür

Benzotriklorür ($C_6H_5CCl_3$); triklorotoluen, fenilkloroform veya triklorometil benzen olarak da adlandırılır. Boya kimyasında, organik sentezlerde ve antimikrobiyal ilaçların sentezinde kullanılan kimyasal ara maddedir.

7.1.4. Benzoik Asidin Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler

Benzoik asit, $C_7H_6O_2$ kapalı formülüne sahip en basit aromatik karboksilik asit grubunda yer alır. Birçok önemli organik bileşiğin üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılır. Beyaz kristal formda katı bir görünüme sahiptir. Benzaldehit kokusuna benzer bir kokuya sahiptir ve tadı acıdır. Etil alkol, metil alkol ve aseton içerisinde iyi bir çözünürlüğe sahiptir. Benzoik asidin erime noktası $122,4\text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $249\text{ }^\circ\text{C}$ ve yoğunluğu $1,3\text{ g/cm}^3$ tür.

Benzoik asit, sıvı fazdaki toluenin sürekli oksidasyon prosesiyle elde edilir (Görsel 7.6). Katalizör olarak kobalt veya manganez kullanılır.



Görsel 7.6: Toluenden benzoik asit sentezi

Bu reaksiyon $150\text{-}250\text{ }^\circ\text{C}$ de ve $5\text{-}50$ atm basınçtaki reaktörde gerçekleşir. Toluenin % 40'ı oksitlendiğinde reaksiyon tamamlanır, reaksiyona girmeyen toluen ve diğer yan ürünler reaktöre geri gönderilir. Oluşan benzoik asit ve su karışımı ekstrakt edilerek saflaştırılır.

Benzoik asidin kullanım alanları şunlardır:

- Fenol reçinelerinin üretiminde
- Sodyum ve potasyum benzoat üretimindeki ara maddedir. Sodyum ve potasyum benzoat yağlarda, meyve sularında, şuruplarda gıda koruyucu olarak
- Benzoil klorür, alkid reçineleri ve bütil benzoat üretiminde
- Kauçuk üretiminde
- Kauçuğun ufalanmadan kesilmesinde

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

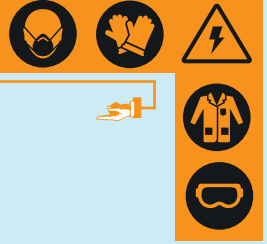
Benzoik asit, benzoik asit tuzları ve esterleri meyvelerin çoğunda doğal olarak bulunur. Özellikle kiraz ve kıvılcık önemli benzoik asit kaynaklarıdır. Meyvelerin dışında benzoatlar tarçın, karanfil ve bazı süt ürünlerinde de doğal olarak bulunur.

Gıda koruyucu maddeler arasında benzoik asit de yer alır. Benzoik asit ve tuzları, antimikrobiyal olarak küf ve mayalara karşı gıda katkı maddesi olarak kullanılır. Benzoik asit ve türevleri E210, E211-213, E214-219 kodlarıyla turşu, peynir, margarin, meyve suları, ketçap, reçel gibi gıdalarda yaygın olarak kullanılır.



1. Laboratuvar Çalışması

BENZOİK ASİT ÜRETİMİ



Amaç

Toluenden benzoik asit (Görsel 7.7) üretmek.

Araç Gereç

- Toluen
- Potasyum permanganat (KMnO₄)
- Sodyum hidroksit (NaOH)
- Hidroklorik asit (HCl)
- Yuvarlak tabanlı cam şişe
- Pipet
- Geri akış (reflux)

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

DİKKAT: Toluen oda sıcaklığında parlayan bir maddedir, yangın çıkarabilir.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- 20 ml seyreltik NaOH çözeltisini yuvarlak tabanlı cam şişeye koyunuz.
- 3 ml toluen ekleyiniz.
- 10 g KMnO₄ ilave ederek karıştırınız.
- Geri akışı ayarlayınız.
- Yağlı toluen kayboluncaya kadar karışımı geri akışta tutunuz (uzun zaman alabilir).
- Çözeltiyi soğutunuz.
- Mangan oksiti (MnO) süzünüz.
- Süzüntüye konsantre HCl ekleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 7.7:Polarize ışık altında benzoik asit kristalleri

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	NaOH çözeltisini cam şişeye koydu.		
3	Tolueni cam şişeye ekledi.		
4	KMnO ₄ ilave etti.		
5	Potasyum permanganatı karıştırdı.		
6	Geri akışta toluen kaybolana kadar karıştırdı.		
7	Çözeltiyi soğuttu.		
8	Mangan oksiti süzdü.		
9	Süzüntüye HCl ekledi.		
10	Benzoik asit elde etti.		
11	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

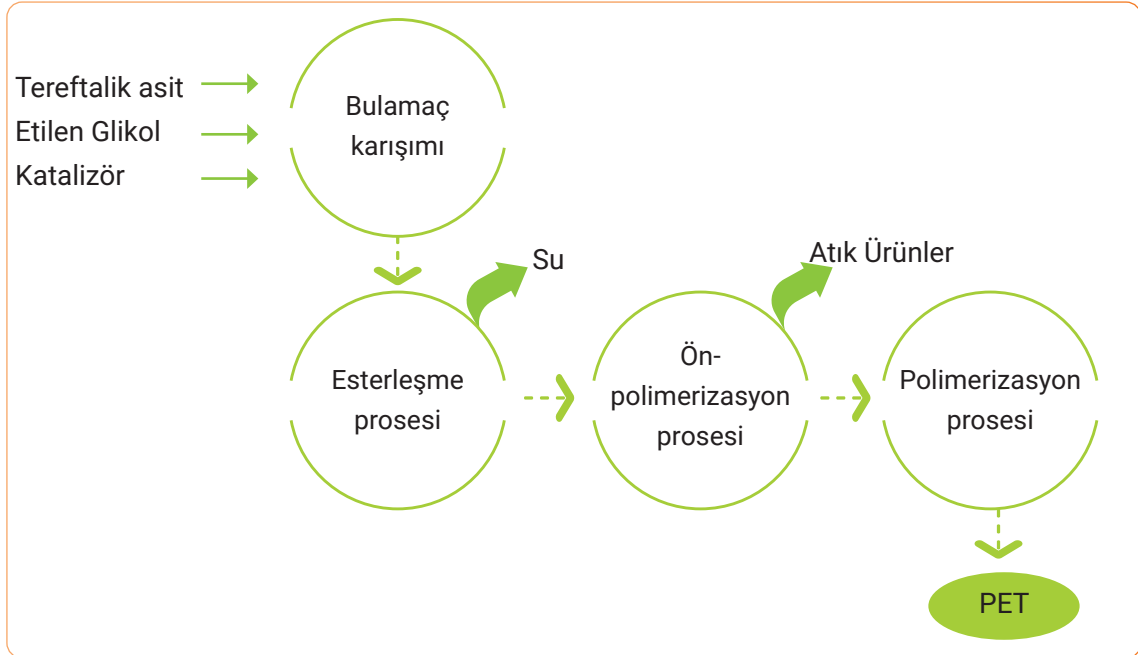
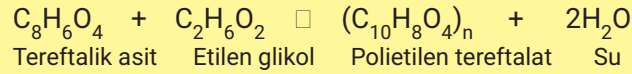
7.1.5. Tereftalat Asitten PET Prosesine Dönüşüm Prosesinin İşlemleri

Tereftalik asitten PET prosesinin işlem basamakları şu (Şema 7.1) şekildedir:

1. Toz hâlindeki tereftalik asit, etilen glikol ve katalizör bir tankta karıştırılır.
2. Karışım ester fonksiyonel grubu içeren polimerlere dönüşür.
3. Esterleşme için basınçlı iki farklı reaktör kullanılır.
4. Reaktörlerden çıkan su buharı ve etilen glikol tekrar kullanılır.
5. Gereksiz olan ürünler atık sistemine verilir.
6. Polimerizasyon reaksiyonu gerekli molekül ağırlığına ulaşıncaya kadar işleme devam edilir.
7. Proseste süreç yaklaşık olarak 4-6 saatte tamamlanır.
8. Ürün iplik veya istenilen şekillere getirilir.

Düşük vizkoziteli PET elde etmek için 20-40 mmHg ve 270-290°C'li reaktör kullanılır.

Yüksek vizkoziteli PET elde etmek için 10-20 mmHg ve 280-300°C'li reaktör kullanılır.



Şema 7.1: Tereftalik asitten PET üretim süreci



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Bazı bitkiler havadaki toksini giderir. Paşa kılıcı, dağ palmyesi, kurdela çiçeği ve fil-kulağı çiçeği evin havasını temizler. Bu bitkiler formaldehit, toluen, benzen ve ksilenin havaya yaydığı kimyasalları filtreler.

TOLUENDEN SAF TDI ÜRETİM PROSESİ

Hazırlık Çalışması

Boya seyreltmek için kullanılan maddeler nelerdir?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. BÖLÜM

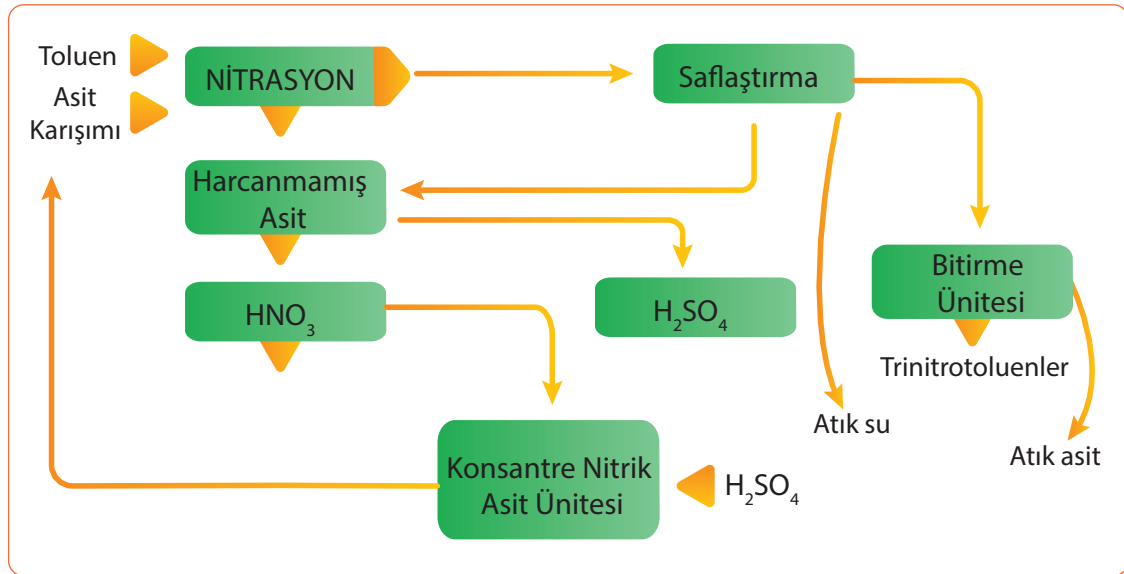
7.2. TOLUENDEN SAF TDI ÜRETİM PROSESİ

Toluenin nitrolanmasıyla dinitrotoluen elde edilir. Oluşan dinitrotoluen hidrojenlendirilerek 2,4-di-aminotoluen ve bu ürünün fosgen ile reaksiyonunda 2,4- ve 2,6-toluen diizosiyanat elde edilir.

7.2.1. Toluenden Başlayarak 2,4-Dinitro Toluen Eldesine Kadar Gerçekleşen Reaksiyonlar ve Üretim Şeması

Dinitro toluen, Batch prosesinde veya sürekli proseste üretilir. Proseste şu işlemler yapılır:

1. Toluen, nitrik asit (HNO_3) ile nitrolanır.
2. Katalizör olarak sülfürik asit (H_2SO_4) kullanılır.
3. Bu reaksiyonun sonucunda karışık nitrotoluen izomerleri elde edilir.
4. Oluşan orto, meta ve para-mononitrotoluenler tekrar nitrik asit ile nitrolanır.
5. 2,4-dinitrotoluen ve 2,6-dinitrotoluen karışımı elde edilir.
6. Fraksiyonlu distilasyon ile izomerler birbirinden ayrılır.



Şema 7.2: Toluenin nitrolama prosesi



NİTRO TOLUEN PROSESİ AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Nitro toluen prosesi akış şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına nitro toluen prosesini çizin. Prosese giren ve çıkan ürünleri yazınız. Atıkların çevreye zarar vermemesi için neler yapılmalıdır? Arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Toluenin nitrolanmasıyla hangi maddeler üretilir?

7.2.2. Toluendiaminin Elde Edilmesi

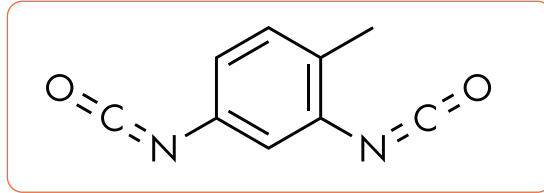
Toluendiamin veya diaminotoluen elde etmek için şu işlemler yapılır:

1. Dinitrotoluenin 2,4- ve 2,6- izomerinden oluşan karışım yıkanır.
2. Karbon veya nikel katalizörü kullanılarak hidrojenasyon reaktöründe hidrojenlendirilir.
3. Reaksiyon ekzotermik olduğundan reaksiyonun ısı çıkışı kontrol altında tutulur.
4. Reaksiyon alkol gibi inert bir solvent içinde yürütülür.
5. Distilasyon kolununda saf diaminotoluen elde edilir. Bu ürün 2,4- ve 2,6-diaminotoluenler karışımından oluşur.

7.2.3. 2,4-Toluen Diizosiyanatın Elde Edilmesi İşlemleri

Toluenden başlayarak, bir dizi reaksiyon sonucunda 2,4- ve 2,6-toluen diizosiyanat(TDI) izomerleri elde edilir. İşlem basamakları şu şekildedir:

1. Toluen nitrolanarak orto, para ve meta-nitro toluenler elde edilir.
2. Dinitrotoluenler karışımı nikel gibi hassas metal katalizörlüğünde hidrojenlendirilerek diaminotoluenlere dönüştürülür.
3. Diaminotoluen karışımı fosgenle reaksiyona girerek karbamoyil klorürler ara maddesinden toluendiizosiyanatlara dönüşür (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: 2,4-Toluen diizosiyanat



BİLGİ KUTUSU

Toluen diizosiyanat ile daha hafif otomobil parçaları üretilir. Böylece yakıt verimliliğinde ve dolayısıyla enerji tasarrufunda iyileşmelere yol açan ağırlık tasarrufu sağlanır.



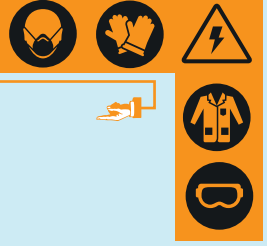
ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Toluen, strafor (köpük) üzerine damlatıldığında veya straforu toluen içine konduğunda straforun yok olduğu görülür. Straforun hangi özelliğinden dolayı çözüldüğünü ve yok olduğunu araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.



2. Laboratuvar Çalışması

STRAFOR (KÖPÜK) YAPIMI



Amaç

Diizosiyanat ve polyolden strafor elde etmek.

Araç Gereç

- Diizosiyanat
- Polyol
- Cam baget
- Beher

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- 5 ml diizosiyanatı behere koyunuz.
- Üzerine 5 ml polyolü ekleyiniz.
- Cam baget ile karıştırınız.
- Birkaç dakika bekleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Behere diizosiyanatı koydu.		
3	Diizosiyanat üzerine polyolü ekledi.		
4	Karışımı baget ile karıştırdı.		
5	Birkaç dakika bekledi.		
6	Gözlem sonuçlarını açıkladı.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

7.2.4. Poliüretanların Özellikleri, Elde Edilmesi ve Kullanıldığı Yerler

Poliüretan maddelerin üretiminde toluen diizosiyatlar yaygın bir şekilde kullanılır. Termosetting (yüksek sıcaklıkta erimeyen) ve termoplastik (sıcaklıkta eriyen) cinsleri mevcuttur. Açık hücre yapısından dolayı köpüksü bir yapılıdır. Suya karşı dayanıklıdır, sert veya yumuşak olabilir.

PU, toluen diizosiyanat izomerlerinin karışımından elde edilir. % 80 2,4-toluen diizosiyat ve % 20 2,6-toluen diizosiyat kullanılır.

Sert ve esnek poliüretanların kullanım alanları farklıdır. Otomotiv endüstrisinde sızdırmazlık malzemeleri ve yapıştırıcılar, kaplamalar, sert köpük ve esnek köpük ürünleri üretmek için kullanılır. Yapı ve inşaat işlerinde (Görsel 7.9), ısı ve ses yalıtımında, mobilya, yatak, minder, yastık, halı altlıkları yapımında, beyaz eşya, elektronik malzeme, mobilya, gemcilik, medikal malzeme, dericilik sektöründe kullanılır.



Görsel 7.9: Poliüretan ile duvar izolasyonu



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Poliüretan ürünlere çoğu zaman **üretanlar** denir. Ancak etil karbamat olarak da bilinen özel üretan maddesi ile karıştırılmamalıdır. Poliüretanlar etil karbamattan yapılmaz ve bu maddeyi içermez.



SIRA SİZDE

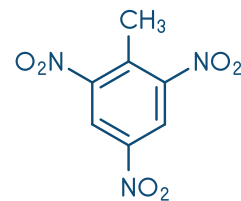
Aşağıda verilen kısaltmaların karşısına isimlerini yazınız.

1. PET:
2. TDA:
3. TDI:
4. TNT:
5. LPG:

7.2.5. Trinitro Toluenin Özellikleri, Elde Edilmesi ve Kullanıldığı Yerler

Trinitro toluen (Görsel 7.10), kimyasal kararlılığı yüksek, üretim maliyeti düşük, sarı renkli, erime noktası 80,6°C, suda erimeyen, benzin, toluen, alkol ve asetonda eriyen bir bileşiktir. Trinitro toluen (TNT), toluenin üç aşamalı nitrasyonu ile elde edilir. Nitrolama reaksiyonlarında nitrik asit ve sülfürik asit kullanılır.

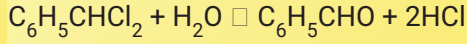
Önce mononitrotoluen, sonra dinitrotoluen daha sonra trinitro toluen oluşur. TNT patlayıcı maddelerin üretiminde kullanılır.



Görsel 7.10: Trinitro toluen

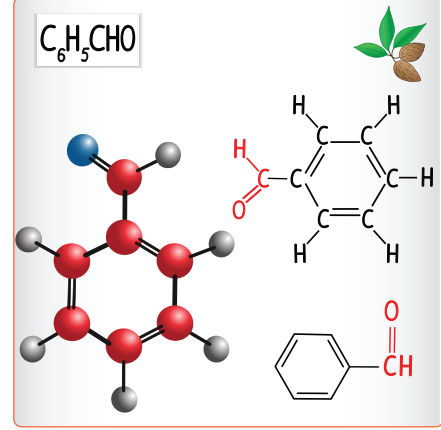
7.2.6. Benzaldehitin Özellikleri, Elde Edilmesi ve Kullanıldığı Yerler

Benzaldehit (Görsel 7.11), aromatik aldehytlerin en basitidir. Renksiz, uçucu, acı badem kokusunda bir sıvıdır. 179°C'de kaynar ve -17°C'de donar.

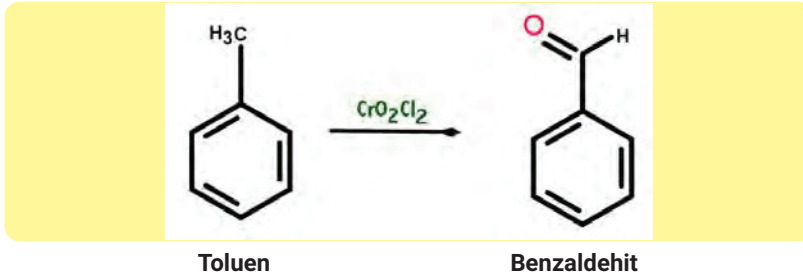


Benzaldehitin üretim yöntemleri şöyle sıralanır:

- Benzal klorürün hidroliziyle
- Toluenin oksidasyonu
- Alüminyum klorür katalizöründe karbon monoksidin benzene bağlanmasıyla



Görsel 7.11: Benzaldehitin çeşitli yapıları



Benzaldehit başta parfüm endüstrisinde, krem ve losyon üretiminde, ilaç endüstrisinde, organik bileşiklerin sentezinde ve boyar madde sanayisinde kullanılır.



SIRA SİZDE

Aşağıda isimleri verilen kimyasal maddeleri formülleri ile eşleştiriniz.

- | | |
|----------------------------|---|
| () 1. Benzil klorür | a) $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ |
| () 2. Benzoik asit | b) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ |
| () 3. Tereftalik asit | c) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$ |
| () 4. Benzaldehit | d) $\text{C}_9\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$ |
| () 5. Toluen diizosiyanat | e) $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ |
| | f) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{F}$ |

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Saf tereftalik asit, toluenin karbonilasyonu ile oluşur.
2. (.....) Sıvı fazdaki toluenin sürekli oksidasyon prosesiyle benzil klorür elde edilir.
3. (.....) Diamino toluen karışımı fosgenle reaksiyona girerek toluen diizosiyanatlara dönüşür.
4. (.....) Dinitro toluen elde etmek için nitrik asit ve sülfürik asit kullanılır.
5. (.....) Nitrolama reaksiyonlarında nitrik asit ve hidroklorik asit kullanılır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

benzil klorür	benzoik asit	fosgen	termoplastik
para	toluen	nikel	

6. Benzen, ksilen ve beraber aromatikler fabrikasında üretilir.
7. Diaminotoluenin ile reaksiyonunda 2,4- ve 2,6-toluen diizosiyanat elde edilir.
8. Poliüretan maddelerin termosetting ve cinsleri mevcuttur.
9. Sıvı fazdaki toluenin sürekli oksidasyon prosesiyle elde edilir.
10. Toluen nitrolanarak orto, ve meta-nitro toluenler elde edilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Petrokimya sektöründe üretilen ürünler yaşamın birçok alanında kullanılır. Kullandığınız petrokimya ürünlerini yazınız. Hangi alanda kullanılmak üzere petrokimya ürünü geliştirmek isterdiniz?

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Toluenin oksitlenmesiyle elde edilen karboksilli aside ne ad verilir?

- A) Toluen sülfonik asit
- B) Benzoik asit
- C) Karbamik asit
- D) Tereftalik asit
- E) Nitrik asit

13. I. Yanıcı bir maddedir.
II. Erimez ve 300°C de süblime olur.
III. Etilen glikol ile kondenzasyonundan PET elde edilir.
IV. Yüksek sıcaklıklarda ve basınç altında çözünür.

Tereftalik asit ile ilgili numaralandırılmış cümlelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız IV
- B) I ve IV
- C) II ve III
- D) I, III ve III
- E) I, II, III ve IV

14. Aşağıdakilerden hangisi benzaldehit üretim yöntemidir?

- A) Benzil bromür oksidasyonu
- B) Benzil alkol kondenzasyonu
- C) Benzal klorürün hidrolizi
- D) Toluenin redüksiyonu
- E) Benzil klorür dehidrasyonu

15. I. $C_6H_4(CO_2H)_2$ -Tereftalik asit
II. C_6H_5CHO -Benzaldehit
III. $C_7H_6O_2$ -Benzoik asit
IV. C_7H_8 -Toluene
V. C_7H_7Cl -Benzil klörür

Yukarıda verilen eşleştirmelerden hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III
- B) I, II ve IV
- C) II, III ve V
- D) III, IV ve V
- E) I, II, III, IV ve V

8. ÖĞRENME BİRİMİ



KSİLEN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ



KONULAR

- 8.1. FTALİK ANHİDRİD ÜRETİM PROSESİ
- 8.2. P-KSİLENDEN TEREFTALİK ASİT ELDE PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Dimetil Tereftalat
- Esterleşme
- Ftalik Anhidrit
- İzofthalik Asit
- Ksilen
- Polyester
- Polietilen Tereftalat
- Polikondenzasyon
- Tereftalik Asit

FTALİK ANHİDRİD ÜRETİM PROSESİ

1. BÖLÜM

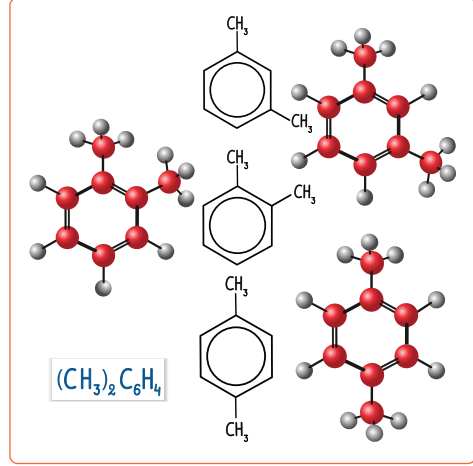
Hazırlık Çalışması

Giysilerinizin etiketlerini inceleyiniz. Giysinin hangi maddelerden yapıldığını listeleyiniz. Sonuçlarınızı arkadaşlarınızın sonuçları ile karşılaştırınız.

8. KSİLEN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ

Ksilen, benzen halkasına iki adet metil grubu bağlanmasıyla oluşur. Metil grubunun bulunduğu yere göre izomerleri isimlendirilir. 1,2-dimetil benzen **orto ksilen**, 1,3-dimetil benzen **meta ksilen**, 1,4-dimetil benzen ise **para ksilen** şeklinde adlandırılır. Etilbenzen de ksilenin izomeridir. Ksilen izomerlerinin kaynama noktaları birbirine çok yakın, erime noktaları oldukça farklıdır. Ksilen $C_6H_4(CH_3)_2$ kapalı formülü ile gösterilir (Görsel 8.1). Uçucu, zehirli ve kanserojen etkili organik bir moleküldür. Gaz hâli havadan ağırdır. Çok sayıda kimyasal madde için iyi bir taşıyıcıdır.

Ksilenler en çok kömür katranı ve petrolden elde edilir. İyi bir çözücüdür. Kolay buharlaştığı için yüzey kaplama endüstrisinin temel bileşenidir. Otomotiv ve deniz araçlarında boya ve kaplama maddelerinde; yüksek performanslı kaplama reçinelerin üretiminde; uçak yakıtlarının bileşiminde; boya, elyaf, lak ve kauçuk endüstrisinde kullanılır.



Görsel 8.1: Ksilenler



BİLGİ KUTUSU

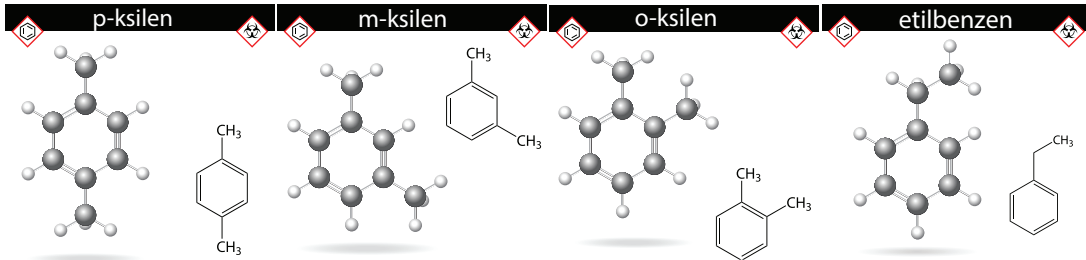
Patalojide dokuları saydamlaştırmak gerektiğinde doku, alkolden alınır ve ksilen içine konur. 30-45 dakika ksilen içinde bekletilir. Ksilen yağları eritir ve dokuyu saydamlaştırır.

8.1. FTALİK ANHİDRİD ÜRETİM PROSESİ

Ftalik anhidrit $C_6H_4(CO)_2O$ formülü ile gösterilir. Renksiz ve kristal yapılu organik bir bileşiktir. Sıcak su, alkol ve eterde iyi çözünür.

8.1.1. Ksilen Karışımı

Ksilenler karışımı ksilen izomerlerinden oluşur (Görsel 8.2). Ksilen izomerleri; o-ksilen, m-ksilen, p-ksilen ve etil benzendir.



Görsel 8.2: Ksilen izomerlerinin molekülleri

Ksilen üretim prosesleri şöyle sıralanır:

- Piroliz gazların hidrojenasyonu
- Nafta katalitik reforming
- LPG dehidrosiklodimerizasyonu

Ksilen verimini artırmak için izomerizasyon, toluen transalkilasyon gibi prosesler de uygulanır.

2Toluen □ Benzen + Ksilenler

Toluen + Trimetil benzenler □ 2Ksilenler

Ksilenler karışımı yüksek çözücü özelliğe sahiptir. Ayrıca kolay buharlaşır. Bu nedenle yüzey kaplama endüstrisinin önemli bir bileşenidir. Bu karışım pek çok ilacın yapımında taşıyıcı solvent olarak yer alır. Pestisit madde yapımında sık kullanılır. Bunun nedeni spesifik gravite, çözücü gücü, buharlaşma hızı gibi bazı önemli özellikleri sayılabilir. Ksilenlerin çok önemli ara ürünleri ftalik anhidrid, izoftalik asit, dimetil tereftalat ve tereftalik asittir.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Çevre sağlığı için ksilen içeren atıkların nasıl yok edilmesi gerektiği ile ilgili araştırma yapınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

8.1.2. Ftalik Anhidritin Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler

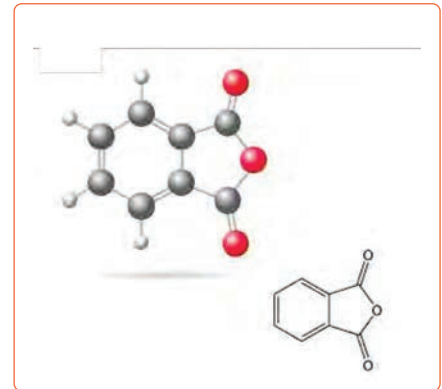
Ftalik anhidrit [phthalic anhydride-PA (Görsel 8.3)], orto ksilen veya naftalinin oksijenle yükseltgenmesi ile elde edilir. Her iki maddenin üretim prosesi aynıdır ancak kullanılan katalizörler ve reaktör tipi farklıdır.

o-ksilen + oksijen □ ftalik anhidrid + su

naftalin + oksijen □ ftalik anhidrit + su + karbondioksit

Ftalik anhidritin önemli kullanım alanları şunlardır:

- Kozmetik ürünlerinde
- Boya ve mürekkep sanayinde
- Poliester reçinelerinin üretiminde
- Deterjan yapımında
- Plastik endüstrisinde
- İlaç sanayinde



Görsel 8.3: Ftalik anhidritin atom modeli ve formülü



1. Laboratuvar Çalışması

FTALİK ANHİDRİD ÜRETİMİ



Amaç

o -ksilenden ftalik anhidrit üretmek.

Araç Gereç

- Isıtıcı
- o-ksilen
- Katalitik çok tüplü reaktör
- Distilasyon düzeneği
- Su

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Isıtıcıya o-ksileni koyunuz ve 144°C'ye kadar ısıtınız.
- Isıtılmış havayı o-ksilenin içine enjekte ediniz.
- Bu karışımı çok tüplü reaktöre besleyiniz.
- Kontrollü bir şekilde ısıyı uzaklaştırınız.
- Gaz hâlindeki karışımı yoğunlaştırınız.
- Karışımı distilasyon ile saflaştırınız.
- Saf ürünü depolayınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Isıtıcıda o-ksileni kaynama noktasına kadar kaynattı.		
3	Isıtılmış havayı o-ksilenin içine enjekte etti.		
4	O-ksileni ve havayı katalitik çok tüplü reaktöre gönderdi.		
5	Reaksiyondan çıkan ısıyı kontrol etti.		
6	Karışımı yoğunlaştırdı.		
7	Karışımı distilasyonla saflaştırdı.		
8	Saf ürün elde etti.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

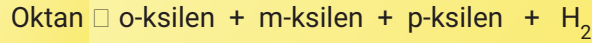
Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

8.1.3. Meta Ksilenin Üretim Yöntemleri, Kullanıldığı Yerler ve Özellikleri

Ksilenlerin üretimi toluen ve benzen gibi petrokimyasal aromatiklerin üretildiği aromatikler fabrikasında gerçekleşir. Ksilen üretiminde ham madde kaynağı olarak buhar kraling ünitesinden çıkan piroliz benzin kullanılır. Ayrıca katalitik reforming ünitesinden çıkan reformat ve kok fırınından çıkan hafif yağlar da ksilen üretiminde kullanılır.

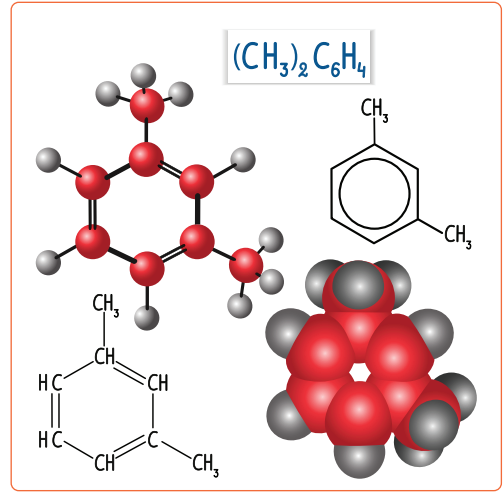
m-Ksilenin üretim prosesleri şunlardır:

- Nafta katalitik reforming prosesinde nafta, aromatik hidrokarbonlara dönüştürülür. Bu proseste oluşan ürünlerin %26,1'i ksilenlerdir.
- LPG dehidrosiklodimerizasyon prosesinde LPG, yüksek sıcaklıkta sıvı aromatik bileşiklere dönüştürülür.
- Piroliz benzinin hidrojenasyonu prosesinde oluşan ürünlerin ağırlıkça % 4'ü ksilenlerdir. Oluşan ksilenlerin miktarı az olduğundan bu proses tercih edilmez.

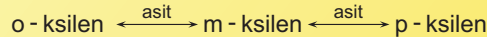


Ksilenler karışımının kullanımı az olduğu için ksilen izomerleri ayrılarak kullanılır. Ayırma yöntemi olarak donma noktaları farkından yararlanılır. Ayrıca izomerlerin farklı adsorbsiyon özelliği de kullanılır. İzomerlerin kaynama noktaları birbirine çok yakın olduğu için kaynama noktaları farklılığına dayanan fraksiyonlu distilasyon yöntemi kullanılmaz. Ksilen verimini artırmak için kullanılan izomerizasyon prosesi sonucu karışık ksilenlerin %40'ını meta ksilen oluşturur. Meta ksilen (Görsel 8.4), karışık ksilenlerin karbon tetraklorürde kristallendirme prosesiyle ayrılır.

Para ksilen ve orto ksilene talep fazla olduğu için meta ksilen izomerizasyonla bu iki izomere dönüştürülür.



Görsel 8.4: m-Ksilenin molekül yapısı

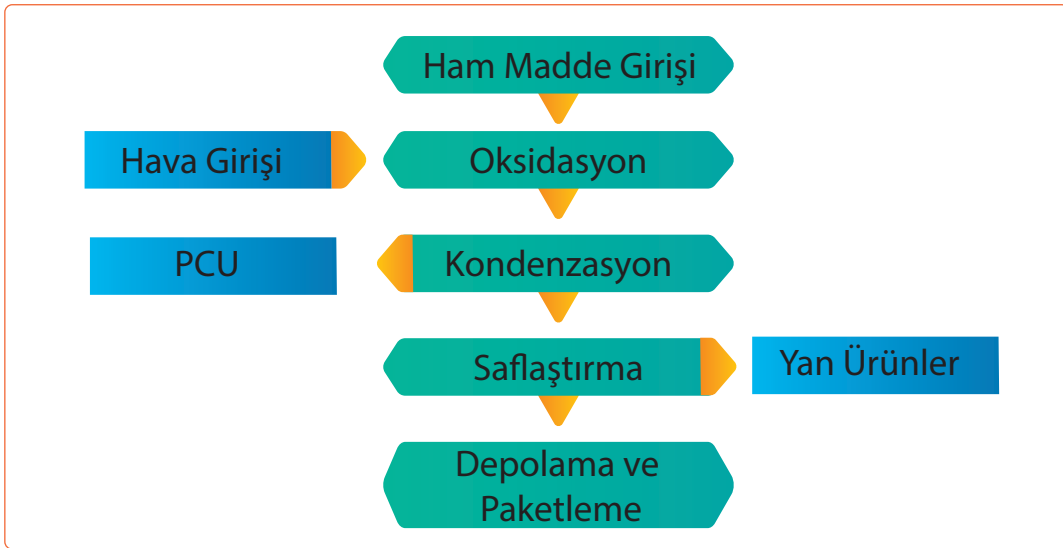


Meta ksilen; rensiz, tatlı kokulu ve yanıcı organik bir bileşiktir. Kaynama noktası 139,1°C ve erime noktası -47,9°C'dir. En önemli kullanım alanı izoftalik asit üretimidir. İzoftalik asit, polietilen tereftalatın (PET) başlangıç maddesidir. Ayrıca poliüretan reçineler ve plastikleştiriciler için ara üründür.

8.1.4. Ftalik Anhidrit Üretim İşlemleri

Ftalik anhidrit üretiminde (Şema 8.1) şu işlemler yapılır:

1. o-ksilen ısıtıcıda kaynama noktasına kadar ısıtılır.
2. Sıcak o-ksilen 160°C'ye kadar ısıtılmış hava içine enjekte edilir.
3. Karışım, vanadyum pentaoksitli (V_2O_5) çok tüplü bir reaktörden geçirilir.
4. Reaksiyonda ısı çıkışı fazla olduğu için sıcaklık kontrol altına alınır.
5. Reaksiyon gazları yıkandıktan sonra atmosfere verilir ya da yakma fırınına gönderilir.
6. Oluşan sıvı ürünün saflaştırılması için distilasyon yöntemi kullanılır.
7. Saf ftalik anhidrit sıvı veya katı yapraklar hâlinde depolanır.



Şema 8.1: Ftalik anhidrit üretimi proses akış şeması



FTALİK ANHİDRİD ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Ftalik anhidrit üretiminin akış şemasını çizmek.

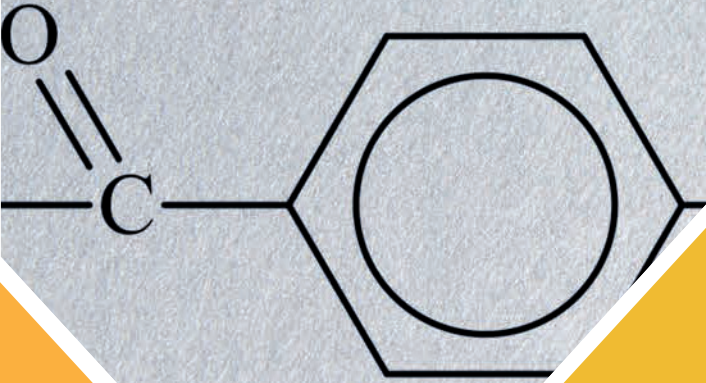
Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına ftalik anhidrit proses akış şemasını çiziniz. Üretimde kullanılan reaktörün özelliklerini belirtiniz. Üretimde çıkan yan ürünleri araştırınız. Proses akım şemasını arkadaşlarınızın çizdikleri ile karşılaştırınız.

Değerlendirme: Ftalik anhidritin önemli kullanım alanlarını yazınız.



P-KSİLENDEN TEREFTALİK ASİT ELDE PROSESİ



Hazırlık Çalışması

Polietilen tereftalat (PET) içeren ürünlere örnekler veriniz.

2. BÖLÜM

8.2. P-KSİLENDEN TEREFTALİK ASİT ELDE PROSESİ

p-Ksilen, önemli bir kimyasal ham maddedir. Ksilenin bu izomeri daha çok tercih edilir. p-Ksilen, tereftalik asit ve dimetil tereftalat üretiminde kullanılır.

8.2.1. p-Ksilenin Fiziksel Özellikleri, Kullanıldığı Yerler, İnsan Sağlığına Etkileri ve Üretim Yöntemleri

Para ksilen $C_6H_4(CH_3)_2$ formülü ile gösterilen renksiz bir maddedir (Görsel 8.5). Sıvı hâlde bulunan ve yanıcı özelliği olan organik bir bileşiktir. Erime noktası $13,2^\circ C$ ve kaynama noktası $138,3^\circ C$ 'dir. Suda çözünmez; alkol, eter ve diğer organik çözücülerde çözünür. p-Ksilenin çok geniş bir kullanım alanı vardır. Poliester reçine ve film yapımında, kablo ve tekstil sanayisinde, optik amaçlı reçinelerin yapımında ve yapıştırıcıların üretiminde kullanılır.

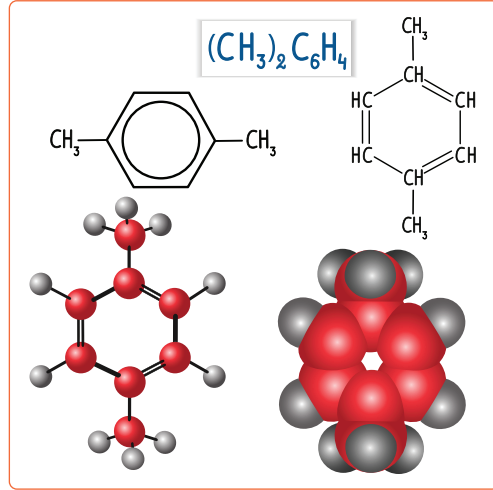
İnsan sağlığı açısından p-ksilene uzun süre maruz kalmak uygun değildir. Baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, halsizlik, bulantı ve iştahsızlık, göz, burun ve boğaz tahrişi ile göğüs sıkışmasına neden olur. p-Ksilenin deri ile temasından kaçınılmalıdır. Aksi hâlde ciltte kuruluğa ve kızarıklığa neden olabilir. Vücudun temas eden kısımları bol su ve sabunla yıkanmalıdır. Bu kimyasalla çalışan personel; koruyucu gözlük, steril solunum cihazı ve kauçuk eldiven kullanmalıdır.

Temel petrokimyasal aromatikler, kompleks bir yapıya sahip aromatikler fabrikasında üretilir. Aromatikler benzen, toluen ve ksilenlerdir. Para ksilen, ksilenler karışımının bir üyesidir. Petrol naftasının katalitik reformu ile üretilir. Daha sonra moleküler elek adsorbsiyon prosesi ile ayırma ve saflaştırma işlemleri yapılır.

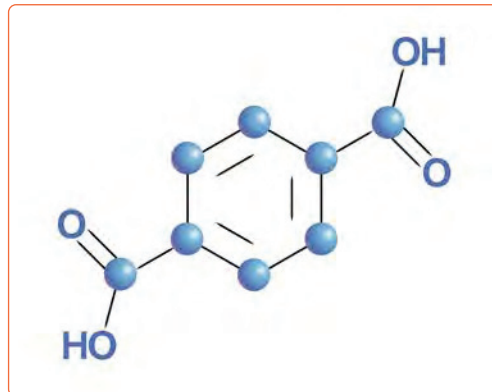
8.2.2. Tereftalik Asidin Özellikleri ve Üretim Yöntemleri

Tereftalik asit, $C_6H_4(CO_2H)_2$ formülü ile gösterilir (Görsel 8.6). Beyaz toz hâlinde, kristal yapıda katı bir maddedir. $300^\circ C$ civarında süblime olur, erime özelliği yoktur. Çözünürlüğü soğuk suda çok azdır, $250^\circ C$ gibi yüksek sıcaklıklarda çözünürlük başlar.

Yanıcı bir madde olduğu için depolama ve taşıma sırasında ateşten sakınılmalıdır. Tereftalik asit zehirli bir madde değildir. Ancak üretim ortamında toz maskesi kullanımı tavsiye edilir.

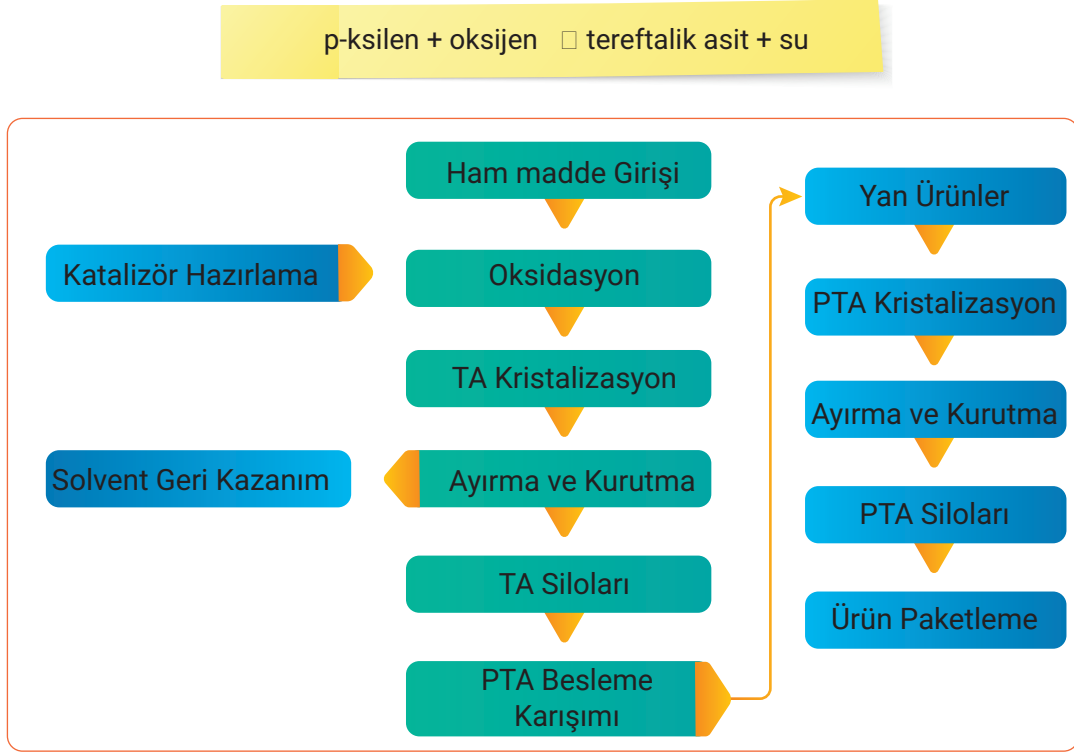


Görsel 8.5: p-Ksilen molekül yapısı



Görsel 8.6: Tereftalik asit formülü

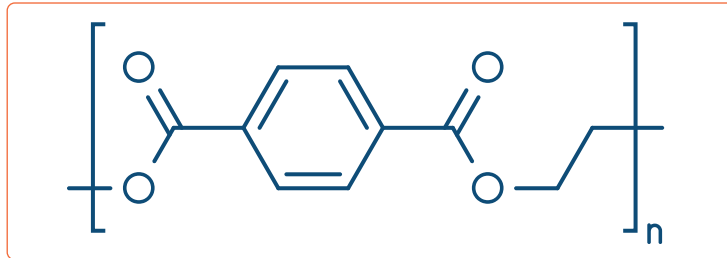
Tereftalik asit, p-ksilenin asetik asit içinde ağır metal katalizörler varlığında hava ile oksitlenmesi sonucu meydana gelir (Şema 8.2). Reaksiyon denklemi şöyledir:



Şema 8.2: Saf tereftalik asit üretimi proses akış şeması

8.2.3. Polietilen Tereftalatın Özellikleri ve Üretim Yöntemleri

Polietilen tereftalat ($C_{10}H_8O_4$) renksiz ve yarı kristal bir reçinedir (Görsel 8.7). Sert bir madde dir ve darbelere karşı dayanıklıdır. Birçok çözücüden etkilenmez. En önemli özelliği tamamen geri dönüşebilir olmasıdır. Polimer zincirleri sonraki kullanımlarda eski hâlini alır. Bu özelliği ile polietilen tereftalat diğer plastiklerden farklıdır.



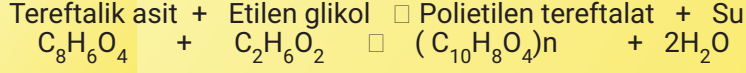
Görsel 8.7: Polietilen tereftalat formülü

Polietilen tereftalat (PET) polikondenzasyon metoduyla üretilir. Toz hâlindeki tereftalik asit, etilen glikol ve katalizör bir tankta karıştırılır. Bu karışım ester fonksiyonel grubu içeren polimerlere dönüşür. Esterleşme için basınçlı iki farklı reaktör kullanılır. Bu iki reaktörün farkı basınç ve sıcaklıklarıdır. Reaktörlerden çıkan su buharı ve etilen glikol tekrar kullanılır. Diğer gereksiz ürünler atık sistemine verilir. Polimerizasyon reaksiyonu gerekli molekül ağırlığına ulaşıncaya kadar işlem devam eder. Bu süreç yaklaşık olarak 4-6 saatte tamamlanır.

P-KSİLENDEN TEREFTALİK ASİT ELDE PROSESİ

Reaktörden çıkan ürün berrak, açık sarı renkli ve ısı etkisinde olduğu için sıvıdır. Son olarak ürün iplik veya istenilen şekillere getirilir.

- Düşük vizkoziteli PET elde etmek için 20-40 mmHg ve 270-290°C'li reaktör kullanılır.
- Yüksek vizkoziteli PET elde etmek için 10-20 mmHg ve 280-300°C'li reaktör kullanılır.



BİLGİ KUTUSU

Dünya PET üretiminin % 60'ı sentetik elyaflar içindir ve şişe üretimi küresel talebin yaklaşık %30'unu oluşturur. Tekstil uygulamalarında PET'in genel adı polyesterdir. PET kısaltması daha çok ambalajlar için kullanılır (Görsel 8.8). Polyester; dünya polimer üretiminin yaklaşık %18'ini oluşturur ve polietilen (PE), polipropilen (PP) ve polivinil klorür (PVC)'den sonra en çok üretilen dördüncü polimerdir.



Görsel 8.8: Polietilen tereftalat geri dönüşüm sembolü



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Polietilen tereftalatın diğer plastiklerden farklı olan en önemli kullanım avantajlarını araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirip arkadaşlarınıza sunum yapınız.



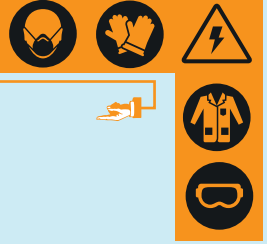
SIRA SİZDE

Ksilenin üç izomerinin istenen özelliklerini aşağıdaki tabloya yazınız.

İsim	Açık Formülü	E.N.°C	K.N.°C	Kullanım Alanları
m-Ksilen				
o-Ksilen				
p-Ksilen				



2. Laboratuvar Çalışması



PLASTİKLERİN GERİ KAZANIMI

Amaç

Polietilen tereftalattan tereftalik asit elde etmek.

Araç Gereç

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> PET şişe | <input type="checkbox"/> HCl | <input type="checkbox"/> Su trompu |
| <input type="checkbox"/> Makas | <input type="checkbox"/> H ₂ O | <input type="checkbox"/> Tablalı ısıtıcı-karıştırıcı |
| <input type="checkbox"/> Pipet | <input type="checkbox"/> 1-pentanol | <input type="checkbox"/> Geri soğutucu |
| <input type="checkbox"/> Cam balon | <input type="checkbox"/> Ayırma hunisi | <input type="checkbox"/> Soğutma banyosu |
| <input type="checkbox"/> KOH | <input type="checkbox"/> Erlenmayer | |

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- PET şişeden 5 gram kesin ve onu makas ile çok küçük parçalara ayırınız.
- Parçaları 100 ml'lik cam balona koyunuz.
- 4,4 gram KOH ve 35 ml 1-pentanol ekleyiniz.
- Karışımı, geri soğutucu altında tablalı ısıtıcı-karıştırıcıda kaynatınız (1,5 saat).
- Beyaz süspansiyon oluşunca karışımı oda sıcaklığına kadar soğutunuz.
- 25 ml H₂O ekleyiniz.
- Karışımı ayırma hunisine alınız.
- Alttaki sulu fazı erlenmayere aktarınız.
- Üstteki alkol fazını 25 ml su ile çalkalayınız ve erlenmayerdeki sulu faza ekleyiniz.
- Erlenmayerdeki sulu faz üzerine seyreltik HCl'yi yavaş yavaş ekleyiniz.
- Oluşan asidik çözeltiyi soğutma banyosunda soğutunuz.
- Karışımı su trompundan geçirin ve tereftalik asit elde ediniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

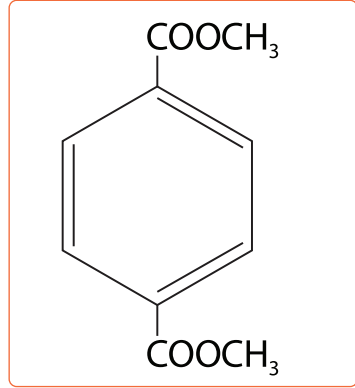
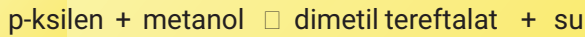
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	PET şişenin 5 gramını çok küçük parçalara ayırdı.		
3	Parçaları cam balona koydu.		
4	4,4 gram KOH ve 35 ml 1-pentanol ekledi.		
5	Karışımı, geri soğutucu altında karıştırıcı kullanarak tablalı ısıtıcıda kaynatı.		
6	Süspansiyon oluşunca karışımı soğuttu.		
7	Karışıma 25 ml H ₂ O ekledi.		
8	Alttaki sıvı fazı erlenmayere aktardı.		
9	Alkol fazını 25 ml H ₂ O ile çalkaladı.		
10	Alkol fazını erlendeki suya ekledi.		
11	Erlenmayerdeki sulu faz üzerine seyreltik HCl'yi yavaş yavaş ekledi.		
12	Asidik çözeltiyi soğutma banyosunda soğuttu.		
13	Karışımı su trompundan geçirerek tereftalik asit elde etti.		
14	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

8.2.4. Dimetil Tereftalatın Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler

Dimetil tereftalat [DMT (Görsel 8.9)], $C_6H_4(COOCH_3)_2$ formülü ile gösterilen beyaz bir katıdır. Kaynama noktası $288^{\circ}C$ ve erime noktası $142^{\circ}C$ 'dir. Yüksek sıcaklıklarda, kuvvetli asidik ve bazik ortamlarda parçalanır. Bakterilere, böceklere, pek çok organik çözücüye, zayıf asit ve bazlara karşı dirençlidir.

Dimetil tereftalat, p-ksilenden veya ham tereftalik asitten elde edilir. p-Ksilenasetik asit içinde oksitlenerek dimetil tereftalat elde edilir. Reaksiyon $200^{\circ}C$ sıcaklıkta, 15-30 atm basınçta ve Mn/Co/Br homojen katalizörlüğünde gerçekleşir.



Görsel 8.9: Dimetil tereftalat formülü

Dimetil tereftalat; polietilen tereftalat, politrimetil tereftalat ve polibütillen tereftalat gibi birçok polyesterin üretiminde kullanılır. Polyesterlerin en geniş kullanım alanı tekstil sektörüdür. Plastik sektöründe de kullanılır.

8.2.5. p-Ksilenden Tereftalik Asit Üretim Prosesi İşlemleri

p-Ksilenden tereftalik asit üretim prosesinin işlemleri şu şekildedir:

1. Ekipmanlar devreye alınır.
2. Reaktör $200^{\circ}C$ 'ye ısıtılır.
3. Basınç 15-20 atm'ye getirilir.
4. p-Ksilen, asetik asit ve metal katalizörün havayla oksitlenmesi sağlanır.
5. Karışım soğutulur ve kristallendirilir.
6. Reaksiyona girmemiş maddeler buharlaştırılır.
7. Ürün sıcak suyla yıkanır ve tekrar kristallendirilir.
8. % 99,9 saflıkta tereftalik asit elde edilir.



TEREFTALİK ASİT ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMA

2. ETKİNLİK

Amaç: Tereftalik asit üretiminin akış şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına tereftalik asit proses akış şemasını çiziniz. Üretimde kullanılan reaktörlerin özelliklerini belirtiniz. Proseste tekrar kullanılan ürünleri yazınız. Proses akım şemasını arkadaşlarınızın çizdikleri ile karşılaştırınız.

Değerlendirme: Tereftalik asidin önemli kullanım alanlarını yazınız.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Ksilenin üç tane izomeri vardır.
2. (.....) Tereftalik asit, p-ksilenin asetik asit içinde ağır metal katalizörleri ve havayla oksitlenmesi sonucu meydana gelir.
3. (.....) Ksilen aromatikler fabrikasında üretilir.
4. (.....) Polietilen tereftalat sadece tereftalik asitten elde edilir.
5. (.....) Ftalik anhidritid orto ksilen veya naftalinin oksijenle yükseltgenmesi ile elde edilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

asetik asit	distilasyon	ftalik anhidrit
ksilen	reaktörden	sıcaklık

Orto ksileninin oksidasyonu yönteminde (6) kaynama noktasına kadar ısıtılır. 160°C'ye kadar ısıtılmış hava içine enjekte edilir. Bu karışım çok tüplü bir (7) geçirilir. Reaksiyonda ısı çıkışı fazla olduğu için (8) kontrol altına alınır. Reaksiyon gazları yıkandıktan sonra atmosfere verilir ya da yakma fırınına gönderilir. Oluşan sıvı ürün saflaştırılır. Bu işlem için (9) yöntemi kullanılır. Saf (10) sıvı veya katı yapraklar hâlinde depolanır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Polietilen tereftalat (PET) polikondenzasyon metoduyla üretilir. Polikondenzasyon metodunda kullanılan monomerlerin özelliklerini yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Ksilen izomerlerini birbirinden ayırmak için aşağıdaki özelliklerden hangisinden yararlanır?

- A) Adsorbsiyon
- B) Çözünürlük
- C) Distilasyon
- D) Kaynama noktası
- E) Tanecikli yapısı

13. Aşağıdakilerden hangisi ksilenin üretim proseslerinden biridir?

- A) Buhar kraking
- B) Olefin kraking
- C) Fluid katalitik kraking
- D) Metatesis
- E) Piroлиз gazların hidrojenasyonu

14. Aşağıda verilen petrokimyasal aromatiklerden hangisi aromatikler fabrikasında doğrudan üretilir?

- A) Benzil klorür
- B) Benzoik asit
- C) Fenol
- D) Ksilen
- E) Stiren

15. Aşağıda verilenlerden hangisi ftalik anhidritin kullanım alanlarından biri değildir?

- A) Boya ve mürekkep sanayisinde
- B) Plastik üretiminde
- C) Tekstil sanayisinde
- D) İlaç sanayisinde
- E) Deterjan yapımında

16. p-Ksilenin önce oksitlenmesi ve daha sonra metanol ile esterleşmesi sonucu aşağıdakilerden hangisi meydana gelir?

- A) Polietilen tereftalat
- B) Dimetil tereftalat
- C) Tereftalik asit
- D) Ftalik asit
- E) İzofthalik asit

9. ÖĞRENME BİRİMİ



METAN TÜREVLERİNİN PROSESLERİ



KONULAR

- 9.1. METANOL ÜRETİM PROSESİ
- 9.2. METANOL-PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Dimetil Tereftalat
- Formaldehit
- Katalitik Oksidasyon
- Karbonilasyon
- Metan
- Metilamin
- Metil Metakrilat
- Oksidatif
- Polimerizasyon
- Sentez Gazı

METANOL ÜRETİM PROSESİ

Hazırlık Çalışması

Doğal gazın içinde hangi maddeler bulunabilir?

Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. BÖLÜM

9.1. METANOL ÜRETİM PROSESİ

Metan, gaz halinde bulunan kokusuz bir bileşiktir. CH_4 formülü ile gösterilir. Metan doğal gazın en önemli bileşenidir. Doğal gazda hacimce %70-90 arasında bulunur. Doğal gaz rafine edilerek saf metan olarak satılır. Metanın birçok türevi vardır. Metanol, formaldehit, metil klorür, metil amin, metil metakrilat, dimetil tereftalat ve asetik asit metan türevleri olarak sıralanabilir.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Metan üreten canlı organizmalara **metanojen arkeler** denir. Bu canlı türü anaerobik (oksijensiz) solunum yapar.



BİLGİ KUTUSU

Küresel ısınma ve küresel iklim değişimine neden olan etkenler arasında sera gazları da yer alır. Son yıllarda metan (CH_4), kloroflorokarbon (CFC) gazları, karbondioksit (CO_2), diazot monoksit (N_2O) gibi sera gazlarının miktarlarında önemli ölçüde artışlar olmuştur. Yeryüzünde 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar olan zamanda küresel ortalama hava sıcaklığı $0.3^\circ C$ - $0.6^\circ C$ artmıştır.



ARAŞTIRMA – TARTIŞMA

Çöplerin döküldüğü alanlarda sık sık yangınlar çıkar (Görsel 9.1). Çöplerin dökülüp biriktirildiği alanlarda yangın çıkmasının nedenlerini araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirip öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 9.1: Çöplük yangını

9.1.1. Metanol Türevleri ve Özellikleri

Metanol türevlerinin özellikleri ve prosesleri şunlardır:

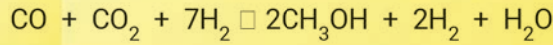
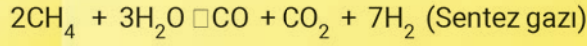
A) Metanolün özellikleri ve prosesi: Metanol (metil alkol) CH_3OH formülüne sahip bir alifatik alkoldür. Berrak, kolay alev alabilen ve zehirleyici bir kimyasal maddedir. Metanol; su, etil alkol, eter, benzen, ketonlar ve organik çözücüler ile karışabilir. Metanol değişik ham maddelerden üretilir. Ham madde olarak en çok doğal gaz kullanılır. Metanolün üretimi için iki farklı proses vardır. Bu prosesler şunlardır:

- Yüksek basınç prosesi
- Düşük basınç prosesi

Yüksek basınç prosesinde reaksiyon 300 atmosfer basınçta; düşük basınç prosesinde ise 50-100 atmosfer basınç aralığında olur. Düşük basınç prosesinin maliyeti düşük olduğu için daha çok kullanılır.

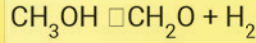
Metanol prosesi şu üç aşamada olur:

1. **Aşama:** Sentez gazının hazırlanması
2. **Aşama:** Metanol sentezi
3. **Aşama:** Metanol saflaştırma

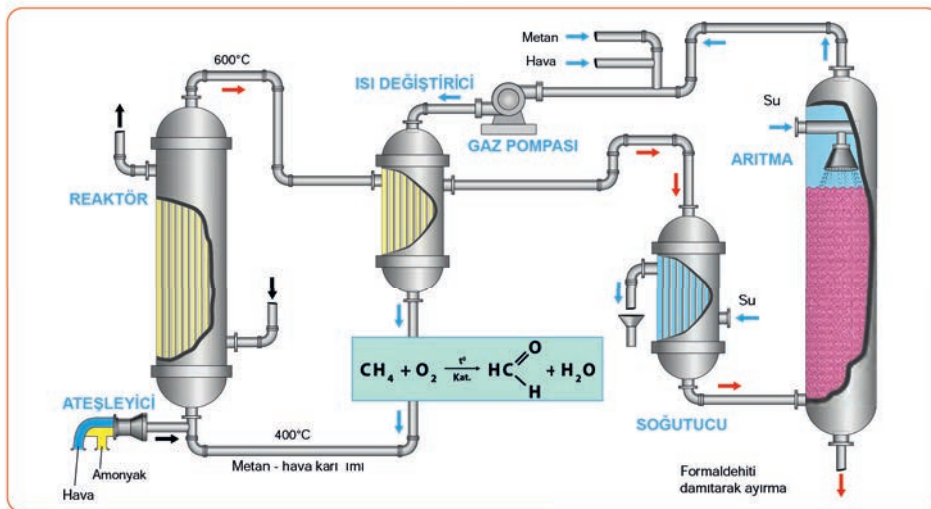


B) Formaldehitin özellikleri ve prosesi: Formaldehit (metanal, formalin) renksiz ve zehirli bir organik bileşiktir. CH_2O formülü ile gösterilir. Formaldehit normal şartlarda gaz hâlinindedir.

Formaldehit üretiminde (Görsel 9.2) metanolün katalitik oksidasyonu ve propan-bütan karışımının non-katalitik oksidasyonu olmak üzere iki yöntem kullanılır.



Katalizör olarak molibden ve demir oksit karışımı kullanılır. Reaksiyon $250\text{ }^\circ\text{C}$ - $400\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık aralığında gerçekleşir. Dowtherm (Davtrım) sistemi prosesi çalıştırır ve ısı transferini yönetir. Proseste metanolün %90'ın üzerinde dönüşümü gerçekleşir. Oluşan ürünler su ile soğutulur formaldehit elde edilir. Formaldehit ara madde olarak üre-formaldehit reçineleri, fenol-formaldehit reçineleri, dezenfektan (mikrop öldürücü), yapıştırıcı üretimi gibi çeşitli alanlarda kullanılır. Ayrıca formaldehitin sudaki çözeltisi anatomik ve mikroskobik preparatları korumakta kullanılır.



Görsel 9.2: Metanın katalitik oksidasyonu ile formaldehit üretimi

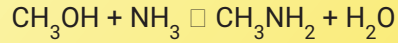
C) Metil klorürün özellikleri ve prosesi: Metil klorür (klorometan) bir alkil halojenürdür. CH_3Cl formülü ile gösterilir. Aşırı derecede yanıcı bir gazdır. Kaynama noktası $24\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Benzen, etanol ve karbon tetraklorürde çözünür. Kuru ve karanlık ortamda saklanmalıdır. Toksik bir madde olduğu için tüketici ürünlerinde kullanılmamaktadır.

Metil klorür genellikle metanol ve hidrojen klorür tepkimesiyle üretilir. Reaksiyonun sıcaklığı $340\text{ }^\circ\text{C}$ - $350\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Bakır(I) ve (II) klorürler ile potasyum klorürden oluşan erimiş tuz katalizörü kullanılır.

Ayrıca metil klorür metanol ve hidroklorik asit reaksiyonuyla da elde edilir. Reaksiyon, sıvı fazda $100\text{ }^\circ\text{C}$ - $150\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve çinko klorür katalizörü kullanılarak yapılır.

Metil klorür, diklorometan ve triklorometanın üretiminde kullanılır. Ayrıca alkilendirme maddesi ve soğutucu olarak kullanılır. Kimya sanayinde metil klorür; tetraetil kurşun, metil selüloz, silikon polimerleri gibi organik maddelerin üretiminde ham maddedir ve bütül kauçuk üretimi için çözücü olarak kullanılır.

Ç) Metilaminin özellikleri ve prosesi: Metilamin (monometilamin) renksiz bir gazdır. CH_3NH_2 formülü ile gösterilir. Metilamin, metanol ve amonyağın katalitik reaksiyonuyla üretilir. Bu esnada dimetilamin ve trimetilamin de meydana gelir. Metanol ve amonyak karışımı $450\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ısıtılır ve aminasyon katalizörünün bulunduğu dolgulu bir reaktöre alınır. Reaktörden çıkan ürün seri çalışan dört distilasyon kolonundan geçirilir. Elde edilen metilaminler arasında en çok kullanılan dimetilamin olduğundan proses bu yönde sürdürülür.

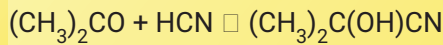


Metilamin böcek ilacı üretiminde ve tıbbi ilaç yapımında kullanılır.

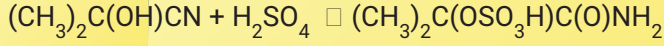
D) Metil metakrilatın özellikleri ve prosesi: Metil metakrilat (2-metoksikarbonil-1-propen) $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ formülü ile gösterilen organik bir bileşiktir. Renksiz, zehirli ve yanıcı bir sıvıdır. Erime noktası $-48\text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası $101\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

Metil metakrilat birçok yolla üretilir. Üretim yollarından ikisi şöyledir:

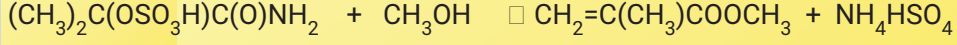
- İsobütülen veya tersiyer bütanol, havayla iki kademedeki gerçekleşen katalitik bir oksidasyonla metakrilik asite dönüşür. Metakrilik asit sıvı fazdaki metanolle esterleşme tepkimesiyle metil metakrilat elde edilir. Bu proses çok tüplü ve sabit yataklı reaktörlerde yapılır. Oluşan ürünler önce ekstraksiyon sonra distilasyondan geçirilerek saf metil metakrilat elde edilir.
- Bazık ortamda aseton ve hidrojen siyanür reaksiyonuyla başlayan tepkime ürünü sülfürik asit ile hidrolize edilir. Oluşan amid tuzu, metanolle tepkimeye girerek metil metakrilat oluşur.



aseton hidrojen 2-hidroksi-2-metilpropanitril
siyanür



2-hidroksi-2-metilpropannitril sülfürik asit amid tuzu



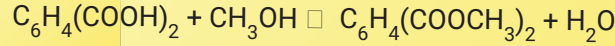
Metanol

amonyum bisülfat

Metil metakrilat, polimetil metakrilat polimerinin üretiminde kullanılır. Makede işlenebilen bir plastik olduğu için üretimde tercih edilir. Birçok kimyasala karşı dayanıklı olmasına rağmen organik çözücülere karşı dayanıksızdır. Metil metakrilat, proseste kolay elde edildiği için ve ucuz olduğundan tercih edilir. Fakat kırılğan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle kullanım alanı kısıtlıdır.

E) Dimetil tereftalatın özellikleri ve prosesi: Dimetil tereftalat $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_3)_2$, tereftalik asit ve metanolden oluşan diesterdir.

Ham tereftalik asit metanolla esterleştirilerek dimetil tereftalat elde edilir. Reaksiyon sülfürik asit katalizörlüğünde gerçekleşir. Elde edilen ester karışımı damıtıldığında ham dimetil tereftalat, ağır bileşenler ve kalıntılar birbirinden ayrılır. Kristalizasyon bölümünde saf dimetil tereftalat elde edilir.



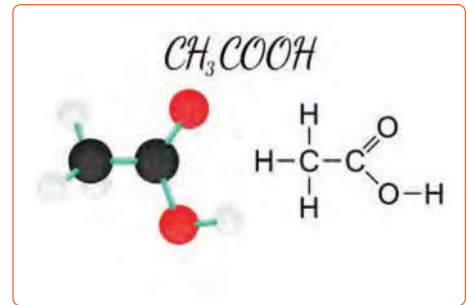
Dimetil tereftalatın etilen glikol ile reaksiyonu sonucu poliester fiberler ve filmler üretilir.

F) Asetik asit prosesi: Asetik asidin diğer adı etanoik asittir. Asetik asidin üretim prosesleri şöyle sıralanır:

- Metanolün düşük basınçta karbonilasyonu
- Asetaldehitin hava ile oksidasyonu
- n-Bütanın oksidasyonu
- n-Bütülenin direkt oksidasyonu

9.1.2. Asetik Asidin Özellikleri, Üretim Yöntemleri ve Kullanıldığı Yerler

Asetik asit berrak ve renksiz bir sıvıdır. CH_3COOH formülü ile gösterilen organik bir asittir (Görsel 9.3). Su, alkol, gliserol ve eterle karışabilir. Sirkeye ekşi tadını ve keskin kokusunu veren asetik asittir. Asetik asit yaygın bir asittir, tuz ve esterine **asetat** denir. Seyreltik asetik asit zararsızdır. Derişik asetik asit ise cilde ve gözlere zarar verir. %25'ten daha yoğun asetik asit laboratuvarıda çeker ocakta kullanılmalıdır.



Görsel 9.3: Asetik asit

Asetik asidin (Görsel 9.4) özellikleri şunlardır:

- Yoğunluğu 1,05 g/cm³
- Erime noktası 16,6°C
- Kaynama noktası 118°C
- Parlama noktası 40°C
- Molekül ağırlığı 60.05 g/mol
- Keskin sirke gibi kokar.



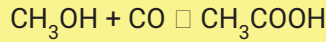
Görsel 9.4: Laboratuvarında asetik asit

Asetik asidin kullanım alanları çok geniştir. Plastik şişe ve fotoğraf filmi üretiminde kimyasal reaktif olarak, gıda katkı maddesi ve asitlik düzenleyici olarak kullanılır. Sentetik elyaf, kumaş ve ahşap tutkalı için üretilen polivinil asetatın imalatında kullanılan temel bileşiktir. Suni ipek, yanmayan film, lak ve plastik üretiminde kullanılan selüloz asetatın temel maddesidir. Kurşun, potasyum, bakır asetat gibi inorganik tuzların üretiminde kullanılır. İlaç sanayisinde, böcek ilaçlarında, boya endüstrisinde, parfüm, mürekkep ve kauçuk imalatında da asetik asit kullanılmaktadır. Ayrıca PET plastiğinin üretim aşamasında kullanılan tereftalik asidin üretilmesinde çözücü olarak kullanılır.

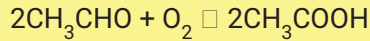
Asetik Asidin Üretim Yöntemleri

Asetik asit üretimi iki şekilde yapılır.

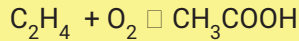
1. **Biyolojik üretim:** Gıdalarda kullanılan asetik asit (sirke) biyolojik üretimle elde edilir.
2. **Endüstriyel üretim:** Üretim bu yöntemle beş şekilde olur:
 - a) Metanol karbonilasyon: Metanol ve karbonmonoksit reaksiyona girerek asetik asit üretilir. Katalizör olarak metal karbonil kullanılır.



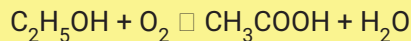
- b) Asetaldehit oksidasyonu: Kobalt, krom ve manganezin naftenit tuzları gibi metal katalizörler kullanılır. Bütan oksidasyonu ile asetik asit elde edilir.



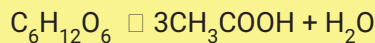
- c) Etilen oksidasyonu: Etilen gazı oksitlenerek asetik asit üretilir.



- ç) Oksidatif fermantasyon: Etil alkol oksijen ile fermente edildiğinde asetik asit elde edilir.



- d) Anaerobik fermantasyon: Anaerobik türü bakteriler glikozu (şeker) asetik aside dönüştürür.





1. Laboratuvar Çalışması

ASETİK ASİDİN pH DEĞERİ



Amaç

Asetik asidin pH değerini bulmak.

Araç Gereç

- pH kâğıdı
- Pipet
- Asetik asit

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Pipet ile bir miktar asetik asit çekiniz.
- Asetik asidi pH kâğıdının üzerine damlatınız.
- pH kâğıdındaki renk değişimini gözlemleyiniz.
- pH kâğıdında oluşan rengi pH renk skalası ile karşılaştırınız.
- Renk skalasındaki değer aralığını belirleyiniz.
- Asetik asitin pH değerini yazınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Asetik asidi pipet ile çekti.		
3	Asetik asidi pH kâğıdının üzerine döktü.		
4	pH kâğıdında oluşan rengi, pH renk skalası ile karşılaştırdı.		
5	pH değerini belirledi.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

9.1.3. Metanol Prosesinin İşlem Basamakları

Metanol prosesi üç aşamada gerçekleşir. Yapılan işlemler şöyle sıralanır:

1. Aşama: Sentez gazının hazırlanması aşamasıdır.

1. Desülfürize ünitesinde doğal gazın kükürdünü temizlenir.
2. Doğal gaz buhar reforming ünitesine gönderilir.
3. Proses buharı, temizlenen doğal gaz ve nikel katalizör reaksiyona sokulur.
4. Reaksiyon sonucunda sentez gazı karışımı elde edilir.
5. Bu karışımda hidrojen, karbonmonoksit, karbondioksit, buhar ve reaksiyona girmemiş metan geri dönüşümle tekrar sisteme verilir.
6. Karışım, soğutulduktan sonra sentez bölümüne geçilir.

2. Aşama: Metanol sentezi bölümüdür.

1. Metanol sirkülatörde ısıtılır.
2. Bakır bazlı katalizör dönüştürücüden geçirilir.
3. Oluşan metanol soğutularak yoğunlaştırılır.
4. Reaksiyona girmemiş gazlar sirkülatöre geri gönderilir.

3. Aşama: Metanol saflaştırma bölümüdür.

1. Ayırıcıdan çıkan ham metanol, su ve az miktarda yan ürünler distile edilir.
2. İki kolonlu distilasyon sistemi ile karışımdaki eterler, esterler, su ve alkoller uzaklaştırılır.
3. Saf metanol elde edilir.



SIRA SİZDE

Düşük basınçta metanol elde etme aşamalarını ve reaksiyonlarını sırasıyla yazınız.

- 1.
- 2.
- 3.

METANOL- PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ

2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Ambalaj içindeki gıdalar nasıl korunur?

Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

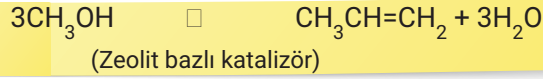
9.2. METANOL-PROPİLEN ÜRETİM PROSESİ

Petrokimya sanayisinin birçok temel ürünü vardır. Propilen bu temel ürünlerden biridir.

9.2.1. Propilen Üretim Prosesleri

Propilenin birçok üretim prosesi vardır. Metanol-propilen prosesi, metanol-olefin prosesi, buhar kraking, metatesis, propan dehidrojenasyon, fluid katalitik kraking ve olefin kraking üretim proseslerinden bazılarıdır.

Ham metanol DME (DiMetilEter) reaktörüne verilir. Reaksiyon sonucunda su ve dimetil eter meydana gelir. Ürünler MTP (MetanolToPropanol) reaktörüne gönderilir. Denge hâlindeki karışımdan metanolün tamamı propilene dönüşür.



Proseste oluşan ürünler soğutulur. Su, karbondioksit ve dimetil eter uzaklaştırılır. Saflaştırma işlemlerinden sonra saf propilen meydana gelir.

9.2.2. Metanol-Propilen Prosesi Akış Şeması

Metanol-propilen prosesinde şu işlemler yapılır:

1. Ham metanol dimetil eter reaktörüne gönderilir.
2. Metanol, su ve dimetil etere dönüşür.
3. Reaksiyon sabit yataklı bir reaktörde zeolit bazlı bir katalizör üzerinde gerçekleşir.
4. Birinci reaktörden çıkan ürünler paralel olarak çalışan üç reaktöre (MTP) gönderilir.
5. Reaksiyonda çıkan su ve olefinler MTP'nin birinci reaktörüne ilave edilir.
6. Ürün akışı distile edilir.
7. Propilen verimini artırmak için hidrokarbonların bir kısmı distilasyon bölümüne yeniden yönlendirilir.
8. Ürünler soğutulur.
9. Saflaştırma işleminden sonra propilen meydana gelir.



SIRA SİZDE

Propilenin üretim proseslerini yazınız

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 4. |
| 2. | 5. |
| 3. | 6. |

9.2.3. Metanol-Propilen Prosesinden Elde Edilen Ürünler

Metanol-propilen prosesinde şu ürünler elde edilir:

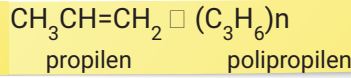
- a) Propilen
- b) LPG
- c) Fuel gaz
- ç) Su
- d) Çeşitli olefinler
- e) Benzin (yan ürün)

9.2.4. Propilenin Özellikleri ve Kullanıldığı Yerler

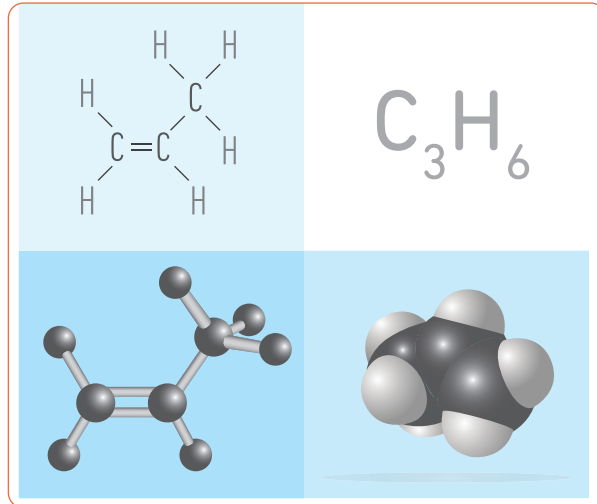
Propilen (propen, metil etilen) tek çift bağdan oluşan doymamış bir organik bileşiktir. C_3H_6 formülü ile gösterilir. Oda sıcaklığında ve atmosferik basınçta gaz hâlinde bulunur. Düşük özgül ağırlığa sahiptir. Erime noktası $-185^\circ C$, kaynama noktası $-48^\circ C$ 'dir. Propileni ısıdan, sıcak yüzeyden, kıvılcımdan, açık alevden ve diğer ateş kaynaklarından uzak tutmak gerekir. Sert, opak ve sağlam bir maddedir.

Propilen laboratuvarında ve endüstriyel olarak üretilmektedir. En çok kullanılan üretim yöntemleri katalitik kriting ve hidrokarbonların pirolizidir.

Propilen polimerizasyon reaksiyonuyla polipropilene dönüşür.



Propilen, kimya endüstrisinde çeşitli organik bileşiklerin sentezinde organik ham madde olarak kullanılır. İzopropil alkol, polipropilen, aseton, sentetik gliserol, akrilonitril, propilenoksit, hepten, kümen, akrilik asit ve vinil reçinelerinin yapımında kullanılır. Ayrıca plastik, kauçuk, deterjan, motor yakıtlarının bileşenleri ve çözücülerin üretiminde de kullanılır (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: Propilen molekülünün farklı modelleri

9.2.5. LPG, Fuel Gaz ve Benzinin Özellikleri

LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı), petrol rafinelerinden ve doğal gaz proseslerinden çıkan bir yan üründür. Normal basınç altında gaz hâlinindedir. Taşınması ve depolanması daha kolay olduğu için orta derecedeki basınçla sıvı hâle getirilir (Görsel 9.6). Renksiz, kokusuz ve yanıcı bir gazdır. LPG'nin sızıntı durumunda anlaşılması için içerisine rahatsız edici koku maddesi eklenir.

LPG; propan, bütan, propilen, etan ve daha ağır hidrokarbonların karışımıdır. 1 litre LPG'nin üzerindeki basınç kaldırıldığında 250 litre gaza dönüşür. Havadan ağır olduğu için sızıntı durumunda birikerek çöker.



Görsel 9.6: LPG tüpleri

Fuel gaz, metanolden propilen üretim prosesinde oluşan ana ürünlerden biridir. Yakıt ihtiyacı fazla olduğunda doğal gaza ek olarak kullanılır. Fuel gazın yakıt değeri düşüktür çünkü katran, hafif yağlar, amonyak ve hidrojen sülfür içerir.

Benzin, metanolden propilen üretim prosesinde oluşan yan üründür, petrolün rafine edilmesiyle elde edilir. Yapısında yüzlerce hidrokarbon bulunur. Hafif, renksiz veya sonradan renklendirilmiş, kendine has kokusu olan, yakıt olarak kullanılan bir sıvıdır. Benzinin kalitesini bileşiminde bulunan hidrokarbonlar belirler. Motor benzini ve uçak benzini olmak üzere iki gruba ayrılır.



SIRA SİZDE

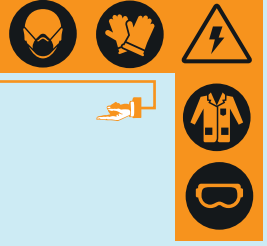
Aşağıda verilen kimyasalları formülleri ile eşleştiriniz.

1.	Metil Klorür	a)	CH ₃ OH
2.	Formaldehit	b)	CH ₃ NH ₂
3.	Metanol	c)	C ₅ H ₈ O ₂
4.	Metilamin	d)	CH ₂ O
5.	Metil metakrilat	e)	CH ₃ Cl
		f)	C ₂ H ₅ OH



2. Laboratuvar Çalışması

PROPİLEN SENTEZİ



Amaç

Metanolden propilen sentezlemek.

Araç Gereç

- Ham metanol
- Ön reaktör
- Reaktör
- Resaykılar
- Kolonlar
- Zeolit bazlı katalizör
- Distilasyon düzeneği

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve güvenlik eldiveninizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Proseste ön reaktör, reaktör, resaykılar ve kolonları çalışır duruma getiriniz.
- Proseste zeolit bazlı katalizörleri sabit yataklı reaktör sistemine uygun miktarda aktarınız.
- Ham metanolü DME reaktörüne koyunuz.
- Reaktör akımını birinci MTP reaktörüne gönderiniz.
- MTP reaktörüne prosesten çıkan suyu ve olefinleri ekleyiniz.
- Karışım ürününü soğutunuz.
- Karışımındaki gaz ürünün, organik sıvıların ve suyun ayrılmasını sağlayınız.
- Gaz ürününü sıkıştırınız ve üründe eser miktarda bulunan H₂O, CO₂ ve DME'yi standart yöntemlerle uzaklaştırınız.
- Saflaştırma yapınız ve temizlenmiş propileni saf hâlde elde ediniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

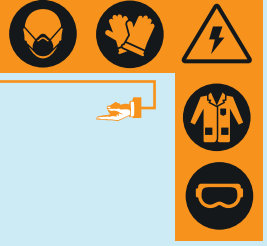
2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Proseste ön reaktör, reaktör, resaykılar ve kolonları çalışır duruma getirdi.		
3	Proseste zeolit bazlı katalizörleri sabit yataklı reaktör sistemine uygun miktarda aktardı.		
4	Ham metanolü DME reaktörüne koydu.		
5	Reaktör akımını birinci MTP reaktörüne gönderdi.		
6	MTP reaktörüne prosesten çıkan suyu ve olefinleri ekledi.		
7	Karışım ürününü soğuttu.		
8	Karışımındaki gaz ürünün, organik sıvıların ve suyun ayrılmasını sağladı.		
9	Gaz ürünün içerdiği H ₂ O, CO ₂ ve DME'yi standart yöntemlerle uzaklaştırdı.		
10	Saf propileni elde etti.		
11	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



3. Laboratuvar Çalışması

METANOLÜ AYIRT ETME



Amaç

Metanol ve etanolü birbirinden ayırt etmek.

Araç Gereç

- Metanol
- Etanol
- İki adet çelik tabak
- Çeker ocak
- Çakmak

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- İki adet çelik tabağı çeker ocak içine koyunuz.
- Tabaklardan birine metanol, diğer tabağa etanol dökünüz.
- Tabakların içindeki maddeleri çakmakla yakınız.
- Metanol ve etanolün yanması sonucu oluşan alev renklerini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Tabakların içine metanol ve etanol döktü.		
3	Metanol ve etanol bulunan tabakları çakmak ile yaktı.		
4	Yanma sonucu oluşan alev renklerini gözlemledi.		
5	Gözlemlerini arkadaşları ile paylaştı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Metan doğal gazın en önemli bileşenidir.
2. (.....) Ham tereftalik asit etanolle esterleştirilerek dimetil tereftalat elde edilir.
3. (.....) Asetik asit, gıda katkı maddesi ve asitlik düzenleyici olarak kullanılır.
4. (.....) Metanolden propilen üretim prosesinde oluşan yan ürün benzindir.
5. (.....) Metanol prosesi sırasıyla metanol sentezi, sentez gazının hazırlanması ve metanol saflaştırma aşamalarından oluşur.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

Analitik	asetaldehitin hava ile oksidasyonu	asetik asit
katalitik	metanol	n-bütanın oksidasyonu
		propan-bütan

6. Sentez gazının hazırlanması için önemli bir basamaktır.
7. Metilamin, metanol ve amonyağın reaksiyonuyla üretilir.
8. Formaldehit üretiminde, metanolün katalitik oksidasyonu ve karışımının non-katalitik oksidasyonu olmak üzere iki yöntem kullanılır.
9. Plastik şişelerin üretiminde ve fotoğraf filmi üretiminde kimyasal reaktif olarak, gıda katkı maddesi ve asitlik düzenleyici olarak kullanılır.
10. Asetik asit metanolün düşük basınçta karbonilasyonu, n-bütülenin direkt oksidasyonu ve prosesleri ile üretilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Tüketici ürünlerinde metandan elde edilen bazı ürünler kullanılır. Tüketici ürünlerinde kullanılan ve kullanılmayan metan ürünlerini yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi metanolden propilen üretim prosesinde oluşmaz?

- A) Benzin
- B) Fuel gaz
- C) LPG
- D) Motorin
- E) Su

13. I. Metanol-propilen prosesi
II. Metanol olefin prosesi
III. Buhar kraking
IV. Metatesis
V. Propan dehidrojenasyon
VI. Fluid katalitik kraking
VII. Olefin kraking

Yukarıda verilen proseslerden hangileri propilen üretiminde kullanılır?

- A) Yalnız III
- B) Yalnız V
- C) I, II ve III
- D) IV, V, VI ve VII
- E) III, V, VI ve VII

14. Aşağıda verilen ürünlerden hangisi metanın türevi değildir?

- A) Asetik asit
- B) Formaldehit
- C) Metil amin
- D) Metil klorür
- E) Tereftalik asit

15. Aşağıdakilerden hangisi polipropilen yapısını gösterir?

- A) $C_6H_4(COOCH_3)_2$
- B) CH_3COOH
- C) $(C_3H_6)_n$
- D) $2CH_3OH$
- E) $(CH_3)_2C(OH)CN$

16.

- I. Metanol ve amonyağın katalitik reaksiyonuyla metilamin üretilir.
- II. Metil klorür, metanol ve hidrojen klorür tepkimesiyle üretilir.
- III. Metanol üretilirken yüksek basınç ve düşük basınç olmak üzere iki proses kullanılır.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

10. ÖĞRENME BİRİMİ



HAM PETROL DAMITMA PROSESİ



KONULAR

- 10.1. HAM PETROLDEN SU İLE TUZ ÇEKME
- 10.2. HAM PETROLDEN ELEKTRİKSEL TUZ GİDERME OPERASYONU
- 10.3. HAM PETROLÜN ATMOSFERİK DESTİLASYONU
- 10.4. HAM PETROLÜN VAKUM DESTİLASYONU

TEMEL KAVRAMLAR

- | | | |
|---|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ham Petrol | <input type="checkbox"/> Emülgatör | <input type="checkbox"/> Gölleme |
| <input type="checkbox"/> Destilasyon | <input type="checkbox"/> Dehidrasyon | <input type="checkbox"/> Sondaj |
| <input type="checkbox"/> API Dreyn (Direyn) | <input type="checkbox"/> Desalter | |
| <input type="checkbox"/> Enjeksiyon | <input type="checkbox"/> Fraksiyonlama | |
| <input type="checkbox"/> Emülsiyon | <input type="checkbox"/> Vakum Destilasyonu | |

HAM PETROLDEN SU İLE TUZ ÇEKME

1. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Ham petrol yer altından çıkarıldığı hâliyle niçin kullanılamaz?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

10.1. HAM PETROLDEN SU İLE TUZ ÇEKME

Petrol sözcüğünün önündeki "ham" ifadesi petrolün ham madde olduğunu belirtir. Petrol, rafinerilerde işlenerek günlük yaşamda kullanılan ara ürünler ve akaryakıt ürünleri üretilir. Ham petrolün içinde bulunan kükürt bileşikleri, su ve tuz değişik proseslerde giderilir.

10.1.1. Ham Petrol

Ham petrol; yer altından çıkarılan, 1'den 60'a kadar karbon atomu içeren, hidrokarbonların karışımından oluşan bir ham maddedir (Görsel 10.1). En önemli enerji ve sanayi ham maddelerinden biridir. Latince "petra" (kaya) ve "oleum" (yağ) sözcüklerinden türemiştir. Bu sözcüklerin birleşmesi ile petroleum (petrol) sözcüğü ortaya çıkmıştır. Hidrokarbonlar, C ve H atomlarından oluşan karmaşık yapılardır. Petrolde doymuş hidrokarbonlar bulunur. Doymamış hidrokarbonların miktarı çok azdır. Ham petrol; sıvı hidrokarbonlar, değişik oranlarda gazlar, katran ve katkı maddeleri içerir.



Görsel 10.1: Ham petrol



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Petrol yer altında hiçbir zaman birikmez. Yani petrol denizleri yoktur.

10.1.2. Petrolün Oluşumu ve Tarihsel Gelişimi

Petrolün oluşumu ile ilgili çeşitli teoriler vardır. En önemli teoriye göre deniz, akarsu ve göllerde yaşamı sona eren bitkisel ve hayvansal canlıların atıkları kil, kum ve mineraller ile birleşerek dibe çöker ve yığılır. Milyonlarca yıl sonra yer altı tabakalarının kayması sonucu karmaşık hidrokarbon karışımları oluşur. Bu karışım sıvı hâlde ise petrolü, gaz hâlde ise doğal gazı oluşturur. Yer kabuğunun sarsıntıları sonucu petrol, deniz kayaçlarından sızarak sert kayaçlara ulaşır. Sert kayaçların altındaki tabakalara sızan petrol, gözenekli kayaçlar içine yerleşir ve böylece petrol yatakları oluşur (Görsel 10.2).



Görsel 10.2: Petrol sahası

Ham petrolün insanlar tarafından kullanılması MÖ (Milattan Önce) dönemlere kadar uzanır. Petrolden ilk olarak Sümerler, Babilliler ve Asurlular'ın yararlandığı bilinmektedir. MÖ 3000 yıllarında Tuttul'da (İran) ham petrol çeşitli şekillerde kullanılmıştır. MÖ 480'li yıllarda Persler ve Araplar petrolü damıtmışlar ve yanıcı madde olarak kullanmışlardır. 12. yüzyılda petrol, Araplar aracılığı ile Avrupa'ya ulaşmış ve aydınlatma amacı ile kullanılmıştır. Birçok kâşif, Mısırlılar'ın ve çeşitli bölgelerde yaşayan yerlilerin petrolü ilaç olarak kullandıklarını belirtmişlerdir.

1859 yılında Pensilvanya'da ilk petrol kuyusu açılmıştır. Daha sonra pek çok ülkede petrol endüstrisi yaygınlaşmıştır. 20. yüzyılın başında otomobillerin kullanılması ile petrol önemli bir enerji kaynağı hâline gelmiştir. Rafinerilerde işlenen ham petrolden birçok ara ürün ve akaryakıt çeşitleri üretilmektedir.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Ham petrolün tarihsel gelişimi ve Türkiye'de bulunan petrol rafinerileri ile ilgili araştırma yapınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve yazınız. Arkadaşlarınızla paylaşınız.

10.1.3. Ham Petrolün Yapısı

Ham petrolün yapısında bulunan hidrokarbonların özellikleri birbirinden farklıdır. Petroldeki hidrokarbonlar aromatik, parafinik, naftenik-asfaltik ve karışık bazlı olarak sınıflandırılır.

- **Aromatik Ham Petrol:** Çeşitli halka yapılarından oluşan aromatik hidrokarbonlarca zengin olan petroldür.
- **Parafinik Ham Petrol:** Parafinik hidrokarbonlar ve mum içeren petroldür. Asfaltik (bitüm) çok azdır ya da yoktur. Bu petrolden mum ve yüksek dereceli yağlama yağları elde edilir.
- **Naftenik-Asfaltik Ham Petrol:** Asfaltik madde içeriği fazla olan petroldür. Ayrıca nitrojen, sülfür ve oksijenli bileşikler bulunur. Naftenik ham petrolden elde edilen yağlama yağları sıcaklığa karşı daha hassastır.
- **Karışık Bazlı Ham Petrol:** Parafinik ve naftenik yapıları hidrokarbonların karışımından oluşan petroldür. Ham petrol çoğunlukla karışık bazlı hidrokarbonları içerir.

Hidrokarbon moleküllerine göre ham petrolün bileşimi, akışkanlığı ve rengi değişir. Genel olarak ham petrol; %84 karbon, %14 hidrojen, %1-3 kükürt, %1'den daha az oksijen, azot, metaller ve tuzlardan oluşur. Petrol; hafif, orta ve ağır petrol olarak da sınıflandırılır. **Hafif ham petrol** açık sarı renkli, hafif kıvamlı, sülfür ve metal içeriği az olan kolaylıkla akabilen petroldür. **Ağır ham petrol** koyu renkli, metal ve sülfür içeriği fazla olan akışkan olabilmesi için ısıtılması gereken petroldür. Ağır ham petrolün viskozitesi yüksektir ve kolaylıkla akamaz. Ayrıca kalitesi düşük ve ucuzdur.

Ham petrolün yapısı API gravitesine göre de belirtilir. **API (Amerikan Petrol Enstitüsü)**, ham petrolü viskoziteye göre sınıflandıran uluslararası bir sistemdir. Sistemde yoğunluk yerine API gravite dereceleri esas alınır. API gravite dereceleri arttıkça ham petrol inceler. Yüksek API graviteli ham petrol parafinlerce zengindir ve bu petrolden benzin ve hafif petrol ürünleri elde edilir. Düşük API graviteli ham petrol naftenik bileşiklerce zengindir. Tablo 10.1'de ham petrolün sınıflandırılması gösterilmiştir.

Tablo 10.1: Ham Petrolün Sınıflandırılması

Ham Petrol	Renk	Viskozite	API Derecesi
Hafif	Açık sarı	Akışkan	31,3°-47°
Orta	Kahverengi	Orta	22,3°-31,3°
Ağır	Siyah	Çok viskoz	0°-22,3°

Ham petrolün yapısını belirtmek için korelasyon indeksi (CI) adı verilen bir değer de kullanılır. Bu değer, destilasyon fraksiyonunun ortalama kaynama sıcaklığı ve yoğunluğu ile ilgilidir. Parafinler için CI değeri 0 (sıfır), benzen için 100'dür.



BİLGİ KUTUSU

Petrolün yer altında bulunduğu yerleri (kapanları) petrol mühendisleri tespit eder. Petrolün aranması işlemine **sondaj** adı verilir. Petrolün yeryüzüne çıkartılması için kuyu açılacak yerleri belirleme ise petrol jeologlarının görevidir.

10.1.4. Ham Petrolün Tankta Dinlendirilmesinin Önemi

Deniz tankerleri ile ham petrol getirilir ve yüzer tavanlı tanklara (Görsel 10.3) koyulur. Bu tanklarda kolay buharlaşabilen petrol ürünleri depolanır. Ham petrol tanklarının kapasitesi çok büyüktür. Orta büyüklükte olan bir rafinerideki tanklarda en az yirmi günlük petrol depolanır. Yüzer tavanlı tanklara alınan ham petrol yaklaşık 72-96 saat dinlendirilir. Bu süre standarttır. Petrolün içindeki suyun boşaltılması için belirtilen süre boyunca dinlendirilmesi gerekir. Ayrıca dinlenme süresinde petrolün içinde bulunan çamur, su ve yabancı maddeler tankın dibine çöker. Çöken bu maddeler tankın dibinde petrolden ayrı bir faz oluşturur. Tankın dip kısmında bulunan boşaltma vanası açılarak su, çamur ve yabancı maddeler petrolden ayrılır.



Görsel 10.3: Yüzer tavanlı petrol tankı

10.1.5. Ham Petroldeki Su ve Yabancı Maddelerin Dreyn (Boşaltmak) Edilmesi İçin Gerekli İşlemler

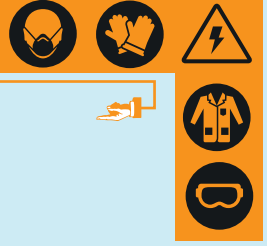
Ham petrolde bulunan su ve yabancı maddelerin dreyn edilmesi için şu işlemler yapılır.

1. Ham petrol önce yüzer tavanlı tanklara alınır (Tanklar ısıtılmamalıdır.).
2. Yüzer tavanlı tanklarda ham petrol 72-96 saat arası dinlendirilir.
3. Dinlenme süresinin sonunda tankın dip kısmındaki dreyn vanası açılır ve su ile yabancı maddeler boşaltılır.
4. Tankta ölçüm yapılır.
5. Ham petrol, sıcaklığı 14-16°C olan tanklara gönderilir.



1. Laboratuvar Çalışması

HAM PETROLDEN TUZ ÇEKME



Amaç

Ham petrol-su karışımındaki tuzu çekmek.

Araç Gereç

- Ham petrol-su karışımı
- Beher (2 adet)
- Ayırma hunisi
- Erlenmayer
- Sıcak su
- Üçayak destek çubuğu

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Ayırma hunisini üçayak destek çubuğuna takınız.
- Ayırma hunisinin içine ham petrol-su karışımını dökünüz.
- Erlenmayer içindeki sıcak suyu huninin içine püskürterek ilave ediniz.
- Ayırma hunisinin vanasını açınız ve alt fazda oluşan tuzlu suyu behere aktarınız.
- Ayırma hunisindeki ham petrolü diğer behere boşaltınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

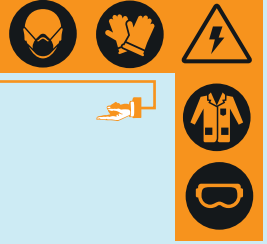
1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Ayırma hunisine ham petrol-su karışımını döktü.		
3	Sıcak suyu ayırma hunisine püskürterek ilave etti.		
4	Ayırma hunisinin alt fazındaki tuzlu suyu behere aktardı.		
5	Ayırma hunisinin üst fazındaki ham petrolü behere aktardı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



2. Laboratuvar Çalışması

KLORÜR TAYİNİ



Amaç

Numunedeki klorür miktarını tespit etmek.

Araç Gereç

- 100 ml numune
- 100 ml destile su
- 3 ml $Al(OH)_3$
- 1 ml H_2O_2 (%30'luk)
- 1 ml K_2CrO_4 indikatör çözeltisi
- Erlenmayer
- Büret
- Filtre
- $AgNO_3$ çözeltisi (2,45 g $AgNO_3$ destile suda çözünür ve bir litreye tamamlanır)

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Erlenmayere 100 ml numuneyi koyunuz ve destile su ile seyreltiniz.
- Numune üzerine 3 ml $Al(OH)_3$ ekleyiniz ve karıştırınız.
- Karışımı dinlendirdikten sonra filtreden geçirin.
- Karışıma 1 ml H_2O_2 ilave ediniz ve bir dakika karıştırınız.
- Karışıma 1 ml K_2CrO_4 indikatör çözeltisi ekleyiniz.
- $AgNO_3$ çözeltisi ile kiremit kırmızısı-sarı renkli olana kadar titrasyon işlemi yapınız.
- Şahit numune ile titrasyon işlemi tekrar ediniz (Şahit numune, yetkili laboratuvar tarafından analizi yapılan numunedir).
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız ve klorür miktarını hesaplayınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Deney tüpündeki ham petrolü destile su ile seyreltti.		
3	Ham petrole $Al(OH)_3$ ekledi.		
4	Karışımı filtreden geçirdi.		
5	Karışıma H_2O_2 ilave etti.		
6	Karışıma K_2CrO_4 indikatör çözeltisi ekledi.		
7	$AgNO_3$ çözeltisi ile titrasyon işlemi yaptı.		
8	Şahit numune ile titrasyon işlemi tekrar etti.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

10.1.6. Ham Petrole Su ve Kimyasal Madde Enjeksiyon Oranı

Su enjeksiyonu, suyun ısıtılarak yerin altına enjekte edilmesine dayanan üretim arttırma yöntemidir. Sıcak su, ağır ham petrolü ısıtır ve viskozitesini azaltarak akışkanlığını arttırır. Buhar enjeksiyonu sıcak su enjeksiyonuna göre daha verimlidir. Bu nedenle buhar enjeksiyonu, petrol arttırma yöntemleri içinde en fazla kullanılan yöntemdir. Petrol kuyularına enjekte edilen buhar petrolün viskozitesini azaltır ve petrol daha akışkan hâle gelir.

Kimyasal madde enjeksiyonu, ASP (Alkali-Süfaktan-Polimer) adı verilen üçlü maddelerin adıdır. Bu maddeler suyun içinde %1-2 oranında bulunur. En çok kullanılan kimyasal maddeler sülfonatlar ve alkollerdir. Ancak ASP kimyasal maddeleri birlikte uygulandığında daha fazla verim alınır. Böylece kimyasal maddeler petrol kuyusuna enjekte edildiğinde üretim artışı sağlanmış olur.

10.1.7. Ham Petrol-Su Emülsiyonunun Oluşum Koşulları

Birbiri içinde çözünmeyen iki sıvının karışımına **emülsiyon** denir. Emülsiyonu kararlı olan süfaktan özellikli maddeye **emülgatör** adı verilir. Yağ ve su karışımı emülsiyona örnek olarak verilebilir. Emülsiyonlar kendiliğinden oluşmaz. Emülsiyonun oluşumu için çalkalama, karıştırma veya homojenleştirme işlemleri yapılır. Emülsiyonu oluşturan fazlar bir süre sonra kararlı hâline geri döner. Zeytinyağı-su emülsiyonu devamlı karıştırılmadığında kısa sürede birbirinden ayrışır. Süfaktanlar (yüzey etkin bileşikler) emülsiyonların kinetik kararlılığını arttırır. Emülsiyonlarda bir süre sonra kremleşme görülebilir. Yer altında bulunan petrol yataklarında su ve petrol, belirli oranda karışmış emülsiyon hâlinindedir.

10.1.8. Ham Petrolde Su İle Tuz Çekme İşleminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Petrol endüstrisinde güvenlik çok önemlidir. Oluşabilecek tehlikelere karşı güvenlik önlemleri programı hazırlanmalıdır. Çalışan personele; donanımda sıcak ortam koşullarında çalışma, alevlenebilir noktalar ve depolama esnasında alınacak tedbirler belirtilmelidir. Ayrıca hidrojen sülfür gazı ile temas edilmesi durumunda yapılması gerekenler çalışan kişilere anlatılmalıdır. Sondaj donanımının hazırlanması ve yerleştirilmesi, kontrol ve bakım sırasındaki işlemlerde güvenlik önlemleri ile ilgili teorik ve uygulamalı eğitimler verilmelidir.

10.1.9. Ham Petrolden Su İle Tuz Çekme İşlemleri

Ham petrolde hacimce %0,1-2 oranında damlacıklar hâlinde su vardır. Petrol yataklarında aynı zamanda çok miktarda tuz da bulunur. Tuzlu su rafineride atık olan tek maddedir. Petrol yataklarından çıkarılan petrole klorür analizi yapılarak tuz miktarı kontrol edilir.

Ham petrolden su ve tuz çekme işlemleri şu şekilde yapılır:

1. Tank içinde bekletilen ham petrole katkı maddesi ve su ayırıcı ilave edilir.
2. Ham petrol su ayırma işlemi için kapalı bir kaba alınır. Kap, ısıtılan petrolün buhar basıncına dayanabilen yatay silindirik şekilde ve basınçlıdır.
3. Basınçlı kaba sıcak su püskürtülür.
4. Kabin içinde ayrılan su kabin alt kısmından, petrol ise kabin üst kısmına yakın bölümden dışarı alınır.
5. Tuz çekme işlemi için petrol su ile karıştırılır ve karıştırma valfinden geçirilir.

HAM PETROLDEN ELEKTRİKSEL TUZ GİDERME OPERASYONU



Hazırlık Çalışması

Tuz ham petrolün içinde niçin olmamalıdır? Arkadaşlarınızla tartışınız.

2. BÖLÜM

10.2. HAM PETROLDEN ELEKTRİKSEL TUZ GİDERME OPERASYONU

Ham petrolde su, süspansiyon hâlinde katılar, inorganik tuzlar ve suda çözünebilen metaller vardır. Petrole öncelikle tuz giderme işlemi yapılır. Böylece petroldeki kirlilikler giderilir.

10.2.1. Ham Petroldeki Tuz Giderme İşleminin Önemi ve Tuz Giderme Yöntemleri

Ham petrolde bulunan tuzlar, atmosferik destilasyon kolonunun tepe kısmı için korozif etkiler oluşturur. Ayrıca ekipmanların korozyonuna, tıkanmasına ve bozulmasına neden olur. Korozyon nedeniyle ısı değiştiricilerde tüp delinmesi oluşur. Ekipmanların yüzeyinde oluşan kirlilik ve birikintiler, ham petrol ünitelerinin devre dışı kalmasını sağlar. Ham petroldeki tuzun oluşturacağı olumsuz etkileri önlemek için petrole tuz giderme işlemi uygulanır. Tüm petrol rafinerilerinde tuz giderme ünitesi bulunur (Görsel 10.4).



Görsel 10.4: Tuz giderme ünitesi

Tuz giderme işlemi iki yöntemle yapılır.

- 1. Kimyasal Ayırıştırma:** Bu yöntemde ham petrole su ve emülsiyon kırıcılar koyulur ve ısıtılır. Böylece petroldeki tuzlar ve diğer safsızlıklar suda çözünür. Karışım tanka alınarak safsızlıkların suda çökmesi sağlanır.
- 2. Elektrostatik Ayırıştırma:** Bu yöntemde su damlacıkları yüksek voltajlı ve zıt kutuplu elektrotlar kullanılarak elektriksel alanda birleştirilir. Böylece suyun büyük damlacıklar şeklinde çöktürülmesi sağlanır.

Her iki yöntemde de korozyonu azaltmak için kimyasal bir madde olan amonyak kullanılır. Su ile yıkamada pH'ı ayarlamak için kostik ve asitten yararlanılır. Tuzu giderilmiş ham petrol çöktürme tankının tepe kısmından sürekli çekilerek destilasyon fraksiyonlama kolonuna verilir.

10.2.2. Ham Petrolün Isı Değiştiricide Isıtılmasının Nedeni

Ham petrol, eşanjörlerde (Görsel 10.5) 150-350°F aralığında ısıtılarak viskozite ve yüzey gerilimi azaltılır. Böylece petrolün karıştırılması ve ayrıştırılması kolaylaşır. Sıcaklık, ham petrolün buhar basıncı ile sınırlandırılır.



Görsel 10.5: Rafineride ısı eşanjörleri

10.2.3. Desalterin İşlevi, Çeşitleri ve Çalışma Prensibi

Ham petrolün tuzunu giderme işlemi desalter adı verilen tuz gidericilerde yapılır. Desalter, yatay ve silindirik şeklinde orta kısmında iki elektrot bulunan teknelerdir (Görsel 10.6). Desalterin görevleri şunlardır:

- Ham petroldeki tuz, su ve tortuyu giderir.
- Eşanjördeki kirliliği önler.
- Enerji tüketiminin az olmasını sağlar.
- Atmosferik destilasyon kolonunun tepe kısmındaki korozyonu azaltır.



Görsel 10.6: Desalter

Desalterin en önemli görevi, ham petrole ilave edilen suyu ve petrol içerisindeki tuzları ($MgCl_2$, $NaCl$, $CaCl_2$) sistemden uzaklaştırmaktır. Petroldeki tuzlar, yüksek sıcaklıkta tıkanma ve donanımlarda korozyona sebep olur. Ham petrolde çamur istenmeyen bir maddedir çünkü çamur donanımları kirletir ve tıkar. Bunun için desalterde çamur da uzaklaştırılır.

Desalter çeşitleri şunlardır:

Elektriksel Tuz Giderme Desalteri: Doğru akım veya alternatif akım ile üretilen elektrik alanının kullanıldığı desalterdir.

Kimyasal Tuz Giderme Desalteri: Kimyasal maddelerin yardımcı madde olarak sisteme eklendiği desalterdir. Kimyasal maddeler su damlacıklarını birleştirir, yani emülsiyon kırıcı özelliindedir.

Elektriksel ve Kimyasal Tuz Giderme Desalteri: Elektrik alanı ve emülsiyon kırıcı kimyasal maddelerin birlikte uygulandığı desalterdir.

Yoğunluk Farkı ile Ayrıştırma Desalteri: Ham petrol ve suyun geniş bir tank veya dram içinde yoğunluk farkı ile ayrıştırıldığı desalterdir.

Ham petrol desaltere gönderilmeden önce su ile seyreltilir. Böylece petrolün içindeki tuzlar suda çözünür. Sıcaklık sürekli kontrol edilmelidir. Desalterde bulunan iki elektroda yüksek gerilim verilir. Yüksek gerilim sayesinde ham petrole karıştırılan su, elektriksel alanda uzaklaştırılmış olur. Ham petrol, elektrotlar arasındaki elektrik alanından geçerken titreşim oluşturur. Birbirine çarpan su damlacıkları desalterin taban kısmına iner ve tabanda su fazı oluşur. Ham petroldeki su kurutulduktan sonra desalterin üst kısmından ayrılır. Desalterin dibinde toplanan su, kontrol vanası açılarak boşaltılır. Desalterdeki işlemlerin sonunda ham petroldeki tuz miktarı mutlaka sıfır olmalıdır. Tuz tam olarak giderilmez ise sistemde tıkanıklık ve korozyon oluşur.

10.2.4. Desaltere Etki Eden Faktörler

Desaltere etki eden faktörler şunlardır:

Ham Petrolün Bileşimi: Ham petroldeki tuz miktarı, su, metal ve tortu içeriği, petrolün gravite (kalite değeri) ve viskozitesi önemlidir.

Sıcaklık: Petroldeki tuzun tam olarak giderilmesi için sıcaklık yüksek olmalıdır. Sıcaklık, ham petrolün spesifik gravite ve viskozitesini azaltır. Desalterin sıcaklığı 115-140°C arasındadır. Yüksek sıcaklık petrolde buharlaşmaya neden olmamalıdır.

Basınç: Desalterin basıncı, ham petrol ve suyun buhar basıncından fazla olmalıdır. Ortalama basınç değeri 13-15 kg/cm² arasındadır.

Ara Faz Yüzeyi: Düşük ara faz seviyesi, desalter çıkışındaki suda ham petrole bağlı kirlenmeler oluşturur. Yüksek ara faz seviyesi ise ham petrolde su bulunmasına neden olur. Bu sebeple ara faz seviyesi kirlilik oluşturmayacak şekilde kontrol edilmelidir.

Emülsiyon Kırıcı: Emülsiyonu dengeleyen maddeleri suya veya ham petrole geri iten maddelerdir.

Elektrotlar Arası Gerilim: Desalter elektrotlarına uygulanan gerilim emülsiyonu, ayrıştırma verimini artırır.

Miks Vana ve Basınç Düşmesi: Miks vana, suyu çok küçük damlacıklar şeklinde dağıtır ve ham petrol karışımını emülsiyon hâline getirir. Basınç düşmesi değeri 0,5-1,5 bar arasındadır.

Yıkama Suyu Miktarı ve Kalitesi: Yıkama suyunun pH'ı, desalterin pH değerine çok etki eder. Elektriksel desalter için pH 5,5-7,0 aralığında olmalıdır. Bu aralıktaki pH değerleri elektriksel iletkenliği artırır. Desaltere hacimce %3-8 arası su ilave edilmelidir. Su fazla kullanılırsa desalter kısa devre yapar. Ayrıca yıkama suyu petrolle iyi temas etmelidir.

10.2.5. Desaltere Uygulanan Elektriksel Gerilim Değeri

Desalter içinde bulunan kafes tipi iki elektroda yüksek elektriksel gerilim uygulanır. Bunun nedeni daha önce ham petrole ilave edilen suyu ham petrolden ayırmak ve uzaklaştırmaktır. Desalterdeki elektrotlara 380 volt gerilim verilir. Trafolar bu gerilimi; 11.000, 16.500 veya 22.000 volt gerilimlerine çevirir ve bu üç değerden biri her elektroda uygulanır. Elektrotlar arası gerilim, her iki elektroda uygulanan gerilim toplamı kadar olmalıdır. Güvenli bir çalışma için elektrotlar arası gerilim 27.000-33.000 volt arasında olmalıdır. Gerilim fazla ise elektrik arızaları olur, gerilim az ise tuz ve suyun ayrıştırılması ideal düzeyde olmaz.

10.2.6. Ham Petroldeki Suyun Dreyn Edilebilmesi İçin Etken Parametreler

Ham petroldeki suyun dreyn (boşaltmak) edilebilmesi için etken parametreler süre ve su miktarıdır. Ham petrolün içindeki su miktarı önemlidir. Petrolün içindeki su damlacıklarının çapları çok küçüktür ve küre şeklindedir. Sulu petrol, bir kabın içine koyulduğunda hızlı düşen damlalar kabın içinde birikerek ayrı faz oluşturur. Ancak çok küçük su damlalarının düşmesi uzun zaman alır. Petrol-su emülsiyonunda su damlaları çok küçük olduğundan petrolden ayrılabilir. Ham petrol yüzer tavanlı tankta belli bir süre dinlendirilir. Dinlenme sonunda tankın dibindeki dreyn vanası açılır. Petroldeki istenmeyen maddeler ve su boşaltılır.

10.2.7. Ham Petrolden Elektriksel Tuz Giderme Operasyonunda Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Proses kapalı bir sistemdir. Petrol sızıntısı olmadığında prosesin ham petrol ile temas ihtimali yoktur ya da çok azdır. Tuz giderme işleminde yüksek sıcaklıkta hidrojen sülfür oluşur. Operasyon esnasında amonyak, kuru kimyasal maddeler, kostik veya asitler ile temas olabilir.

Personele, koruyucu ekipmanların kullanımı ve güvenlik eğitimleri verilmelidir. Atık suyun süzme işlemi esnasında kullanılan diatom toprağına personel temas etmemelidir. Çünkü diatom toprağı silika denilen çok ince tanecikler içerir. Bu taneciklerin çalışan personel tarafından solunması tehlikeler oluşturabilir.

Tuz giderme işlemleri uygun koşullarda olmalıdır. Aksi takdirde donanımlar bozulabilir. Tuz giderme operasyonunda sıcaklık ve basınç kontrol altında tutulmalıdır (Görsel 10.7). Tuz giderme ünitesindeki ısıtıcılarda olabilecek petrol sızıntısı sonucu oluşabilecek yangına karşı tedbirler alınmalıdır.



Görsel 10.7: Sıcaklık ve basınç kontrolü



DESTİLYASYON ARAÇLARI

1. ETKİNLİK

Amaç: Atmosferik destilasyon araçlarının görevlerini yazmak.

Araç Gereç: Tablo, kalem.

Etkinliğin Yapılışı: Aşağıda ham petrolün atmosferik destilasyonunda kullanılan araçlar sıralanmıştır. Araçların görevini yazınız.

ARAÇ	GÖREVİ
Desalter	
Dram	
Eşanjör	
Fırın	
Kolon	
Tank	

Değerlendirme: Atmosferik destilasyonda kullanılan araçların görevini söyleyiniz.

HAM PETROLÜN ATMOSFERİK DESTİLASYONU

Hazırlık Çalışması

Destilasyon yöntemi ile üretilen ürünlere günlük yaşamdan örnekler veriniz.

3. BÖLÜM

10.3. HAM PETROLÜN ATMOSFERİK DESTİLASYONU

Ham petrol yer altından çıkarıldığı gibi kullanılmaz. Petrolü kullanılabilir hâle getirmek için çeşitli işlemlerden geçirmek gerekir. Bu işlemlerden en çok kullanılanı destilasyondur.

10.3.1. Destilasyon Çeşitleri ve Ham Petrolün Atmosferik Destilasyonu

Sıvı karışımların kaynatılması sonucu oluşan buharın yoğunlaştırılarak (sıvılaştırılarak) tekrar sıvı hâline dönüştürülmesi ile yapılan ayırma ve saflaştırma işlemine **destilasyon (damıtma)** denir. Destilasyon işlemi önce sıvı karışım ısıtılır. Isıtma işlemi sonucu buhar ve sıvı faz oluşur. Buhar fazda uçucu özelliği fazla olan bileşen, sıvı fazda ise kaynama noktası yüksek olan bileşen vardır. Destilasyonda kaynama noktası düşük olan bileşen karışımdan önce ayrılır. Sıvıların saflaştırılmasında ve sıvı karışımların ayrılmasında kullanılan destilasyon, en temel ayırma yöntemidir. Damıtma özellikle organik bileşiklerin saflaştırılmasında ve ayrılmasında çok kullanılır. Normal (basit), fraksiyonlu, su buharı ve kuru destilasyon atmosfer basıncında yapılır. Vakum destilasyonu ise normal atmosfer basıncından daha düşük basınçta olur. **Atmosfer basıncı (açık hava basıncı)**, belirli bir yüzeye atmosfer tarafından uygulanan kuvvettir. Destilasyonun beş çeşidi vardır. Destilasyon çeşitleri şunlardır:

Normal (Basit) Destilasyon: Kaynama sıcaklığına yakın sıcaklıkta bozunmayan maddelerden oluşan karışımlara uygulanır.

Kuru Destilasyon: Katı maddelerden oluşan karışımlara uygulanır. Kuru destilasyon, katı maddelerin ısı etkisiyle parçalanıp ayrılması esasına dayanır. Bu destilasyonun en büyük dezavantajı, katı maddelerin ısıyı iletmemesi ve parçalanması sonucu istenmeyen ürünlerin de oluşmasıdır.

Fraksiyonlu (Ayrımsal) Destilasyon: Kaynama noktaları birbirinden farklı sıvılardan oluşan karışımlara uygulanır. Karışım damıtma kabında ısıtıldığında kaynama noktası düşük olan sıvı kaynatarak karışımdan ayrılır. Tekrar sıvılaştırılır ve başka bir kaptaki biriktirilir. Böylece ayırım yapılmış olur.

Su Buharı Destilasyonu: Suda çözünmeyen ve karışımda miktarı az olan maddeleri ayırmak için uygulanır. Bu destilasyon, su buharı ile sürüklemeye ayırma yapma esasına dayanır. Karışımı oluşturan maddelerin kaynama noktası 100°C'nin üzerinde ise ve madde kaynama noktasına yakın sıcaklıkta bozunuyorsa su buharı destilasyonu yapılır.

Vakum Destilasyonu: Kaynama noktasına gelmeden bozulan ve kaynama noktası çok yüksek olan maddeleri bozunmadan elde edebilmek için uygulanır. Vakum (düşük basınç) uygulamak için vakum pompası ve su trompu kullanılır. Vakum destilasyonunda normal veya fraksiyon aygıtları kapalı bir sistem hâline getirilir ve vakum pompası bağlanır. Böylece karışımı oluşturan maddelerin daha düşük sıcaklıkta kaynamaları sağlanır.

Atmosferik destilasyonda, kaynama sıcaklığı farklı maddelerden oluşan karışım ısıtılır. Kaynama sıcaklığı düşük olan madde buhar hâline geçer. Buhar soğutulur ve yoğunlaştırılır. Destilasyon yönteminde buhar basıncı önemlidir. Her sıvı ve katının buhar basıncı vardır. Bir sıvı sabit sıcaklıkta ısıtılırsa sıvının buhar basıncı, verilen ısı miktarına göre artar. Sıvının buhar basıncı atmosfer basıncına eşit olduğu anda sıvı kaynamaya başlar. Bu sıcaklığa **kaynama sıcaklığı** veya **kaynama noktası** denir. Ham petrol, farklı bileşiklerin karışımı olduğu için belirli hâl değişim noktaları yoktur.

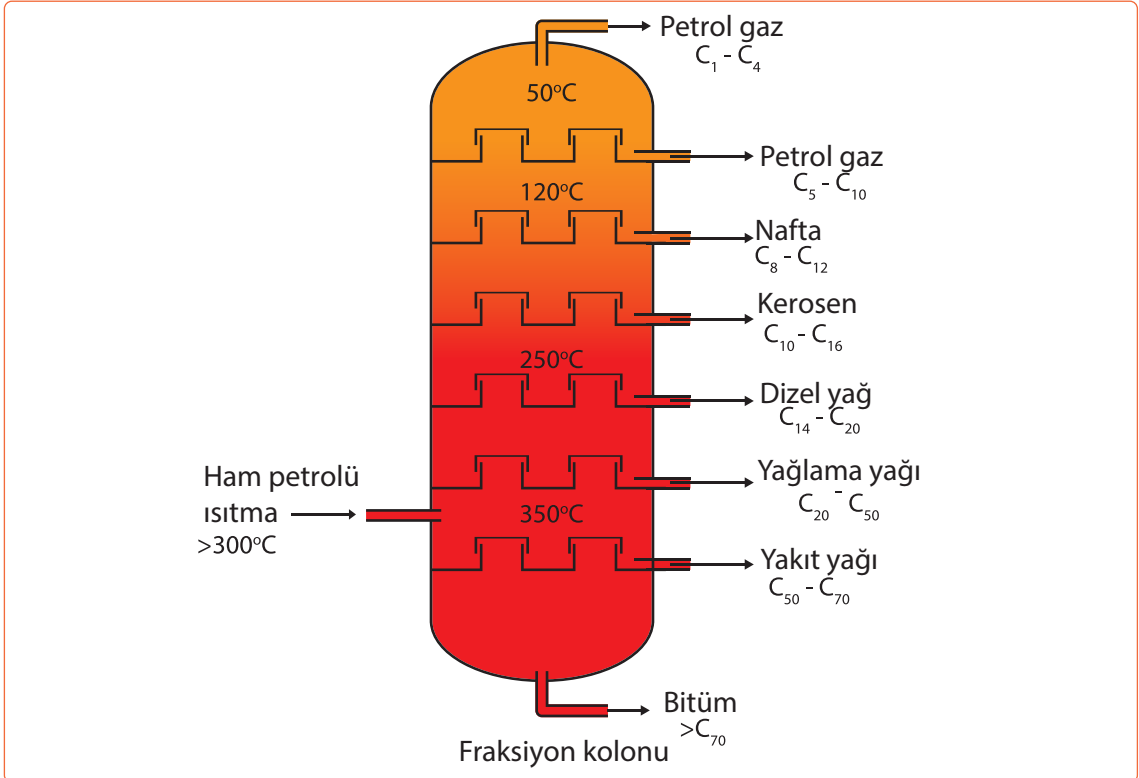
Petrol rafinerisinde destilasyon ham petrolün ayrıştırılması ile başlar. Ham petrol önce ısıtılır. Daha sonra atmosferik fraksiyonlama kolonuna gönderilir. Kolon 36,6 m yükseklikte çelik silindir bir yapıdır (Görsel 10.8). Kolonun içinde sıvıları ayıran ve toplayan çelik tepsiler vardır. Her tepside alttan gelen buharların geçmesi için delikler ve kabarcık kepleri bulunur. Kolona buhar verilir ve yoğunlaştırılarak destilasyon kolonunun farklı kısımlarından ürünler alınır. Kolondaki basınç en fazla 2 atmosferdir.

10.3.2. Atmosferik Destilasyonda Oluşan Fraksiyonlar

Ham petrol, yüksek karbon sayılı ve karmaşık yapı-
lı hidrokarbonlardan oluşur. Ham petrolde bulunan hidrokarbonların kaynama noktaları birbirine çok yakındır. Bu nedenle saf hâlde hidrokarbonlar ayrıştırılmaz. Belli kaynama aralığındaki kısımları (fraksiyonları) ayrıştırılır. Bu işleme **fraksiyonlama**, işlem destilasyon kolonunda yapılırsa **fraksiyonlu destilasyon** adı verilir (Görsel 10.9).



Görsel 10.8: Atmosferik fraksiyonlama kolonu

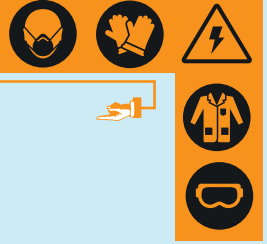


Görsel 10.9: Fraksiyonlu destilasyon ürünleri



3. Laboratuvar Çalışması

ETİL ALKOLÜN DESTİLASYONU



Amaç

Etil alkol-su karışımını fraksiyonlu destilasyon ile ayırıştırmak.

Araç Gereç

- 50 ml etil alkol
- 50 ml saf su
- Fraksiyonlu destilasyon düzeneği
- İspirto ocağı
- Damıtma balonu
- Beher (2 adet)
- Termometre

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Destilasyon düzeneğini hazırlayınız.
- Damıtma balonunun içine 50 ml etil alkol ve 50 ml saf su koyunuz.
- Damıtma balonuna termometre yerleştiriniz ve ispirto ocağını açınız.
- Fraksiyonlu destilasyon düzeneğinin diğer ucuna beher koyunuz.
- Etil alkol-su karışımını ısıtınız ve bekleyiniz.
- Karışımın sıcaklığını termometreden kontrol ediniz.
- Termometredeki sıcaklık 78°C'yi gösterdiğinde etil alkolün fraksiyon kolonunda ayırışmasını gözlemleyiniz.
- Karışımın ayrılan etil alkolün düzeneğin diğer ucunda beherde birikmesini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Destilasyon düzeneğini hazırladı.		
3	Damıtma balonuna etil alkol ve saf su döktü.		
4	Damıtma balonuna termometre yerleştirdi.		
5	Etil alkol-su karışımını ısıttı.		
6	Termometreden etil alkolün kaynama sıcaklığını ölçtü.		
7	Destilasyon sonucu elde edilen etil alkolü beherin içine topladı.		
8	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

10.3.3. Destilasyona Etki Eden Faktörler

Destilasyon kolonunda bulunan her tepside sıvı-buhar dengesi iyi olursa, ayrışma da o kadar iyi olur. Yani bir tepside çıkan buhar miktarı tepsiye dönen sıvı miktarına eşit olmalıdır. Destilasyona etki eden diğer faktörler şunlardır:

- **Şarj Miktarı:** Şarj, ham petrol yüklemesidir. Kolon içine yeterli miktarda ham petrol şarj edilmelidir. Kolona kapasitesinin üzerinde şarj verilirse ürün kalitesi azalır. Bunun sonucunda kolon kısa zamanda dolar ve devre dışı kalır.
- **Şarj Sıcaklığı:** Kaliteli ürünler elde etmek için şarj sıcaklığı en önemli faktörlerden biridir. Sıcaklık düşük olursa destilat miktarı azalır, yüksek olursa destilatın kalitesi bozulur.
- **Şarj Konsantrasyonu:** Şarj içindeki maddelerin konsantrasyonu farklı olursa saf ürünlerin üretimi sağlanamaz. Bunun için şarjın durumuna göre kolon içindeki gerekli tepside besleme yapılmalıdır. Böylece istenen saflıkta ürün elde edilir.
- **Tepsi Sayısı:** Destilasyon kolonundaki tepsi sayısı arttıkça destilatın kalitesi artar. Tepsi sayısı az olursa iyi ayrıştırma yapılamaz ve destilatın kalitesi azalır.
- **Reflüks (Geri akış) Miktarı:** Kolondaki reflüks oranı kontrol edilmelidir. Kolonun tepside geri verilen reflüks miktarı belli değerde arttırılırsa destilat kalitesi artar, kolon kapasitesi azalır. Reflüks aşırı oranda arttırılırsa kolon sıcaklığı ve destilat miktarı azalır.
- **Buhar Yükü:** Şarj besleme sıcaklığında azalma olursa buhar yükü azalır. Kolon içinde tepsi deliklerinden aşağı inmesi gereken sıvı, buharın yukarı çıkmasına engel olur. Buhar yükü azalırsa destilat miktarı azalır ve kalitesi bozulur. Bu duruma **weeping (viping)** denir. Weeping, kolon içindeki basıncın ani olarak düşmesi ile tespit edilir.
- **Sıvı Yükü:** Isı değiştiricide verilen ısı fazla olursa oluşan buhar miktarı artar. Bu durum sıvının aşağı akmasını engeller. Kolon içindeki destilat miktarı azalır ve kalitesi bozulur. Sıvının aşağı inemeyip tepside birikmesi olayına **göllenme** denir. Göllenme, kolondaki ani basınç artışından ve ayrıştırma veriminin ani olarak azalmasından anlaşılır. Kolona yüklenen buhar ve sıvı miktarı azaltıldığında göllenme kontrol edilir. Reflüks miktarı azaltılır ve kolonun tepsi düzeni değiştirilirse göllenme engellenir.

10.3.4. Fırının Çalışma Sıcaklığı

Ham petrol ünitesinde kolon, dram, eşanjör (ısı değiştirici), pompa ve fırın ana ekipmanlardır (Görsel 10.10). Eşanjörde ön ısıtma yapılan ham petrol, tuz gidericilere gönderilerek tuzu giderilir. Daha sonra ham petrole tekrar ön ısıtma yapılır ve fırına gönderilir. Böylece ham petrol, atmosferik destilasyon kolonuna girmeden önce fırında istenilen sıcaklığa getirilir. Ham petrol fırında 350-380°C sıcaklığa kadar ısıtılır.



Görsel 10.10: Rafineride fırın ve ısı eşanjörü

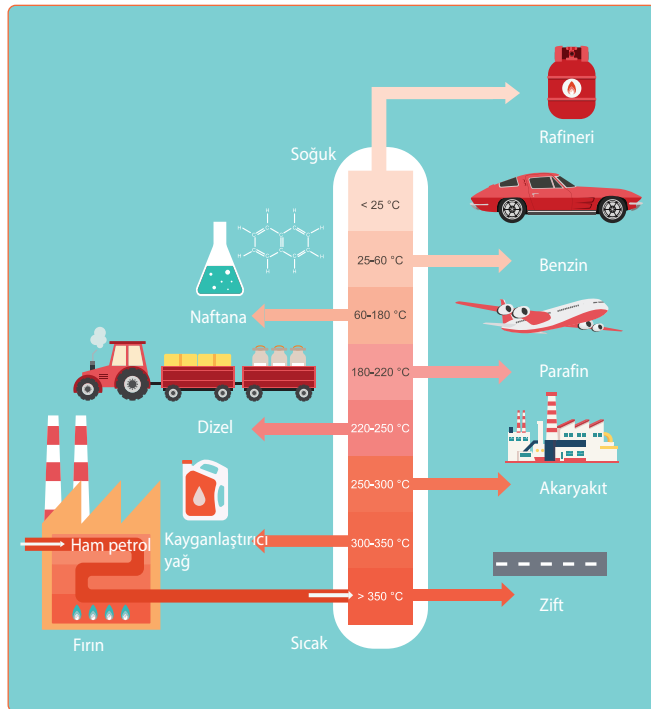
10.3.5. Atmosferik Destilasyon Kolonu Çalışma Sıcaklık ve Basınç Değerleri

Fırında ısıtılan ham petrol atmosferik destilasyon kolonuna şarj edilir. Kolondaki ortam basıncı maksimum iki atmosferdir. Ham petrolün kolona giriş sıcaklığı 350-380°C arasındadır. Sıcaklık, kolonun içinde aşağıdan yukarıya doğru azalır. Bu nedenle kolonda yukarıdan aşağıya doğru sıvı, aşağıdan yukarıya doğru gaz akışı olur. Kolon içinde elde edilmek istenen ürüne göre belirli sıcaklıklarda fraksiyonlama tepsipleri vardır. Kolonda yoğunlaşan maddeler tepsipler aracılığı ile kolondan ayrılır. Hafif ürünler kolonun üst kısmında, ağır ürünler ise kolonun alt kısmında toplanır.

10.3.6. Ham Petrolün Atmosferik Destilasyon İşlemleri

Ham petrolün destilasyonu (Görsel 10.11) iki aşamada yapılır. Birinci aşama atmosferik basınç altında yapılır ve ham petrolün 360°C sıcaklığa kadar kaynayan kısmı ayrıştırılır. İkinci aşamada ise vakum destilasyonu ile 360°C'den yüksek sıcaklıklarda kaynayan kısmı ayrıştırılır. Atmosferik destilasyon işlemleri şu şekilde yapılır:

1. Tuzu giderilmiş ham petrol fırında ısıtılır.
2. Fırında 350°C-380°C sıcaklık aralığına kadar ısıtılan ham petrol destilasyon kulesine (kolon) tabanın tam üstünden beslenir.
3. Kolonun alt kısmından buhar püskürtülür ve petrolün buharlaşması hızlandırılır.
4. Hafif hidrokarbonlar daha önce buharlaştığı için kolonda yukarı doğru yükselir ve yükselirken soğur.
5. Buhar hâlindeki petrol bileşenleri tepsi deliklerinden yukarı doğru geçer ve yoğunlaşır.
6. Düşük kaynama sıcaklığına sahip ürünler kolonun en üst kısmında yer alır.
7. Yoğunlaşan sıvılar bir alttaki tepsiye akar.
8. Buharlaşma, yoğunlaşma ve yıkama olayları istenilen saflıkta ürün elde edilinceye kadar devam eder.
9. Elde edilen ürünler kolonun farklı kısımlarından çekilerek alınır.
10. Kolondan çekilen ürünler saf olmadığından bileşiklerin ayrılması için sıyırma işlemi uygulanır ve ilgili ünitelere gönderilir.



Görsel 10.11: Ham petrolün atmosferik destilasyonu

HAM PETROLÜN VAKUM DESTİLASYONU

4. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Elektrik süpürgesinin tozları yüzeyden nasıl çektiğini arkadaşlarınızla tartışınız.

10.4. HAM PETROLÜN VAKUM DESTİLASYONU

Isı ile bozulan ve kaynama noktası yüksek olan maddelerin destilasyonunda vakum kullanılır. Bir sıvıya atmosfer basıncından az basınç uygulanırsa daha düşük sıcaklıkta kaynama olur. Böylece karışımdaki sıvıların ısı etkisi ile bozulması önlenir.

10.4.1. Vakum Destilasyon Ünitesi ve Çalışma Prensibi

Saf sıvıların belli bir kaynama noktası (kaynama sıcaklığı) vardır. Kaynama noktasına gelmeden bozulan ve kaynama noktası çok yüksek olan bileşikler elde etmek için uygulanan işleme **vakum destilasyonu** denir. Vakum destilasyonunda düşük basınç uygulanır. Basıncı düşürmek için vakum pompası (Görsel 10.12) ve su trompu kullanılır. Ünite, normal veya fraksiyon donanımları kapalı bir sistem içindedir ve vakum pompası bağlıdır. Vakum destilasyon ünitesi şu bölümlerden oluşur:

- Şarj ön ısıtma ve ısıtma
- Ürünleri ayırma ve buhar üretimi
- Ürünlerin soğutulması

Atmosferik destilasyonda 380°C'ye kadar buharlaşmayan hidrokarbonlar kolonun alt kısmında toplanır. Kolonun en yüksek kısmından alınan ürün ilk üründür. İlk ürün en hafif bileşenleri içerir. Bu ürüne kreaking işlemi uygulanmayacaksa başka bir kolonda damıtma (destilasyon) yapılır. Şarj önce ısıtılır ve kolona alt kısmından verilir. Kolonda vakum pompası (Görsel 10.13) ile vakum oluşturulur ve hidrokarbonların kaynama noktaları düşürülür. Damıtma sonucu gaz yağı, ağır destilat ve vakum dip ürünü elde edilir. Kolon dibinde buharlaşmayan ağır hidrokarbonlar bitüm üretiminde kullanılmak için toplanır.

10.4.2. Kullanılan Kimyasallar

Vakum destilasyon ünitesinde kolonun üst bölgesinde ve tepesinde, ön ısıtıcı ve ısı değiştiricilerde hidroklorik asit açığa çıkar. Hidroklorik asidin oluşturacağı korozyonu kontrol etmek için kimyasal maddeler kullanılır. Destilasyon kolonunun tepe akımına amonyak enjekte edilir veya ham petrol beslemesine alkali çözelti koyulur. Yeteri miktarda yıkama suyu verilerek amonyum klorür oluşumu engellenir.



Görsel 10.12: Vakum pompası



Görsel 10.13: Petrol rafinerisinde vakum pompaları

10.4.3. Vakum Kolonunda Elde Edilen Ürünler

Vakum kolonunda elde edilen ürünler şunlardır:

- **Hafif Gaz Oil (LVGO):** Kolondan 198°C sıcaklıkta hafif gaz oil çekilir. Eşanjörlerde (Görsel 10.14) soğutulan hafif gaz oilin bir kısmı soğuk reflüks (geri akış) olarak kolonun tepesine, diğer kısmı da tanka gönderilir.
- **Ağır Gaz Oil (HVGO):** Kolondan 310°C sıcaklıkta ağır gaz oil çekilir. Eşanjörlerde soğutulan ağır gaz oilin bir kısmı sıcak reflüks olarak kolona verilir. Diğer kısmı da stim (buhar) jeneratöründe buhar üretir. Eşanjörde 200°C sıcaklığa kadar soğutulan reflüks kolona verilir. Reflüksün bir kısmı da 80°C'ye soğutulur ve tanka gönderilir (Görsel 10.15). Ağır gaz oiller çeşitli fuel oillerin üretiminde kullanılır. Ayrıca FCC ve (Hydrocracker) (Hidrokraker) ünitelerinde şarj olarak kullanılır.
- **Ağır Destilatlar:** Kolondan 370°C sıcaklıkta çekilir. Bir kısmı şarjla birleşir, diğer kısmı dolgu maddeleri üzerinden kolona verilir.
- **Vakum Dip Ürünü:** Kolonun dibinden 382°C sıcaklıkta alınır. Dip ürünün bir kısmı kolonun en alt kısmına geri verilir. Diğer kısmı da eşanjörde soğutularak asfalt üfleme ünitesine veya fuel oil-6 ürününün hazırlanması için tanka gönderilir.



Görsel 10.14: Eşanjörler



Görsel 10.15: Petrol ürünleri tankları

10.4.4. Vakum Kolonu Sıcaklık, Basınç ve Enjeksiyon Değerleri

Eşanjörlerde ön ısıtma yapılan şarj, vakum destilasyon kolonunda 370°C sıcaklıkta ağır destilatlar ile birleşir ve fırına (Görsel 10.16) gönderilir. Moleküllerin parçalanmaması için sıcaklık 380°C'nin altında olmalıdır. Bunun için vakum uygulanır. Böylece kolon içindeki basıncın atmosfer basıncının (760 mmHg) altına düşmesi sağlanır. Kolonun tepesinden gelen ürün vakum jet sistemine girer. Burada vakum basıncı 10 mmHg'dir. Vakum destilasyonu ile atmosferik dip ürününden şu ürünler elde edilir:

Ürün	Kaynama aralığı
Hafif vakum dizel	360-395°C
Ağır vakum dizel	395-555°C
Vakum dip ürünü	555°C'den fazla

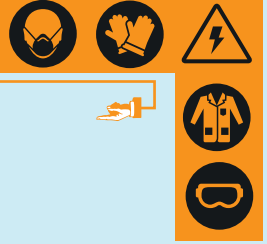


Görsel 10.16: Rafinerideki fırınlar



4. Laboratuvar Çalışması

VAKUMLU DESTİLASYON



Amaç

Karışımdaki bileşenleri vakumlu destilasyon ile ayırtırmak.

Araç Gereç

- Örnek karışım
- Kleysen (kilesen) damıtma balonu
- Soğutucu
- Hortum
- Kaynama taşı
- Erlenmayer
- Vakum pompası
- Termometre
- Isıtıcı

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Destilasyon düzeneğini kurunuz ve düzeneğin diğer ucuna erlenmayer koyunuz.
- Düzeneğe vakum pompasını bağlayınız.
- Karışımı balona dökünüz, kaynama taşını koyunuz ve ısıtınız.
- Isıtma işlemini yavaş ve düzenli yapınız.
- İlk destilatın (ayrılan kısım) geçtiği sıcaklığı termometreden okuyunuz.
- Termometredeki sıcaklık değeri artmaya başlayıncaya kadar destilasyon işlemini devam ettiriniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Destilasyon düzeneğini hazırladı.		
3	Düzeneğe vakum pompası bağladı.		
4	Damıtma balonundaki karışımı ısıttı.		
5	İlk destilatın geçtiği sıcaklığı termometreden okudu.		
6	Termometredeki sıcaklık artmaya başlayıncaya kadar destilasyon işlemini devam ettirdi.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

10.4.5. Vakum Destilasyon Proses Değişkenleri ve Destilasyon İşlemleri

Vakum destilasyon prosesinde vakum (azaltılmış basınç) ve vakum kolonu proses değişkenleridir. Proseste bir ya da daha fazla vakum kolonu kullanılabilir. Ayrıca vakum oranı daha çok azaltılarak kolon çalıştırılabilir. Bazı vakum kolonlarının iç yapısı atmosferik destilasyon kolonundan farklıdır. Kolonda tepsiler yerine dolgu maddeleri ve buhar tutucu yastıklar kullanılır.

Vakum destilasyonunda şu işlemler yapılır:

1. Atmosferik destilasyon ünitesinden 190°C sıcaklıkta alınan şarj drama verilir.
2. Şarj, pompa ile üniteye pompalanır.
3. Eşanjörlerde 250°C sıcaklığa kadar ön ısıtma yapılır.
4. Vakum destilasyon kolonundan 370°C sıcaklıkta alınan ağır destilatların bir kısmı ile birleştirilir ve fırına gönderilir.
5. Şarj, fırında 410°C sıcaklığa kadar ısıtılır.
6. Fırında ısıtılan şarj, vakum destilasyon kolonunun alt kısmından (sıyırma bölümünden) kolona verilir.
7. Kolona buhar verilir ve vakum uygulanır.
8. Destilasyon sonucu kolondan hafif ve ağır gaz oil, ağır destilat ve vakum dip ürünü elde edilir.

10.4.6. Vakum Kolonunda Ayrışan Fraksiyonları Tanka Gönderme İşlemleri

Vakum kolonunda ayrışan fraksiyonları tanka göndermeden önce şu işlemler yapılır:

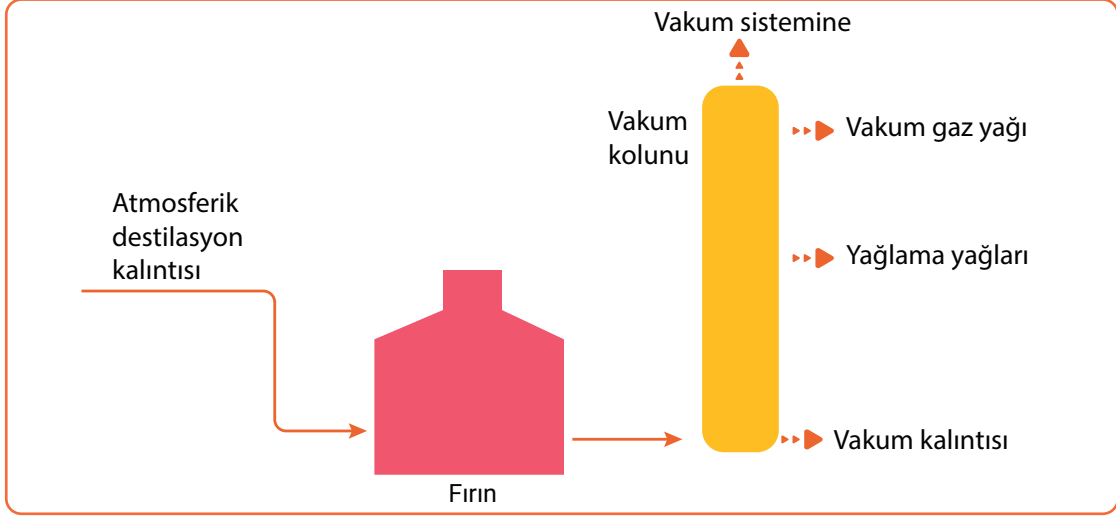
1. Kolonun tepe kısmından; buhar, gazlar ve sürüklenen hidrokarbonlar vakum jet sistemine girer.
2. Vakum jet sisteminde vakum basıncı 10 mmHg'ya ayarlanır.
3. Yoğunlaşmayan gazlar, vakum jetinde bulunan dört kademedeki sonuncu kademedeki kondensörden, atmosfere atılır.
4. Kondensörde yoğunlaşan sıvılar beton havuzda toplanır.
5. Havuzdaki sıvı, pompalar kullanılarak atmosferik destilasyon ünitesine verilir.
6. Ham petrol pompalar aracılığı ile pompa emişine gönderilir.

10.4.7. Vakum Destilasyon Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Vakum ve atmosferik destilasyon üniteleri kapalı proseslerdir. Ünite çalışan personelin kimyasal maddelerle teması az düzeydedir. Kükürt oranı yüksek ham petrol işlenirken hidrojen sülfür ile temas ihtimali vardır. Ayrıca ön ısıtıcı, eşanjör ve kolonun üst kısımları ile tepesinde hidroklorik asit bulunur. Atık su; sülfürler, amonyak, klorürler, fenol ve merkaptanlar içerir. Destilasyon ünitesinde personeller; kimyasal maddelerle temas durumunda yapılması gerekenler, örnek alma, bakım ve kontrol ile ilgili eğitilmelidir. Koruyucu malzemelerin kullanımını konusunda uygulama eğitimleri verilmelidir. Destilasyon kolonunda korozyonu önlemek için kimyasal maddeler kullanılmalıdır. Vakum destilasyon ünitesindeki ısıtıcı ve ısı değiştiricilerde delik veya sızıntılar sonucu oluşabilecek yangına karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.

10.4.8. Proses Akış Şeması

Atmosferik destilasyon kalıntısı 410°C sıcaklığa kadar fırında ısıtılır. Fırında ısınan şarj vakum kolonunun alt kısmından kolona girer. Kolona buhar verilir ve vakum uygulanır. Böylece hidrokarbonların kaynama sıcaklığı azaltılır. Destilasyon sonucunda vakum kolonundan gaz yağı, ağır yağlama yağları ve vakum kalıntısı elde edilir(Şema 10.1).



Şema 10.1: Vakum destilasyon prosesi akış şeması



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen araçları görevi ile eşleştiriniz. Parantez içine aracın görevinin belirtildiği harfi yazınız.

Görevi	Araç
a) Ham petrolün tuzu giderilir.	() 1. Desalter
b) Ham petrol ısıtılır.	() 2. Dram
c) Kolondaki hidrokarbonların kaynama sıcaklığını düşürür.	() 3. Eşanjör () 4. Fırın
ç) Destilasyon işlemi yapılır.	() 5. Kolon
d) Ham petrolü kolona girmeden istenen sıcaklığa getirir.	() 6. Tank () 7. Vakum pompası
e) Petrol depolanır ve dinlendirilir.	() 8. Kondenser
f) Gaz-sıvı ve sıvı-sıvı maddeler ayrıştırılır.	() 9. Fraksiyon kolonu

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Ham petrol, 1'den 60'a kadar karbon atomu içeren hidrokarbonların karışımından oluşur.
2. (.....) Petrolün aranması işlemine dehidrasyon adı verilir.
3. (.....) Ham petrol varillerde dinlendirilir.
4. (.....) Ham petrolün tuz giderme işlemi desikatörde yapılır.
5. (.....) Vakum destilasyonunda vakum pompası kullanılır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

desalterde	destilasyon	düşük basınç	gaz yağı
nafta	petrol gazları	yağlama yağı	yüksek basınç

6. Ham petrolün tuz giderme işlemi yapılır.
7. Ayırma ve saflaştırma için yöntemi kullanılır.
8. Fraksiyonlu destilasyon sonucu kolonda önce ve alınır.
9. Vakum destilasyonunda uygulanır.
10. Vakum destilasyonunda elde edilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Petrol önemli bir enerji ve ham madde kaynağıdır. Ham petrolden pek çok ürün ve yakıtlar elde edilir. Ham petrolden elde edilen ürünleri bu ürünlerin özelliklerini ve nerelerde kullanıldığını yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Ham petrolün tuz giderme işlemi desalter adı verilen tuz gidericilerde yapılır. Desalterin çalışmasına etki eden faktörler vardır..

Aşağıdakilerden hangisi desaltere etki eden faktörlerden biri değildir?

- A) Basınç
- B) Elektrotlardaki gerilim
- C) Nem
- D) Sıcaklık
- E) Su kalitesi

13. Destilasyon kolonuna vakum uygulanarak kolondaki basıncın atmosfer basıncının altına düşmesi sağlanır. Böylece hidrokarbonların kaynama noktaları düşürülür ve vakum kolonunda ürünler elde edilir.

Bu açıklamaya göre aşağıdakilerden hangisi vakum destilasyon kolonunda elde edilen ürünlerden biri değildir?

- A) Ağır destilat
- B) Ağır gaz oil
- C) Hafif gaz oil
- D) Hafif nafta
- E) Vakum dip ürünü

14. Ham petrolün destilasyonu sonucu çeşitli ürünler elde edilir. Destilasyon işleminde çeşitli araçlar kullanılır.

Bu açıklamaya göre göre ham petrolün destilasyonunda aşağıdaki araçlardan hangisi kullanılmaz?

- A) Desikatör
- B) Eşanjör
- C) Fırın
- D) Kolon
- E) Vakum pompası

15. I. Ham petroldeki su, tuz ve tortuyu giderir.
II. Ham petroldeki çamuru uzaklaştırır.
III. Eşanjördeki kirliliği azaltır.
IV. Kolonun sıcaklığını artırır.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri desalterin görevidir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız IV
- C) I ve II
- D) III ve IV
- E) I, II ve III

11. ÖĞRENME BİRİMİ



DİZELDEN KÜKÜRT GİDERME VE KÜKÜRT GERİ KAZANIM ÜNİTELERİ



KONULAR

11.1. DİZELDEN KÜKÜRT GİDERİMİ

11.2. RAFİNERİ ÜRÜNLERİNDEN ELDE EDİLEN H₂S'İ ELEMENTEL
KÜKÜRDE DÖNÜŞTÜRME

TEMEL KAVRAMLAR

- Denitrifikasyon
- Desülfürizasyon
- Flare Sistemi
- Gravimetrik Yöntem
- Hidrodenitrifikasyon
- Hidrodesülfürizasyon
- Hidrotreating
- İncineraktör

DİZELDEN KÜKÜRT GİDERİMİ



Hazırlık Çalışması

Dizelin içinde hangi maddeler olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız

1. BÖLÜM

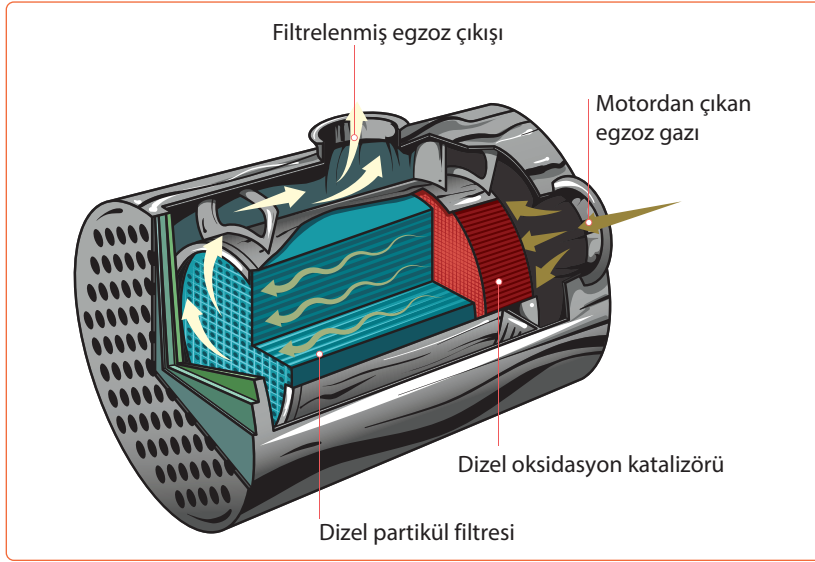
11.1. DİZELDEN KÜKÜRT GİDERİMİ

Dizelden kükürt (sülfür) giderme işlemi ile dizel temizlenmiş olur (Görsel 11.1). Bu işlem yüksek sıcaklık ve basınçta, hidrojen gazının zengin olduğu ortamda kataliz yardımıyla gerçekleşir. Hidrojen ünitesinde, kükürt ile hidrojen muamele edilir. Kükürt, hidrojen sülfür (H_2S)'e dönüşür. Kükürt dönüştürme işlemine **desülfürizasyon (kükürt giderilmesi)** denir.



Görsel 11.1: Konteynere dökülen dizel

11.1.1. Ham Petroldeki Kükürt ve Bileşiklerinin Giderilmesinin Önemi



Görsel 11.2: Dizel partikül filtresinin şeması

Kükürt, doğal olarak petrolün yapısında bulunur. Rafine işlemi sonrasında oluşan ürünlerin asidik olmasına sebep olur. Bu asidik yapı katalizörlerin etkisini azaltır ve onları pasifleştirir. Ayrıca asidik ürünler korozyona neden olur. Kükürlü yakıtlar egzoz gazlarında sülfatlara dönüşür ve motorda aşınmayı artırır.

Bunun için kükürt ve bileşiklerinin giderilmesi gerekir. Kükürt ve bileşiklerinin giderilmesi işlemi ile benzin daha kullanışlı hâle gelir. Çünkü kükürt benzinin oktan değerini düşürür. Kükürtsüz dizel daha kararlı olur ve motorda kalıntı oluşturmaz (Görsel 11.2). Ham petrole uygulanan hidrodesülfürizasyon işlemi ile sülfür, hidrojen sülfüre ve nitrojen de amonyağa dönüştürülerek kaliteli ürün elde edilir. Böylece kükürdün çevreye verdiği pis koku da giderilir (Görsel 11.3).



Görsel 11.3: Fabrikadan çıkan kükürt dumanı

11.1.2. Dizeli Hidrojenle Muamele İşlemi

Dizelin kalitesini artırmak için hidroişlem (hydrotreating) yapılır (Görsel 11.4). Hidrojenle muamele işlemi için ham dizel ve çok miktarda hidrojenin, hidrokatalizör ile temas ettirilmesi sağlanır. Yüksek sıcaklıkta ve basınçta, reaktöre dizel yağı doldurulur. İlk segmentte karışım hidrokatalizör ile temas ettirilir. Belirli koşullar altında reaksiyon oluşur ve çıkışta dizel ayrılır.

Endüstriyel hidrodesülfürizasyon prosesleri, ortaya çıkan hidrojen sülfür gazının yakalanması ve uzaklaştırılması işlemlerini içerir. Petrol rafinerilerinde, hidrojen sülfür gazı daha sonra yan ürün olan elemental kükürt veya sülfürik aside dönüştürülür. Kükürt ile birlikte azot, halojenler ve metal safsızlıkları giderilir.



Görsel 11.4: Hidro işlemci

11.1.3. Hidrojen ile Muamele Reaksiyonları

Hidrojen ile muamele reaksiyonları şunlardır:

- **Hidrodesülfürizasyon (sülfür giderme):** Bu reaksiyon ekzotermik bir reaksiyondur. Merkaptan, sülfid, disülfid, siklik sülfid ve tiyofenik yapılarındaki kükürt hidrojen sülfüre dönüşür.
- **Hidrodinitrikasyon (azot giderme):** Bu reaksiyon yavaş gerçekleşir. Reaksiyon sonucunda amonyak oluşur.
- **Olefinlerin Doyurulması:** Bu reaksiyon çok hızlı gerçekleşir. Lineer ve siklik olefinler hidrojen ile doyurulur.
- **Aromatiklerin Doyurulması:** Bu reaksiyon çok zor gerçekleşir. Aromatiklerin yapısındaki çift bağlar hidrojen ile doyurulur.
- **Halojenlerin Giderilmesi:** Organik bileşiklerin yapısındaki klor ve brom gibi halojenler amonyum halojen tuzlarına dönüşür. Bu tuzlar yıkanarak sistemden uzaklaştırılır.
- **Oksijen Giderilmesi:** Organik bileşiklerin yapısındaki oksijen, hidrojenasyon reaksiyonu ile giderilir ve oksijen suya dönüşür.
- **Metallerin Giderilmesi:** Nikel, demir, vanadyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, silis ve fosfor gibi metaller katalizörün ömrünü belirler.

11.1.4. Proses Değişkenleri

Katalist sıcaklığı, şarj kalitesi, şarj hızı, ürün kalitesi, hidrojen basıncı ve geri dönüştürülen gaz hızı proses değişkenlerini oluşturur.

- **Katalist Sıcaklığı:** Sıcaklık artışı ile reaksiyon hızı artar. Ancak sıcaklık artışı kok ve fazla kreaking ürünü oluşumuna neden olur. Bu durum ünitenin çalışma süresini kısaltır ve ürün veriminin azalmasına neden olur.

- **Şarj Kalitesi:** Ürün kalitesini, çalışma zamanını ve harcanacak hidrojen miktarını etkiler. Bununla birlikte kükürt ve azot bileşiklerinin miktarı artınca işlem süresi de artar. Doymamış hidrokarbonların miktarı kullanılacak hidrojen miktarını etkiler. Kaynama aralığı 200-400°C dışına çıkarsa katalist ömrü kısalmır.
Krakinge uğramış olan şarj bileşenleri yüksek sıcaklığa ihtiyaç duyar. Bu durumda depolama zorluğu doğar, kok oluşumu ve hidrojen ihtiyacı artar. Metal içeren hidrokarbonlar katalist üzerinde kalarak kalıcı katalist zehirlenmesine neden olur. Şarj kalite kontrolü sağlanmadığı zaman kok oluşumu hızlanır ve rejenere edilebilir katalist zehirleri oluşur.
- **Şarj Hızı:** Şarj kalitesi ve miktarı, katalist miktarı ile orantılıdır.
- **Ürün Kalitesi:** Üniteyi besleyen şarj şiddeti ürün kalitesini etkiler.
- **Hidrojen Kısmi Basıncı:** Şarj tipine ve ürüne dönüşme miktarına göre belirlenir.
- **Geri Dönüştürülen Gaz Hızı:** Hidrojen gazı ile birlikte geri dönüştürülen gaz katalist yüzeyinde reaksiyona girer. Geri dönüştürülen gaz hızı ve miktarı ile hidrojen miktarı ve sürekliliği prosesi etkiler.

11.1.5. Proseste Gerçekleşen Kimyasal Reaksiyonlar

Proseste desülfirizasyon (kükürt giderme) ve denitrifikasyon (azot giderme) reaksiyonları gerçekleşir.

$RSH + H_2$	□ $RH + H_2S$
$R_1SSR_2 + 3H_2$	□ $R_1H + R_2H + 2H_2S$
$R_1SR_2 + 2H_2$	□ $R_1H + R_2H + H_2S$
$COS + H_2$	□ $CO + H_2S$
$(CH)_4S + 4H_2$	□ $C_4H_{10} + H_2S$
$R-NH_2 + H_2$	□ $RH + NH_3$

11.1.6. Dizel Kükürt Giderme Ünitesi Ekipmanları

Dizel kükürt giderme ünitesinde reaktör, kompresörler, fırın, stripper (sıyırıcı), kolon, eşanjör, fan, dramlar, pompalar, kontrol vanaları, filtreler, flare (fleyr) sistemleri, emniyet valfleri, rejenasyon sistemleri ve enjeksiyon sistemleri ekipmanları kullanılır.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

FLARE SİSTEMİ (RAFİNERİ MEŞALESİ)

Rafineri içindeki sistemlerden biri flare sistemidir. Bu sistem ünitelerdeki yoğunlaştırılmayan atık gazların yakılarak bertaraf edilmesi için kurulur. Acil durumlarda dram veya kolonlardaki fazla basınç flare sistemine boşaltılır. Bu sistem sayesinde basınç düşürülür ve tüm sistemin güvenliği sağlanır. Sistemde bir aksama olursa çıkan gazlar yangına neden olabilir. Flare sistemine sürekli olarak gaz gönderilerek ateşin yanması sağlanır.

11.1.7. Dizelden Kükürt Giderme İşlem Basamakları

Dizelden kükürt giderme işlemleri şunlardır:

1. Ham maddenin havası alınır.
2. Sonra hidrojenle karıştırılır.
3. Ön ısı değıştircilerinde ısıtılır.
4. Sabit yataklı reaktöre gönderilir.
5. Reaktörde gerekli reaksiyonlar gerçekleşir.
6. Reaksiyon ürünleri soğutulur ve ayırıcıya gönderilir.
7. Hidrojen gazı geri dönüştürülür.
8. Bu işlem sonunda elde edilen ürünler kükürtsüz dizel, benzin, hidrojen sülfür ve hid-rokarbonlardır.
9. Diğer gazlar yakıt olarak kullanılır.

11.1.8. Dizelden Kükürt Gideriminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Bu proses kapalı bir sistemde yürütülmektedir. Maddelerle temas olasılığı azdır. Herhangi bir kaçak olduğunda hidrojen gazı, amonyak, fenol ve hidrojen sülfür ile temas olabilir. Çalışan tüm personel koruyucu kıyafetler giymelidir (Görsel 11.5). İş güvenliği uzmanı tarafından üretimde görev alan tüm personel eğitilmelidir. Bu eğitimler, ekipmanların kullanımı ve kimyasal maddelerle temas durumunda yapılması gereken uygulamaları içermelidir.

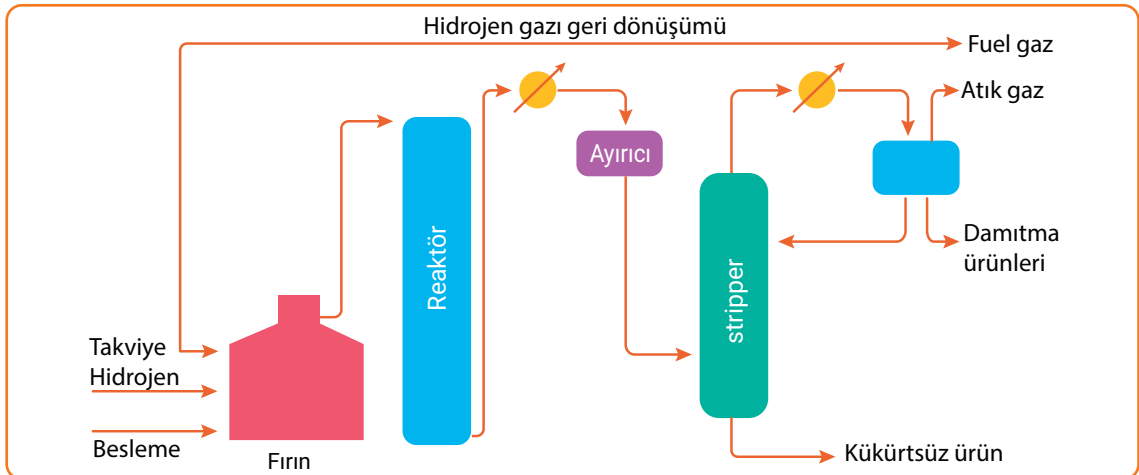


Görsel 11.5: Rafineri iş giysileri

Bölgenin güvenliği için yanıcı maddelerin üretim yerinde bulundurulmaması gerekir. Hidrojen sızıntısına karşı sızıntı belirleme sensörleri bulundurulmalıdır. Sıcaklık göstergeleri sık sık kontrol edilmelidir. Çünkü yüksek sıcaklıkta amonyum hidrosülfür, düşük sıcaklıkta ise hidrojen klorür oluşur. Sistemde katalizör değıştirilmeden önce ısı düşürülmeli ve katalizör zehirlenmesine karşı köpük kesici maddeler kullanılmalıdır.

11.1.9. Proses Akış Şeması

Dizelden kükürt giderme akış şeması Şema 11.1'de gösterilmiştir.



Şema 11.1: Kükürt giderme ünitesi akış şeması



1. Laboratuvar Çalışması

SÜLFAT TAYİNİ



28793



Amaç

Gravimetrik yöntemle sülfat tayini yapmak.

Araç Gereç

- | | | |
|--|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sülfat numunesi (endüstriyel atık su) | <input type="checkbox"/> 1 M CH_3COOH | <input type="checkbox"/> Kroze |
| <input type="checkbox"/> Beher | <input type="checkbox"/> 1 M CH_3COONa | <input type="checkbox"/> Etüv |
| <input type="checkbox"/> Damlalık | <input type="checkbox"/> 0,5 M BaCl_2 çözeltisi | <input type="checkbox"/> Bunzen beki |
| <input type="checkbox"/> Sıcak su | <input type="checkbox"/> Su banyosu | <input type="checkbox"/> Terazî |
| | <input type="checkbox"/> Süzgeç kâğıdı | |

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Sülfat numunesini behere koyunuz.
- Sülfatın üzerine 3 ml 1M CH_3COOH ekleyiniz.
- Karışımın üzerine 3 ml 1M CH_3COONa ekleyiniz.
- Karışıma BaCl_2 çözeltisini damla damla ilave ediniz.
- Çökeltme başlayınca 1 saat su banyosunda bekletiniz.
- Çökeltme tamamlanınca sık dokulu süzgeç kâğıdından süzünüz.
- Çökeleği birkaç kez sıcak su ile yıkayınız.
- Kâğıdı krozeye alarak etüvde kurutunuz.
- Önce hafif alevde sonra şiddetli alevde yakınız (Sıcaklık 850°C 'yi geçmemelidir).
- Çökelek soğuduktan sonra tartınız ve BaSO_4 miktarını bulunuz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Sülfat numunesini behere koydu.		
3	Üzerine CH_3COOH ekledi.		
4	Üzerine CH_3COONa ekledi.		
5	BaCl_2 çözeltisini damla damla ekledi.		
6	Karışımı su banyosunda bekletti.		
7	Karışımı süzdü.		
8	Karışımı sıcak su ile yıkadı.		
9	Süzüntüyü etüvde kuruttu.		
10	Süzüntüyü yaktı.		
11	Külü tarttı.		
12	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

RAFİNERİ ÜRÜNLERİNDEN ELDE EDİLEN H₂S'TEN ELEMENTEL KÜKÜRDE DÖNÜŞTÜRME

2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Motorlu taşıt yakıtları motora zarar verir mi? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

11.2. RAFİNERİ ÜRÜNLERİNDEN ELDE EDİLEN H₂S'TEN ELEMENTEL KÜKÜRDE DÖNÜŞTÜRME

Rafineri ürünlerinden elde edilen hidrojen sülfürden kükürt üretimi yapılır. Üretilen kükürt, endüstride çok fazla olarak kullanılan sülfürik asidin elde edilmesinde kullanılır.

11.2.1. Kükürdün Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Kullanım Alanları

Kükürt (S); soluk sarı renkli, suda çözünmeyen, tatsız, kırılğan ve elektrik iletkenliği zayıf olan bir katıdır. Kokusuz bir elementtir ama %100 saf değildir.

Sembolü: S

Fiziksel durumu: Katı

Atom numarası: 16

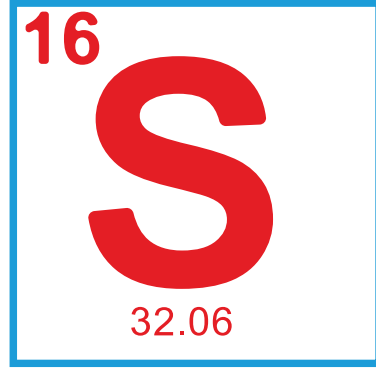
Kütle numarası: 32

Kaynama noktası: 445°C

Erime noktası: 116°C

Parlama noktası: 207°C

Yoğunluğu: 2,07 g/cm³

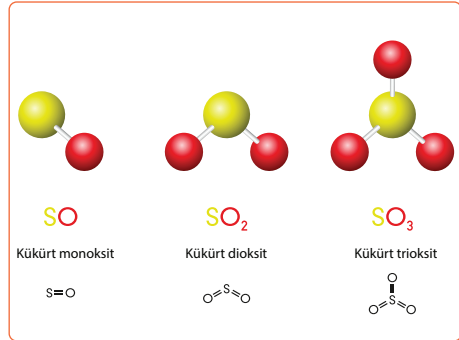


Görsel 11.6: Kükürt elementi

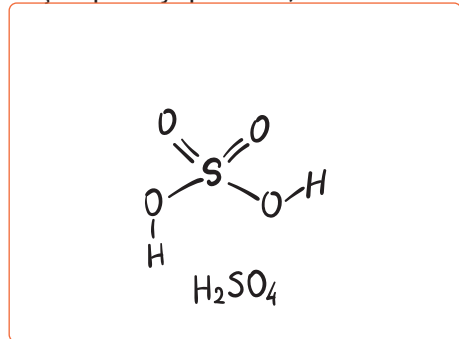
Kükürt (Görsel 11.6) periyodik tablonun 6A grubunda yer alır. En belirgin özelliği yanıcı olmasıdır. Yanınca uçuk mavi bir alev ve kükürt dioksit (SO₂) gazı yayar. Altın ve platin hariç tüm metallerle reaksiyona girerek sülfür oluşturur. Ayrıca birkaç metalik olmayan elementle bileşikler oluşturur. Ortorombik ve monoklin başta olmak üzere birçok allotropları ve kütle numarası 29-38 arasında değişen çok sayıda izotopları vardır.

Endüstride yaygın olarak kullanılan sülfürik asit (H₂SO₄) üretimi için her yıl milyonlarca ton kükürt üretilmektedir. Ayrıca karbon sülfür (CS₂), kükürt dioksit (SO₂) ve tiyosülfatların üretiminde (Görsel 11.7) kullanılır. Kâğıt ve patlayıcı madde yapımında, tarımda mantar ilacı ve yapay gübre yapımında kullanılır. Pomat ve şampuan yapımında, ebonit ve kibrit üretiminde de kullanılır. Diğer kullanım alanları yem katkı maddesi, hayvan ilaçları, havai fişekler, kozmetik ürünler, sentetik reçineler ve kumaş yapımıdır. Kükürt; kâğıt sanayinde, organik ve inorganik kimyasal üretiminde, tarım kimyasallarında kullanılır.

Sülfürik asit (Görsel 11.8); çelik temizleyici, organik ve inorganik kimyasallar, lastik ve boya sanayisi, cevher üretimleri, su arıtıcı bileşikler, patlayıcılar, haşere ilaçları ve gübre sanayisinde kullanılır.



Görsel 11.7: Üç kükürt oksit molekül modeli



Görsel 11.8: Sülfürik asit molekülü



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Sülfür dioksit (SO₂) bakteri ve mantarların çoğalmasını engellediğinden et ürünleri, meyve suyu gibi yiyecek ve içeceklerde besinlerin ömrünü uzatmak için kullanılır.



ARAŞTIRMA – TARTIŞMA

Vücudumuzun temel yapı taşlarından biri aminoasitlerdir. Aminoasitlerden olan metiyonin ve sistein kükürt elementi içerir. Yediğimiz birçok gıdanın yapısında kükürt bulunur (Görsel 11.9). Kükürt eksikliği ve fazlalığında görülen hastalıkları araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



Görsel 11.9: Kükürt açısından zengin yiyecekler

11.2.2. Kükürt Elde Etme Prosesinin Amacı

Kükürt elde etme prosesinin amacı diğer ünitelerde çıkan atık gazların içindeki kükürdü ayırmaktır.

Kirli su ayırma ünitesinde hidrojen sülfürce zengin gazlar bulunur. Ayrıca amin ünitesinde de çıkan asitlerin yapısında kükürt bulunur. Her iki üniteden gelen kükürdü geri kazanmak gerekir. Bunun için kükürt elde etme prosesine kükürt, elementel kükürde dönüştürülür. Atıkların içindeki kükürdün dönüştürülmesiyle çevre korunmuş olur. Ayrıca geri kazanılan kükürt endüstride kullanılır. Kalan atık gazlar yakılır. Bu prosesin kimyasal reaksiyonu şu şekilde gerçekleşir.



Oluşan SO₂ ile H₂S reaksiyonundan kükürt üretilmiş olur.



11.2.3. Proseste Kullanılan Ekipmanlar

Kükürt elde etmek için reaksiyon fırını, üç adet kondansatör, iki adet sabit yataklı reaktör, ön ısıtıcılar ve incineraktör (yakma fırını) gibi ekipmanlar kullanılır. Katalizör olarak aktifleştirilmiş alüminyum(III) veya titanyum(IV) oksit kullanılır.

11.2.4. H₂S'den Elementel Kükürt Üretiminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Üretime başlanmadan önce ve üretim sırasında reaktörlerin basınç ve sıcaklık göstergeleri ile borularda delik ve sızıntı olup olmadığı kontrol edilir. Çalışan personele gerekli güvenlik eğitimi verilir. Personel için koruyucu kıyafetler ve ekipmanlar sağlanır. Bu proses kapalı bir sistem olduğu için maddelerle temas olasılığı yoktur. Ancak hidrojen sülfür gazına, kükürt ve katalizör tozlarına dikkat edilmelidir. Hidrojen sülfür zehirli bir gazdır. Özellikle sinir sistemini çok çabuk etkiler.

ELEMENTEL KÜKÜRDE DÖNÜŞTÜRME

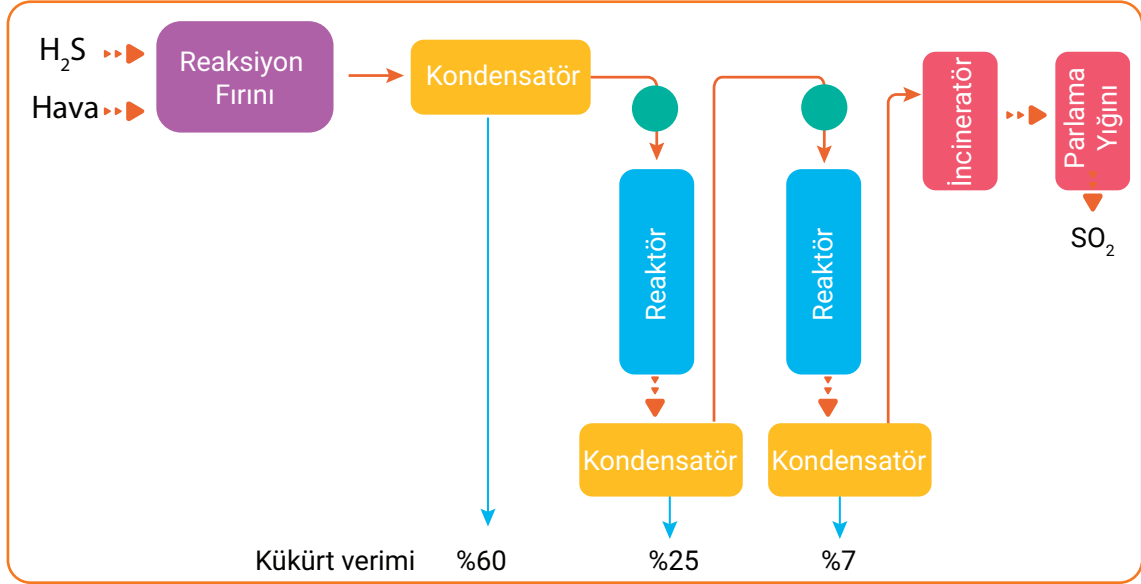
Çabuk alev aldığı için patlamalara sebep olur. Bu nedenle sistemdeki kaçak ve sızıntılara dikkat edilmelidir. Üretim alanında gaz dedektörü ile sık sık H_2S gaz kontrolü yapılmalıdır (Görsel 11.10). Bölgeye gerekli güvenlik levhaları konulmalı ve görevli personel dışında kimsenin üretim alanına girmemesi için tedbirler alınmalıdır.

11.2.5. Proses Akış Şeması

Kükürt üretim prosesi termal bölüm, katalitik bölüm, yakma bölümü ve parlama yığını olmak üzere dört aşamadan oluşur. Proses Şema 11.2'de gösterilmiştir.



Görsel 11.10: Cep tipi H_2S gaz dedektörü



Şema 11.2: H_2S 'den kükürt üretimi



SIRA SİZDE

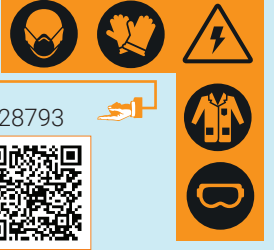
Aşağıda hidrojen sülfürden kükürt üretimi ekipmanları karışık olarak verilmiştir. Proses akış işlem sırasına göre ekipmanları numaralandırınız.

- () Birinci kondensatör
- () İkinci kondensatör
- () Reaksiyon fırını
- () İncineratör
- () Reaktör



2. Laboratuvar Çalışması

SÜLFİT TAYİNİ



28793



Amaç

İyodometrik titrasyon ile sülfid tayini yapmak.

Araç Gereç

- Numune (kuyu rezervuar suyu veya atık su)
- Sülfürik asit (H_2SO_4)
- Nişasta indikatörü
- Potasyum iyodür (KIO_3)
- Beher
- Pipet

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- pH'ı 2-12 aralığında olan numuneden 5 ml behere koyunuz.
- Numunenin üzerine 2 damla sülfürik asit damlatınız.
- Numunenin üzerine 2 damla nişasta indikatörü damlatınız.
- Potasyum iyodür çözeltisi ile renk maviye dönene kadar titrasyon işlemi yapınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

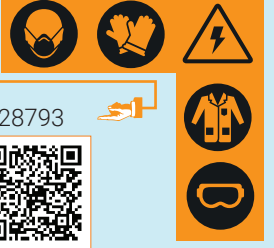
2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Numuneyi behere koydu.		
3	Üzerine H_2SO_4 damlattı.		
4	Üzerine nişasta indikatörü damlattı.		
5	KIO_3 ile renk maviye dönünceye kadar titrasyon işlemi yaptı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



3. Laboratuvar Çalışması

KÜKÜRDÜ YAKMA



28793



Amaç

Toz hâlindeki kükürtten kükürt dioksit gazı oluşturmak.

Araç Gereç

- 4 g toz kükürt
- Bunzen beki
- Çeker ocak
- Deney tüpü
- Mantar tıpa
- L boru
- Mavi turnusol kâğıdı

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Deney tüpüne 4 g toz hâlindeki kükürdü koyunuz.
- Deney tüpünün ağız kısmına mantar tıpalı L boru takınız.
- Deney tüpünü bunzen beki üzerinde mutlaka çeker ocak içinde ısıtınız.
- L borunun ucuna su ile ıslatılmış mavi turnusol kâğıdını tutunuz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Deney tüpüne 4 g kükürt koydu.		
3	Deney tüpünün ağız kısmına mantar tıpalı L boru taktı.		
4	Deney tüpünü çeker ocak içinde bunzen beki üzerinde ısıttı.		
5	L borunun ucuna ıslatılmış mavi turnusol kâğıdı tuttu.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Kükürt elementi, katalizörün yapısını bozarak katalizörü pasifleştirir.
2. (.....) Dizelden kükürt giderme prosesinde kükürt giderme ve azot giderme reaksiyonları gerçekleşir.
3. (.....) Kükürt elementi sadece ham petrolde bulunur.
4. (.....) Hidrodesülfürizasyon prosesi ile ortaya çıkan hidrojen sülfür gazının yakalanması ve uzaklaştırılması işlemleri yapılır.
5. (.....) Dizelden kükürt giderme prosesinde şarj kalitesi önemli bir değişkendir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

Amin ünitesi	Desülfürizasyon	İncineraktör
Katalist sıcaklığı	Kondansatör	Kükürt
Sülfürik asit	Şarj kalitesi	

6. Kâğıt sanayinde, organik ve inorganik kimyasal üretiminde, tarım kimyasallarında kullanılır.
7. Çelik temizleyici olarak, lastik sanayisi, boya sanayisi, cevher üretimi, su arıtıcı bileşikler, patlayıcılar, haşere ilaçları ve gübre sanayisinde kullanılır.
8. Dizelden kükürt giderme prosesinde ve ürün kalitesi değişkenler arasında bulunur.
9. Rafineri ürünlerinde kükürt elde etmek için reaksiyon fırını, sabit yataklı reaktör, ön ısıtıcılar ve ekipmanları kullanılır.
10. Kükürt dönüştürme işlemine denir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Rafinerilerde hidrojenle işleme niçin yapılır. Bu işlemin sonucunda yakıt kalitesindeki değişimi yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi kükürt elde etme prosesinin amacı değildir?

- A) Kirli su ünitesinden gelen H_2S 'yi ayırmak
- B) Halojenleri gidermek
- C) Amin ünitesinden gelen kükürdü ayırmak
- D) Kükürttten kaynaklanan çevre kirliliğini engellemek
- E) Elementel kükürt elde etmek

13. I. Korozyona neden olması
II. Benzinin oktan değerini düşürmesi
III. Çevreyi kirletmesi
IV. Katalizörü pasifleştirmesi
V. Motorda kalıntı oluşturması

Yukarıda verilen bilgilerden hangileri yakıtlarda kükürt ve kükürt bileşiklerinin istenmeme sebebidir?

- A) Yalnız I
- B) I, II ve III
- C) II, III ve IV
- D) II, III, IV ve V
- E) I, II, III, IV, V

14. Aşağıdakilerden hangisi hidrojen ile muamele reaksiyonlarından biri değildir?

- A) Sülfür giderme
- B) Metalleri giderme
- C) Olefinleri doyurma
- D) Aromatikleri doyurma
- E) Karbon giderme

15. I. Sabit yataklı reaktöre gönderilir.
II. Karışım ön ısıtıcıda ısıtılır.
III. Ham maddenin havası alınır ve hidrojenle karıştırılır.
IV. Reaktörde gerekli reaksiyonlar gerçekleşir.
V. Reaksiyon ürünleri soğutulur ve ayırıcıya gönderilir.

Dizelden kükürt giderme işlem basamakları hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) I,II, V, III ve IV
- B) I,II, IV, V ve III
- C) III, II, I, IV ve V
- D) I, V, III, II ve IV
- E) III, IV, II, I ve V

12. ÖĞRENME BİRİMİ



LPG ÜRETİMİ VE LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME



KONULAR

- 12.1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) ÜRETİMİ
- 12.2. LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME

TEMEL KAVRAMLAR

- Absorbsiyon
- Amin ünitesi
- Delikli tepsili kolon
- Havalandırma testi
- Karbon rashing-ringli kolon
- Meroks
- Rejenerasyon
- Su sisi

SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) ÜRETİMİ

1. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

Evlerdeki tüplerde hangi gaz kullanılır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

12.1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) ÜRETİMİ

Sıvılaştırılmış petrol gazı; ısı değeri yüksek, ekonomik ve diğer yakıtlara göre çevreye zarar vermeyen bir gazdır. LPG, propan ve bütan gazlarının karışımından oluşur. Bu karışımdaki propan ve bütan oranı kullanım amacına göre değişir.

12.1.1. LPG ve Özellikleri

LPG veya sıvılaştırılmış petrol gazı, doğal gazın ayrıştırılması veya ham petrolün damıtılması ile elde edilir. LPG elde edildikten sonra basınç altında sıvılaştırılır. Depolama ve taşıma işlemleri sıvı hâde gerçekleşir. Basınç kaldırıldığında tekrar gaz hâline geçer ve gaz fazında kullanılır. Havadan ağır, yanıcı, kokusuz ve renksiz bir gazdır. Sızıntı veya gaz kaçağının anlaşılması için merkaptan ile kokulandırılır. LPG korozyona neden olmaz ve zehirli bir gaz değildir. LPG'nin yanması (Görsel 12.1) için hava ile karışması gerekir. Yanma reaksiyonu sonucunda CO₂, N₂ ve H₂O gibi ürünler oluşur. LPG iletim boruları özel sentetik malzemeden yapılır.

Yoğunluğu: 2,6 g/l

Kaynama noktası: -13°C

Erime noktası: -154°C

Molekül ağırlığı: 53,91 g/mol

Patlama sınırı alt limiti: %1,96

Patlama sınırı üst limiti: %9

Parlama noktası: -74°C

Tutuşma sıcaklığı: 490-550°C

Buhar basıncı: 3,5 bar (20°C'de)



Görsel 12.1: LPG ateşi



BİLGİ KUTUSU

LPG taşıma ve depolama tanklarında çeşitli nedenlerden dolayı patlama olabilir. Bu nedenler arasında tankın standart olmaması, düzenli bakımının yapılmaması, yangına maruz kalması veya bazı mekanik etkiler sayılabilir. Tankın içindeki sıvı ısınır ve kaynamaya başlar. Kaynayan sıvı genişler ve buharı patlar. Buna **bleve patlaması** denir. Bleve patlaması LPG kaynaklı olduğunda bir alev topu oluşur ve tankı parçalar. Patlama yıkıcı sonuçlar doğurur.



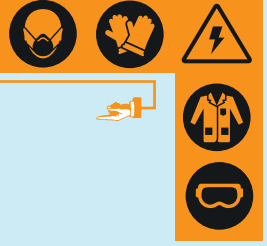
BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

LPG ile çalışan araçlarda motor ömrü daha uzun olur, bujilerde karbon ve kurum oluşmaz, karbüratör tamiri gerekmez. Egzoz emisyon değeri düşüktür. Kapalı yakıt sistemi kullanıldığı için akıtma kaybı oluşmaz. Yakıt verimi yüksektir. Dizel motorlarla karşılaştırıldığında daha çok beygir gücü üretir.



1. Laboratuvar Çalışması

BENZİNDEN GAZ OLUŞUMU



Amaç

Benzinden gaz elde etmek.

Araç Gereç

- Benzin
- Pompa
- Tüp başlığı
- İnce plastik borular
- İki adet pet şişe
- Çakmak

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, gözlüğünüzü takınız.
- Plastik pet şişelerin kapak kısmına ikiye tane delik açınız.
- İnce plastik borunun bir ucunu pompaya bağlayınız.
- Borunun diğer ucunu boş plastik şişenin kapağına sabitleyiniz.
- Plastik şişenin birine benzin koyunuz.
- Benzin dolu olan pet şişenin kapak kısmına açılan deliklerden boru uçlarını geçiriniz.
- Borunun diğer ucunu tüp başlığına bağlayınız.
- Pompayı elle bastırarak çalıştırınız.
- Tüp başlığını çakmak ile yakınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

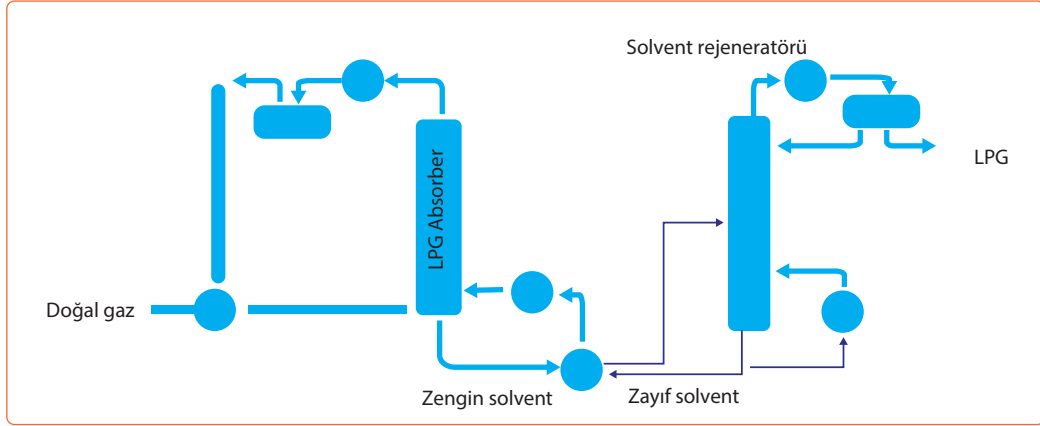
1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Plastik şişelerin kapak kısmına iki delik açtı.		
3	Plastik borunun uç kısımlarını pompaya ve pet şişenin kapağına sabitledi.		
4	Plastik şişeye benzin doldurdu.		
5	Plastik borunun bir ucunu tüp başlığına sabitledi.		
6	Tüp başlığını çakmak ile yaktı.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

12.1.2. Doğal Gazdan LPG Üretim Şeması

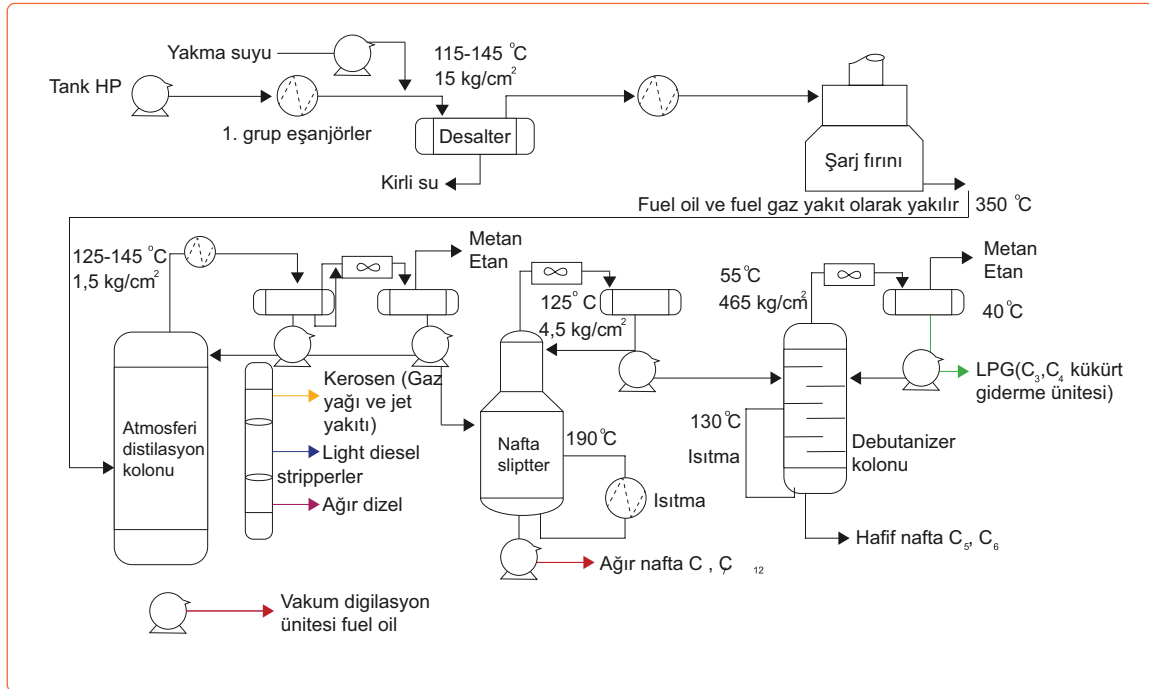
Doğal gazdan LPG üretiminde doğal gaz akımı LPG absorber kolonunda bir solventle çekilerek prosese başlanır. Daha sonra solvent rejeneratör kolonuna iletilir. Fraksiyonlu distilasyon yapılarak tepeden LPG, kolonun dibinden ise zayıf solvent çekilir (Şema 12.1).



Şema 12.1: Doğal gazdan LPG üretimi

12.1.3. Rafinerilerde Ham Petrolden LPG Üretiminin İşlem Basamakları ve Proses Akış Şeması

Rafineride ham petrolden LPG üretiminde fraksiyonlu distilasyon kullanılır. Bu süreçte (Şema 12.2) takip edilen işlem basamakları şöyle sıralanır:



Şema 12.2: Ham petrolden LPG üretim akış şeması

- Suyu ve tuzu alınmış ham petrol ısıtılır.
- Distilasyon kolonuna verilir.

- Ayırıcı ile metan ayırt edilir.
- Kalan ürün nafta splitterda ağır ve hafif naftaya ayrılır.
- Hafif nafta ve LPG debütanizer kolonuna gider.
- Debütanizer kolonunda dipte oluşan hafif nafta (C₅-C₆) kendi tankına gönderilir.
- Debütanizer kolonunda tepede oluşan karışım soğutulur.
- Karışımında oluşan metan ve etan ayrı depolanır.
- Karışımında oluşan LPG (C3-C4) temizleme ünitesine gönderilir.
- Temizleme ünitesinde kükürt ve merkaptanlar giderilir.
- Propan ve bütan saflaştırılarak depolanır.

12.1.4. Debutanizer Kolonunda Hafif Nafta ve LPG'yi Ayırıştırma İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar

Nafta splitter kolonunda hafif nafta ve LPG karışımı debütanizer kolonuna gelir. Debutanizer kolonunda hafif gazlar ve sıvılaştırılmış petrol gazı geri kazanılır. Bu karışım 130 °C'ye ısıtılarak ayırıştırılır. Kolonun dibinden hafif nafta, tepeden ise LPG alınır. Kolonun dibinden alınan hafif nafta 30 °C ile 90 °C arasında kaynayan fraksiyondur ve 5-6 karbon atomlu moleküllerden oluşur. Dipten alınan nafta soğutulur ve nafta tankına gönderilir. Gerekli durumlarda izomerizasyon ünitesinde naftanın oktan sayısı yükseltilir.

LPG ise kolonun tepesinden alınır ve yoğunlaştırılır. Yoğunlaştırılan LPG reflüks dramında toplanır. Daha sonra bir kısmı debütanizer kolonuna reflüks olarak verilir. Diğer kısmı ise soğutulur ve kükürttten arındırmak için amin ünitesine gönderilir. Debütanizer kolonunda ayırıştırma işleminde dikkat edilecek hususlar sıcaklık ve basınç değerleridir.

Sıcaklık: Rahat takip etmek için ısı mekanizması kolonun alt kısmında bulunur. Gerektiğinde sıcaklık, ısı eşanjörü aracılığıyla ayarlanır. Damıtma kolonunun alt bölümü daha sıcak ve üst bölümü daha soğuktur.

Basınç: Kolon boyunca bir basınç mevcuttur. Bu basınç, kolondan aşağı inen sıvı nedeniyle oluşur ve kolonun alt kısmında daha fazladır. Kolondaki basıncın sabit tutulması önemlidir. Proses normal şartlarda devam ederken numune alınır ve LPG'ye havalandırma testi yapılır.

12.1.5. Havalandırma Testinin Önemi ve Testin Yapılışı

LPG içinde bütandan daha ağır hidrokarbonların miktarının tespit edildiği özel teste **havalandırma testi** denir. Bu testin amacı, LPG'deki bütandan daha ağır hidrokarbonların fazla miktarda bulunup bulunmadığını kontrol etmektir. Havalandırma testi işlemleri şunlardır:

1. LPG, özel bir cam kap içine koyulur.
2. Cam kaba termometre yerleştirilir.
3. LPG, cam kap içinde atmosferik koşullarda ısıtılmadan buharlaştırılır.
4. LPG numunesinin %95'nin buharlaştığı sıcaklık değeri termometreden okunarak °F (Fahrenheit derece) birimi cinsinden kaydedilir.

SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) ÜRETİMİ

5. Günde bir defa laboratuvara numune gönderilir ve gaz kromatografisi (Görsel 12.2) yapılır.

6. LPG'de bulunan bileşenlerin takibi yapılır.

LPG'deki bütan ve diğer hidrokarbonların miktarında sorun olursa debütanizer kolonunun tepe kısmındaki basınç ve sıcaklık değişkenlerine müdahale edilir.



Görsel 12.2: Gaz kromatografisi



DOĞAL GAZDAN LPG ÜRETİM ŞEMASI

ETKİNLİK 1

Amaç: Doğal gazdan LPG üretim şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına doğal gazdan LPG üretim şemasını çizin. Proseste kullanılan araçların isimlerini şema üzerine yazınız ve prosesi sözlü olarak arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Doğal gazdan LPG üretimi ilgili rapor yazınız.



SIRA SİZDE

Aşağıda ham petrolden LPG üretimi sırasında kullanılan donanımlar karışık olarak verilmiştir. Proses akış işlem sırasına göre donanımları numaralandırınız.

- () Nafta splitter
- () Debütanizer kolonu
- () 1.grup eşanjör
- () 2. Grup eşanjör
- () Desalter
- () Şarj fırını
- () Distilasyon kolonu



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Reflüks dramı, geri akış ve distilat için bir dağıtım noktası görevi görür. Yoğunlaşan sıvı, seviye kontrolü altında geri akış dramını terk eder. Dram seviyesinin kontrolü, uygun miktarda geri akışın damıtma kulesine geri dönmesini sağlamak için kritik öneme sahiptir.



2. Laboratuvar Çalışması

GAZ KROMATOĞRAFİSİ



Amaç

Karışımı gaz kromatografisi ile ayırmak.

Araç Gereç

- Gaz kromatografi cihazı
- 0,0025 ml n-hekzan
- Enjektör
- 0,0025 ml aseton

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Aseton ve n-hekzanı enjektör ile ayrı ayrı alınız ve bunları kromatografi cihazına enjekte ediniz.
- Gaz kromatografisi cihazını 90°C'ye ayarlayınız.
- Cihazda oluşan pikleri inceleyiniz.
- Gaz kromatografisi cihazını 60°C'ye ayarlayınız.
- Cihazda oluşan pikleri tekrar inceleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Aseton ve n-hekzanı enjektör ile aldı.		
3	Aseton ve n-hekzanı kromatografi cihazına enjekte etti.		
4	Cihazı 90°C'ye ayarlayarak oluşan pikleri inceledi.		
5	Cihazı 60°C'ye ayarlayarak oluşan pikleri inceledi.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

12.1.6. LPG Üretiminde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

LPG çok kolay alevlenebilir bir maddedir. Bu nedenle LPG'nin üretiminde, depolanmasında ve taşınmasında bu özelliğine dikkat edilmelidir. Kokusuz bir madde olduğu için sızıntıya karşı ayırt edici koku eklenmelidir. Yanıcı ve parlayıcı özelliğinden dolayı alev, elektrik ve her türlü ısı kaynağından uzak tutulmalıdır. Üretim bölgesinde yangına sebep olabilecek kaynakların olmaması gerekir. Üretim, depolama ve nakil ekipmanları uygun kalite, cinsten ve yerleşim yerlerine uzak olmalıdır. Emniyet vanaları ve gerekli alarm sistemi sürekli kontrol edilmeli, duyuru sistemleri aktif olmalıdır.

Üretim alanında kaynak işleri yapılmadan önce kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Üretim sahasında LPG kaçağı tespit edilirse yardım istenmelidir. LPG kaçağı (Görsel 12.3) yangına dönüşürse vanalar su sisi altında kapatılmalıdır. Yangın söndürme çalışmalarında patlamaya karşı korumalı (patlamaz) malzeme kullanılmalıdır.

LPG kapalı ortamlarda havadaki oksijeni azaltarak baş dönmesi, baygınlık veya boğulmaya sebep olabilir. LPG döküldüğü yerden ısı alarak buharlaşır. Bu nedenle deride yanık veya donmaya sebep olabilir. Metal veya plastik yüzeylerde hasarlar oluşturabilir. LPG'nin bu özellikleri çalışan personele uzmanlar tarafından aktarılır.



Görsel 12.3: LPG boru hattında meydana gelen sızırtı



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

LPG ilk olarak 1860 yılında taşınabilir yakıt kaynağı olarak kullanıldı. O zamandan beri hem evsel hem de endüstriyel kullanım için üretimi ve tüketimi genişletildi. Üretilen LPG'nin büyük kısmı ısıtma sisteminde ve kimya fabrikalarında kullanıldı. 1930 yılından itibaren araçlarda otogaz olarak kullanılmaya başlanmıştır.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Yanıcı maddeler için Avrupa Birliği tarafından yangın çeşitleri ve sınıflandırılması yapılmıştır. Buna göre A, B, C, D ve F sınıfı yangın çeşitleri vardır. Gaz yangınları, C sınıfı yangın şeklindedir. C sınıfı yangınlarının söndürülmesi ile ilgili araştırma yapınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME

2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

LPG'nin içinde hangi maddeler bulunur?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

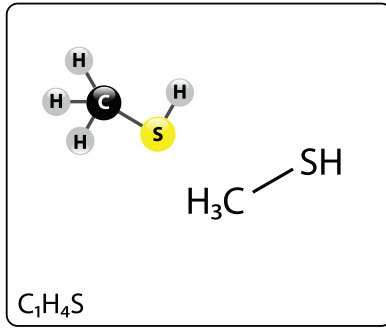
12.2. LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME

Rafineride bulunan ünitelerden biri de kükürt giderme ünitesidir. LPG içinde çeşitli safsızlıklar (merkaptanlar, H_2S , CO_2 , COS) bulunur. Bu safsızlıklar ürün kalitesini düşürür ve proses ekipmanlarında korozyon oluşturur. Ayrıca kükürtlü yakıtlar, kükürt dioksit (SO_2) salarak çevreyi kirletir.

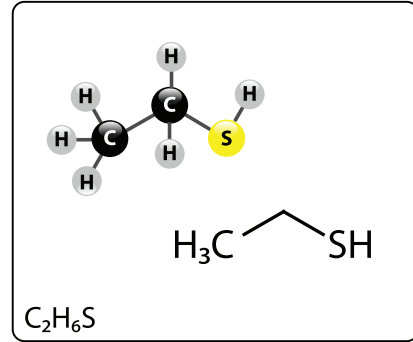
12.2.1. LPG'deki Kükürdün Giderilmesi Prosesinin Amacı ve Prosesi Oluşturan Kısımlar

LPG'nin içinde hidrojen sülfür ve merkaptan bileşikleri bulunur. Bu bileşikler yanınca istenmeyen ürünler oluşur. LPG'deki kükürdün giderilmesi prosesinin amacı LPG'nin içindeki H_2S ve merkaptanları (Görsel 12.4) gidermek ve metan ile etanı H_2S gazından arındırmaktır. Bu gazlar rafineride ham petrolden elde edilir ve yakıt olarak rafineride kullanılır. LPG'deki kükürdün giderilmesi prosesi iki kısımdan oluşur.

1. **Amin (DEA, MEA, MDEA) Ünitesi:** Amin ünitesinde LPG'den H_2S ve kirli gaz giderilir.
2. **Kostik Ünitesi:** Kostik ünitesinde LPG'den merkaptan oksidasyon (meroks) prosesine göre merkaptanlar (Görsel 12.5) giderilir. Hidrojen sülfürden arındırılan LPG, LPG tankına gönderilir.



Görsel 12.4: Metil merkaptan molekülü



Görsel 12.5: Etil merkaptan molekülü



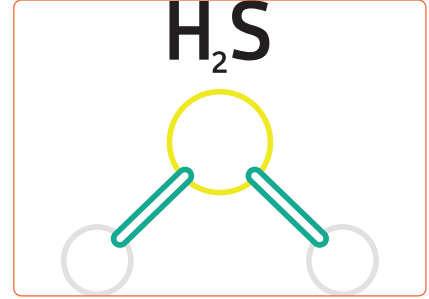
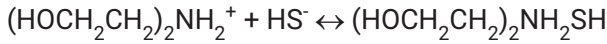
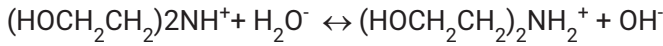
SIRA SİZDE

Aşağıda LPG'den kükürt giderme prosesinde amin ve kostik ünitelerinde gerçekleşen işlemler karışık olarak verilmiştir. Amin ünitesinde gerçekleşen işlemlerde parantez içerisine "A", kostik ünitesinde gerçekleşen işlemlerde ise parantez içerisine "K" yazınız.

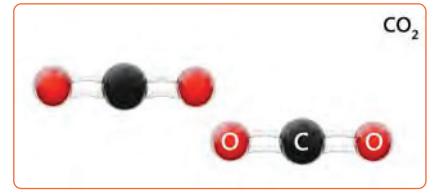
1. () Hidrojen sülfür giderilir.
2. () Kirli gazlar giderilir.
3. () Merkaptanlar giderilir.
4. () Diethanolamin kullanılır.

12.2.2. LPG-GAZ/DEA Kısımının Amacı ve LPG-GAZ/DEA Kısımında Meydana Gelen Reaksiyonlar

LPG-GAZ/DEA kısmının amacı hidrojen sülfür (Görsel 12.6) ve karbondioksit (Görsel 12.7) gibi asit gazlarını gidermektir. Böylece elde edilen ürünlerin verimi artırılır ve ürünlerdeki aşındırıcı gazlar giderilir. İşlem temizleme kolonunda gerçekleşir. Kolonda temiz amin çözeltisi ile LPG temas ettirilir. Bu temasta hidrokarbonların içindeki asit gazları diethanolamin ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$) ile reaksiyona girerek tuz oluşturur. Temizlenen LPG, kolonun tepesinden LPG ayırıcı dramına verilir. LPG-GAZ/DEA kısmında meydana gelen reaksiyonlar çift yönlüdür ve meydana gelen tepkimeler şu şekildedir:



Görsel 12.6: Hidrojen sülfür molekülü



Görsel 12.7: Karbondioksit molekülü



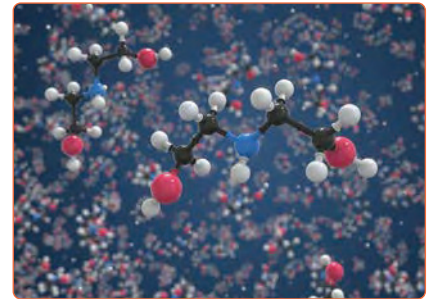
BİLGİ KUTUSU

Diethanolamin, etilen oksit ve amonyaktan sentezlenir. Reaksiyon ekzotermiktir ve yan ürün oluşmasını engellemek için silisyum dioksit ve alüminyum oksit içeren bir zeolit katalizör kullanılır. Diethanolamin kozmetik ürünlerinde, şampuanlarda ve pek çok üründe asit düzenleyici olarak tercih edilir.

12.2.3. LPG-GAZ/DEA Kısımında Operasyon Değişkenleri

LPG-GAZ/DEA kısmında meydana gelen reaksiyonlar çift yönlü olduğu için operasyon değişkenleri oluşur. Bu değişkenler absorpsiyon ve rejenerasyondur. Absorpsiyonu ve rejenerasyonu da etkileyen değişkenler vardır.

- **Absorpsiyon:** Bir maddenin başka bir maddeyi soğurma yeteneğine absorpsiyon denir. Bu kısımda absorpsiyon olarak diethanolamin (Görsel 12.8) kullanılır. DEA, hidrojen sülfürü soğurduğu için LPG temizlenmiş olur. DEA'nın absorblama kapasitesini etkileyen faktörler vardır. Bu faktörler sıcaklık, amin konsantrasyonu ve amindeki asit gaz yüküdür.
- **Sıcaklık:** Hidrojen sülfürün absorpsiyonunun artması için solüsyonun sıcaklığının 27-49°C arasında olması gerekiyor.



Görsel 12.8: Diethanolamin molekülü

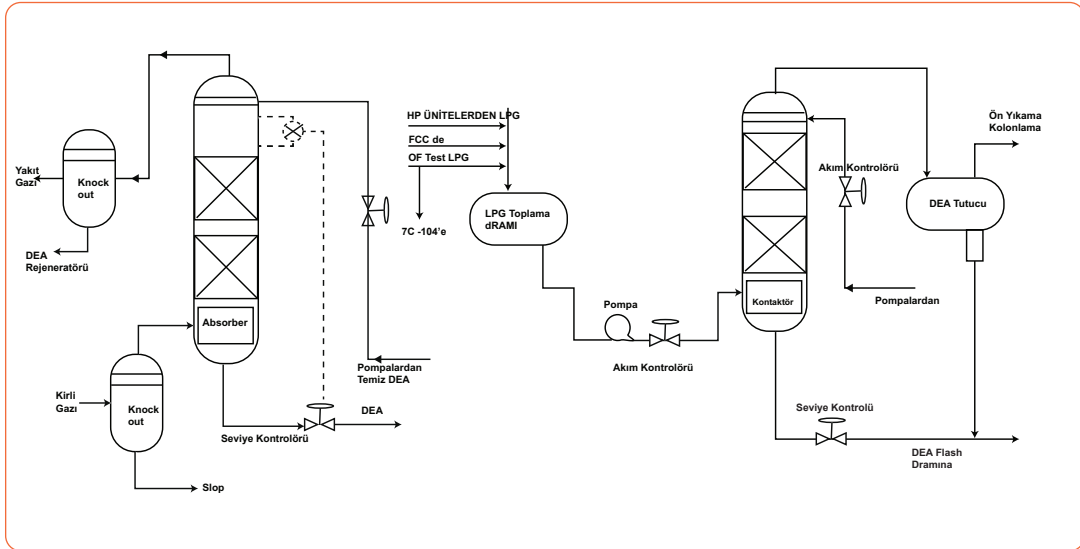
LPG'DEN KÜKÜRT GİDERME

- **Amin Konsantrasyonu:** Yüksek amin konsantrasyonu olduğu zaman ısı kapasitesi düşer, hidrokarbon çözünürlüğü artar, kimyasal kayıplar ve operasyon problemleri azalır.
- **Amindeki Asit Gaz Yükü:** H₂S ve CO₂ asit gazları temizlenerek aminin sirkülasyonu kolaylaştırılır.
- **Rejenerasyon:** Amin ve hidrosülfür arasındaki bağlar ısı ile parçalanarak amin solüsyonu rejenere (yenileme) edilir. Sıcaklık, basınç, amin konsantrasyonu ve buhar hızı rejenerasyonu etkileyen değişkenlerdir.
- **Sıcaklık:** 125°C'de amin ve hidrojen sülfürden oluşan tuz parçalanır. Daha yüksek sıcaklıkta DEA bozulur ve korozyona sebep olur.
- **Basınç:** Düşük basınçta daha iyi bir rejenerasyon gerçekleşir.
- **Amin Konsantrasyonu:** Düşük amin konsantrasyonunda rejenerasyon işlemi daha iyi meydana gelir.
- **Buhar Hızı:** Yüksek buhar hızı sayesinde rejenerasyon kolon içinde gerçekleşir.

12.2.4. LPG-GAZ/DEA Kısmını Akış Şeması

LPG-GAZ/DEA kısmının (Şema 12.3) işlem basamakları şöyle sıralanır:

- Kirli LPG dramda toplanır.
- Distribütör yardımıyla LPG alttan treater kolonuna verilir.
- LPG, kolonun yukarisından gelen temiz DEA ile etkileşime girer.
- Temas sonucunda LPG'deki H₂S tuz bileşimine dönüşür.
- LPG'deki merkaptanları gidermek için de LPG meroks bölümüne gönderilir.



Şema12.3: LPG ünitesi LPG-GAS/DEA ünitesi akış şeması

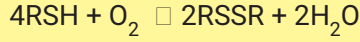
12.2.5. LPG Meroks Kısımının Amacı

Merktan oksidasyonuna kısaca **meroks** denir. Merktanlar kükürtlü bileşiklerdir. Bu kükürtlü bileşikler kaliteyi düşürdükleri için rafineri ürünlerinde tercih edilmez. Meroks kısmında oksitlenme yapılarak LPG bu ürünlerden arındırılır. LPG meroks kısmının üç amacı vardır.

1. LPG'den kükürdü ayırmak.
2. LPG'nin kullanıldığı birimi korumak.
3. Kükürt bileşiklerinin çevreye vereceği zararı engellemek.

12.2.6. UOP Meroks Prosesi Genel Prensipleri

UOP meroks prosesi, ünitelerden gelen distilatlardaki merktanları disülfürlere dönüştürme prensibine dayanır. Bu proses; merktanlar ekstraksiyonu ve merktanları dönüştürme (tatlılaştırma) aşamalarından oluşur. Ekstraksiyon molekül ağırlığı az ve kaynama aralığı düşük olan hidrokarbonlarda daha etkilidir. Dönüştürme işlemi ise kaynama aralığı yüksek olan hidrokarbonlarda kullanılır. Prosesde demir grubu metallerin şelatları katalizör olarak kullanılır. Katalizör ve havadaki oksijen etkisiyle merktanlar disülfürlere okside olur. Genel reaksiyon denklemi şöyledir:

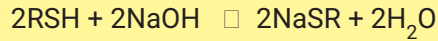


Denklemden R, bir hidrokarbon radikalini temsil eder; alifatik, aromatik, siklik, doymuş veya doymamış olabilir. Tepkime alkali ortamda, bir meroks katalizörü varlığında 90-120°F'ta gerçekleşir.

12.2.7. Meroks Ekstraksiyonu İşlemi

Meroks ekstraksiyonu küçük moleküllü (propan, bütan ve propan-bütan karışımı) hidrokarbonlarda kullanılır. LPG içindeki merktanlar kostik ile ekstre edilir. Merktanlar kostik ile reaksiyona girerek merkaptürlere dönüşür. Bu dönüşümde basınç, sıcaklık, ortamın baziklik miktarı, temas yüzeyi ve şarj türü etkilidir. Kolonun tepesinde temiz LPG alınır ve LPG tanklarına gönderilir.

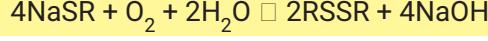
İşlem ekstraktörde gerçekleşir. Besleme stoğu LPG özütleme kabında UOP'nin tescilli sıvı katalizörünü içeren sulu bir kostik solüsyonla temas ettirilir. Kostik solüsyon merktanlarla reaksiyona girer. Merktanların merkaptürlere dönüşümü şu tepkime ile gerçekleşir:



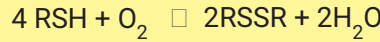
Sodyum merkaptürün oluştuğu iki yönlü bu tepkime, düşük sıcaklıkta gerçekleşir. Sistemin basıncı kostiği disülfid seperatörüne kadar iter. Kostik sayesinde oluşan bazik ortamda merktanlar ekstre olur. Reaksiyona giren maddelerin çok iyi karıştırılıp birbirlerine teması sağlanır. Karıştırma işlemi mikserle yapılır. Karşılıklı akım sistemi ile çalışan mikserin tepesinden giren kostik dipten çıkar. Hidrokarbonlar ise dipten girer ve tepeden çıkar. Mikser dikey kolon şeklindedir. Ekstraksiyon kolonu olarak da tanımlanan bu kolon ya delikli tepsili ya da karbon rashing-ringli (reşig ring) olur.

12.2.8. Merokslu Kostik Rejenerasyonu İşlemi

Merokslu kostik rejenerasyonu merkaptanların kostik ile reaksiyonundan merkaptürlere dönüşüm işleminden oluşur. Oluşan merkaptürlerin merokslu katalist ve oksijenle reaksiyonundan ise organik disülfidler (RSSR) meydana gelir. Bu basamakta şu reaksiyon gerçekleşir:



Rejenerasyonda sıcaklık, oksijen miktarı, temas yüzeyi ve katalist konsantrasyonu faktörleri etkilidir. İdeal sıcaklık aralığı 38-45°C'dir. Sıcaklık artışında istenmeyen reaksiyonlar oluşur. Rejenerasyon için gerekli oksijen hava enjeksiyonu ile sağlanır. Optimum temas yüzeyi ile yeterli katalist konsantrasyonu sağlanarak rejenerasyon tamamlanır. Ekstraksiyon ve rejenerasyon aşamasını kapsayan net genel meroks reaksiyonu şu şekilde ifade edilebilir:



12.2.9. Meroks Çözültisi Oksitleyicisi

Meroks prosesinde, ekstraktörden sonra oksitleyici bulunur. Ekstraktörün dibinden gelen kirli kostik ısıtılır ve oksitleyiciye gider. Kirli kostik oksitleyicide hava ile temas ettirilir. Meydana gelen reaksiyonda merkaptürler disüfürlere dönüşür. Böylece oksitleyici merkaptürleri temizlemiş olur.

Oksitleyicinin içinde kostiği temizlemek amacıyla **karbon rashig-ring** (reşig ring) bulunur. Karbon rashig halkaları şiddetli asit, kostik ve solvent ortamlarında kullanıma uygundur. Rashig halkası; korozyona ve yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı, şiddetli şoklarda kırılmayı önleyici ve oksitleyici olarak kullanılır.

Oksitleyiciden çıkan disüfürler, fazla hava ve temiz kostik disülfür seperatöründen (ayırıcı) geçer. Rejenere kostik ekstraktöre gönderilir. Disüfürler ise yakıt deposuna yönlendirilir.

12.2.10. Ekstraktörde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Meroks merkaptan giderici ekstraktörde şu hususlara dikkat edilmelidir.

- Kostiğin buharlaşması önlenmelidir.
- Merkaptan ekstraksiyonu arttırılmalıdır.
- Ekstraksiyonu arttırmak için ortamda bir miktar asit yağ olmalıdır.
- Ekstraktördeki kostiğin alkalilik limiti korunur.
- Eksraktöre gelen LPG'de hava olmamalıdır.
- Hidrojen sülfür şarjın içinde olmamalıdır.
- Ekstraktörün sıcaklığı düşük olmalıdır.
- Gerekli durumlarda şarj ön yıkayıcıda yıkanmalıdır.
- Ekstraktörde geri basınç sistemi bulunmalıdır.

12.2.11. Disülfür Seperatöründe Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Disülfür seperatöründe şu hususlara dikkat edilmelidir.

- Seperatörün içinde yangını önlemek için gaz boşlukları bırakılmamalıdır.
- Seperatörün içinde kıvılcımları önlemek için metal halkalar (rashig-ring) bulundurulmalıdır.
- Seperatörün üst kısmında gaz kaçağını önlemek için seviye kontrol sistemi bulunmalıdır.
- Seperatörden çıkan pis kokulu hava alev kesiciden geçirilmeli ve insineratörde yakılmalıdır.
- Alev kesici sürekli çalışır durumda olmalıdır.



SIRA SİZDE

Aşağıda ekstraktörde ve disülfür seperatöründe dikkat edilmesi gereken hususlar karışık olarak verilmiştir. Dikkat edilmesi gereken husus ekstraktör ile ilgili ise parantez içerisine "E", disülfür seperatörü ile ilgiliyse ise parantez içerisine "S" yazınız.

1. () Gaz kaçağını önlemek için seviye kontrol sistemi bulunur.
2. () Sıcaklık düşük olmalıdır.
3. () Şarjın içinde hidrojen sülfür olmamalıdır.
4. () Alev kesici sürekli çalışır durumda olmalıdır.
5. () Kostiğin alkalilik limiti korunmalıdır.
6. () Geri basınç sistemi olmalıdır.
7. () Kıvılcımları önlemek için metal halkalar içermelidir.
8. () Kostik buharlaşmamalıdır.

12.2.12. LPG Meroks Kısmı İşlem Basamakları ve Proses Akış Şeması

LPG Merox kısmı akış şeması (Şema 12.4) işlem basamakları şöyle sıralanır.

- LPG ön yıkama kabına verilir.
- Burada kostik ile yıkanan LPG, merkaptan ekstraktörüne girer.
- LPG ekstraktörde meroks kostiği ile kontak tepsilinde temas ederek yukarı doğru çıkar.
- Tatlandırılmış LPG'nin içinde kalan kostik, kostik çökeltme kabında alınır.
- Sürüklenen kostik varsa su yıkama kabında uzaklaştırılır.
- Son olarak LPG'nin içinde sürüklenen su, tuz yatağında tutulur ve kuru temiz LPG elde edilir.
- Ekstraktörün tabanından akan kostik çözeltisi eşanjörde buharla ısıtılır.
- Ekstrakte edilen merkaptanlara basınçlı hava verilir.
- Merkaptanlar, disülfürlere dönüştürmek için oksitleyici kabına iletilir.
- Disülfürler ve kostik ayırma (seperatör) kabına akar.
- Disülfürler yakıt deposuna ve rejenere kostik ise ekstraktöre pompalanır.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Her ülkede kullanılan LPG içindeki gazların karışım oranı aynıdır.
2. (.....) Sıvılaştırılmış petrol gazı, doğal gazın ayrıştırılması veya ham petrolün damıtılması ile elde edilir.
3. (.....) LPG içinde bütandan daha ağır hidrokarbonların miktarını tespit etmek için havalandırma testi denilen özel bir test yapılır.
4. (.....) UOP meroks prosesi ünitelerden gelen distilatlardaki disülfürler merkaptanlara dönüştürülür.
5. (.....) LPG'deki kükürdün giderilmesi prosesi, amin ünitesi ve kostik ünitesi olmak üzere iki kısımdan oluşur.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

absorbsiyon	basınç	ekstraksiyon	kostik
merkaptan	meroks	rejenerasyon	sıcaklık

6. LPG-GAZ/DEA kısmında..... , , amin konsantrasyonu ve buhar hızı rejenerasyonu etkileyen değişkenlerdir.
7. LPG kokusuz bir gazdır ama sızıntı ya da gaz kaçağının anlaşılması için ile kokulandırılır.
8. LPG-GAZ/DEA kısmında ve en önemli reaksiyon değişkenleridir.
9. UOP meroks prosesi merkaptan ve merkaptanları tatlılaştırma aşamalarından oluşur.
10. Merkaptan oksidasyonu kısaca olarak adlandırılır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. LPG doğal gaz ve ham petrolden elde edilir. Doğal gazda eser miktarda, ham petrolde ise az miktarda hidrojen sülfür vardır. Buna rağmen LPG'den kükürt giderme işlemi niçin yapılır? Açıklayınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Aşağıdakilerden hangisi LPG'den kükürt giderme prosesinin amacı değildir?

- A) Hidrojen sülfürü gidermek
- B) Merkaptanları gidermek
- C) Metan ve etanı H_2S gazından arındırmak
- D) Merkaptanları redükte etmek
- E) Çevreyi kükürt dioksitten korumak

13. LPG-GAZ/DEA kısmında rejenerasyon önemli bir operasyon değişkenidir. Aşağıda verilen faktörlerden hangisi rejenerasyonu etkilemez?

- A) Amindeki asit yükü
- B) Amin konsantrasyonu
- C) Buhar hızı
- D) Basınç
- E) Sıcaklık

14. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi disülfür seperatöründe dikkat edilmesi gereken hususlardan biri değildir?

- A) Seperatörden çıkan pis kokulu hava insineratörde yakılmalıdır.
- B) Seperatöründe yangını önlemek için gaz boşlukları bırakılmalıdır.
- C) Seperatörün kıvılcımları metal halkalar ile önlenir.
- D) Alev kesici sürekli çalışır durumda olmalıdır.
- E) Gaz kaçağını önlemek için seviye kontrol sistemi bulunmalıdır.

15. I. Küçük moleküllü hidrokarbonlarda kullanılır.
II. Merkaptanlar kostik ile ekstre edilir.
III. Karıştırma işlemi mikserde yapılır.
IV. Mikser delikli tepsili veya karbon rashing-ringlidir.

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri meroks ekstraksiyon işleminde yapılır?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) I, II ve IV
- E) I, II, III ve IV

13. ÖĞRENME BİRİMİ



FCC, HYDROCRACKER VE VISBREAKER ÜNİTELERİ



KONULAR

- 13.1. FCC ÜNİTESİNDE AKIŞKAN YATAKLI KATALİTİK PARÇALAMA
- 13.2. HYDROCRACKER OPERASYONU
- 13.3. VISBREAKER ÜNİTESİNDE ISIL PARÇALAMA

TEMEL KAVRAMLAR

- FCC
- Kraking
- Katalitik kraking
- Katalist
- Zeolit
- Hydrocracker işlemleri
- Visbreaker
- Visbreaking
- Rezidyum
- Kok
- Koklaştırma

FCC ÜNİTESİNDE AKIŞKAN YATAKLI KATALİTİK PARÇALAMA



Hazırlık Çalışması

Bir rafinerinin kalbi gibi görülen en önemli bölümü sizce ne olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. BÖLÜM

13.1. FCC ÜNİTESİNDE AKIŞKAN YATAKLI KATALİTİK PARÇALAMA

FCC ünitesi rafinerinin en önemli bölümlerinden biridir. Rafinerideki benzin üretim proseslerinin kalbini oluşturan ünedir.

13.1.1. FCC Kavramı

FCC (Filud Katalitik Krating), en çok kullanılan katalitik krating prosesinin adıdır (Görsel 13.1). "Fluid" (filud), katı hâldeki katalizörün reaktörde akışkan hâlde bulunmasına denir. Katalizör, reaktör içindeki reaksiyon ve rejenerasyon bölümleri arasında sürekli olarak akar. FCC ünitesinde krating, izomerizasyon, hidrojen transferi gibi pek çok önemli reaksiyon gerçekleşir.

13.1.2. FCC Ünitesinin Kısımları, Prosesin Prensipleri ve Akış Şeması

FCC ünitesinin kısımları şunlardır:

- **Reaktör:** Hidrokarbonların katalitik olarak işlem gördüğü kısımdır. Sıcak katalistin şarj ile birleştirildiği yerdir. Reaktör, FCC ünitesinin en önemli bölümüdür.
- **Rejeneratör:** Üniteye kullanılan katalizörün kazanıldığı kısımdır. Rejeneratörde katalist üzerinde biriken kokun giderilme işlemi yapılır. Böylece katalizör tekrar kullanılabilir. Rejeneratör reaktörün yanında bulunur.
- **Ayrıştırma Kolonu:** Hidrokarbonların parçalanması sonucu oluşan ürünlerin ayrışmasını sağlayan kısımdır.



Görsel 13.1: FCC ünitesi

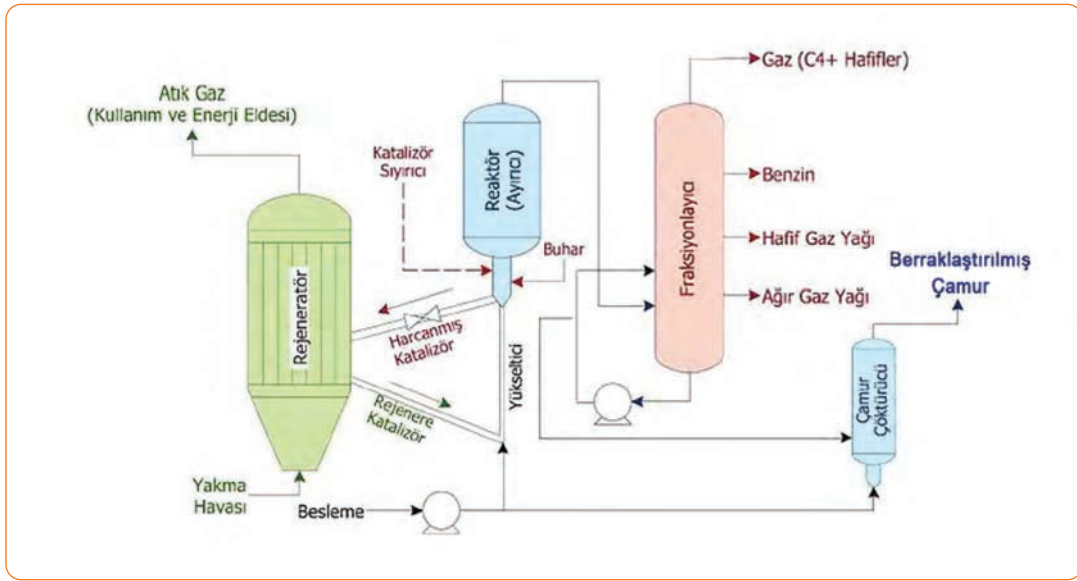
FCC ünitesinde, kaynama noktası yüksek hidrokarbonlar akışkan yataklı katalitik bir ortamda parçalanır. Böylece kaynama noktası düşük ve değeri fazla olan ürünlere dönüştürülür. Ünitenin amacı yüksek oktanlı benzin ve LPG üretmektir. Yani FCC ünitesinde benzin, dizel ve diğer yakıtlar elde edilir. Destilasyon ile elde edilen ağır petrol fraksiyonları büyük moleküllü hidrokarbonlardır. Büyük moleküllü hidrokarbonların katalizörlü veya katalizörsüz olarak küçük hidrokarbon moleküllerine parçalanması işlemine **krating** adı verilir. Krating işlemi; termal, katalitik, hidrokrating ve geciktirilmiş koklaştırma olarak dört yolla yapılır. FCC, rafineride en çok kullanılan katalitik krating prosesidir.

FCC prosesinde katalitik krating gerçekleşir. **Katalitik krating**, katalizör kullanılarak yapılan bir parçalama yöntemidir. Katalitik kratingde karbon atomu üzerinde (+) yük taşıyan karbonyum iyonu (C^+) bulunur. Oluşan reaksiyon iyoniktir ve şu reaksiyon adımları ile oluşur:

- Asit özellik gösteren katalizörden olefine doğru proton iletilmesi
- Katalizör veya karbonyum iyonu tarafından hidrokarbondan hidrojen koparılması

Katalitik kramingde kopma zincirin merkeze yakın olan karbon atomunda olur. Katalitik kraming sonucu karbon sayısı 3 ve 4 olan hidrokarbonlar oluşur. Aromatik hidrokarbonlar katalitik kramingde çok etkin değildir. Benzen, antrasen ve naftalin gibi aromatikler yavaşça parçalanarak koklaşmaya gider. Katalitik kramingde katalizör üzerinde kok birikir. Koklaşma istenmeyen bir reaksiyondur.

FCC prosesinde (Şema 13.1) yüksek sıcaklık ve düşük basınçta toz hâlindeki katalizör kullanılarak ağır fraksiyonlar benzin gibi daha değerli ürünlere dönüştürülür. Ağır fraksiyonlar, akışkan hâle getirilmiş katalizörlü ortamda parçalanır. Katalizör bölümünde rejeneratör ve reaktör vardır. Akışkan katalizör, rejeneratör ve reaktör arasında yağ buharları, hava ve buharla birlikte sürekli olarak dolaşır.



Şema 13.1: FCC prosesi akış şeması

Daha önceden ısıtılan hidrokarbon şarjı reaktörden çıkar ve yükselticiye girer. Burada sıcak katalizör ile rejenere karıştırılır. Yükselticide resaykıl akımı ile şarj birleşir, buharlaşır ve sıcak katalizör ile birlikte reaktör sıcaklığı olan 900°-1000°F'a yükselir. Şarj 10-30 psi basınçta parçalanır. Karışım, yükseltici içinde yukarı doğru çıkar. Parçalanma, reaktörde yağ buharları katalizörden ayrılıncaya kadar sürer. Oluşan ürün akımı fraksiyonlama kolonuna yüklenir ve fraksiyonlarına ayrılır. Bu esnada çıkan ağır yağlar yükselticiye geri döner. Proses süresince katalizörde biriken kottan kopan katalizör rejenere edilir ve rejeneratöre akar. Burada kok kalıntıları ve harcanmış katalizör önceden ısıtılmış hava ile birlikte yanar.

13.1.3. Katalist Kavramı ve Katalist Çeşitleri

Reaksiyon oluşumunu gerçekleştiren, kimyasal reaksiyonu hızlandıran ve yüzey alanı geniş olan maddelere **katalist** denir.

FCC ünitesinde katalist toz hâlinindedir (Görsel 13.2) ve basınç ile akışkan özellik gösterir. Ünite de kullanılan katalist çeşitleri şunlardır:

- Düşük alümina katalist
- Yüksek alümina katalist
- Kristal alümina silikat katalisti
- Silika-magnezyum oksit katalist

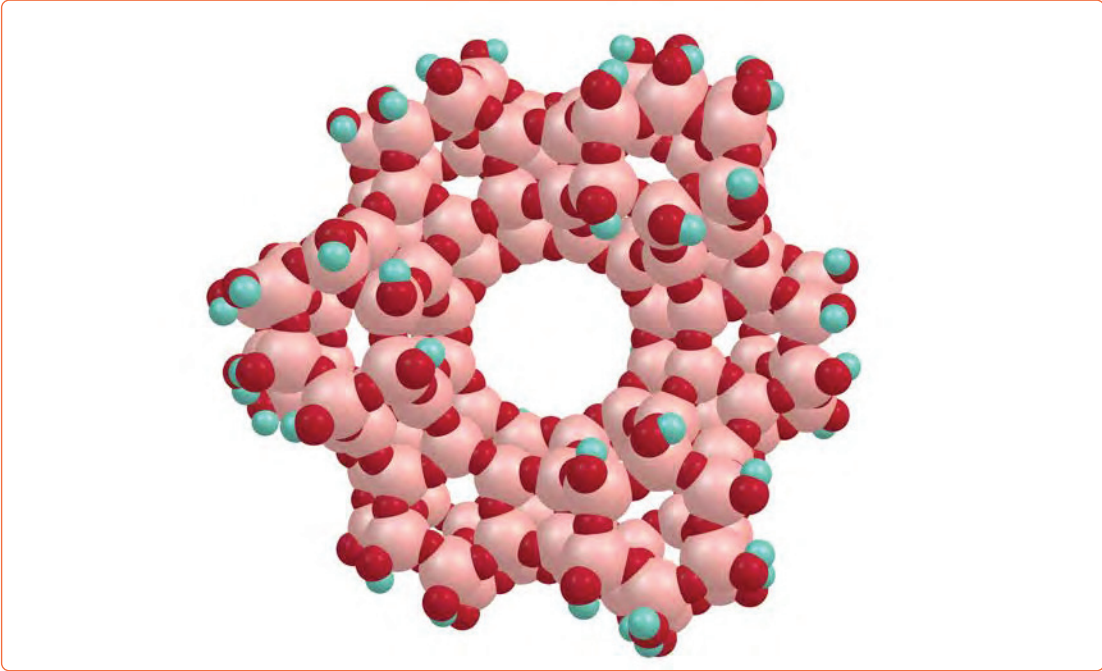


Görsel 13.2: Toz hâlindeki katalist

13.1.4. Katalistin Özellikleri

FCC ünitesinde zeolit adı verilen katalist kullanılır. Zeolit (Görsel 13.3), kafes şeklinde, gözenekli ve negatif yüklüdür. Birçok gazı, kokuyu, nemi, suyu, petrokimyasal maddeleri, amonyumu, ağır metalleri ve radyoaktif elementleri soğurma ve tutma özelliğine sahiptir. FCC katalizörü olan zeolitinin merkezinde bir tane alüminyum veya silisyum atomu, köşelerinde ise dört tane oksijen atomu bulunur. Ünite deki katalistin özellikleri şunlardır:

- Parçacık boyutu 10-150 mikron olan ince tozlardır.
- Kütle yoğunluğu 0,80-0,96 g/cc'dir.
- Gözenek boyutları geniştir.
- Aktivitesi yüksektir.
- Aşınmaya karşı dirençlidir.
- Yüksek buhar ve sıcaklığa karşı dayanıklıdır.

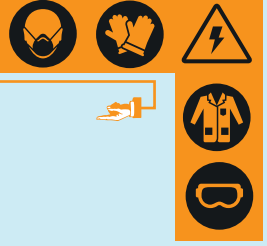


Görsel 13.3: Zeolit katalizörü



1. Laboratuvar Çalışması

KATALİZÖRÜN ETKİSİ



Amaç

Reaksiyon hızına katalizörün etkisini gözlemlemek.

Araç Gereç

- 100 ml'lik erlenmayer (2 adet)
- 40 ml %10'luk H_2O_2
- KI katalizörü
- 2 adet farklı renkte balon
- 2 adet spatül
- Dereceli silindir

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- İki adet 100 ml'lik erlenmayer içine %10'luk H_2O_2 'den yirmişer ml dökünüz.
- Erlenmayerin birine az miktar KI'ü spatül ile dökünüz ve hemen erlenmayerin ağız kısmına balon geçiriniz.
- Diğer erlenmayerin içine çok miktar KI'ü spatül ile dökünüz ve hemen erlenmayerin ağız kısmına balon geçiriniz.
- Erlenmayerleri karıştırınız.
- Balonların durumunu gözlemleyiniz ve erlenmayerlerin sıcaklığını elinizle kontrol ediniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	İki erlenmayer içine yirmişer mililitre hidrojen peroksit döktü.		
3	Erlenmayerin birine az miktarda KI, diğerine çok miktarda KI'ü spatül ile döktü.		
4	Erlenmayerlerin ağız kısmına balon bağladı.		
5	Balonların durumunu ve erlenmayerlerin sıcaklığını kontrol etti.		
6	Reaksiyon denklemini yazdı.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

13.1.5. FCC Ünitesinde Akışkan Yataklı Katalitik Parçalama İşlemleri

FCC ünitesinde katalitik parçalama ile ham petrolden değerli ürünler elde edilir. Bu ürünler benzin, dizel, petrokimyasallar ve diğer yakıtlardır. Akışkan yataklı katalitik parçalama işlemleri şu şekildedir:

1. Reaktöre ağır hidrokarbonlar karışımı alınır.
2. Reaktörde sürekli hareket hâlinde olan katalist yardımı ile yüksek sıcaklıkta hidrokarbonlar yakılır.
3. Reaktörün tepe kısmından hafif hidrokarbon buharları ayrılır.
4. Karışıma destilasyon işlemi uygulanır.
5. Destilasyon işlemi sonucu fuel oil ve gaz yağı gibi hafif ürünler elde edilir.

13.1.6. FCC Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Katalitik kriting kapalı bir prosestir. Tehlikeli maddeler ile temas etme ihtimali çok azdır. Ancak numune alma esnasında sıcak hidrokarbon sıvıları veya buharları ile temas olabilir. Ayrıca sistemde bir sızıntı ya da delinme olduğunda tehlikeli durumlar oluşabilir. Proseste ürün veya buhar kaçağı varsa karbon monoksit gazı ve hidrojen sülfür ile karşılaşılabilir. Personel uygun koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Ayrıca personele; kimyasal maddelerle çalışma, prosesden numune alma, gürültü ve ısı ortamında çalışma ile kontrol ve bakım ile ilgili uygulama eğitimleri verilmelidir. Prosesten harcanmış katalizörü alma ve katalizör doldurma ile sistemde oluşabilecek delik ve sızıntılar için gerekli önlemler alınmalıdır.

Ham maddedeki korozyon oluşturabilecek maddeler ve kalıntılar gaz kompresörlerini bozar. Kompresör, ısı değiştirici ve pompa ekipmanlarının kontrolleri yapılmalıdır. Nitrojenli ham maddelerden amonyak ve siyanür gibi zararlı gazların çıkışı olabilir. Bu durum FCC ünitesindeki karbon çeliğinin korozyonuna veya parçalanmasına neden olur. Bunu önlemek için su ile yıkama yapılır veya korozyon önleyici maddeler kullanılır. Erozyondan oluşan delikler, katalizör toplanması ve koklaşma olup olmadığı kontrol altında tutulmalıdır. Katalizördeki sıvı hidrokarbonlar ve giren ısıtılmış hava akımı kontrol edilmelidir. Isıtıcılarda oluşan buhar sızıntısı veya delik sebebiyle yangın oluşabilir. Kolonlar ve destek malzemeleri üzerine izolasyon malzemeleri kaplanarak yangına karşı tedbir alınmalıdır. İzolasyonun sağlanamadığı yerlerde su spreyleri veya sisten yararlanılmalıdır.



ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Bir rafineride FCC ünitesinin önemini, kullanılan katalizörlerin özelliklerini ve üniteye elde edilen ürünleri araştırınız. Araştırmanızı görsellerle zenginleştirerek yazınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



BİLGİ KUTUSU

Katalizörler, ham petroldeki büyük molekülleri kırar ve plastik maddeler için ham maddede üretilmesine yardımcı olur.

HYDROCRACKER OPERASYONU

Hazırlık Çalışması

Yenilenebilir enerji kaynağı olarak hidrojen gazı üretilebilir mi?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. BÖLÜM

13.2. HYDROCRACKER OPERASYONU

Hydrocracker (hidrokırakır) operasyonunda hidrokarbonlar yüksek hidrojen basıncında ve katalitik bir ortamda parçalanır. Operasyonda kullanılan hidrojen; nafta, doğal gaz ve rafineri gazlarından elde edilir.

13.2.1. Hydrocracker İşlemi ve Prosesin Prensipleri

Hydrocracker işleminin amacı nafta, motorin, gaz yağı ve jet yakıtı üretmektir. Hydrocracker ünitesinde, yüksek basınç ve sıcaklıkta molekül ağırlığı ve kaynama noktası fazla olan hidrokarbonlar hidrojen ortamında parçalanır. Ünite iki kısımdan oluşur.

- **Reaktör Kısmı:** Yüksek basınçta hidrojenle doyurma, desülfürizasyon (sülfür uzaklaştırma), denitrifikasyon (azot uzaklaştırma) ve hydrocracking reaksiyonları reaktörde gerçekleşir.
- **Fraksiyonlama Kısmı:** Birinci kısımda oluşan ürünler fraksiyonlama kısmında ayrıştırılır.

Hydrocracker ünitesinin kısımları Tablo 13.1'de gösterilmiştir.

Tablo 13.1: Hydrocracker Ünitesinin Kısımları

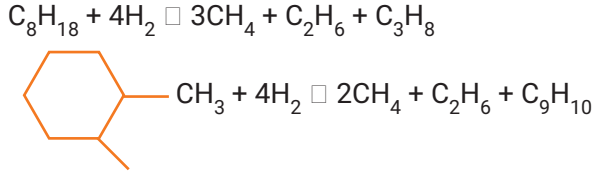
REAKTÖR	FRAKSİYONLAMA	DİĞER KISIMLAR
Şarj sistemi	Splitter kolonu	Fırınlara yakıt sistemi
Şarj fırını	Ayırma fırını	Enjeksiyon sistemi
Reaktörler	Ayırma kolonu	Kostik sirkülasyon sistemi
Yüksek basınç seperatörü	Debütanizer kolonu	Soda nötralizasyon sistemi
Alçak basınç flaş dramı		
Gaz kompresörleri		
Yıkama suyu enjeksiyon sistemi		

Vakum destilasyonundan elde edilen kaynama noktası yüksek olan hidrokarbonları kaynama noktaları düşük olan daha değerli ürünlere dönüştürme işlemine **hydrocracker işlemi** adı verilir. Bu işlem sonucunda LPG, nafta, dizel, kerosen ve fuel oil ürünleri elde edilir. Hydrocracker ünitesi, ağır petrol fraksiyonlarının hydrocracking (hidrojenli ortamda parçalama) işlemi ile hafif ve değerli ürünlere dönüştürüldüğü bir prosesdir. Bu processte şarj olarak vakum gaz oiller kullanılır. Hydrocracker prosesinde siyah renkli ürünler beyaz renkli ürünlere dönüştürülür. Bu processte yüksek basınç ve sıcaklıkta hidrojenli ortamda içinde katalist bulunan sabit yataklı reaktörler içinde reaksiyonlar gerçekleşir. Kıraking hidrojenasyon reaksiyonları ile kükürt, azot, oksijen ayrılır ve olefinler doymuş hidrokarbonlara dönüştürülür. Böylece reaktör çıkışında düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlar, H₂S, NH₃ ve H₂O karışımı oluşur.

13.2.2. Hydrocracking Reaksiyon Mekanizması, Proses Değişkenleri, Kullanılan Katalizörler ve Özellikleri

Hydrocracking reaksiyonları; hidrojenli ortamda, yüksek sıcaklık ve basınçta iki fonksiyonlu reaksiyon mekanizması ile gerçekleşir.

Sıcaklık 290-455°C aralığında ve basınç ise 70-210 kg/cm²'dir. Reaksiyon mekanizmasında iki ayrı katalitik kısım bulunur. Böylece reaksiyon kademeleri ayrı ayrı kataliz edilir. Katalist üzerinde asit ve metal kısımları vardır. Katalistin metal kısmında hydrocracking reaksiyonları olefin veya siklo olefinin oluşumu ile başlar. Katalistin asit kısmı karbonyum iyonu üretilmesi için olefin veya siklo olefine bir proton verir. Daha sonra karbonyum iyonu parçalanır. Oluşan ilk ürünlerden sonra reaksiyonlar durdurulabilir. Böylece katalistin asit kısmında oluşan olefin, metal kısmındaki hidrojen ile doyurulur. Hydrocracking reaksiyonları şu şekilde gösterilebilir:



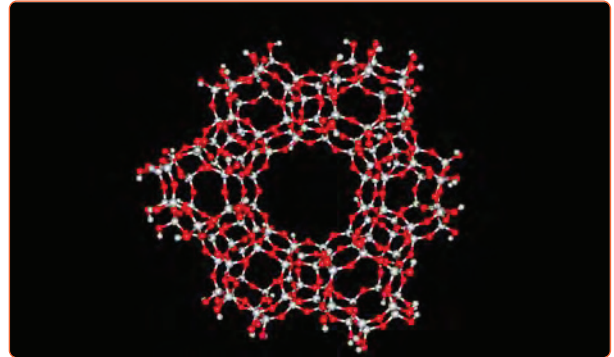
Hydrocracking reaksiyonlarında katalitik kreaking reaksiyonları ve hidrojenasyon reaksiyonları meydana gelir. Desülfürizasyon ve denitrifikasyon reaksiyonları önemli hidrojenasyon reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonlar yanında organometalik bileşiklerin bozulmaları ve polinükleer aromatik bileşiklerin oluşumu gibi reaksiyonlar da meydana gelir.

Hydrocracker prosesinin değişkenleri şunlardır:

- Şarj kalitesi
- Sıvı boşluk hızı
- Katalist
- Bileşik şarj oranı
- Katalist sıcaklığı
- Hidrojen kısmi basıncı ve kalitesi
- Dönüşüm yüzdesi
- Geri dönüşüm gaz miktarı ve H₂/HC oranı

Hydrocracker prosesinde silika/alümina gibi çift fonksiyonlu katalizörler kullanılır (Görsel 13.4). Proseste platin, paladyum, nikel ve tungsten gibi metaller hidrojenasyonu sağlar. Bu metalik yapıya sahip katalizörler zeolit üzerine yerleştirilir. Reaktör içindeki katalizör dağılımı çok iyi sağlanmalıdır. Katalizörlerin özellikleri şunlardır:

- a) Katalizörün üzerinde metalin sülfürü olan aktif merkez bulunur.
- b) Molibden, kobalt, nikel ve tungsten metalleri alümina/silika katalizörünün tabanına dağılmış hâdedir.
- c) Katalizörler, reaksiyonları yürütebilecek ve istenmeyen reaksiyonları engelleyecek şekilde dizayn edilir.

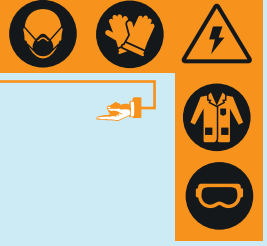


Görsel 13.4: Katalizörün yapısındaki alümina silika mineralleri



2. Laboratuvar Çalışması

FIŞKIRAN BUHAR



Amaç

Katalizörün etkisini tespit etmek.

Araç Gereç

- Hidrojen peroksit (H_2O_2)
- Potasyum permanganat ($KMnO_4$)
- Balon joje
- Spatül
- Çeker ocak

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Balon joje içine 100 ml H_2O_2 dökünüz.
- Balon jojeyi çeker ocak içine koyunuz ve içine bir spatül $KMnO_4$ dökünüz.
- Oluşan buhar fişkırmasını gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

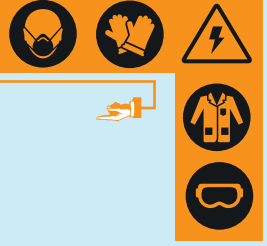
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Balon joje içine hidrojen peroksit döktü.		
3	İçinde hidrojen peroksit bulunan balon jojeyi çeker ocak içine yerleştirdi.		
4	Balon joje içine bir spatül $KMnO_4$ ilave etti.		
5	Fişkırın buhar çıkışını gözlemledi.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



3. Laboratuvar Çalışması

HİDROJEN GAZI



Amaç

Hidrojen gazı elde etmek.

Araç Gereç

- Balon joje
- Balon
- HCl
- Çinko parçaları

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Balon joje içine 100 ml HCl dökünüz.
- HCl üzerine çinko parçalarını atınız.
- Balon jolenin ağız kısmına balon bağlayınız.
- Balon jolenin içinde oluşan hidrojen gazını gözlemleyiniz.
- Reaksiyon tepkimesini defterinize yazınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

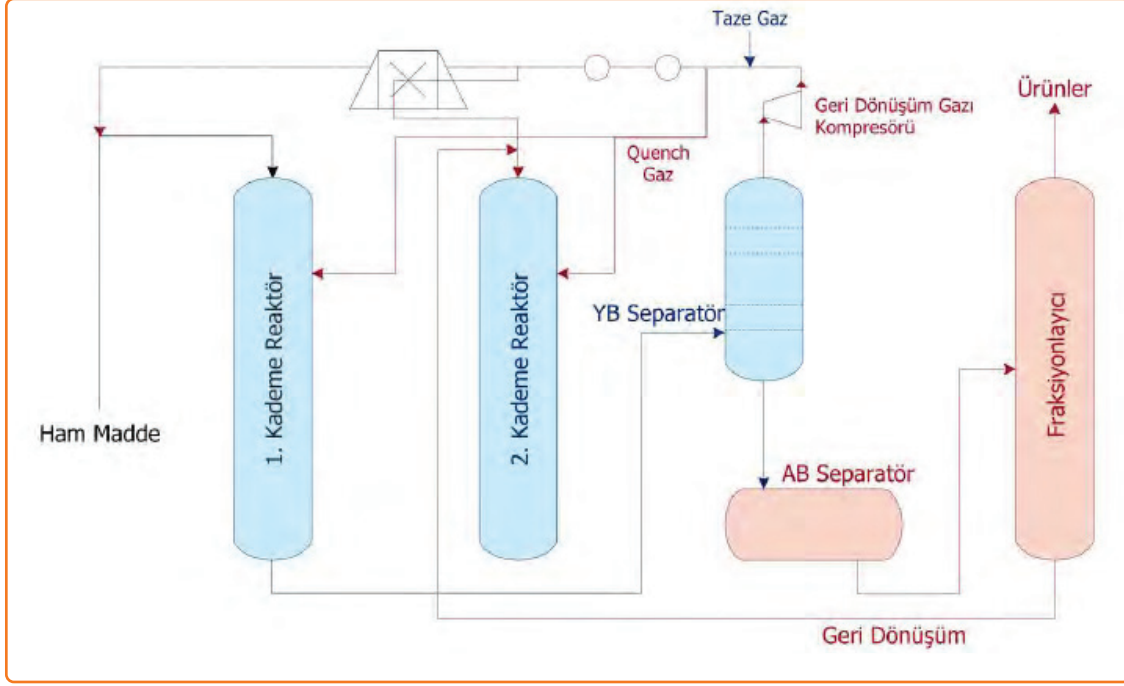
Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Balon joje içine hidroklorik asit döktü.		
3	Hidroklorik asit üzerine çinko parçaları attı.		
4	Balon jolenin ağız kısmına balon bağladı.		
5	Reaksiyon denklemini yazdı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

13.2.3. Proses Akış Şeması ve Proses İşlemleri

Hydrocracker prosesinde ağır aromatik ham madde yüksek sıcaklık ve basınçta katalizör kullanılarak hidrojenli ortamda yüksek kaliteli ürünler elde edilir. Bu ürünler gaz, LPG, kerosen, nafta, fuel oil ve dizeldir. Hydrocracker prosesi ham maddenin yapısına ve reaksiyon hızına bağlıdır. Proseste hidrojenin kullanılmasının amacı polisiklik aromatik bileşiklerin oluşumunu önlemektir. Ayrıca hidrojen, katalizör üzerinde kok toplanmasını önler ve katranın oluşmasını azaltır.



Şema 13.2: Hydrocracker prosesi akış şeması

Hydrocracker prosesi (Şema 13.2) işlemleri şunlardır:

1. Ham maddeye ön ısıtma yapılır ve hidrojenle karıştırılarak birinci kademe reaktörüne gönderilir.
2. Reaktörde katalizör, sülfür ve nitrojen bileşiklerini H_2S ve NH_3 'e dönüştürür.
3. Birinci kademe reaktöründen ayrılan hidrokarbonlar soğutulur, sıvılaştırılır ve hidrokarbon ayırıcısına gönderilir.
4. Ham maddeye hidrojen resaykıl edilir sıvı fraksiyonlayıcıya verilir.
5. Fraksiyonlayıcıda benzin bileşenleri, gaz yağı ve jet yakıtı ayrıştırılır.
6. Fraksiyonlayıcının dibinde bulunan ürünler tekrar hidrojen akımı ile karıştırılır ve ikinci kademe reaktörüne şarj edilir. İkinci kademedeki reaksiyonlar daha hızlıdır.
7. İkinci kademe reaktör ürünleri de hidrojenle ayrılır ve fraksiyonlayıcıya gönderilir.

13.2.4. Hydrocracker Prosesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Hydrocracker kapalı bir prosestir. Ancak operasyon koşullarında temas az düzeydedir. Hidrokarbon gazları ve buharlar ile karşılaşma, hidrojen sülfür ve hidrojen ile temas etme ihtimali vardır.

Katalizörün rejenerasyonu esnasında karbonmonoksit gazı fazla çıkabilir. Ayrıca acı su ve amonyak atıkları çıkar. Personele koruyucu ekipmanların kullanımı ile ilgili uygulamalar yaptırılmalıdır. Kimyasal maddelerle çalışma, proseten numune alma, gürültü ve ısı ortamında çalışma, harcanmış katalizörün alınması, kontrol ve bakım ile ilgili önlemler alınmalıdır.

Hydrocracker prosesinde aşırı yüksek basınç olduğundan güvenlik malzemeleri kontrol edilmelidir. Reaktör yataklarının tıkanmaması için özel kontroller yapılmalıdır. Koklaşmış katalizörü demir sülfür nedeni ile yangından korumak için tedbirler alınmalıdır. Koklaşmış katalizör boşaltılmadan önce 120°F'ın altına kadar soğutulmalıdır. Hidrojenli ortam sebebiyle ham madde içindeki hidrojen sülfür miktarı korozyona neden olmaması için kontrol edilmelidir. Nitrojen miktarı yüksek ham maddeler kullanıldığında NH₃ ve H₂S, amonyum hidrosülfür oluşturur. Bunun sonucunda önemli oranda korozyon meydana gelir. Hydrocracker prosesinde sıcaklık ve basınç çok yüksek olduğundan hidrojen kaçakları ve hidrokarbon sızıntıları kontrol altında olmalıdır. Aksi takdirde yangın oluşabilir. Katalitik tozların patlayıcı oluşturacak miktarlara ulaşmaması da önemlidir.



SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloya FCC ve Hydrocracker ünitelerinde bulunan araçların adlarını yazınız.

	FCC ÜNİTESİ	HYDROCRACKER ÜNİTESİ
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

VİSBREAKER ÜNİTESİNDE ISIL PARÇALAMA



Hazırlık Çalışması

Ham petrolün kalıntısı olan siyah renkli ürün ne olabilir? Bu ürünün günlük yaşamda nerelerde kullanıldığını arkadaşlarınızla tartışınız.

3. BÖLÜM

13.3. VISBREAKER ÜNİTESİNDE ISIL PARÇALAMA

Visbreaker (visbirekır), viskozite azaltma işlemidir. Visbreaker ünitesinde düşük oktanlı benzin, orta destilat ürünleri ve hidrokarbon gazları elde edilir.

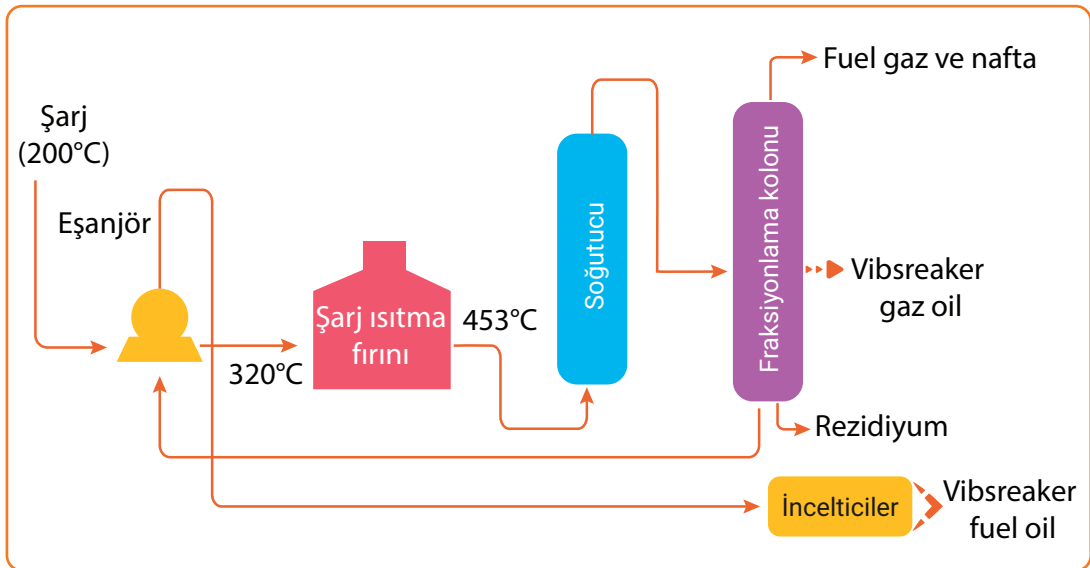
13.3.1. Visbreaking Kavramı ve Ünite Gerçekleşen İşlemler

Destilasyon kolonundaki dip ürünlerinin viskozitesini azaltmak (akıcılığını arttırmak) için yapılan ısı parçalamaya işlemine **visbreaking (visbireking)** adı verilir. Bu işlem ile ürünlerin viskozitesi azaltılır. Ham petrolün siyah renkli dip ürünü olan rezidyum, 400°C-500°C sıcaklık aralığında ve 2-40 bar basınç altında 15-30 dakika bekletilerek termal (ısı) parçalamaya yapılır. Böylece rezidyumun viskozitesi düşürülmüş olur.

Ünite, büyük hidrokarbon molekülleri küçük moleküllere indirgenerek düşük viskoziteli ürünler elde edilir. Ayrıca kok oluşumu ve stabil yakıt karışımı bulunur. Visbreaker ünitesinin şarjı olan rezidyumun içeriğinde çözünemeyen asfaltenler vardır. Asfaltenler ağır hidrokarbon yağları ile kararlı süspansiyon yapı oluşturur. Isıl parçalamaya ile süspansiyon yapı bozulur ve küçük moleküllü bileşikler oluşur. Asfalten konsantrasyonu artarken süspansiyon hâlindeki yağların konsantrasyonu azalır. Ünite ısı parçalanma fazla olursa asfaltenler fuel oil içinde çökelmeye başlar.

13.3.2. Visbreaker Ünitesi Proses Akış Şeması

Termal kreaking işleminin amacı yüksek sıcaklıkta molekül ağırlığı yüksek bileşenlerin, daha düşük molekül ağırlıklı bileşenlere parçalanmasıdır. Sıcaklık genellikle 3500°C'nin üzerindedir. Termal kreaking sonucu rafinasyon dip ürünü atığı olan rezidyum fuel oil ile dönüştürülür. Termal kreaking dışında piroliz, su buharı kreakingi ve gecikmiş koklaştırma yöntemleri de kullanılır. Piroliz yöntemi ile petrokimyanın önemli bir ham maddesi olan etilen üretilir. Gecikmiş koklaştırma ile petrol koku elde edilir (Şema 13.3).



Şema 13.3: Visbreaker prosesi akış şeması

Visbreaker prosesinde atmosferik veya vakum destilasyon atıklarına, katalizörün kullanılmadığı bir ortamda ısıl parçalama işlemi uygulanır. Proseste rezidyum şarjına öncelikle eşanjörde ön ısıtma uygulanır. Fırında 453°C yüksek sıcaklığa kadar tekrar ısıtılır. Daha sonra sistemde dolaşan yağ ile ani olarak soğutulur. Soğutmanın ardından kolonda fraksiyonlama işlemi yapılır. Bunun sonucunda nafta, gaz yağı, orta destilatlar ve viskozitesi düşük fuel oil elde edilir.



BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

1930'lu yıllarda dünyada toplam rafineri ürünlerinin %55'i termal kriting ile üretilmiştir. Ancak günümüzde termal kriting ile rafineri ürünlerinin %4'ü üretilmektedir. Katalitik kriting termal kritinge göre daha avantajlıdır.

13.3.3. Proseste Kullanılan Katalisler ve Özellikleri

Termal kriting işleminde yan ürün olarak kok oluşur. Şarjın ısıtılması fırında olur. Fırındaki tüp borularının iç yüzeyinde kok meydana gelir. Kok, katalistteki katı oluşumdur. Kok oluşum hızı, reaksiyon süresince sıcaklık arttıkça artar. Kokun özellikleri şunlardır:

- Uçucu olmayan maddeler içerir.
- Yapısında metaller ve kükürtlü bileşiklerin pek çoğu bulunur.
- Petrolün çıkarıldığı yere ve rafineriye göre kalitesi değişir.

Koklaştırma, ağır hidrokarbon moleküllerini daha hafif ürünlere dönüştürmede uygulanan bir termal kriting yöntemidir. Koklaştırma sonucu benzin ve orta destilat ürünleri elde edilir. Akışkan ve gecikmiş koklaştırma (Görsel 13.5) olarak iki çeşidi vardır. Proseste hidrojen tamamen uzaklaştırılınca kok adı verilen bir karbon formu oluşur. Prosesin sonunda çıkan kok, fazla miktarda sülfür ve metaller içerir. Ham maddeye, reaksiyon mekanizmasına, zamana ve sıcaklığa bağlı olarak süngerimsi, bal peteği ve iğne şeklinde kok elde edilir.

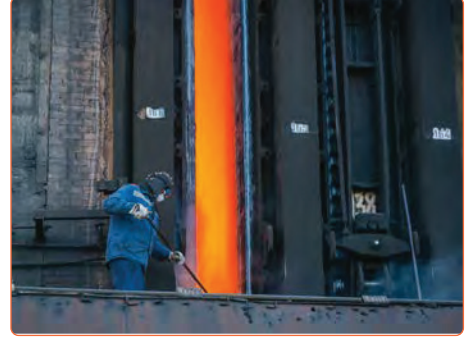


Görsel 13.5: Gecikmiş koklaştırma ünitesi

Kok oluşumuna neden olan faktörler şunlardır:

- a) **Asfaltener:** Kırılması zor olan yapılardır ve polimerizasyona uğrayarak kok oluşturur.
- b) **Şarj Özellikleri:** Ağır aromatik şarj kok oluşumunu etkiler.

- c) **Aromatik Yapılar ve Olefinler:** Aromatik ve doymamış hidrokarbonlar (olefinler) yoğunlaştığında ağır aromatik bileşikler oluşur. Bu bileşiklerin kondenzasyonu kok oluşumuna neden olur.
- ç) **Fırındaki Hidrodinamik Koşullar:** Fırındaki bölgesel ısı akışları sonucu kok oluşur (Görsel 13.6).



Görsel 13.6: Fırında kok birikimi

Oluşan koku gidermek için şu işlemler yapılır:

1. Ünite devre dışı bırakılır.
2. Hidrokarbonlar buharla 12-13 kg/cm² basıncında temizlenir.
3. Fırın tüplerinden buhar geçirilir.
4. Fırından çıkan buharın sıcaklığı 540°C'ye ayarlanır.
5. Fırın tüplerine kontrollü hava verilir.
6. Tüp yüzeyindeki kok, karbonmonoksit ve karbondioksit dönüştürülerek uzaklaştırılır.

13.3.4. Visbreaker Ünitesinde Isıl Parçalama İşlemleri

Ünitede gerçekleşen ısıl parçalama işlemleri şunlardır:

1. Atmosferik veya vakum kolonundan gelen şarj (rezidiyum) atmosfer basıncında ısıtılır.
2. Ön ısıtma yapılan şarj, fırında 453°C gibi yüksek sıcaklığa kadar ısıtılır.
3. Parçalanmayı kontrol etmek amacıyla soğuk gaz oile soğutulur ve fraksiyonlu destilasyon kolonuna gönderilir.
4. Kolonda ısıl parçalama işlemi yapılır.
5. Parçalama işleminin sonucunda orta destilatlar yanında gaz yağı, nafta ve fuel oil elde edilir.
6. Fraksiyonlu kolonun tabanında biriken parçalanmış katran kalıntısı vakum yardımı ile sıyrıcıya çekilir ve destilat resaykıl edilir.



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen tanımlar ile kavramları eşleştiriniz.

- | | |
|--|----------------------|
| () 1. Viskozite azaltma işlemidir. | a) Katalist |
| () 2. Kimyasal reaksiyonu hızlandıran maddelerdir. | b) Katalitik kraking |
| () 3. Hidrokarbonların katalitik işlem gördüğü kısımdır. | c) Reaktör |
| () 4. Katalizör kullanılarak yapılan parçalama işlemidir. | ç) Rezidiyum |
| () 5. Ham petrolün siyah renkli dip ürünüdür. | d) Termal kraking |
| | e) Visbreaker |

13.3.5. Visbreaker Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Ünitede koklaştırma reaksiyonları sonucu az miktarda polinükleer aromatik hidrokarbonlar ile hidrojen sülfür ve karbonmonoksit gibi zararlı gazlarla temas ihtimali vardır. Atık su; yağ, amonyak, fenol ve sülfürler içerebilir. Sıcak kokun alınması esnasında buhar sızıntısı oluyorsa sıcak buhar ile temas edilebilir. Kimyasal maddeler ile çalışma, örnek alma, kontrol ve bakım ile ilgili proseste çalışan kişilere gerekli güvenlik eğitimleri mutlaka verilmelidir. Ayrıca personel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır (Görsel 13.7).



Görsel 13.7: Kimyasal madde koruyucu ekipmanı

Termal kreaking reaksiyonları sonucu 900°F'ın üzerindeki sıcaklıklarda kok oluşumu görülür. Fırın, dram, ısı değiştirici ve kolonun alçak kısımlarında korozyon meydana gelir. Aynı zamanda hidrojen sülfür korozyonu da oluşur. Sıcaklık değişiklikleri kok dramında bulunan tüplerin bozulmasına neden olur. Yüksek sıcaklıklar dramda kok oluşturur. Dramdaki kok çok zor çıkartılır. Sıcaklığın az olması durumunda da çamur hâlinde ürünler açığa çıkar. Fırın tüplerinde kok yığılmasını önlemek için su veya buhar enjeksiyonu yapılmalıdır. Herhangi bir patlama tehlikesini önlemek için koklaştırıcıdan su boşaltılmalıdır. Sıvı, gaz ve buharların ısıtıcı ile temas etmesi yangın tehlikesi oluşturabilir. Ayrıca koklaştırmada ürün ya da buhar sızıntılarından dolayı da yangın meydana gelebilir.



VİSBREAKER AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Akış şeması üzerinde visbreaker işlem basamaklarını yazmak.

Araç Gereç: Visbreaker akış şeması, kalem

Etkinliğin Yapılışı: Visbreaker akış şemasını inceleyiniz. Akış şeması üzerinde visbreaker işlem basamaklarını yazarak gösteriniz.

Değerlendirme: Visbreaker ünitesindeki araçların adlarını söyleyiniz ve ünitedeki işlemleri açıklayınız.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) FCC ünitesinde benzin elde edilir.
2. (.....) FCC ünitesinde termal kriting gerçekleşir.
3. (.....) Hydrocracker işleminde hidrokarbonlar hidrojen basıncında parçalanır.
4. (.....) Visbreaker, viskozite arttırma işleminin adıdır.
5. (.....) Hydrocracking prosesinde silika/alümina katalizörü kullanılır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

benzin	denitrifikasyon	desülfürizasyon
fuel oil	koklaştırma	kondenzasyon
nafta	yüksek	zeolit

6. Visbreaking prosesinde ve elde edilir.
7. Termal kriting yöntemlerinden biri de adını alır.
8. En önemli hidrojenasyon reaksiyonları ve olarak adlandırılır.
9. FCC ünitesinde katalizörü kullanılır.
10. FCC ünitesinde sıcaklık ve düşük basınçta katalist kullanılarak elde edilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. FCC, hydrocracker ve visbreaker ünitelerinde üretilen ürünleri ve ünitelerin kısımlarının adlarını tablo şeklinde gösteriniz. Ürünlerin hangi reaksiyonlar ile üretildiğini de tabloya yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Kok, katalistteki katı oluşumdur ve fırındaki boruların iç yüzeyinde oluşur. Kokun oluşması birçok faktöre bağlıdır. **Verilen ifadeye göre aşağıdakilerden hangisi kok oluşumuna etki eden faktörlerden biri değildir?**

- A) Aromatik yapılar
- B) Asfaltlenler
- C) Fırındaki koşullar
- D) Şarj özellikleri
- E) Ünite basıncı

13. **Ünite Adı** **Reaksiyonlar**

- I. FCC Termal kraking
 - II. Hydrocracker Katalitik kraking
 - III. Visbreaker.....Termal kraking
 - IV. Hydrocracker.....Hidrojenasyon
- Yukarıda petrol rafinerisindeki ünitelerde gerçekleşen reaksiyonlar verilmiştir.

Ünitelerde gerçekleşen reaksiyonlar ile ilgili verilen bilgilere göre aşağıdakilerden hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız IV
- C) I ve III
- D) II ve IV
- E) II, III ve IV

14. Hydrocracking reaksiyonları hidrojen ortamında gerçekleşir. Hydrocracker ünitesinin iki kısmı bulunur. Bu kısımlar çeşitli bölümlere ayrılmıştır. Hydrocracker ünitesinde nafta, gaz yağı ve jet yakıtı elde edilir.

Bu açıklamaya göre hydrocracking reaksiyonları ünitenin hangi kısmında gerçekleşir?

- A) Ayırma fırını
- B) Ayırma kolonu
- C) Eşanjör
- D) Reaktör
- E) Splitter kolonu

15. Rafinerinin en önemli bölümlerinden olan FCC ünitesinde katı hâldeki katalizör akışkan yataklı reaktör içinde sürekli akar. Hidrokarbonlar ünitelerde çeşitli reaksiyonlar sonucu parçalanarak kaynama noktası düşük olsa da değerli ürünlere dönüşür.

Bu açıklamaya göre aşağıdakilerden hangisi FCC ünitesinde üretilen bir üründür?

- A) Benzin
- B) Bitüm
- C) Gaz yağı
- D) LPG
- E) Vakum dip ürünü

14. ÖĞRENME BİRİMİ



NAFTA VE KEROSEN-MEROKS ÜNİTELERİ



KONULAR

- 14.1. NAFTA-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME
- 14.2. KEROSEN-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME

TEMEL KAVRAMLAR

- Hafif nafta
- Ağır nafta
- Merkaptan
- Meroks
- Meroks katalisti
- Kostik
- Aktif karbon
- Doktor testi
- Kerosen

NAFTA-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME

Hazırlık Çalışması

Sodyum hidroksitin (kostik) günlük yaşamda kullanıldığı yerlere örnek veriniz.

1. BÖLÜM

14.1. NAFTA-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME

Ham petrolün fraksiyonlu distilasyonu sonucu kerosen, gaz yağı, hafif ve ağır nafta elde edilir. Kaynama noktası 35°C-90°C sıcaklık aralığında hafif nafta ve 80°C-200°C sıcaklık aralığında ağır nafta oluşur. Nafta, koklaştırma ve kraking proseslerinden de elde edilir. Naftanın bileşimi petrol kaynağına ve elde edilen prosese göre değişir.

14.1.1. Nafta-Meroks Ünitesi ve Prensibi

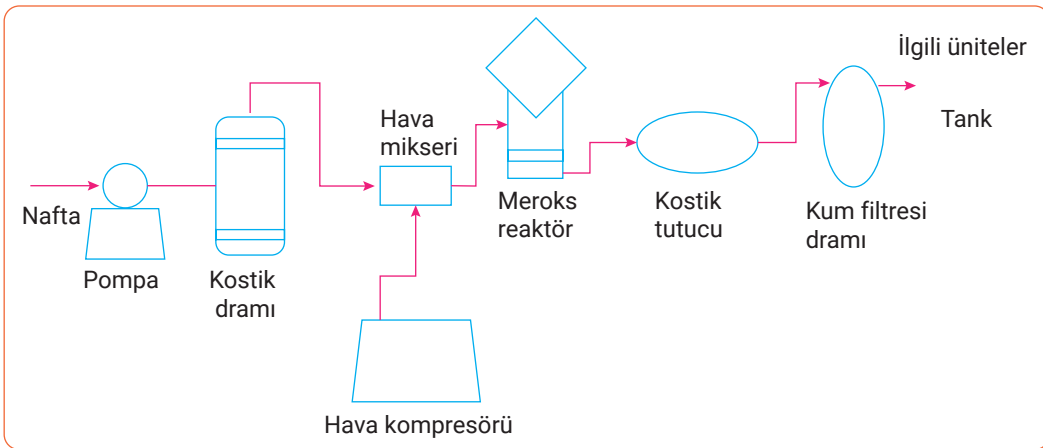
Nafta-meroks ünitesinde, ham petrolün distilasyonu ve kraking reaksiyonları sonucu oluşan naftanın içeriğindeki merkaptanlar (kükürt içeren hidrokarbonlar) giderilir. Merkaptanlar disülfürlere dönüştürülür. Bu üniteye ekstraksiyon (ayırma) ve tatlılaştırma işlemleri yapılır. Düşük kaynama noktası aralığındaki hidrokarbonlar için meroks ekstraksiyonu uygulanır. Yüksek kaynama noktası aralığındaki hidrokarbonlar için tatlılaştırma yapılır. Meroks ekstraksiyonu ve tatlılaştırma işlemleri, kaynama noktası 310°C-340°C olan petrol ürünlerine uygulanır.

14.1.2. Nafta-Meroks Ünitesi Akış Şeması

Nafta-meroks ünitesinde (Şema 14.1) aşağıdaki işlemler yapılır:

1. Nafta, pompa ile nafta/kostik ön yıkama kolonuna verilir.
2. Nafta, kolonda serbest hidrojen sülfürlerden kurtulur ve kolonun üst tarafından ayrılır.
3. Hava mikserinde kompresörden gelen yüksek basınçlı hava ile nafta karıştırılır.
4. Hava ile karışan nafta, reaktörün tepesinden içeri gönderilir.
5. Reaktörde tatlılaştırma işlemi yapılır. Prosesin genel kimyasal reaksiyonu şu şekildedir:

$$R-SH \text{ (merkaptan)} + 1/4 O_2 \rightarrow 1/2 RSSR + 1/2 H_2O$$
6. Meroks reaktörünün alt tarafından ayrılan nafta, kostik dramına gelir. Naftanın içindeki kostik ayrılır ve dramın üst tarafından çıkar.
7. Nafta, kostiklerden daha iyi temizlenmesi için kum filtresi dramına gider.
8. Kum filtresinde temizlenen nafta ilgili ünitelere veya tanklara gönderilir.



Şema 14.1: Naftameroks prosesi akış şeması

SIRA SİZDE

Tabloda verilen araçlardan nafta-meroks prosesinde kullanılanları işaretleyiniz.

Eşanjör	Fırın
Hava mikseri	Kolon
Pompa	Reaktör
Jeneratör	Hava kompresörü
Kostik dramı	Kum fitresi
Tank	Transmitter

NAFTA-MEROKS PROSESİ AKIŞ ŞEMASI

1. ETKİNLİK

Amaç: Nafta-meroks prosesi akış şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem.

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına nafta-meroks prosesini çiziniz. Prosesteki araçların isimlerini şema üzerine yazınız ve prosesi arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Nafta-meroks prosesindeki araçlar ve bunların görevleri nelerdir?

SIRA SİZDE

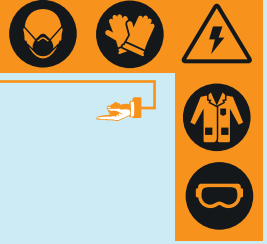
Aşağıda verilen tanımlarla kavramları eşleştiriniz.

() 1. Ham petrolün fraksiyonlu distilasyonunda kaynama noktası otuz beş santigrat derece ile doksan santigrat derece sıcaklık aralığında alınan sıvıdır.	a) Ayırma hunisi
() 2. Kükürt içeren hidrokarbonlara verilen isimdir.	b) Bitüm
() 3. Nafta-meroks ünitesinde tatlılaştırma işleminin yapıldığı yerdir.	c) Hafif nafta
() 4. Karışımlarda oluşan fazları birbirinden ayırmaya yarayan araçtır.	ç) Merkaptan
() 5. Nafta-meroks ünitesinde düşük kaynama noktası aralığındaki hidrokarbonları ayırmak için kullanılan yöntemdir.	d) Meroks ekstraksiyonu
	e) Reaktör



1. Laboratuvar Çalışması

SIVI KARIŞIMLARIN EKSTRAKSİYONU



Amaç

Aseton, hekzan ve su karışımının ekstraksiyonunu yapmak.

Araç Gereç

- Ayırma hunisi
- Cam huni
- Hekzan
- Saf su
- İki adet erlenmayer
- Cam baget
- Aseton
- Üç ayak destek çubuğu

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Ayırma hunisini üç ayak destek çubuğuna takınız.
- Huninin içine aseton, hekzan ve saf suyu dökünüz.
- Ayırma hunisindeki karışımı cam baget ile karıştırınız.
- Hunide oluşan fazları gözlemleyiniz.
- Ayırma hunisindeki alt fazı birinci erlenmayere, üst fazı ikinci erlenmayere koyunuz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Ayırma hunisini destek çubuğuna bağladı.		
3	Ayırma hunisine hekzan, aseton ve saf su döktü.		
4	Ayırma hunisindeki fazları erlenmayere koydu.		
5	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

14.1.3. Naftanın Fiziksel Özellikleri

Naftanın fiziksel özellikleri Tablo 14.1'de gösterilmiştir.

Tablo 14.1: Naftanın Fiziksel Özellikleri

Faz	Sıvı
Renk	Renksiz
Koku	Benzin kokusuna benzer.
Hâl	Uçucu
Yoğunluk	0,868 g/mL
Erime noktası	-63°C-43°C
Kaynama noktası	135°C-210°C
Parlama noktası	-21°C-60°C

Nafta, yanıcı bir kimyasal olduğu için kıvılcımlardan uzak tutulmalı ve serin yerde depolanmalıdır. Nafta doğada parçalanmaz.

14.1.4. Nafta-Meroks Prosesinde Kullanılan Kimyasallar

Proseste kullanılan kimyasal maddeler; meroks katalisti, aktif karbon, kostik, asetik asit, dikloretan, amonyak, MEA (MonoEtanolAmin), dimetildisülfid ve sodyum karbonattır. Proseste en çok kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri şunlardır:

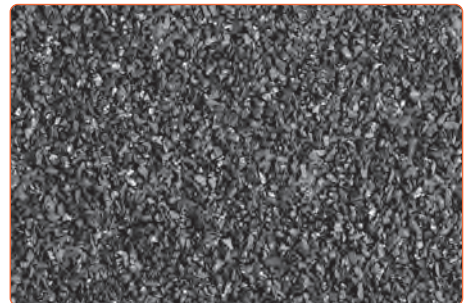
Meroks Katalisti: Koyu mavi renkli ve kokusuz bir sıvıdır. Donma noktası 0°C ve yoğunluğu 1,16 g/cm³ tür.

Kostik (Sodyum hidroksit): Beyaz renkli bir maddedir (Görsel 14.1). Nem çekici özelliğe sahiptir. Kostik NaOH formülü ile gösterilir. Erime noktası 318°C, kaynama noktası 1390°C ve yoğunluğu 2,1 g/cm³ tür. Kostik endüstride sabun, boya, kâğıt, deterjan üretiminde ve petrol rafinerilerinde kullanılır.



Görsel 14.1: Sodyum hidroksit (kostik)

Aktif Karbon: Siyah renkli ince toz hâlinde organik bir maddedir (Görsel 14.2). Aktif karbon, karbon elementinin bir allotropudur. Eriyiklerde renk ve kokuya neden olan bileşikler tutma özelliğine sahiptir. Odun, kömür ve Hindistan cevizinin çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir.



Görsel 14.2: Aktif karbon

14.1.5. Nafta-Meroks Ünitesinde Kükürt Giderme İşlemleri

Nafta-meroks ünitesinde kükürt giderme işlemleri şu şekildedir.

1. Ekipmanlar devreye alınır.
2. Nafta, reaktörde hava ile reaksiyona girer.
3. Merokslu kostik miktarı ayarlanır.
4. Meroks katalisti ilave edilir.
5. Reaksiyon için gerekli olan hava oranı ayarlanır.
6. Kostiğin kalitesi kontrol edilir.
7. Fazla hava çıkarılır.
8. Numuneye doktor testi yapılarak ürünün özellikleri kontrol edilir.
9. Sistemin istenilen basınç ve sıcaklıkta kalması sağlanır.
10. Aktif karbonlar değiştirilerek reaktör tekrar etkinleştirilir.

14.1.6. Doktor Testi ve Yapılışı

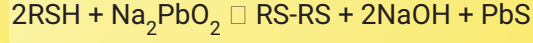
Aktif kükürt türlerinin belirlendiği teste **doktor testi** denir (Görsel 14.3). Doktor testinin amacı, karışımdaki kükürt türlerini ve miktarlarını tespit etmektir. Bunun için öncelikle doktor çözeltisi hazırlanır. Doktor çözeltisi için 125 g NaOH (kostik) ve 25 g PbO (kurşun oksit) saf suda çözülerek bir litreye tamamlanır. Daha sonra karıştırılır ve süzülür. Doktor testi işlemleri şu şekildedir:



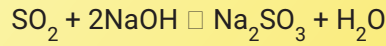
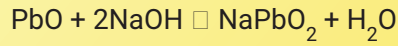
Görsel 14.3: Doktor testi

1. Deney tüpüne 10 ml numune ve 5 ml doktor çözeltisi konur.
2. Karışım 15 sn hızlıca çalkalanır.
3. Spatül ile bir fiske kükürt karışıma ilave edilir.
4. Tekrar 15 sn çalkalanır ve iki dakika dinlendirilir.
5. Kükürdün renginde bir değişiklik yoksa test sonucu negatif, renk değişimi varsa sonuç pozitif olarak belirlenir.

Kullanılmış ve kirlenmiş doktor çözeltisi rejenere (yenileme) edilerek yeniden kullanılabilir. Çözeltide bulunan çökelti hâlindeki kurşun sülfür, havadaki oksijenin yardımı ile kurşun okside dönüştürülür. Böylece doktor çözeltisi aktif hâle getirilir. Doktor çözeltisi ile yapılan işlemlerde şu reaksiyon gerçekleşir:



Reaksiyonda oluşan organik sülfür çözünerek ortamdan uzaklaşır. Sodyum hidroksit (NaOH) ve kurşun sülfür (PbS) ise üründen ayrılır. Ayrılan karışımda kurşun sülfür, kurşun oksite dönüştürülerek ortamdaki sodyum hidroksitte çözünmesi sağlanır. Oluşan reaksiyonlar şu şekildedir:



Sodyum sülfid (Na_2SO_3) tuzları kurşun oksitin bir kısmını bağlar. Tuzların oranı 10-15 libre/varil arttığında doktor çözeltisi artık kullanılamaz. Doktor çözeltisine her rejenerasyonda mutlaka laboratuvar testi yapılmalıdır. Çözeltiye ilave edilecek su ve kurşun oksit (PbO) miktarı belirlenmelidir.



NAFTA-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRT GİDERME 2. ETKİNLİK

Amaç: Nafta-meroks ünitesinde kükürt giderme işlemlerini yapmak.

Araç Gereç:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Pompa | <input type="checkbox"/> Meroks katalisti |
| <input type="checkbox"/> Reaktör | <input type="checkbox"/> Basınç ölçer |
| <input type="checkbox"/> Hava kompresörü | <input type="checkbox"/> Sıcaklık ölçer |
| <input type="checkbox"/> Aktif karbon | <input type="checkbox"/> Numune |
| <input type="checkbox"/> Kostik | |

Etkinliğin Yapılışı: Nafta-meroks prosesinin akış şemasını çiziniz ve ekipmanları devreye alınız. Kükürt giderme işlem basamaklarını uygulayınız.

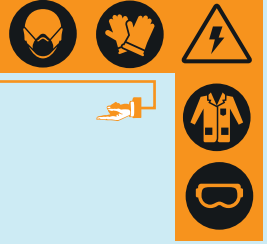
Değerlendirme: Nafta-meroks prosesinde kükürt giderme işlemleri nelerdir?

14.1.7. Nafta-Meroks Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Nafta-meroks kapalı bir proses olduğundan kimyasal maddelerle temas ihtimali azdır. Fakat sızıntılar sonucu hidrojen sülfür ve benzenle temas etmek tehlike oluşturur. Ayrıca katalizör rejenerasyonunda (yenilenme) hidrojen sülfür ve karbonmonoksit gibi tehlikeli gazlar açığa çıkar. Proseste çalışan personel koruyucu ekipmanlar kullanmalı ve personele gerekli güvenlik eğitimleri verilmelidir.



2. Laboratuvar Çalışması



PASLANMA VE SERBEST KÜKÜRT TAYİNİ

Amaç

Merkapta serbest kükürdü tayin etmek.

Araç Gereç

- Deney tüpü
- Doktor çözeltisi
- Merkaptan numunesi
- Saat
- Merkaptan çözeltisi

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Deney tüpüne 30 cc numune, 20 cc merkaptan çözeltisi ve 10 cc doktor çözeltisi koyunuz.
- Deney tüpündeki karışımı 15 sn hızlıca çalkalayınız.
- Numunedeki renk değişimlerini arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Serbest kükürdün miktarını saate bakarak numune renginin zamanla değişimine göre tespit ediniz.
- Gözlemlerinizi not ediniz.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

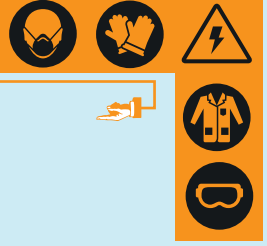
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Deney tüpüne 30 cc numune, 20 cc merkaptan çözeltisi ve 10 cc doktor çözeltisi koydu.		
3	Deney tüpündeki karışımı 15 sn hızlıca çalkaladı.		
4	Numunedeki renk değişimlerini tespit etti.		
5	Otuz dakikalık sürede numune renginin değişiminden serbest kükürt miktarını belirledi.		
6	Serbest kükürt miktarını not etti.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.



3. Laboratuvar Çalışması

SÜLFÜR (S^{2-}) ANYONUNU TESPİT ETMEK



Amaç

Çözeltide sülfür anyonunu tespit etmek.

Araç Gereç

- Katı kadmiyum sülfür
- Hidroklorik asit
- $Pb(CH_3COO)_2$ çözeltisi
- Sıcak su
- Deney tüpü
- Süzgeç kâğıdı

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Katı hâldeki kadmiyum sülfürü iki defa sıcak su ile yıkayınız.
- Yıkanan kadmiyum sülfürü deney tüpüne koyunuz.
- Deney tüpüne üç molar hidroklorik asit çözeltisi ekleyiniz.
- Deney tüpünün ağız kısmını $Pb(CH_3COO)_2$ çözeltisiyle ıslatılmış süzgeç kâğıdı ile kapatınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Katı hâldeki kadmiyum sülfürü iki defa sıcak su ile yıkadı.		
3	Yıkanan kadmiyum sülfürü deney tüpüne koydu.		
4	Deney tüpüne üç molar hidroklorik asit çözeltisi ekledi.		
5	Deney tüpünün ağız kısmı kurşun asetat çözeltisi ile ıslatılmış süzgeç kâğıdı ile kapattı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

KEROSEN-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME

Hazırlık Çalışması

Karayolu taşıtlarında kullanılan benzin uçaklarda kullanılabilir mi?

Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. BÖLÜM

14.2. KEROSEN-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRDÜ GİDERME

Kerosen, renksiz ve hafif kokulu bir üründür. Kerosenin diğer adı gaz yağıdır. C_6-C_{16} arasındaki hidrokarbonlar ile alkil benzen ve naftalin gibi aromatik maddelerin karışımından oluşur. Kerosenin donma noktası $-49^{\circ}C$ 'dir. $-30^{\circ}C$ 'ye kadar akışkanlığını kaybetmez. Kerosen, ham petrolün atmosferik basınç distilasyonu ile $150^{\circ}C-270^{\circ}C$ sıcaklık aralığında kolondan ayrılarak elde edilir. Aynı zamanda kerosen kriting prosesinin yan ürünüdür. Naftadan daha ağır bir sıvıdır. Kerosen, uçaklarda (Görsel 14.4) JET-A1 yakıtı ve bazı araçlarda motor yakıtı (Görsel 14.5) olarak kullanılır. Kerosen benzinden daha kalındır. Ayrıca yanıcılığı benzinden fazladır. Bu nedenle benzinin oktan sayısını arttırmak için kerosenden yararlanılır. Kerosen; bilim ve endüstri alanlarında, sanayide pasın temizlenmesinde ve Japon sobalarında yakıt olarak kullanılır.



Görsel 14.4: Uçaklar



Görsel 14.5: Motor yağı

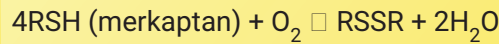


ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Kerosenin özelliklerini, nasıl üretildiğini ve nerelerde kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

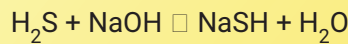
14.2.1. Kerosen- Meroks Ünitesi ve Prensibi

Meroks, merkaptan oksidasyonunun kısaltmasıdır. **Meroks**, jet yakıtının veya kerosenin merkaptanlarının çıkarılması için yapılan bir işlemdir. Jet yakıtı merkaptan oksidasyon prosesi ile üretilir. Kerosen temizleme ünitesinde merkaptanlar, hava ve kostik bulunan ortamda oksitlenir ve disülfid kükürlere dönüşür. Ünitedeki reaksiyon $40^{\circ}C$ sıcaklıkta gerçekleşir. Kerosen-meroks ünitesindeki oksidasyon reaksiyonu şu şekildedir:



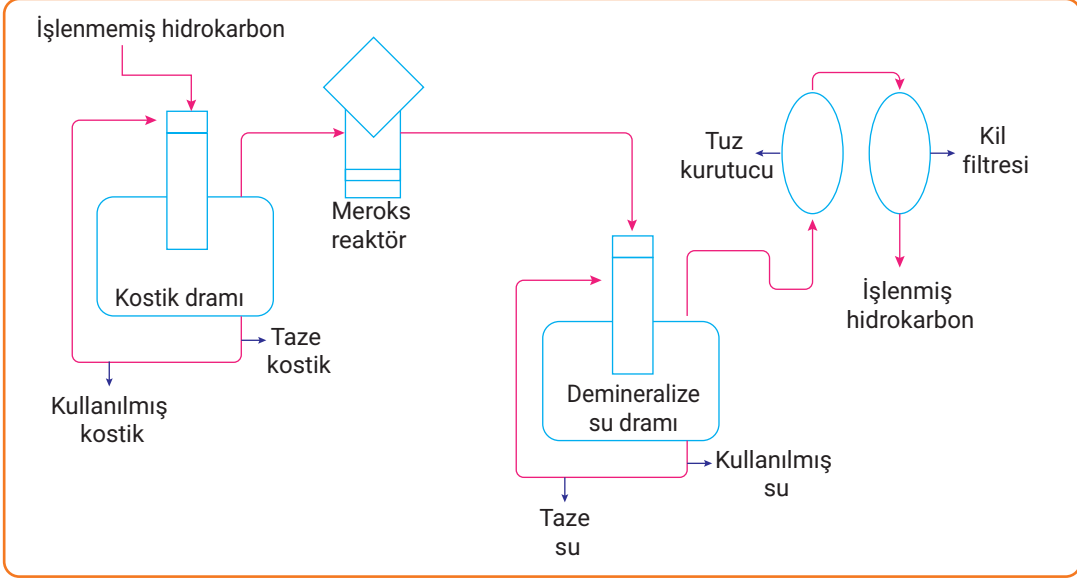
Kerosen-meroks prosesinin (Şema 14.2) prensibi şu şekildedir:

- Ham petrolün distilasyonu ile üretilen kerosenin naftenik asitleri NaOH ile reaksiyona girer.



KEROSEN-MEROKS

- Kerosenin yapısındaki merkaptan kükürtleri reaktörde disüflitlere dönüştürülür.
- Kerosen dramda demineralize (minerallerin giderilmesi işlemi) su ile yıkanır.
- Kerosenin içinde kalan su, tuz kurutucularda tutulur.
- Kerosen, kil filtresinde jet A ürün türlerine uygun hâle gelir.



Şema 14.2: Kerosen-meroks ünitesi akış şeması

KEROSEN-MEROKS PROSESİ AKIŞ ŞEMASI

3. ETKİNLİK

Amaç: Kerosen-meroks ünitesi akış şemasını çizmek.

Araç Gereç: A4 kâğıdı, kalem

Etkinliğin Yapılışı: A4 kâğıdına kerosen-meroks prosesini çizin. Prosesteki araçların isimlerini şemaya yazınız ve süreci arkadaşlarınıza açıklayınız.

Değerlendirme: Kerosen-meroks prosesindeki araçlar ve bunları görevleri nelerdir?

BİLGİ KUTUSU

Uçaklar neden yakıt olarak kerosen kullanır?

Uçak yakıtı JET A ve JET B olarak iki türdür. Yolcu uçaklarında JET A kullanılır. Uçuş esnasında sıcaklık -40°C 'nin altına düşebilir. Bu sıcaklıkta benzin donduğu için uçaklarda benzin kullanılmaz. Kerosen, benzine göre daha düşük donma noktasına sahiptir. Düşük sıcaklıklarda akışkanlığını kaybetmediği için uçaklarda yakıt olarak kerosen kullanılır.

14.2.2. Kerosen-Meroks Ünitesinde Kükürt Giderme İşlemleri

Kerosen-meroks ünitesinde kükürt giderme işlemleri şu şekildedir:

1. Ekipmanlar devreye alınır.
2. Kerosen reaktörde hava ile reaksiyona girer.
3. Merokslu kostik miktarı ayarlanır.
4. Meroks katalisti ilave edilir.
5. Reaksiyon için gerekli olan hava oranı ayarlanır.
6. Kostığın kalitesi kontrol edilir ve gerektiğinde sisteme kostik eklenir.
7. Numuneye doktor testi yapılır.
8. Sistemin basınç ve sıcaklık değerleri kontrol edilir.
9. Kerosen, kil filtresinde kontrol edilir.
10. Aktif karbonlar değiştirilerek reaktör tekrar etkinleştirilir.
11. Kerosen, kalsiyum klorür su tutucularından geçirilir.



KEROSEN-MEROKS ÜNİTESİNDE KÜKÜRT GİDERME 4. ETKİNLİK

Amaç: Kerosen-meroks ünitesinde kükürt giderme işlemlerini yapmak.

Araç Gereç:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Meroks katalisti | <input type="checkbox"/> Kompresör |
| <input type="checkbox"/> Reaktör | <input type="checkbox"/> Sıcaklık ölçer |
| <input type="checkbox"/> Kil filtresi | <input type="checkbox"/> Basınç ölçer |
| <input type="checkbox"/> Kostik | <input type="checkbox"/> Numune |

Etkinliğin Yapılışı: Kerosen-meroks prosesinin akış şemasını çiziniz ve ekipmanları devreye alınız. Kükürt giderme işlem basamaklarını uygulayınız.

Değerlendirme: Kerosen-meroks prosesinde kükürt giderme işlemleri ile ilgili rapor yazınız.

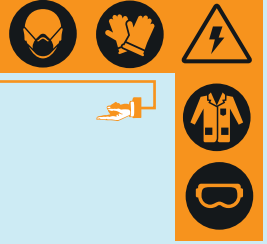
14.2.3. Kerosen-Meroks Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Kerosen-meroks ünitesinde araç gereç ve donanımlar kontrol edilerek üretime hazırlanmalıdır. Ünite de kimyasal maddelerle çalışma kurallarına uyulmalıdır. Numune alma ve numune yi kontrol etme işlemlerinde, katalizörün değiştirilmesi veya yenilenmesinde gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Prosese yüklenirken katalizörün kırılmaması ve parçalanmamasına dikkat edilmelidir. Oluşabilecek gaz ve hidrojen sızıntılarına karşı tedbirli olunmalıdır. Çalışan personel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Tehlikelere karşı alınacak önlemler önceden belirlenmelidir. Proseste çalışan personel güvenlik kuralları ve alınması gereken tedbirler konusunda bilgilendirilmelidir.



4. Laboratuvar Çalışması

SÜLFİT (SO₃)⁻² ANYONUNU TESPİT ETMEK



Amaç

Santrifüjleme yöntemi ile sülfid anyonunu tespit etmek.

Araç Gereç

- Derişik hidroklorik asit
- Katı CaSO₃
- Ba(CH₃COO)₂ çözeltisi
- Deney tüpü
- Santrifüj aleti
- H₂O₂ çözeltisi
- Damlalık

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Deney tüpüne katı hâldeki CaSO₃ 'ten 10 g koyunuz.
- Karışıma damlalık yardımıyla iki damla derişik hidroklorik asit ve beş damla Ba(CH₃COO)₂ çözeltisi ekleyiniz.
- Karışımı santrifüj aletine (karışımı çökeltme prensibi ile ayıran alet) koyunuz ve santrifüjleme yapınız.
- Deney tüpünde oluşan çökelek ve çözeltiyi ayırınız.
- Çözeltinin üzerine beş damla % 3'lük H₂O₂ ekleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Deney tüpüne katı hâldeki CaCO ₃ koydu.		
3	CaCO ₃ üzerine damlalık ile iki damla derişik hidroklorik asit ve beş damla Ba (CH ₃ COO) ₂ çözeltisi ekledi.		
4	Karışıma santrifüjleme yaptı.		
5	Deney tüpünde oluşan çökelek ve çözeltiyi ayırdı.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Kerosen ünitesinde merkaptanlar, hava ve kostik kullanılarak disülfid kükürtlere dönüştürülür.
2. (.....) Kerosenin diğer adı glikoldür.
3. (.....) Nafta-meroks ünitesinde reaktörde tatlılaştırma işlemi yapılır.
4. (.....) Nafta sıcak yerde depolanır.
5. (.....) Kostik N_2O formülü ile gösterilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

karbon	kerosen	
kil filtresinde	kükürt	nafta
reaktör	uçucu	yanıcı

6. Aktif karbon elementinin allotropudur.
7. Nafta ve bir sıvıdır.
8. Kerosen-meroks prosesinde kullanılır.
9. Ham petrolün atmosferik distilasyonu ile $150^{\circ}C-270^{\circ}C$ sıcaklık aralığında elde edilir.
10. Merkaptanlar içeren hidrokarbonlardır.
11. Kerosen JET A ürün türlerine uygun hâle gelir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

12. Ham petrolün distilasyonu ile elde edilen nafta ile kerosen, nafta ve kerosen meroks proseslerinde hangi işlemlerden geçilir? Bu işlemlerin uygulanmasının nedenlerini açıklayarak yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

13.

- I. Reaktör
- II. Jeneratör
- III. Kompresör
- IV. Kostik dramı
- V. Fırın

Yukarıda verilen araçlardan hangileri nafta-meroks prosesinde kullanılmaz?

- A) Yalnız II
- B) Yalnız V
- C) II ve V
- D) I, III ve IV
- E) I, II ve IV

14. Aşağıda verilen maddelerden hangisi nafta-meroks prosesinde kullanılan kimyasal maddelerden değildir?

- A) Meroks katalisti
- B) Kostik
- C) Sülfürik asit
- D) Aktif karbon
- E) Sodyum karbonat

15.

- I. Nafta, kostik kolonunda serbest hidrojen sülfürlerden kurtulur.
- II. Reaktörde tatlılaştırma işlemi yapılır.
- III. Kostik dramında naftanın içindeki kostik ayrılır.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

16. Renksiz ve hafif kokulu bir maddedir. Diğer adı gaz yağıdır. -30°C 'ye kadar akışkanlığını kaybetmez. Sanayide pasın temizlenmesinde ve uçaklarda yakıt olarak kullanılır.

Yukarıda özellikleri verilen madde aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Bitüm
- B) Karbon
- C) Kerosen
- D) Kostik
- E) Nafta

15. ÖĞRENME BİRİMİ



NAFTA-UNİFİNER- REFORMER VE CCR ÜNİTELERİ



KONULAR

- 15.1. NAFTA-UNİFİNER ÜNİTESİ
- 15.2. CCR ÜNİTESİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Unifiner ünitesi
- Solvent ekstraksiyon
- Katalitik reforming
- Platforming
- CCR ünitesi
- Rejenerasyon
- Katalizör
- Kataliz

NAFTA-UNİFİNER ÜNİTESİ



Hazırlık Çalışması

Araçlarda yüksek oktanlı benzin kullanılmasının avantajı ne olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınıza paylaşınız.

1. BÖLÜM

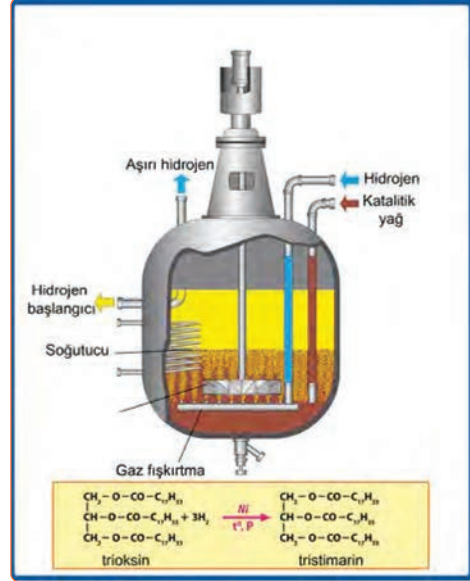
15.1. NAFTA-UNİFİNER ÜNİTESİ

Ham petrolün damıtılması sonucu distilasyon kolonundan sırayla yakıt gazı, LPG, hafif nafta, ağır nafta, kerosen, hafif dizel ve atmosferik dip ürünleri elde edilir. Ürünler ısı değiştiricilerde ve hava soğutucularda soğutulur. Tanklara veya ilgili ünitelere işlenmek için gönderilir. Nafta, ham petrolün atmosferik distilasyonu ile 30°C-170°C sıcaklık aralığında elde edilen renksiz, uçucu ve yanıcı özelliklerde hidrokarbon karışımından oluşan bir sıvıdır.

15.1.1. Nafta-Unifiner-Reformer Ünitesi

Nafta, ham benzin olarak bilinir ve oktan sayısı düşüktür. Yüksek oktanlı benzin elde etmek için naftanın içindeki istenmeyen maddelerin arındırılması gerekir. Bunun için naftaya katalitik hidrojenleme yöntemi uygulanır (Görsel 15.1). Naftanın ilk işlendiği üniteye **nafta hidrojenleme ünitesi** veya **unifiner ünitesi** adı verilir.

Unifiner ünitesinin amacı, ağır naftanın içindeki kükürt, oksijen, azot ve metal-organik maddeleri ayırmak ve olefinleri doymaktır. Ağır naftada bulunan bu maddeler, yüksek basınç ve sıcaklıkta bol hidrojenli gaz ortamında sabit yataklı reaktörde temizlenir. Çünkü kükürt, oksijen ve azot kataliz işlemi için zararlıdır. Ünite basıncı 21 kg/cm², sıcaklık aralığı 230-340°C'dir. Unifiner ünitesinde temizlenen nafta, reformer ünitesine gönderilir.



Görsel 15.1: Hidrojenleme prosesi

15.1.2. Prosesin Çalışma Prensipleri ve Yardımcı Üniteler

Proseste ünite donanımları; reaktör ön ısıtma fırını, reaktör, ürün ayırıştırma tankı, buhar sıyrıcısı ve ısı aktarıcılardır. Prosesin çalışma prensibi şu şekildedir:

1. Nafta şarjı hidrojen bakımından zengin gaz karışımı ile birleşir ve ön ısıtıcıda ısıtılır.
2. Ön ısıtıcıda ısıtılan karışım silindirik şeklindeki fırına girer.
3. Nafta fırında reaktör giriş sıcaklığı olan 280°C'ye kadar ısıtılır.
4. Fırından buhar fazında çıkan karışım sabit yataklı reaktöre girer.
5. Naftanın içindeki kükürt, azot ve oksijen; H₂S, NH₃ ve H₂O maddelerine dönüşür.
6. Reaktörden 330°C-370°C sıcaklık aralığında ayrılan ürün eşanjörde soğutulur ve yüksek basınçlı seperatöre gelir.
7. Sıyrıcı kolonunda H₂S, NH₃, H₂O ve hafif hidrokarbonlar sıyrılır.
8. Kolondan ayrılan dip ürün reformer ünitesine gönderilir.

Nafta-unifiner-reformer prosesindeki yardımcı üniteler şunlardır:

İzomerizasyon Ünitesi

İzomerizasyon ünitesinde LSRN'nin (hafif nafta) oktan sayısı artırılır. Hidrokarbon zincirleri, hidrojen ortamında ve kataliz kullanılarak yüksek oktanlı izomerlerine dönüştürülür. Böylece naftanın oktan sayısı artırılmış olur. Benzinin oktan sayısı artırıldığında kurşun tetra etil kullanımı azalır. Kurşunsuz benzin üretimi izomerizasyon ünitesinde gerçekleşir. Bu üniteye $AlCl_3$ veya platin katalizörleri kullanılır.

İzomerizasyon ünitesine şarj olarak LSRN ile hidrojenleme ünitesinden elde edilen hafif nafta verilir. Ünitenin ana ürünü %1,4 C ve ağırlıkça 1 ppm kükürt bulunan oktan sayısı 86 olan bir üründür. İzomerizasyon iki kısımdan oluşur. Birinci kısım LSRN'nin içindeki kükürdün giderildiği kısımdır. İkinci kısım kükürdün arındırılmış şarjın içindeki hidrokarbon izomerlerine dönüştürüldüğü izomerizasyon kısmıdır.

Benzin Değerlendirme (Reformer) Ünitesi

Bu üniteye temizlenmiş olan HSRN (ağır nafta), yüksek basınç ve sıcaklıkta hidrojen ortamında kataliz yardımıyla aromatize edilir ve parçalanır. Böylece yüksek oktanlı benzin, jet yakıtı ve LPG elde edilir. Üniteye benzinin oktan sayısı 35-40'tan 80-90'a kadar artabilir. Reformer ünitesinde ön ısıtma fırını, reaktör, ürün ayrıştırma tankı, absorber, sıyırma kolonları ve debütanizer (bütan ayırma) kolonları bulunur.

Temiz nafta üniteye şarj edilir. Şarj fırınında $500^{\circ}C$ sıcaklığa kadar ısıtılır ve reaktöre girer. Nafta reaktörde yüksek oktan sayılı hidrokarbon moleküllerine dönüşür. Üniteye üç ya da dört reaktör yan yana bulunur. Ünite şarjı, bir reaktörden diğer reaktöre geçerken soğuduğu için ara fırında reaksiyon sıcaklığına yükseltilir. Reaktörlerden ayrılan ürün soğutulur ve yoğunlaştırılır. Böylece yüksek oranda hidrojen çıkar. Reformer ünitesinde (Görsel 15.2) petrol rafinerisinin pek çok ünitesinde ihtiyaç duyulan saf hidrojen gazı



Görsel 15.2: Rafineride reformer ünitesi

üretir. Gaz ve LPG, bileşenlerinden ayrıştırılmak için debütanizer kolonuna gönderilir. Üretilen LPG tanklara ve rafineri yakıt sistemine, yüksek oktanlı benzin ise rafineri tanklarına gönderilir.

Benzen Giderme Ünitesi

Bu üniteye, reformer ünitesinde üretilen yüksek oktanlı benzinin içindeki benzen hidrojenlenir ve sikloheksana dönüştürülür. Böylece benzen oranı azaltılır. Hidrojen tüketimi, ürünün oktan ve C_{5+} kaybı çok azdır.



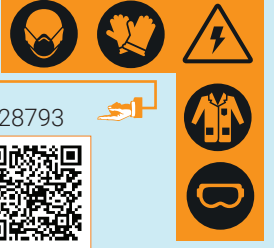
BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Benzinin içinde ham petrolün özelliğine göre 120'den fazla hidrokarbon bulunur.



1. Laboratuvar Çalışması

UÇAN BALON



28793



Amaç

Asit ve metal kullanarak hidrojen gazı elde etmek.

Araç Gereç

- Hidroklorik asit (HCl)
- Balon joje
- Alüminyum parçaları
- Balon

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Balon joje içine hidroklorik asit (HCl) dökünüz.
- Hidroklorik asit üzerine alüminyum parçaları atınız.
- Balon joje içindeki gaz çıkışını gözlemleyiniz.
- Balon jolenin uç kısmına balon geçiriniz.
- Balonun gaz çıkışı etkisiyle şişmesini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EYET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Balon joje içine HCl döktü.		
3	HCl üzerine alüminyum parçaları attı.		
4	Balon jolenin uç kısmına balon geçirdi.		
5	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

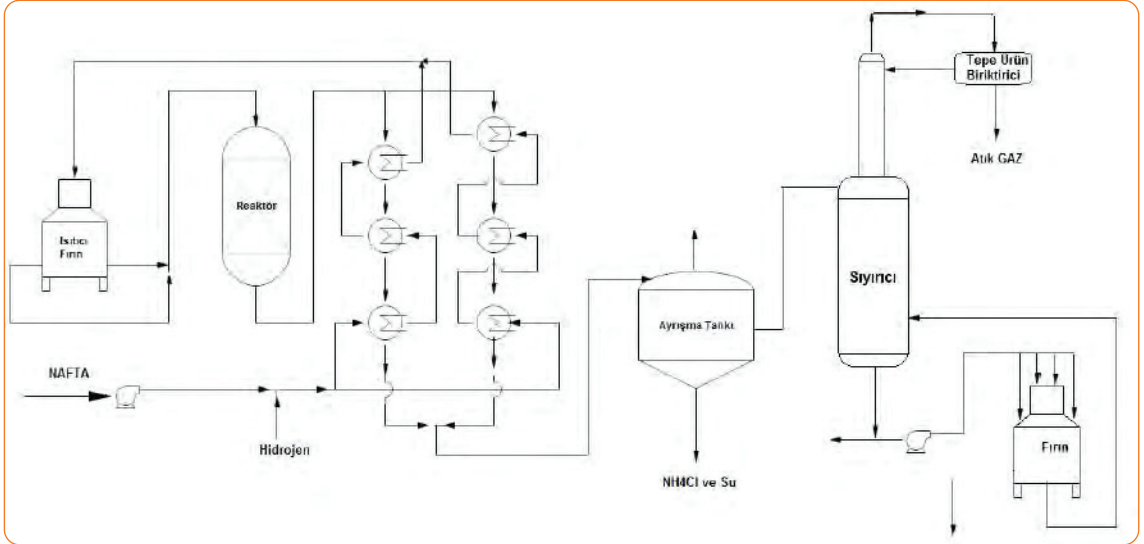
SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen kavramları okuyunuz. Benzin değerlendirme (reformer) ünitesinde kullanılanları işaretleyiniz.

- | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Absorber | <input type="checkbox"/> | Kataliz |
| <input type="checkbox"/> | Adaptör | <input type="checkbox"/> | Kompresör |
| <input type="checkbox"/> | Aspiratör | <input type="checkbox"/> | Ön ısıtma fırını |
| <input type="checkbox"/> | Debütanizer kolonu | <input type="checkbox"/> | Reaktör |
| <input type="checkbox"/> | Eşanjör | <input type="checkbox"/> | Sıyırma kolonu |
| <input type="checkbox"/> | Jeneratör | <input type="checkbox"/> | Ürün ayrıştırma tankı |

15.1.3. Nafta-Unifiner Prosesi Akış Şeması

Nafta şarjı, H_2 gazı ile karıştırılır ve reaktör eşanjörlerine gönderilir. Şarj, fırında $280^\circ C$ 'ye ısıtılır. Fırından ayrılan buhar hâlindeki şarj reaktöre girer. Reaktörde katalist ile reaksiyona girer. Reaktörden $330-370^\circ C$ 'de ayrılan ürün, eşanjörlerde soğutulur ve yüksek basınçlı olan seperatöre (sıyırıcı) gelir (Şema 15.1). Sıvı fazdaki C_3 ve C_4 'leri geri kazanmak için buhar distilatı ile karıştırılır. Karışım $38^\circ C$ 'ye kadar soğutulur ve orta basınçlı seperatöre gönderilir. Buhar hâlindeki gaz sıvı hâlindeki gazdan ayrılır. Ayrılan buhar gazı amin-gaz ve LPG ünitesine gönderilir. Sıvı gaz $151^\circ C-155^\circ C$ sıcaklık aralığına kadar ısıtılır. Kısmen buharlaşan ürün stripper kolonuna gelir. Kolonun tepesinden H_2S , H_2 ve C_1-C_5 aralığındaki hidrokarbonları içeren hafif ürün alınır. Hafif ürün soğutucuda sıcaklığı $38^\circ C$ 'ye düşürülür ve tepe reflüks dramına gelir. Böylece gaz ve sıvı fazlar ayrılmış olur.



Şema 15.1: Nafta-unifiner prosesi akış şeması

15.1.4. Nafta-Unifiner Ünitesinde Gerçekleşen Prosesler

Nafta-unifiner ünitesinde gerçekleşen prosesler; platforming, katalitik reforming, solvent ekstraksiyon ve distilasyondur.

Platforming Prosesi: Ham madde olan naftanın hazırlandığı prosestir. Naftanın içindeki kürt, oksijen ve azot uzaklaştırılır, hidrojen gazı ile karıştırılır ve buharlaştırılır. Daha sonra fırına gönderilir ve platin katalizörü kullanılarak sabit yataklı reaktörden geçirilir. Reaktörden çıkan karışım soğutulur ve seperatöre gönderilir. Seperatörün tepesinden hidrojen zengin gaz alınır ve resaykıla verilir. Sıvı ürün ise fraksiyon kolonundan ayrılır.

Katalitik Reforming Prosesi: Naftadan $C_6 - C_8$ aromatik hidrokarbonların üretildiği prosestir. Naftanın yapısında bulunan naften ve parafin hidrokarbonlar aromatik hidrokarbonlara dönüşür. Nafta, hidrojenle reaksiyona girerek yapısındaki sülfür ve nitrojenli bileşiklerden arınır. Çift bağlı bileşikler ve doymuş alkanlara dönüştürülür. Benzen kararlı yapısı nedeniyle hidrojenlenmez. Karışım, $500^{\circ}C-525^{\circ}C$ sıcaklık ve 8-50 atmosfer basıncında platin katalizörü bulunan reaktöre hidrojen gazı verilerek gönderilir. Katalizör rejenere (yenileme) edilir ve tekrar reaktöre döndürülür. Hidrojen gazı da reaktöre döner. Reaktörden çıkan reformata, solvent ekstraksiyonu ve distilasyon prosesleri uygulanır.

Solvent Ekstraksiyon Prosesi: Karışımdaki hidrokarbonlardan aromatik bileşiklerin çekildiği bir prosestir. Ekstraksiyonda dietilen glikol ve tetra etilen glikol gibi aromatik bileşikleri seçici bir solvent kullanılır. Solventin kaynama noktasının yüksek olması gerekir. Reformat, solvent ekstraksiyon ünitesine verilir ve solventle ekstrat edilir. Aromatikler (benzen ve toluen) ektrat fazına çekilerek ayırma kolonlarına gönderilir. Fraksiyonlama kolonlarında, benzen ve toluen kolonundan saf benzen ve toluen elde edilir. Toluen kolonunun alt kısmından C_8 ürünleri alınır ve ksilen kazanım ünitesine gönderilir. Solvent ekstraksiyon ünitesinin üst kısmından ayrılan ürün etilen üretiminde ham madde olarak kullanılır veya rafine edilerek benzine karıştırılır.

Distilasyon Prosesi: Distilasyon prosesinde; benzeni, tolueni ve karışık ksilenleri ayıran üç kolon vardır. Toluen benzene dönüştürülür veya toluen olarak kullanılır. Karışık ksilenlerde etil benzen vardır. Bu ürünler gerekli ünitelere gönderilir. Ksilenler kolonunun alt kısmından C_9 ve daha ağır aromatik bileşikler alınarak diğer distillatlara karıştırılır.

15.1.5. Nafta-Unifiner Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Nafta-unifiner kapalı bir prosestir. Kimyasal maddelerle doğrudan temas etme ihtimali azdır. Fakat prosesteki delinmeler ve sızıntılar sonucu hidrojen sülfür ve benzen ile temas etmek tehlikeler oluşturur. Proseste çalışan personel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır (Görsel 15.3). Katalizörün değiştirilmesi veya rejenere edilmesi sırasında toz oluşumuna karşı önceden gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Ayrıca demir tuzları ve amonyum klorür oluşumu sebebiyle stabilizörün bozulduğu yerler su ile yıkanmalıdır. Çalışan personele, kimyasal maddeler ve katalizör ile çalışma kuralları ile ilgili eğitimler verilmelidir.



Görsel 15.3: Koruyucu ekipmanlar

CCR ÜNİTESİ

Hazırlık Çalışması

Reaksiyonlarda sizce katalizör kullanmak gerekli mi?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. BÖLÜM

15.2. CCR ÜNİTESİ

CCR ünitesi, sürekli katalizör rejenerasyon ünitesidir. **Rejenerasyon**, yenileme demektir. CCR ünitesinde kok birikmesi nedeniyle katalizör aktivitesini kaybeder. Bu nedenle katalizörün sürekli rejenerasyonu gerekir.

15.2.1. CCR Ünitesi Kontrolü

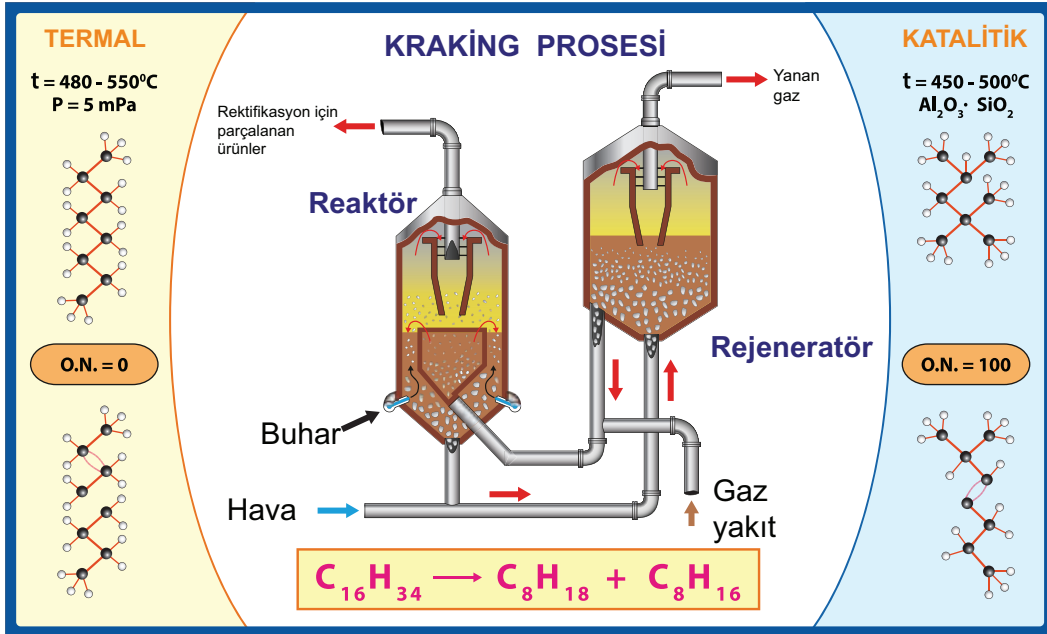
CCR ünitesi, reformer ünitesinin devre dışı bırakılmadan işletilmesini sağlar. Rejenerasyonun amacı kok yakmaktır. Böylece üzerinde kok biriken katalist tekrar aktif hâle getirilmiş olur. Ünite katalist dört aşamada rejenerasyonu edilir.

- Kokun yakılması
- Oksitlenme
- Kurutma
- Redüksiyon

Rejenerasyonu edilmiş olan katalist, kontrol sistemi kullanılarak reformer ünitesindeki reaktörlere (Görsel 15.4) dağıtılır. Reformer ünitesinde reaktörler dört tane olup C-100, C-101, C-102 ve C-103 olarak adlandırılır. CCR ünitesinde kok birikmesi katalizörün aktivitesini kaybetmesine neden olduğundan öncelikle kok yakılır. Daha sonra katalist üzerindeki metalin oksitlenmesi için klor içeriği ayarlanır. Kok yanması ile oluşan suyun uzaklaştırılması için kurutma yapılır. Oksitlenmiş (yükseltgenmiş) metaller redüksiyon tepkimesi ile indirgenmiş hâle dönüştürülür. Rejenerasyonu edilen katalist soğutulur (Görsel 15.5).



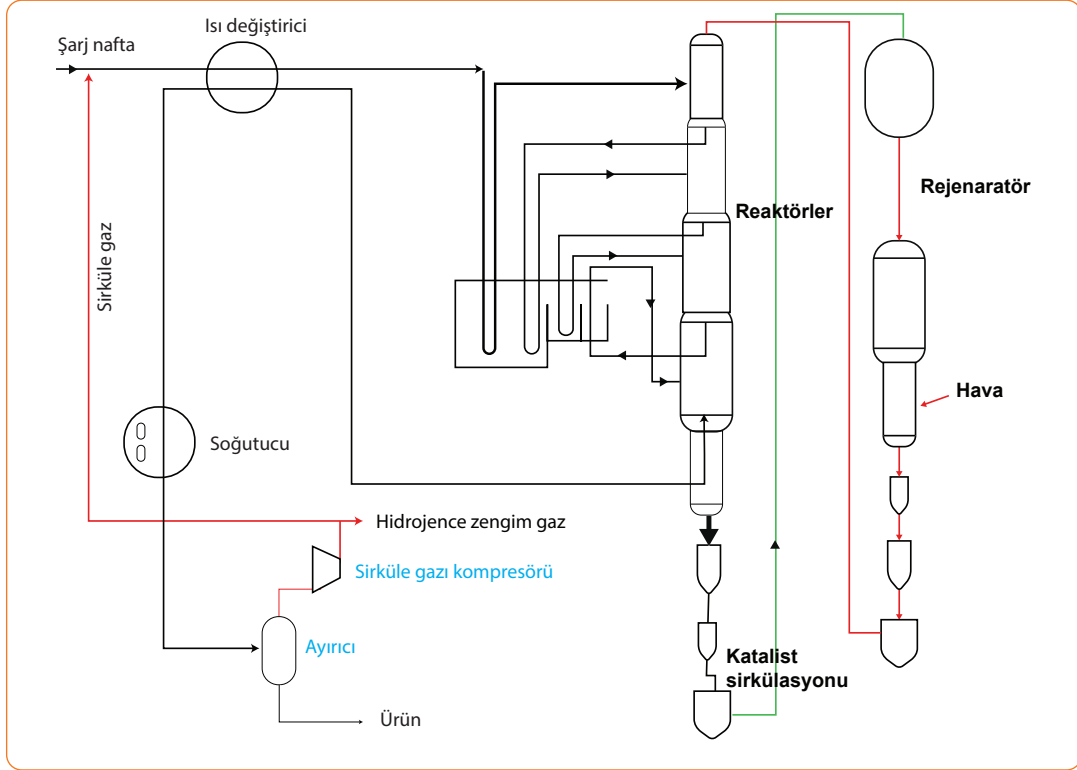
Görsel 15.4: Reaktör



Görsel 15.5: Katalizörün rejenerasyonu

15.2.2. Proses Akış Şeması ve Prosesin Çalışma Prensibi

CCR prosesinde (Şema 15.2) dört reaktör ve dört fırın bulunur. Proseste reaksiyonlar endotermik (ısı alan) olduğundan her reaktör çıkışında şarj, fırında ısıtılır ve sonraki reaktöre geçer. Rejeneratördeki hava ile koklar yakıldıktan sonra son reaktördeki koklaşmış katalistler ilk reaktöre geri döner.



Şema 15.2: CCR prosesi akış şeması

CCR ünitesinin çalışma prensibi şu şekildedir:

1. Hidrojen içeren gaz, reformer içindeki hidrokarbonları temizler.
2. Sistem kademeli olarak 200°C sıcaklığa kadar soğutulur ve hidrojen içeren gaz dolaşımı durdurulur.
3. Hidrojen içeren gaz, valf aracılığı ile yakıt şebekesine aktarılır.
4. Sistem 1 mPa'lık basınca kadar bir soy gazla doldurulur ve sirkülasyon kompresörü açılır.
5. Reaktör kademeli olarak ısıtılır, inert gaz ve hava eklenir.
6. Kok yakma işleminin ilk aşaması 250°C-300°C, ikinci aşaması 380°C-400°C sıcaklıkta yapılır.
7. Kokun yanması sonucu oluşan su, kurutma yapılarak uzaklaştırılır.
8. Katalizör 500°C sıcaklıkta ısıtılarak toz hâline getirilir.
9. İnert gazın sirkülasyonu durdurulur ve atmosfere verilir.
10. Rejenere edilen (yenilenen) katalizör soğutulur.

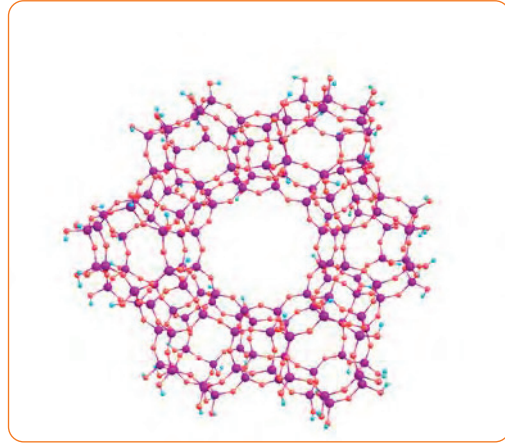
15.2.3. Proseste Kullanılan Katalizör ve Kimyasalların Özellikleri

Bir kimyasal reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyon hızını arttıran maddelere **katalizör** denir. Reaksiyon sonunda katalizörün kimyasal yapısında değişiklik olmaz. Katalizörün reaksiyonda yaptığı değişikliğe **kataliz** denir. Katalizörler 6-24 ayda bir yenilenir. Proses ünitelerinde kullanılan katalizör, reaksiyonlar için gereken asit bölgelerinin oluşumunu sağlar. Kullanılan katalizörler; zeolit (Pt ve/veya Re), alüminyum hidrosilikat, boksit ve silika alüminadır. Modern proseslerde zeolit katalizörü (Görsel 15.6) daha çok kullanılır. Zeolit katalizörü kompleks alümina silikatlarıdır (Görsel 15.7). Katalizörün yapısında negatif yüklü (-) Al-Si-O içeren büyük bir grup ve pozitif (+) yüklü Na^+ veya H^+ bir elementten oluşur. Taze katalizör kullanılmadan önce mutlaka klorlanmalıdır. Ancak aşırı klorlama yapılırsa katalizörün aktivitesi çok azalır.

Proseste kullanılan kimyasallar; nitrojen, hidrojen içeren gaz ve kloride bileşimidir. Zeolit katalizörü naftayı kükürt, azot ve hidrojenen arındırır. Reaktöre eklenen hava beslemesi, nitrojen içinde hacimce %0,5-0,8 arasında oksijen miktarı olacak şekilde başlatılır. Oksitlenme işleminde katalist (katalizör) üzerindeki metaller (Pt), klor miktarı ayarlanarak oksitlenir. Nitrojenin diğer adı azottur. N sembolü ile gösterilir. Renksiz, tatsız, kokusuz inert bir gazdır. Azot; amino asit, amonyak, nitrik asit ve siyanür gibi önemli bileşikler oluşturur. Kloride (Cl) iyon olduğu için doğada kendi başına bulunmaz. Ancak bir çözelti içinde karşı iyonu ile yer alabilir. Hidrojen gazı (H_2) ise renksiz, zehirli olmayan, boğucu, yanıcı ve parlayıcı bir gazdır. Oksijenin azaldığı ortamlarda hidrojen gazı boğucu hâle gelir. Atmosferde %0,07 oranında bulunur.



Görsel 15.6: Zeolit katalizörü (Ham taş, çakıl, toz ve süspansiyon hâli)



Görsel 15.7: Zeolit katalizöründeki alümina silika mineralleri



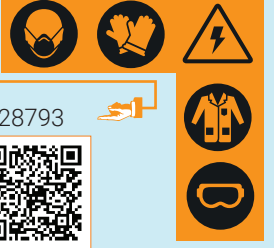
ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Katalizörlerin yapısını, çeşitlerini, özelliklerini ve reaksiyonlarda niçin kullanıldığını araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



2. Laboratuvar Çalışması

KATALİZ



28793



Amaç

Reaksiyon hızına katalizörün etkisini gözlemlemek.

Araç Gereç

- 4 adet deney tüpü
- Pipet
- Spatül
- Cam bağı
- Çinko tozu
- Alüminyum tozu
- İyot
- Sülfürik asit (H_2SO_4)
- $KMnO_4$
- KNO_3 katalizörü

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Üç deney tüpünün içine 0,5 ml H_2SO_4 ve 1 ml $KMnO_4$ çözeltisi koyunuz.
- Birinci deney tüpüne 0,5 ml KNO_3 katalizörü ilave ediniz.
- Birinci ve ikinci deney tüpüne aynı anda spatülün ucu ile aynı miktarda çinko tozu ekleyiniz.
- Üçüncü deney tüpüne karşılaştırma yapmak için katalizör ve çinko tozu eklemeyiniz.
- Çözeltilerin renklerinin kaybolma hızını karşılaştırınız.
- Dördüncü deney tüpünün içine çok az miktarda alüminyum tozu ve iyot koyunuz.
- Deney tüpüne 1 damla su ilave ediniz ve oluşan reaksiyonu gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

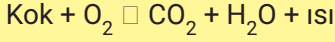
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Üç deney tüpüne H_2SO_4 ve $KMnO_4$ çözeltisi döktü.		
3	Birinci deney tüpüne KNO_3 katalizörü ekledi.		
4	Birinci ve ikinci deney tüpüne aynı anda çinko tozu ekledi.		
5	Dördüncü deney tüpüne çok az miktarda alüminyum tozu ve iyot döktü.		
6	Deney tüpüne 1 damla su damlattı.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

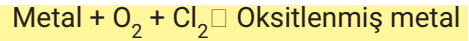
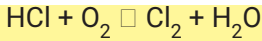
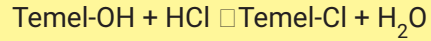
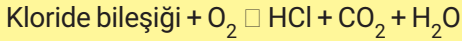
15.2.4. CCR Ünitesinde Gerçekleşen Prosesler

CCR ünitesinde şu prosesler gerçekleşir:

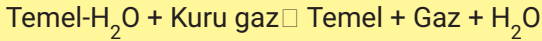
Kokun Yakılması: Yüksek sıcaklık kataliste zarar verir. Bunun için yakma işleminde oksijen gazının miktarı kontrol edilmelidir. Kokun yakılması rejenerasyon kulesinin yanma bölümünde olur. Kokun yakılması reaksiyonu şu şekilde gösterilir:



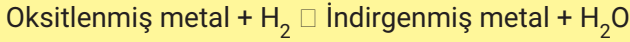
Oksiklorinasyon (Oksiklorlama): Klor miktarı ayarlanarak katalist üzerindeki metaller (Pt) dağıtılır ve oksitlenir. Oksiklorlama rejenerasyon kulesinde olur. Oksiklorinasyon işlemlerinde şu reaksiyonlar gerçekleşir:



Kurutma: Sıcak ve kuru gaz katalist üzerinden geçirilir. Kokun yanması ile oluşan suyun uzaklaştırılması için kurutma yapılır. Bu işlem rejenerasyon kulesinin kurutma bölümünde olur. Kurutma işlemi reaksiyonu şu şekilde gösterilir:



Redüksiyon: Metaller oksitlenmiş (yükseltgenmiş) hâlden indirgenmiş hâle H_2 ile dönüşür. Bu işlem rejenerasyon kulesinin redüksiyon bölümünde olur. Redüksiyon reaksiyonu şu şekilde gösterilir:



Rejenere edilen katalist, rejenerasyon kulesinin alt bölümünde soğutulur.

CCR prosesinde katalist sirkülasyon hızı ayarlanır. Ayrıca rejenerasyon kulesindeki havadaki oksijen, katalist kok miktarı ve reaktör basıncı kontrol edilir. Rejenerasyon kulesinin yanma bölümü sıcaklığı, kulesinin basıncı ve klorlama gaz akımı da ayarlanır.

15.2.5. CCR Ünitesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Proses kapalı bir sistem olduğundan tehlikeli maddeler ile temas etme ihtimali çok azdır. Ancak numune alma esnasında hidrokarbon sıvıları veya buharları ile temas olabilir. Sistemde herhangi bir sızıntı ya da delinme tehlike oluşturur. Eğer ürün kaçağı varsa hidrojen sülfür veya karbonmonoksit gibi tehlikeli gazlarla karşılaşılabilir. Kimyasal maddelerle çalışma koşulları, gürültü ve ısı ortamında çalışma, proseten numune alma, kontrol etme ve bakım ile ilgili prosete çalışan personel bilgilendirilmelidir. Ayrıca harcanmış katalizörün alınması, yeni katalizörün eklenmesi ve sistemde olabilecek sızıntı ve delinmeler için alınması gerekli tedbirler konusunda personel eğitilmelidir. Prosete çalışan kişiler koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır. Proseteki ekipmanların kontrolleri yapılmalıdır. Yüksek nitrojenli ham maddeler ile çalışıldığında amonyak ve siyanür çıkışı olabilir. Karbon çeliğinden yapılmış ekipmanlarda korozyon ve parçalanmalar oluşur. Bu etkileri en az düzeye indirmek için su ile yıkama veya korozyon önleyiciler kullanılmalıdır. Katalizördeki sıvı hidrokarbonlar veya giren hava akımı kontrol altında olmalıdır.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Nafta ham benzindir.
2. (.....) Naftanın ilk işlendiği ünite CCR ünitesidir.
3. (.....) Katalizör, reaksiyon hızını arttıran maddelerdir.
4. (.....) CCR ünitesi katalizör yenileme ünitesidir.
5. (.....) Unifiner-reformer ünitesinde çalışan personel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

fırın	kok	oksiklorlama	reaktör
redüksiyon	sıyırıcı kolon	tank	yüksek oktanlı
zeolit			

6. CCR ünitesinde birikmesi nedeniyle katalizör rejenere edilir.
7. CCR ünitesinde katalizörü kullanılır.
8. Nafta-unifiner-reformer ünitesinde ön ısıtıcı, ve donanımları bulunur.
9. CCR ünitesinde katalist; kokun yakılması, ve olarak dört aşamada rejenere edilir.
10. Reformer ünitesinde benzin elde edilir.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Naftanın proseslerde hangi işlemlerden geçirildiğini ve katalizörlerin niçin kullanıldığını açıklayarak yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Nafta-unifiner ünitesinde çeşitli prosesler bulunur. Bu proseslerde nafta çeşitli işlemlerden geçirilir.

Bu açıklamaya göre aşağıda verilen proseslerden hangisi nafta-unifiner prosesinde kullanılmaz?

- A) Distilasyon
- B) Katalitik reforming
- C) Oksiklorinasyon
- D) Platforming
- E) Solvent ekstraksiyon

13. I. Katalizör, reaksiyon hızını arttıran maddelerdir.
II. Modern CCR ünitelerinde zeolit katalizörü kullanılır.
III. Reaksiyon sonunda katalizörün yapısı değişir.

Yukarıda katalizör ile ilgili verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

14. Naftanın oktan sayısı düşüktür. Naftadan yüksek oktan sayılı benzin üretilir.

Bu açıklamaya göre naftadan yüksek oktanlı benzinin üretildiği ünite aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Absorber
- B) Distilasyon
- C) Reformer
- D) Solvent ekstraksiyon
- E) Unifiner

15.

Nafta-Unifiner ünitesi

CCR ünitesi

Distilasyon
Katalitik reforming
Kokun yakılması
Oksiklorinasyon
Platforming
Redüksiyon
Rejenerasyon
Solvent ekstraksiyon

Yukarıda verilen üniteler ile prosesler ok işareti ile eşleştirildiğinde hangi proses dışta kalır?

- A) Distilasyon
- B) Katalitik reforming
- C) Oksiklorinasyon
- D) Redüksiyon
- E) Rejenerasyon

16. ÖĞRENME BİRİMİ



MAKİNE YAĞLARI KOMPLEKSİ



KONULAR

- 16.1. PROPANLA ASFALT GİDERME
- 16.2. FURFURAL İLE EKSTRAKSİYON YAPMA
- 16.3. MEK/TOLUEN İLE VAKS GİDERME

TEMEL KAVRAMLAR

- DAO (asfaltı giderilmiş yağ)
- Asfalt (bitüm)
- MEK
- Tank sahası
- Harmanlama
- Ekstraksiyon
- Furfural
- Toluen
- Solvent devaksing (vaks giderme)

PROPANLA ASFALT GİDERME

1. BÖLÜM

Hazırlık çalışması

Günlük yaşamda kullanılan makine yağlarının ham maddesi ne olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

16.1. PROPANLA ASFALT GİDERME

Asfaltik maddeler çabuk koklaşma özelliğine sahiptir. Bu nedenle rafinerideki proseslerde istenmez. Propan deasfaltering prosesinde ham petrol kalıntısı ve diğer kalıntılardan asfalt, asfaltı giderilmiş yağ ve yağlama yağı elde edilir.

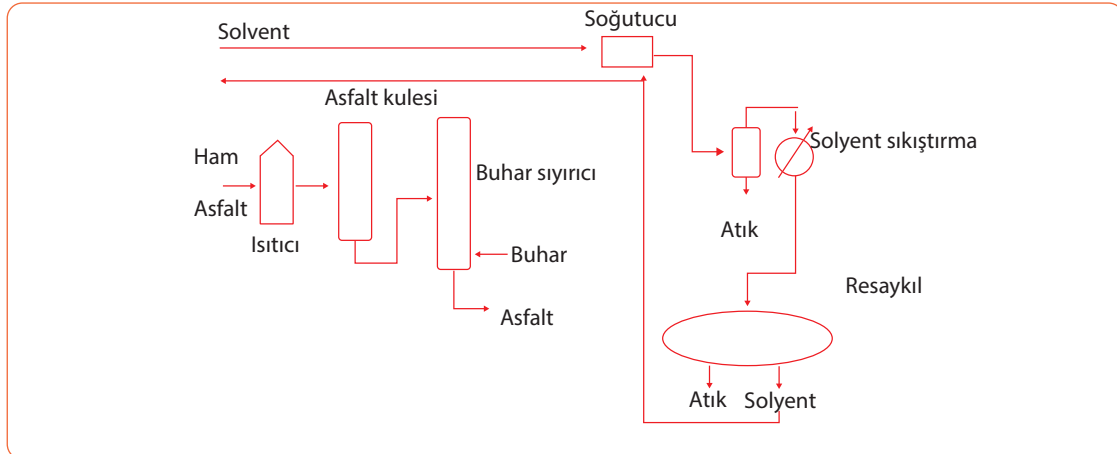
16.1. 1. Propan Deasfaltering Ünitesinin Amacı ve Çalışma Prensibi

Propan deasfaltering (asfalt giderme) ünitesinde kullanılan ham madde, vakum distilasyon kolonunun dip ürün kalıntısıdır. Ünitenin amacı, destilasyon kalıntısından asfalt, asfaltı giderilmiş yağ ve ağır yağlama yağlarını üretmektir. Ürünlerin üretimi için ekstraksiyon işlemi yapılır. Ekstraksiyon, yüksek basınç ve yağın kalitesini bozmayan sıcaklıkta yapılır. Üniteye ekstraksiyon ve ürün elde etme bölümleri bulunur.

Deasfaltering ünitesinde propan deasfaltere verilir ve asfalt çöktürülür. Asfaltın yapısında asfaltın sert ve yumuşak reçineler bulunur. n-heptan deasfalterde asfaltın sert reçineleri, n-pentan deasfalterde ise sert reçineler ayrılır. Propanda yumuşak reçineler, n-heptanda sert reçineler çözünür. Asfaltı giderilen ürün devaksin üniteye gönderilir ve yağlama yağları elde edilir. FCC veya hydrocracker ünitelerine gönderildiğinde fuel oil de üretilebilir. Vakum distilasyonunda kolon kalıntısında destile edilemeyen ağır yağ bileşenleri vardır. Bu ağır yağ bileşenleri rafineride propan deasfaltering ünitesinde solvent ekstraksiyon prosesi ile ayrılır. Propan deasfaltering ünitesinde kalıntı ağır olduğu için ekstraksiyon kolonuna üst kısımdan, propan ise alt kısımdan girer. Kalıntı ve propan yoğunlukları farklı olduğu için karşı akım ilkesine göre ekstraksiyon gerçekleşir. Propan miktarı kalıntının üç veya dört katı olmalıdır. Propan az olursa ekstraksiyon yeterli olmadığından verim ve viskozite azalır. Propan miktarı çok fazla ise verim yükselir ancak elde edilen yağın kalitesi bozulur.

16.1.2. Propan Deasfaltering Prosesi Akış Şeması

Ham asfalt (vakum destilasyon kolon kalıntısı) ısıtıcıda ısıtılır. Propan ile karıştırılarak ekstraksiyon kulesine pompalanır. Karışım, kuleden ayrılarak buhar strippere gelir. Ürün elde etme bölümünde propan ile atık ayrılır ve resaykıl gönderilir. Propan tekrar kullanılmak için prosesin ilk bölümüne döner. Asfaltı giderilmiş yağ ise tanka alınır (Şema 16.1).

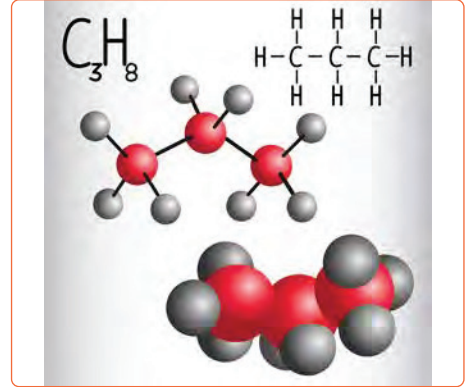


Şema 16.1: Propan deasfaltering prosesi akış şeması

16.1.3. Kullanılan Kimyasallar

Propan deasfالتing ünitesinde kimyasal madde olarak heksan veya propan kullanılır. Hekzan, düz zincirli bir alkandır. Renksiz ve az kokulu bir sıvıdır. C_6H_{14} formülü ile gösterilir. Propan sanayide organik çözücü olarak ve gıda sektöründe özellikle yağ üretim tesislerinde ekstraksiyon işleminde kimyasal yağ çözücü olarak kullanılır. Benzen, aseton, dietileter ve kloroform gibi organik maddelerde çözünür, suda ise az çözünür. Hekzanın buharı havadan ağırdır. Bu nedenle zeminde yayılır ve uzak mesafelerde tutuşmalara neden olur.

Propan, doğal gaz, hafif ham petrol ve petrol rafineri gazlarından elde edilen renksiz bir gazdır. C_3H_8 formülü ile gösterilir (Görsel 16.1). Üç karbonlu alifatik zincir yapısındadır ve yakıt olarak kullanılabilen yanıcı bir gazdır. Sıvılaştırılmış petrol gazında (LPG) bol miktarda propan bulunur. Petrol rafinerisinde deasfالتing (asfalt geri kazanım) ünitesinde ekstraksiyon işleminde solvent olarak propan veya heksan kullanılır. Ancak genellikle propan tercih edilir. Çünkü propan ekstraksiyon işleminde kolay ayrılabilme özelliğine sahiptir.



Görsel 16.1: Propan

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Propan basınç altında kolayca sıvı hâle geçer. Bu nedenle bütan gazı ile karıştırılarak tüplerin içine doldurulur. Evlerde ve dağcılık sporunda yakıt olarak kullanılır. Piknik tüplerinde propan gazı, mutfak tüplerinde bütan gazı tercih edilir. Bunun nedeni propanın daha az hacim kaplamasıdır.

16.1.4. DAO ve Asfalt Geri Kazanım Sistemi

DAO (asfaltı giderilmiş yağ) açık renklidir ve karbon kalıntısı azdır. Baz yağı olarak adlandırılan yağlar (Görsel 16.2), ham petrolün arıtılması esnasında atmosferik koşullarda elde edilir. Hafif ve ağır makine yağı, baz yağı, yağların yapısındaki mumlar ve aromatik bileşikler çözücü ekstraksiyonu ile uzaklaştırılır. Geri kazanılmış yağlar sanayide ve otomotiv endüstrisinde kullanılır. Yağların kalitesi prosese ve tesise göre farklılık gösterir.

Ham petrolün atmosferik destilasyonu sonucu benzin ve yakıt fraksiyonları elde edilir. Destilasyon kolonunun dip kısmından yağ ve asfalt içeren kalıntı alınır. Dip ürüne vakum destilasyonu yapılır ve kolonun dibinden asfalt çıkarılır. Vakum destilasyon kolonunda destile olmayan ağır yağ bileşenlerindeki hidrokarbonların çekilebilmesi için daha yüksek sıcaklıklar gerekir. Moleküller ancak yüksek sıcaklıklarda parçalanır.



Görsel 16.2: Baz yağlar

Bunun için kalan yağa, propan deasfaltering ünitesinde ekstraksiyon yapılır. Daha sonra yağın nitrojen, sülfür ve renk özelliklerinin düzeltilmesi için hidrojenasyon işlemi uygulanır. Elde edilen baz yağların kaynama noktası aralıkları yağların viskozitesini belirler. Solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağların viskozite değerleri 90-100 arasındadır.

16.1.5. Propanla Asfalt Giderme Prosesi İşlemleri

Propanla asfalt giderme işlemleri şu şekildedir:

1. Destilasyon kolon kalıntısı ve sıvı propan karıştırılır.
2. Hassas olarak hazırlanan karışım ekstraksiyon kulesine pompalanır.
3. Basınç 350-600 psi, sıcaklık 150-250°F aralığına ayarlanır.
4. Döner disk kontaktörde ayrılma gerçekleşir.
5. Ürün buharlaştırılır ve stripperde su buharı ile sıyrılarak propan elde edilir.
6. Ürünler resaykıla alınır ve birbirinden ayrılır.
7. Propan tekrar kullanılması amacı ile prosesin ilk kısmına döner.
8. Asfaltı giderilmiş yağ tanka gönderilir.
9. Yan ürün olarak elde edilen asfalt bitüm üretiminde kullanılır ya da rafineride bulunan fuel oil tankına verilir.



BİLGİ KUTUSU

Propan deasfaltering prosesi ile yol katranı asfaltı üretilir. Çatı malzemesi olarak kullanılan asfalt ise hava üfleme yöntemi ile elde edilir. Bunun için kalıntı kazan içinde alevlenme noktasına yakın sıcaklığa kadar ısıtılır. Isıtma işleminden sonra üfleme kuleye gönderilir. Kuleye daha önceden belli bir süre sıcak hava verilir. Kulenin tepe kısmından alınan buhar, içeriğindeki hidrokarbonlardan ayrılması için yıkayıcıdan geçirilir.

16.1.6. Ara Ürün ve Asfalt Tank Sahasının Özellikleri

Asfalt, kelime anlamı olarak kırılması güç demektir. **Asfalt (bitüm)**; siyah, kahverengi ve gri renklere olan, geri kazanılabilen ve viskozitesi yüksek organik bir maddedir (Görsel 16.3). Günlük yaşamda yaygın olarak kullanılan asfalt, petrolün rafine edilmesi ile elde edilen ara üründür. Aromatik hidrokarbonlardan oluşur ve kaynama sıcaklığı 425-500°C aralığındadır. Kaplama malzemesi olarak kullanılan asfalt, agrega ve bitümden oluşur. Yapışkan ve kuvvetli bağlayıcı özelliğe sahiptir.



Görsel 16.3: Asfalt

Asfalt; yol, hava alanı ve su kanallarının kaplanması, çatı yalıtımında, boya sanayisinde, akü üretiminde ve kil tuğlalarının yapıştırılmasında kullanılır. Yol yüzeyinin kaplanması daha çok tercih edilir. Asfalt sıcak olarak doğal taşlarla karıştırılır ve yola sıcak olarak dökülür. Su ilave edilirse doğal taşlarla beraber yola soğuk olarak da dökülebilir. Asfalt, yolun düzgün bir yüzeye sahip olmasını sağlar. Bu nedenle uçaklar hava alanlarına güvenle inip kalkar. Ayrıca taşıtlarının asfalt yüzeydeki yakıt tüketimi ve karbondioksit emisyonu daha düşüktür. Asfalt yol, araçların gürültü seviyesini de azaltır. Petrolden elde edilen asfalt, tank sahalarda bekletilir. Asfalt tank sahasının özellikleri şunlardır:

1. Kapasitesi 30 m³-5000 m³ aralığındadır.
2. Dikey ya da yatay şeklindedir ve kızgın yağ ısıtması vardır.
3. Yüksek kaliteli çelik çekme borulu serpentininden oluşur.
4. Enerji tasarrufu sağlamak için uygun yalıtımlıdır.
5. Bitüm karıştırıcı motor bulunur.
6. Emisyon kontrol ve sıcaklık otomatik sistemleri yer alır.
7. Isıtma sisteminde dizel brülör kullanılır.
8. Pompa ile dolun ve boşaltım sağlanır.

16.1.7. Tank Sahası Depolama Koşulları

Asfalt depolama tankları; yatay veya dik silindirik şeklinde, 100 m³-5000 m³ kapasiteli, galvaniz kaplı, izolasyonu yapılmış ve ısıtma yüzey alanı geniş depolama alanıdır. Tanklarda asfalt karışımı ısı kaybı olmadan 24 saate kadar saklanır.

Asfalt üretim tesisinde silo veya depolar bulunur. Üretim sürecinin sağlanması için silo ve depolar önemlidir. Mikserden çıkan sıcak asfalt karışımı, konveyör sistemi veya elevatör yardımı ile siloda depolanır. Silonun altındaki kapak açılarak asfalt karışımı kamyonla yüklenir. Silo boş olduğunda asfalt karışımı yüksekten döküldüğü için karışımdaki iri ve ince taneler farklı yönlerde toplanır. Silodaki bu segregasyon sorununu önlemek için silonun içinde tartım kovaları kullanılır. Tartım kovalarının tamamı doldurulmamalı, kovaların en az 1/3'lük kısmının doldurulması sağlanmalıdır.



BİLGİ KUTUSU

Yapay asfalt, petrolün destilasyonu ile doğal asfalt ise mineral maddelerin karışımı ile oluşan kaya ve göl asfaltıdır. Kömürün veya odunun kapalı bir sistem içinde kuru olarak destilasyonundan katran (zift) elde edilir.

16.1.8. Üniteye Depolanan Ara Ürünleri Diğer Ünitelere Gönderirken Yapılması Gereken İşlemler

Farklı sıvı hidrokarbonlardan istenilen özelliklerde ürün elde etmek için yapılan fiziksel karıştırma işlemine **harmanlama** adı verilir. Ürünler tank ve kaplarda yığın olarak harmanlanır. Manifold sistemi kullanılarak boru hattında da harmanlama yapılabilir. Ünite içinde ara ürün depolama tankları vardır.

Bu tanklarda belirli bir süre bekletilen ara ürünler son ürün tanklarına gönderilir. Bu esnada kimyasal katkı enjeksiyonları yapılır. Ara ürünlerin diğer ünitelere gönderilme işlemleri şunlardır:

1. Benzin, jet yakıtı, gaz yağı ve diğer destilatların harmanlanmasında ana akıma eklenecek her bileşen bir orantılayıcıdan enjekte edilir.
2. Harmanlamadan önce veya sonra katkı maddeleri ilave edilir.
3. Yiğın harmanlamada baz yağlar ve katkı maddeleri farklı ısıtmalı tanklara alınır ve depolanır.
4. Tanklar karıştırma kazanlarına boru hattı, valf ve pompa ile bağlı olduğundan otomatik bilgisayar kontrolü ile ürünler art arda tartılır ve karıştırılır.
5. Dolumdan önce her madde ara tanklara alınır.

16.1.9. Asfalt Tank Sahasında Satışa Hazırlık Çalışması İşlemleri

Sıcak asfalt üretmek için tasarlanmış ekipmanlara **asfalt plentleri** denir. Üretilen asfaltın satış ve taşınma işlemleri şu şekilde yapılır:

1. Asfalt karışımı taşıyacak kamyonun kasası temizlenir.
2. Kamyon kasası asfalta zarar vermeyen yapışma önleyici bir madde ile kaplanır.
3. Asfalt soğumadan ve segregasyona uğramadan kamyonu yüklenir.
4. Kamyonun üzeri branda ile kapatılarak asfaltın soğuması önlenir.
5. Asfaltın sıcaklığı kamyonu ölçülür.

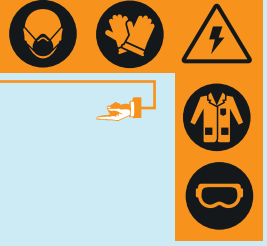
16.1.10. Propanla Asfalt Giderme Prosesinde Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Propanla asfalt giderme prosesi kapalı bir sistem olduğundan kimyasal maddelerle temas ihtimali çok azdır. Proseste kaçak ve sızıntılar olursa asfalt, hidrojen sülfür ve sülfür dioksitle temas edilebilir. Çalışan personele güvenli çalışma eğitimleri verilmelidir. Ayrıca personel mutlaka koruyucu ekipmanlar kullanmalıdır. Proseste basınç ve sıcaklık kontrolü çok iyi yapılmalıdır. Solvent miktarının fazla olması, nem ve sıcaklığın azalması köpük oluşumuna neden olur. Köpük, ürünün sıcaklığının kontrol edilmesini engeller ve sistem çalışmaz. Sızıntı, kaçak ve buharlar prosesin ısıtıcıları ile temas ederse yangın tehlikesi oluşur. Prosesteki basınç değişirse atmosferik hava içeri girer ve alevlenmeler meydana gelir. Vakum destilasyon kolonunun dip kısmının sıcaklığı arttırıldığında metan gazı çıkar. Metan gazı, asfalt depolama tankında buharlaşınca yangınlar oluşturur.



1. Laboratuvar Çalışması

BİTÜM YÜZDESİNİ BELİRLEME



Amaç

Sokslet düzeneğini kullanarak karışımdaki bitüm yüzdesini belirlemek.

Araç Gereç

- Sokslet düzeneği
- Etüv
- Yuvarlak filtre kâğıdı
- Hassas terazi
- Sıcak bitüm numunesi
- Isıtıcı
- Çözücü

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Yuvarlak filtre kâğıdını etüve koyarak nemini alınız.
- Filtre kâğıdını hassas terazide tartınız ve kâğıdın kütlesini not ediniz.
- Filtre kâğıdını sokslet düzeneğindeki tel sepet içine yerleştiriniz (Tel sepet, düzeneğe değmeyecek şekilde yerleştirilmelidir).
- Sıcak bitüm numunesini etüve koyunuz.
- 1000 g bitüm numunesini filtre kâğıdına dökünüz.
- Düzenekteki erlenmayer içine çözücü dökünüz.
- Isıtıcıyı açınız ve düzenekteki su akışını sağlayınız.
- 24 saat bekleyiniz.
- Filtre kâğıdını ve numuneyi etüvde bekletin ve tartınız.
- Ölçüm değerlerini karşılaştırınız ve bitüm ölçüm yüzdesini hesaplayınız.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Yuvarlak filtre kâğıdını etüve koydu.		
3	Filtre kâğıdını hassas terazide tarttı.		
4	Bitüm numunesini etüvde ısıttı.		
5	Bitüm numunesini tel sepetteki filtre kâğıdına döktü.		
6	Sokslet düzeneğindeki erlenmayere çözücü koydu.		
7	24 saat sonra numune ve filtre kâğıdını terazide tarttı.		
8	Bitüm ölçüm yüzdesini hesapladı.		
9	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

FURFURAL İLE EKSTRAKSİYON YAPMA

2. BÖLÜM

Hazırlık Çalışması

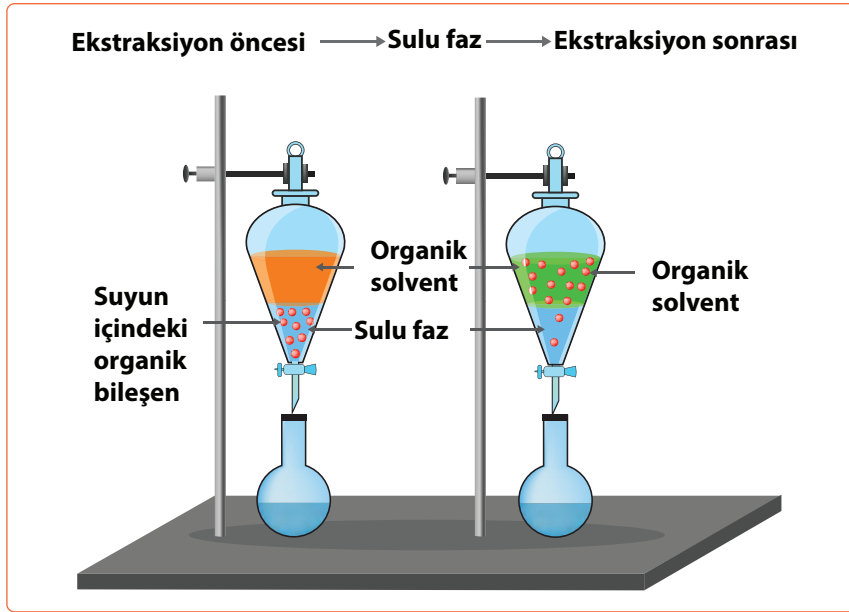
Araçlarda yağ kullanılmasının nedeni sizce ne olabilir?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

16.2. FURFURAL İLE EKSTRAKSİYON YAPMA

Ekstraksiyon ve destilasyon karışımları ayırma yöntemlerindedir. Ekstraksiyonda çözücü ilavesi, destilasyonda ise ısı ilavesi gereklidir. Bu nedenle ekstraksiyon işlemi daha karmaşıktır.

16.2.1. Furfural Ekstraksiyon Ünitesinin Amacı

Ünitenin amacı; korozyonu önleme, proseslerde kullanılan katalizörü koruma, yağlama ve gres yağlarından doymamış aromatik hidrokarbonları ayırmaktır. Böylece son ürünlerin kalitesi arttırılmış olur. Ürünlerin furfural solvent ekstraksiyonuyla (Görsel 16.4) ayrılması çökelme ve çözünme ile olur. Ünite de ekstraksiyon işleminde seçici bir solvent olan furfural kullanılır.



Görsel 16.4: Solvent ile sıvı ekstraksiyonu

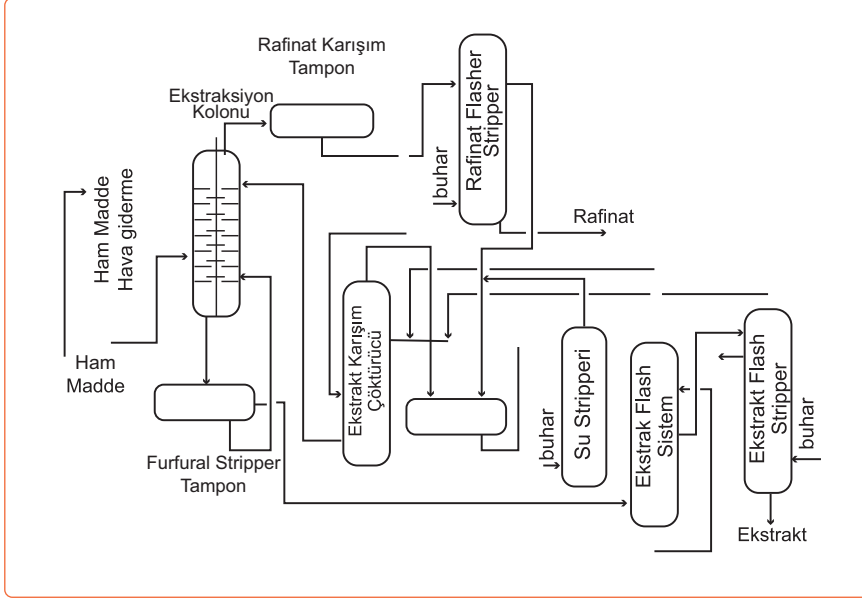
Furfural ekstraksiyonunda vakum ünitesinden alınan destilat ve propan deasfaltering ünitesinden gelen asfaltı giderilmiş yağ kullanılır. Furfural ekstraksiyonu sonucu yüksek viskoziteli lube oil (yağlama yağı) elde edilir. Ekstratta fazla miktarda aromatikler bulunur.

16.2.2. Ünitenin Çalışma Prensibi

Vakum destilasyon ürünleri ile asfaltı alınmış yağlar, furfural solventi ile ekstre edilir. Vakum ünitesinden gelen yağlama yağı ara kademe depolama tanklarından üniteye şarj edilir. Ünite de rafinat istenmeyen bileşenlerinden ayrılır. Ekstrat ise makine yağları tank sahasındaki ara kademe tanklarına alınır. Bu tanklardan rafinat, devaksing ünitesine şarj edilir; ekstrat ise fuel oil elde edilmesinde kullanılır.

16.2.3. Ünite Akış Şeması

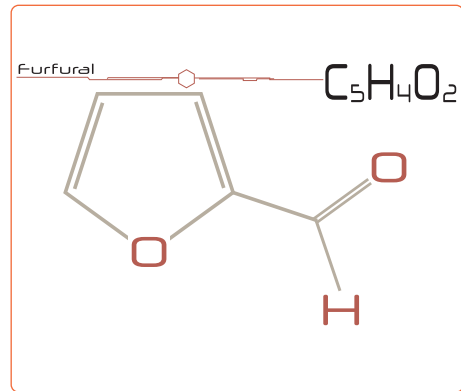
Ham madde olan yağ, ekstraksiyon kolonuna beslenir. Kolonda ham maddenin beslendiği yerin sıcaklığı daha önceden belirlenir. Rafinat kolonun tepe kısmından, ekstrat (furfural) kolonun dip kısmından çekilir. Ekstrat soğutulur ve rafinat tekrar ekstraksiyon kolonuna gönderilir. Ekstrat ve rafinata çok kademeli işlemler yapılır. Rafinata yüksek kaliteli yağlar bulunur. Yan ürün ekstrat diğer proseslerde ham madde olarak kullanılır ya da fuel oile karıştırılır. Furfural ekstraksiyon ünitesindeki donanımlar enerji kaybı olmayacak şekilde dizayn edilir (Şema 16.2).



Şema 16.2: Furfural ekstraksiyon ünitesi akış şeması

16.2.4. Kullanılan Kimyasallar

Ekstraksiyonda en çok kullanılan kimyasal maddeler fenol, furfural ve kresilik asittir. Sıvı sülfür dioksit, nitrobenzen ve 2,2-dikloroetil az kullanılan solventlerdir. MP (N-Metil-2-pirolidon) seçiciliği çok yüksek olan bir solventtir. Bu solvent ile istenilen kalitedeki ürün yüksek verimle elde edilir. Ekstraksiyonda destilatlar, asfaltı giderilmiş yağlardaki aromatik bileşikler ve diğer safsızlıklar seçici solvent olan furfural ile ekstre edilir. Furfural, $C_5H_4O_2$ formülü ile gösterilen organik bir bileşiktir (Görsel 16.5) ve yüksek çözme gücüne sahip özel bir kimyasaldır. Renksiz bir sıvıdır, ancak ticari amaçlı kullanımında genellikle kahverengidir. Furfural birçok organik çözücüde kolaylıkla çözünürken su ve alkanlarda çok az çözünür. Yağlama yağlarının ve reçinenin rafine edilmesinde çözücü olarak kullanılır. Ayrıca katalitik krakingte geri dönüşüm ürünlerinin özelliklerini iyileştirmek için furfural kullanılır.



Görsel 16.5: Furfural

16.2.5. Furfural ile Ekstraksiyon Prosesi İşlemleri

Furfural ekstraksiyon prosesinin işlemleri şunlardır:

1. Ham madde olan yağ, ekstraksiyon kolonuna beslenir.
2. Rafinat kolonun tepesinden, ekstrat ise dip kısmından alınır.
3. Ekstrat (furfural) soğutulur.
4. Rafinat tekrar ekstraksiyon kolonuna gönderilir.
5. Ekstrat ve rafinat çok kademeli geri kazanım işlemlerinden geçirilir.
6. Ekstrat diğer proseslerde ham madde olarak kullanılır ya da fuel oile karıştırılır.

16.2.6. Furfural ile Ekstraksiyonda Güvenlik ve Alınan Tedbirler

Solvent ekstraksiyon kapalı bir prosestir. Bu nedenle kimyasal maddeler ile teması az olsa da furfural, fenol ve diğer kimyasallarla temas temas edebilir. Çalışan personele güvenlik ile ilgili eğitimler verilmelidir. Kimyasal maddelerle çalışma, bakım, kontrol ve onarım esnasında koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.



SIRA SİZDE

Aşağıda verilen tanımlarla kavramları eşleştiriniz.

- | | |
|---|-----------------|
| () 1. C_3H_8 formülü ile gösterilen ve rafineri gazlarından elde edilen bir gazdır. | a) Asfalt |
| () 2. Siyah, kahverengi ve gri renklerde olan viskozitesi yüksek organik bir maddedir. | b) Bitüm |
| () 3. $C_5H_4O_2$ formülü ile gösterilen organik bileşiktir. | c) Ekstraksiyon |
| () 4. Asfaltın diğer adıdır. | ç) Furfural |
| () 5. Bir karışımda bulunan maddeleri, sabit sıcaklık ve basınçta çözücü ile ayırma işlemidir. | d) Hekzan |
| | e) Propan |



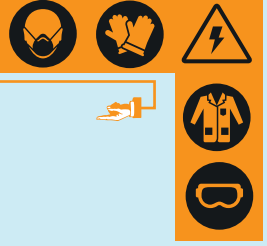
ARAŞTIRMA - TARTIŞMA

Yağlama yağlarının önemini ve nerelerde kullanıldıklarını araştırınız. Araştırmanızı görseller kullanarak zenginleştiriniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.



2. Laboratuvar Çalışması

YAĞ EKSTRAKSİYONU



Amaç

Sokslet ekstraksiyonu ile yağ elde etmek.

Araç Gereç

- Sokslet cihazı
- Süzgeç kâğıdı
- n-hekzan (çözücü)
- Öğütülmüş yağlı tohum
- Isıtıcı
- Balon joje
- Statif çubuk

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

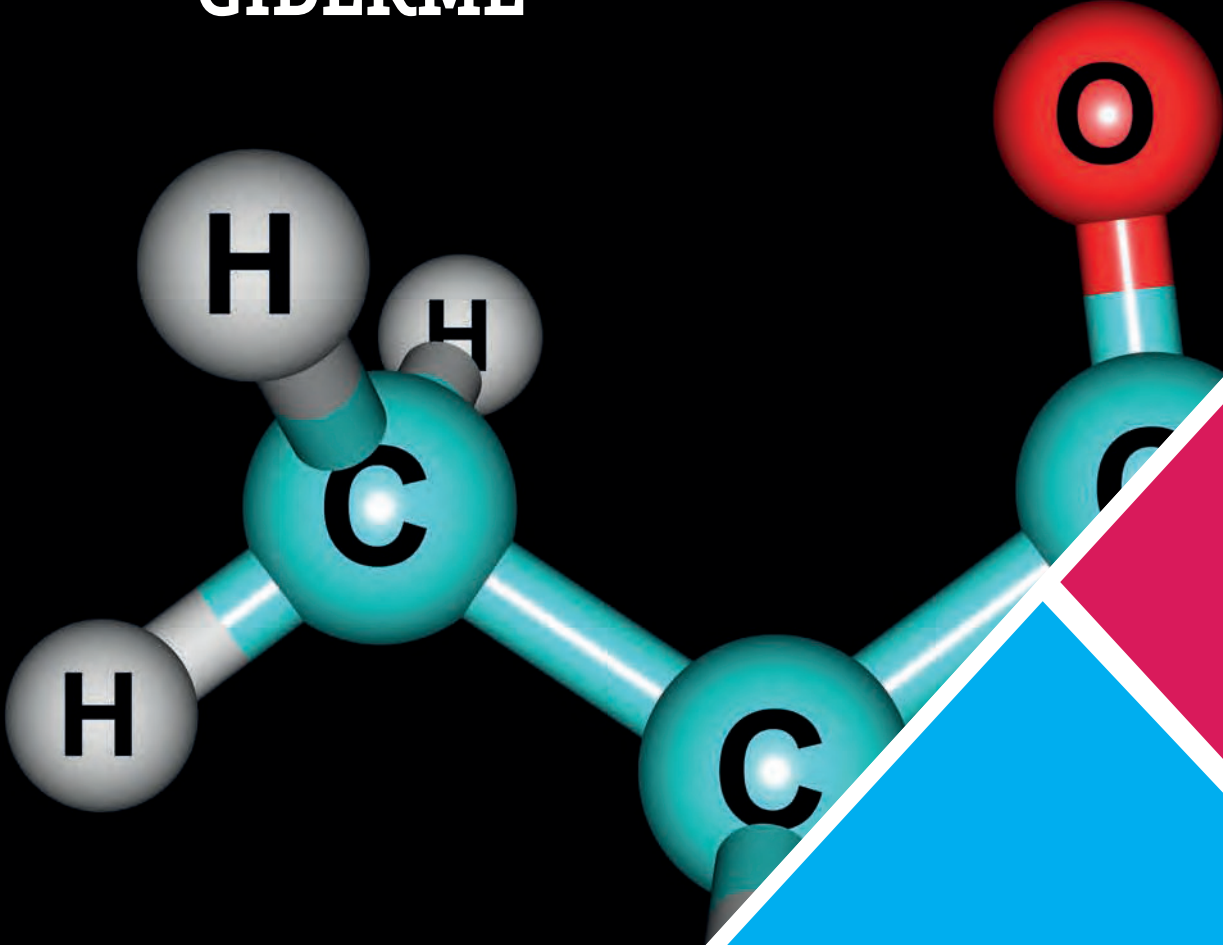
- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- Statif çubuğa balon jojeyi sabitleyiniz.
- Balon joje içine n-hekzan çözücüsünü dökünüz.
- Balon jolenin üzerine sokslet düzeneğini yerleştirerek balon jojeyi statif çubuğa sabitleyiniz.
- Sokslet düzeneğindeki süzgeç kâğıdına öğütülmüş yağlı tohum koyunuz.
- İçinde n-hekzan bulunan balon jojeyi ısıtıcı ile ısıtınız.
- Ekstraksiyon işlemi için bir süre bekleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ			
	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Statif çubuğa balon jojeyi sabitledi.		
3	Balon joje içine n-hekzan çözücü maddesini döktü.		
4	Sokslet cihazına yağlı tohum koydu.		
5	İçinde n-hekzan çözücüsü olan balon jojeyi ısıttı.		
6	Ekstraksiyon işlemi için bir süre bekledi.		
7	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

MEK/TOLUEN İLE VAKS GİDERME



Hazırlık Çalışması

Yağlama yağı, makine ve motorlarda niçin kullanılır?
Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. BÖLÜM

16.3. MEK/TOLUEN İLE VAKS GİDERME

Metiletilketon (MEK) ve toluenin karıştırılması ile elde edilen solvent, ünite de asfaltı giderilmiş kalıntıya ilave edilir. Böylece yağ çözme ve vaks giderme işlemleri yapılır.

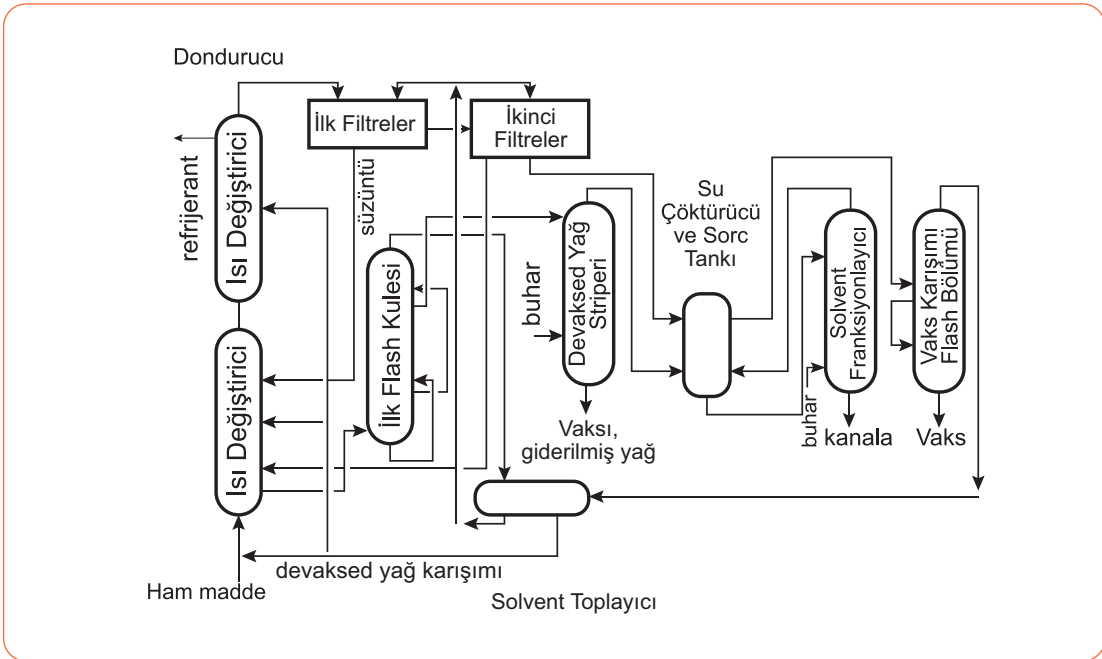
16.3.1. MEK/Toluen-Devaksing Ünitesinin Amacı ve Çalışma Prensibi

Solvent devaksing (vaks giderme), asfaltı giderilmiş kalıntı yağlarına uygulanan bir fiziksel ayırma yöntemidir. Bu ayırma yöntemi maddelerin çözünürlük özelliğine dayanır. Devaksing ünitesinin amacı, solventle karıştırılan ham maddedeki vaksın çökmesini sağlayarak vaksı giderilmiş yağ elde etmektir. Ünitenin çalışma prensibi şu şekildedir:

- Ham madde olan yağlama yağı ve baz yağlar solventle karıştırılır.
- Karışımındaki vaks çöktürülür.
- Vakum destilasyonu ve buharla sıyırma yöntemleri kullanılarak solvent vakstan geri kazanılır. Böylece vaksı giderilmiş yağ elde edilir.

16.3.2. Üniteyi Oluşturan Ekipmanlar ve Akış Şeması

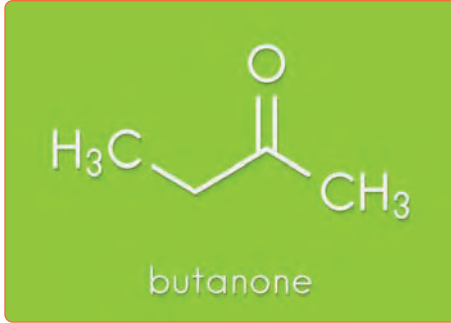
MEK/Toluen-Devaksing ünitesinde ham maddenin soğumasını sağlayan iki ısı değiştirici ve iki filtre bulunur. Ayrıca solventin karıştırıldığı flash kulesi, yağların ayrıldığı devaksed yağ stripperi, su çöktürücü ve sörç tankı, solventin geri kazanıldığı fraksiyonlayıcı ve vaks karışımı flash bölümü de yer alır. Vaks karışımı flash bölümünden solvent, vaksı giderilmiş yağ ve hafif vaks ayrılır.



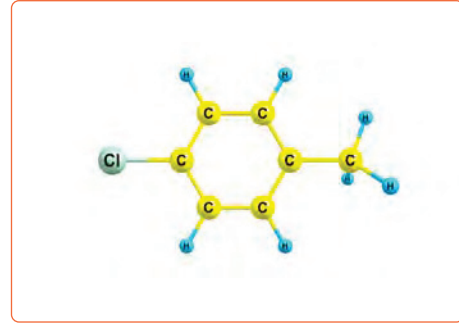
Şema 16.3: MEK/Toluen-Devaksing ünitesi akış şeması

16.3.3. Kullanılan Kimyasallar

Devaksing ünitesinde genellikle MEK (MetilEtilKeton) ve toluen solventleri kullanılır. **MEK (bütanon)**; asetona benzeyen kokuya sahip, endüstride çözücü olarak kullanılan ve C_4H_8O formülü ile gösterilen sıvı bir organik bileşiktir (Görsel 16.6). MEK, düşük sıcaklıklarda az miktardaki vaksı çözer ve çöktürme maddesi olarak etki eder. **Toluen (metil benzen)**; renksiz, tiner kokusuna benzeyen ve C_7H_8 formülü ile gösterilen sıvı bir hidrokarbondur (Görsel 16.7). Düşük sıcaklıklarda akışkan özelliğini kaybetmeyen toluen, yağı çözer ve suda çözünmez. Kullanılan diğer solventler; sülfür dioksit, benzen, etilen diklorür, metil izobütilketon, metil klorür ve petrol naftasıdır.



Görsel 16.6: MEK (bütanon)



Görsel 16.7: Toluen

16.3.4. MEK/Toluen-Devaksing Ünitesinin İşlemleri

Ünitede yumuşak vakslarda %5-10 arası, yağı giderilmiş vakslarda ise < %1 yağ seviyesi elde edilir. Devaksing ünitesinde şu işlemler yapılır:

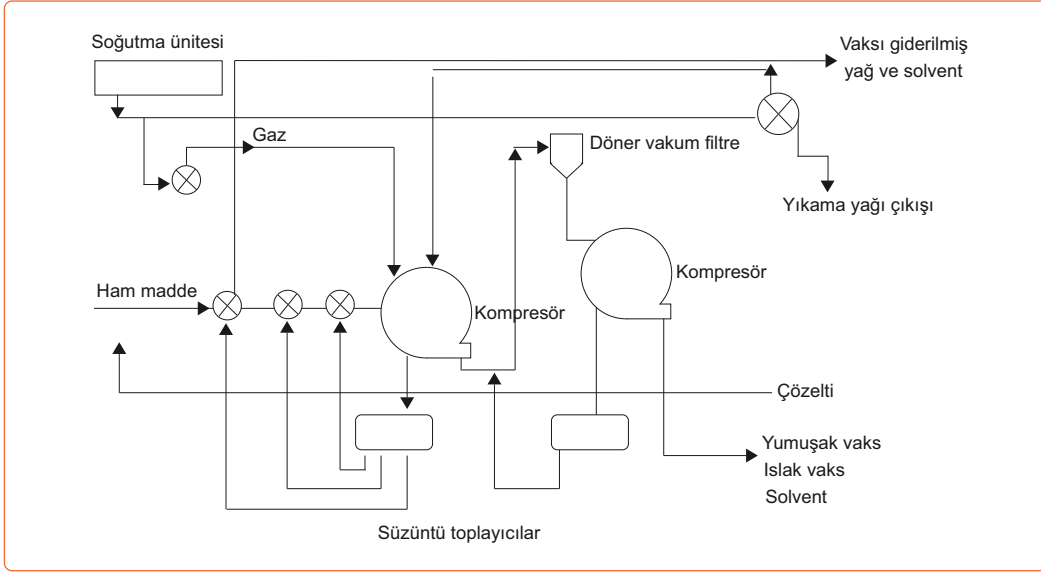
1. Hafif ve orta fraksiyonlar soğutma sistemi içinde iki defa soğutulur.
2. Soğutma sistemine yavaşça MEK/Toluen karışımı ilave edilir.
3. Filtreden çıkan vaks akımına soğuk solvent eklenir, karışım bulamaç hâline getirilir ve süzülür.
4. Süzülen madde, ikinci filtreye gönderilerek tekrar yıkanır ve süzülür.
5. Solvent, geri kazanım kısmına verilir.
6. Birinci filtreden çıkan süzüntü, solvent geri kazanım kısmına gönderilir ve ikinci filtreden gelen süzüntü ile birlikte saflaştırılır.
7. Saflaştırma sonunda vaksı giderilmiş yağ ve hafif vaks elde edilir.
8. Vaks giderme ünitesinde elde edilen vaksın akma noktası çok düşük olduğundan vaks, son ürün tankına alınır.

16.3.5. Ferrofining Ünitesinin Amacı, Çalışma Prensibi, Ekipmanlar ve Akış Şeması

Ferrofining ünitesi makine yağları prosesinin son kademesidir. Ünitenin amacı, vaksı giderilmiş yağların katalitik etki ile renklerini açmak ve oksidasyon stabilitelelerini arttırmaktır.

Ünitenin çalışma prensibi, vaksli yağın solvent karışımında çözülerek soğutulması ve vaks kristallendirme işlemi uygulanarak filtrelemeden geçirilmesi esasına dayanır. Makine yağlarının yapısında bulunan vaks ile sülfürlü ve oksitli partiküllerin giderilmesi gerekir. Bunun için yapılan işlemlere **ağartma (renk açma)** adı verilir. Ağartmada ısıtma, asitleme ve alkalileme işlemleri yapılır. Daha sonra ağartma toprağı ilave edilerek filtrasyon yapılır.

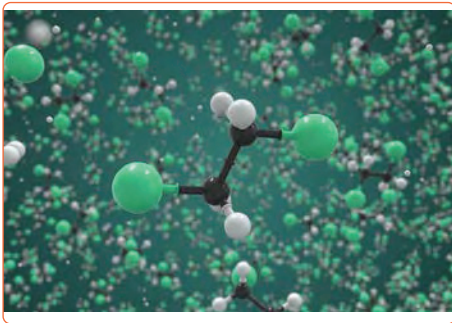
Ferrofining ünitesi; soğutma ünitesi, döner vakum filtre, kompresör ve süzüntü toplayıcı ekipmanlarından oluşur. Ferrofining ünitesinde; sıcak vaksı soğutan ısı değiştiricilerin bulunduğu soğutma ünitesi, vaksın solventten ayrıldığı döner vakum dram filtre, hava basıncını arttırarak gazı sıkıştırmaya yarayan kompresör, yıkama süzüntüsünün toplandığı süzüntü toplayıcılar ve solventin geri kazanıldığı bölüm yer alır.



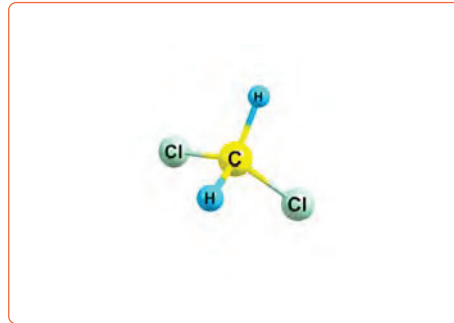
Şema 16.4: Ferrofining ünitesi akış şeması

16.3.6. Kullanılan Kimyasallar

Ferrofining ünitesinde kimyasal olarak dikloroetan (Di) (Görsel 16.8) ve metilen klorür (Me) (Görsel 16.9) ikili solvent karışımı kullanılır. **Dikloroetan (etilen klorür)**; renksiz, $C_2H_4Cl_2$ formülü ile gösterilen ve yağ giderici olarak kullanılan bir maddedir. **Metilen klorür (diklorometan)**; renksiz, hoş kokulu, birçok organik çözücüde çözünebilir ve CH_2Cl_2 formülü ile gösterilen organik bir bileşiktir. Endüstride proseslerde çözücü olarak kullanılır.



Görsel 16.8: Dikloroetan



Görsel 16.9: Metilen klorür

16.3.7. Ferrofining Ünitesinin İşlemleri

Ferrofining ünitesinde şu işlemler yapılır:

1. Sıcak vakslı yağ Di-Me'nin içinde çözülür ve ısı değiştiricide soğutulur.
2. Karışıma soğutulmuş yıkama süzüntüsü eklenir.
3. Vaksa kristallendirme işlemi yapılır ve döner dram filtreden geçirilerek solventten ayrılır.
4. Süzüntü, ısı değiştiriciden geçirilir ve solvent geri kazanma bölümüne gönderilir.
5. Vaksta kalan yağ soğuk solvent ile yıkanarak uzaklaştırılır.
6. Yıkanan süzüntü, seyreltme işleminde tekrar kullanılır.
7. Vaks, filtrenin yüzeyinden alınır ve ikinci kademe filtreden çıkan yıkama solventi ile karıştırılır.
8. Sıcaklık artırılır ve tekrar süzülür.
9. İkinci kademe filtreden yumuşak vaks, yağ ve solvent karışımı alınır.

16.3.8. MEK/Toluen ile Vaks Giderme Ünitesinde Alınan Tedbirler

Kapalı bir proses olduğundan kimyasal maddeler olan furfural, fenol, glikol, MEK ve aminler ile temas etme ihtimali az seviyededir. Çalışan personele güvenlik ile ilgili eğitimler verilmelidir. Kimyasal maddelerle çalışma, bakım, kontrol ve onarım esnasında personel uygun koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

Proseste herhangi bir delik oluşması, ekstraksiyon ısıtıcısı ve kurutucu ekipmanlar ile temas eden bir sızıntı yangın oluşumuna neden olabilir. Solvent devaksing ünitesinde, vakumun bozulması sonucu üniteye hava girdiğinde yangın tehlikesi ortaya çıkabilir.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen kimyasal maddelerin özelliklerini ve görevini yazınız.

Kimyasal Madde	Özellikler	Görevi
Etilen klorür		
Metilen klorür		
MEK		
Toluen		
Furfural		
Hekzan		
Propan		



3. Laboratuvar Çalışması

YAĞ AĞARTMA (RENK AÇMA)



Amaç

Yağa çeşitli işlemler uygulayarak yağın rengini açmak.

Araç Gereç

- Madeni yağ
- Ağırtma toprağı
- Filtre kâğıdı
- Beherglass
- Isıtıcı
- %5'lik sentetik silika
- Termometre

Açıklama: Bu çalışmada sizden, verilen işlemlerin uygulamasını doğru bir şekilde yapmanız beklenmektedir. Çalışmanızı işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Çalışmanın Yapılışı

- İş önlüğünüzü ve eldivenlerinizi giyiniz, koruyucu gözlüğünüzü takınız.
- %5'lik sentetik silika çözeltisini ve madeni yağı beherin içine dökünüz.
- Behere termometre yerleştirerek ısıtıcı üzerine koyunuz ve beheri 110°C sıcaklığa kadar ısıtınız.
- On dakika ısıttıktan sonra behere ağartma toprağı ilave ediniz.
- Yağdaki renk değişimlerini gözlemleyiniz.
- Gözlemlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Yapacağınız çalışma aşağıda verilen kontrol listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlanan kontrol listesinde yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3. LABORATUVAR ÇALIŞMASI KONTROL LİSTESİ

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	EVET	HAYIR
1	İş sağlığı ve güvenlik kurallarına uydu.		
2	Beherin içine madeni yağ ve silika çözeltisini döktü.		
3	Beheri ısıtıcı üzerinde 110°C'ye kadar ısıttı.		
4	Beherin içine ağartma toprağı ilave etti.		
5	Yağdaki renk değişimlerini gözlemledi.		
6	Çalışılan alanı temizledi.		

Not: Hayır olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulamayı tekrar ediniz.

A) Aşağıda verilen ifadeler doğru ise parantez içerisine "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Solvent devaksing kimyasal ayırma yöntemidir.
2. (.....) Ferrofining makine yağları prosesinin son kademesidir.
3. (.....) Vaks gidermede propan solventi kullanılır.
4. (.....) Asfaltın diğer adı bitümdür.
5. (.....) Deasfaltering ünitesinde solvent olarak genellikle propan tercih edilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki boş bırakılan yerleri kutularda verilen uygun kelimelerle doldurunuz.

asfalt	bütan	furfural	MEK/Toluen
koruyucu ekipmanlar	propan	yağlama yağı	
vaksı giderilmiş yağ			

6. Asfalt geri kazanım prosesinde ve elde edilir.
7. Asfalt gidermede solvent ekstraksiyonda kullanılır.
8. Vaks giderme ünitesinin amacı elde etmektir.
9. Devaksing ünitesinde solvent karışımı kullanılır.
10. Rafineri proseslerindeki ünitelerde çalışan personel kullanmalıdır.

C) Aşağıdaki soruyu okuyunuz ve cevabını yazınız.

11. Rafineride petrolün rafine edilmesi ile elde edilen yağların adlarını, özelliklerini ve nerelerde kullanıldıklarını yazınız.

D) Aşağıdaki soruları okuyunuz. Doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

12. Rafineride furfural solventinin kullanıldığı proseste, yağlama ve gres yağlarındaki doymamış aromatik hidrokarbonlar ayırma yöntemi ile uzaklaştırılır. Böylece ürünlerin kalitesi artırılır.

Bu açıklamaya göre proseste kullanılan ayırma yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Destilasyon
- B) Ekstraksiyon
- C) Eleme
- D) Konveksiyon
- E) Süzme

13. Siyah, kahverengi veya gri renkli, yapışkan özellikte ve yüksek viskozitedir. Petrolün rafine edilmesinde ara üründür. Günlük yaşamda yaygın olarak kullanılır.

Bu açıklamaya göre özellikleri verilen madde aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Asfalt
- B) Fuel oil
- C) Propan
- D) Vaks
- E) Yağlama yağı

14. Makine yağları prosesinin son kade-

mesidir. Ünitenin amacı, vaksı giderilmiş yağların renklerini açmaktır. Vaks- lı yağ solvent karışımında çözülür ve soğutulur. Vaksa kristallendirme ve filtreleme işlemleri yapılır.

Bu açıklama aşağıdaki ünitelerden hangisi ile ilgilidir?

- A) Deasfaltering
- B) Devaksing
- C) Ferrofining
- D) Furfural ekstraksiyon
- E) Solvent ekstraksiyon

15. I. Vaks giderme ünitesinde MEK/ Toluen kullanılır.
II. Harmanlama fiziksel karıştırma işlemidir.
III. DAO (asfaltı giderilmiş yağ) ham petrolün arıtılması esnasında elde edilir.
IV. Deasfaltering ünitesinde kimyasal olarak bütan kullanılır.

Yukarıda makine yağlarının üretimi ile ilgili numaralandırılmış cümlelerden hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız III
- B) Yalnız IV
- C) I ve IV
- D) II ve IV
- E) I, II ve III

1. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	D	D	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	çift bağ	termal-katalitik	alt-üst-flaş	İng	kaynama noktası
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	E	E	C	E	

2. ÖĞRENME BİRİMİ						
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5	6
	D	Y	D	D	D	Y
BOŞLUK DOLDURMA	7	8	9	10	11	12
	kurutularak	saf polimer	protein-nişasta	polietilen	naylon	termoset-ter-moplastik
ÇOKTAN SEÇMELİ	14	15	16	17		
	A	A	D	B		

3. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	D	Y	D	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	gümüş oksit	yanıcı	hidrofil-hidrofob	etilen oksit-dietilen glikol	sülfürik asit
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	B	C	C	A	

4. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	D	Y	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	kimyasal	ham	amalgam	diyafram	civa
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	16
	A	E	E	C	B

5. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	Y	D	D	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	degazör	atık	organik	emülsiyon	vinil klorür mono-meri
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	16
	B	D	E	C	C

6. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	D	Y	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	izotaktik poli-mer	epoksidasyon	İzosiyanatlar-polioller	propilen	polihidrik
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	16
	A	E	C	C	D

CEVAP ANAHTARI

7. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	D	D	Y
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	toluen	fosgen	termoplastik	benzoik asit	para
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	B	E	C	E	
8. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	Y	D	D	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	ksilen	reaktör	sıcaklık	distilasyon	ftalik anhidrit
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	16
	A	E	D	C	B
9. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	D	D	Y
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	metanol	katalitik	propan-bütan	asetik asit	asetaldehitin hava ile oksidasyonu, n-bütanın oksidasyonu
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	16
	D	E	E	C	E
10. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	Y	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	desalterde	destilasyon	nafta-petrol gazları	düşük basınç	gaz yağı-yağlama yağı- vakum kalıntısı
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	C	D	A	E	
11. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	D	Y	D	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	kükürt	sülfirik asit	katalist sıcaklığı-şarj kalitesi	kondansatör-inci-neraktör	desülfürizasyon
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	B	E	E	C	

12. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	Y	D	D	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	basiñ-sıcaklık	merkaptan	absorbsiyon-reje-nerasyon	ekstraksiyon	meroks
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	D	A	B	E	

13. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	D	Y	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	nafta-gaz yağı-fuel oil	koklaştırma	desülfürizasyon-denitrifikasyon	zeolit	yüksek-düşük-benzin
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	E	A	D	A	

14. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	D	Y	Y
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	karbon	uçucu-yanıcı	transmitter	kerosen	kükürt
ÇOKTAN SEÇMELİ	13	14	15	16	
	D	D	E	C	

15. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	D	Y	D	D	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	kok	zeolit	fırın-reaktör-sıyırıcı kolon	oksiklorlama-reduksiyon	yüksek oktanlı
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	
	C	C	E	E	

16. ÖĞRENME BİRİMİ					
DOĞRU/YANLIŞ	1	2	3	4	5
	Y	D	Y	D	D
BOŞLUK DOLDURMA	6	7	8	9	10
	asfalt-yağlama yağı	propan-furfural	vaksı giderilmiş yağ	MEK/Toluen	koruyucu ekipmanlar
ÇOKTAN SEÇMELİ	12	13	14	15	16
	B	A	C	B	

A

Absorbsiyon	: Bir maddenin başka bir madde tarafından emilmesidir.
Amalgam	: Cıvanın metallerle yaptığı alaşımdır.
Amoksidasyon	: Amonyak ve oksijen ile nitril üretmektir.
Antiseptik	: Mikroorganizmaları öldüren madde.

B

Buhar kraking	: Uzun zincirli hidrokarbonları buharla parçalayarak kısa zincirli hidrokarbonlar elde etmektir.
Bulk	: Yoğun olmayan arıtma çamurudur.

Ç

Çamur	: Sondaj sıvısı, sondaj matkabını yağlar ve soğutur. Ayrıca açılan kuyuyu çökmeye karşı korur.
--------------	--

D

Debütanizer	: Bütan ve daha hafif gazları ayırmak için kullanılan bir kolondur.
Dehidrojenasyon	: Hidrojen atomlarını ayırma reaksiyonudur.
Dekapaj	: Metallerin yüzeyindeki safsızlıkları gidermedir.
Desülfürizasyon	: Kükürt ve kükürt bileşiklerini ayırma işlemidir.

E

Ekstrakt	: Özüt.
Elektroliz	: Elektrik akımıyla bir çözeltideki bileşiklerin kimyasal ayrışma işlemidir.

F

Flokülasyon	: Katı tanecikleri yumak hâline getirerek çöktürme işlemidir.
Fuel oil	: Az akışkan ve koyu renkte bir petrol ürünüdür.

G

Gaz yağı	: Rafineride benzinden sonra elde edilen petrol ürünüdür.
Geri Akış (Reflux)	: İstenilen ürünlerin saf olarak üretilmesidir.
Gum	: Oksitlenmiş yakıtlar, atıklardır.

H

Hafif Fraksiyon	: Molekül ağırlığı ve kaynama noktası düşük olan fraksiyonlardır.
Ham petrol	: Rafine edilmemiş petroldür.
Hidrodenitrojenasyon	: Nitrojenli bileşiklerin distillatlardan uzaklaştırma işlemidir.
Hidrosülfürizasyon	: Hidrojenli ortamda kükürtlü bileşiklerin uzaklaştırma işlemidir.
Hidrojenasyon	: Bir maddeye hidrojen eklenmesidir.
Hidrokraking	: Hidrojen ve katalizör yardımıyla parçalamadır.
Hidrotreating	: Kükürt, nitrojen ve metal gibi safsızlıkları dönüştürme işlemidir.

İ

- İnert** : Aktif olmayan.
İnsineratör : Yakma fırını.

K

- Kimyasal çöktürme** : Çözeltilinin içindeki katı maddeleri kimyasal madde ile çöktürme işlemidir.
Klorinasyon : Klorlama.
Koagülasyon : Katı parçacıkları kimyasal maddelerle yumaklaştırma işlemidir.
Konveyör bandı : Katı maddelerin uzak mesafelere taşınmasında kullanılan araçtır.
Korozif : Aşınma.
Kostik : Sodyum hidroksit.

M

- Merkaptan** : Kötü kokulu kükürt bileşikleri.
Meroks : Merkaptan oksidasyonu.
Monomer : Polimeri oluşturan alt parçacıkların her biridir.

O

- Oktan sayısı** : Benzinin kalitesini değerlendirmek için kullanılan bir sayıdır.

P

- Peletleme** : Tanelerin birbirine bağlanmasıdır.
Petrol : Yeraltında bazı işlemler sonucunda çıkarılan ve rafineride bileşenlerine ayrılarak kullanılan karışımdır.
Piroliz : Yüksek ısı ile parçalamadır.
Polimerizasyon : Monomer moleküllerinin bir araya gelmesiyle yeni yapılar oluşturma prosesidir.
Poliüretan : İki ayrı kimyasalın bileşmesi sonucu oluşan polimerdir.
Proses : Süreç, bir şeyin üretim biçimidir.

R

- Rafinasyon** : Ham petrolün içindeki ürünlerin elde edilme sürecidir.
Reaktan : Tepkimeye giren maddedir.
Reaktör : Kimyasal reaksiyonların gerçekleştiği kaplardır.
Recycle : Geri dönüştürme işlemi.
Reçine : Doğal ve sentetik çeşitleri olan, organik çözücülerde çözünen ve ilaç, plastik gibi birçok maddenin üretiminde kullanılan madde.
Reforming : Katalizör yardımıyla dönüştürme işlemidir.
Rejenerasyon : Yeniden aktifleştirme işlemidir.
Rezerv : Henüz çıkarılmamış petrol kaynaklarıdır.

S

- Salamura** : Tuzlu su.
Slurry : Bulamaç.
Stokiyometrik : Kimyasal tepkimelerde sayısal hesaplamalar.
Su sisi : Yangın söndürmede kullanılan su sistemidir.
Sweetening : Petrol ürünlerinden kükürt ve kükürt bileşiklerini dönüştürme işlemidir.

Z

- Zeolit** : Mikro gözenekli katalizör veya alüminyum silikatlarıdır.

1. Beşergil, B., Ham Petrolden Kimyasallara El Kitabı, Tükelmat, İzmir, 2009.
2. Beşergil, B., Petrokimya Teknolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2009.
3. Beşergil, B., Rafineri Prosesleri, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, 2009.
4. Beşergil, B., Yakıtlar Yağlar, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2009.
5. Gündüz, T., Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı, Analitik Kimya Anabilim Dalı, A.Ü. Fen Fakültesi, Ankara, 1990.
6. Karadağ, Ö., TÜPRAŞ'ta Otomatik Benzin Sistemi Modellemesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008.
7. Shreve, R.N., Brink, J.A., Kimyasal Proses Endüstrileri 2 (Çeviren: Çatalbaş, A.İ.), İnkılap Kitabevi, İstanbul, 1985.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benzaldehyde_synthesis_from_toluene_oxidation.png / Tarih: 26.11.2021 saat: 10.30

<https://dergipark.org.tr/download/article-file/1088215> / Tarih: 15.12.2021 saat: 14.00

https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/Petrokimya_Kilavuzu.pdf / Tarih: 06.12.2021 saat: 20.20

https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler/raf-ner--tes-sler-_r-20200110113315.pdf / Tarih: 03.11.2021 saat:10.00

http://web.hitit.edu.tr/dersnotlari/ibrahimbilici_11.03.2014_4R1D.pdf / Tarih: 11.01.2022 saat: 22.50

https://en.wikipedia.org/wiki/Allyl_alcohol / Tarih: 28.12.2012. Saat:15.20

<https://en.wikipedia.org/wiki/Merox> / Tarih:31.01.2022 saat: 23.24

<https://en.wikipedia.org/wiki/Propene> / Tarih:20.12.2021 saat: 19.10

https://tr.wikipedia.org/wiki/Poli%C3%BCretan#/media/Dosya:Polyurethane_synthesis.svg / Tarih:15.12.2021 saat: 09.20

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Taktisite> / Tarih: 24.12.2021 saat:12.12

<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch06/final/c06s05.pdf> / Tarih:16.12.2021 saat: 14.15

<https://www.britannica.com/science/sulfur> / Tarih: 05.01.2022, saat: 20.10

https://www.isgüvenliği.net/nafta_kullanımında_güvenlik/mustafatasyürek/ / Tarih: 04.10.2021 saat: 14.30

[http://www.kmm.yildiz.edu.tr/media/files/Kimya%20M%C3%BChendisligi%](http://www.kmm.yildiz.edu.tr/media/files/Kimya%20M%C3%BChendisligi%20) / Tarih: 10.12.2021 saat: 14.45

https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/08_PetrokimyaSanayii.pdf / Tarih: 05.12.2021 saat: 12.00





<https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/polyester-resin> / Tarih: 29.12.2021, saat:10.40

GÖRSEL KAYNAKÇASI



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2126>

GÜVENLİK İŞARETLERİ

	<p>Gözlük Kullan</p> <p>Gözlüksüz çalışmanın tehlikeli olacağını gösteren işarettir.</p>		<p>Isı Güvenliği</p> <p>İşlemler esnasında çok sıcak bir malzemenin kullanılacağını, bu nedenle eldiven giyilmesi gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Koruyucu Giysi</p> <p>İşlem sırasında kıyafetlere zarar verebilecek maddelerin kullanılacağını, koruma amaçlı önlük ya da tulum giyilmesi gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Duman Güvenliği</p> <p>Kimyasal tepkimeler sonucu zararlı gazlar oluşabileceğini, bu nedenle koruyucu maske kullanılması gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Elektrik Güvenliği</p> <p>İşlem esnasında şehir elektriğinin kullanılacağını, tedbirlerin alınıp iletken uçlara dokunulmaması gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Kesici/Delici Cisim Güvenliği</p> <p>İşlemler esnasında kesici ve delici araçların kullanılacağını, malzemeler kullanılırken dikkatli olunması gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Yangın Güvenliği</p> <p>İşlem esnasında yangın çıkarabilecek malzemelerin kullanılacağını, tedbirlerin alınması gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Kırılabilir Cam Güvenliği</p> <p>İşlemlerde, kırılabilecek malzemelerin kullanılacağını, cam malzemeleri ani sıcaklık değişiminden ve yüksek ısıdan uzak tutmak gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Sıcak Cisim Güvenliği</p> <p>İşlemlerde ısıtıcı ya da sıcak bir malzemenin kullanılacağını, el, ayak ve diğer organların yanmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Göz Güvenliği</p> <p>Yüzün ve gözün, çalışma ortamındaki buhar, toz, şiddetli ışık, yüksek sıcaklık vb. etkenlerden dolayı zarar görebileceğini gösteren işarettir.</p>
	<p>(Toksik) Zehirli</p> <p>İşlemler sırasında kullanılacak maddelerin ağız, deri ve solunum yoluyla zehirlenmelere yol açabileceğini, kanserojen etkisi olduğunu, vücut ile temas ettirilmemesi gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Sağlık Etkisi</p> <p>İşlemler esnasında kullanılan maddelerin solunum zorluğuna, alerji ve astım belirtilerine yol açabileceğini, yetersiz havalandırma şartlarında uygun solunum cihazının takılması gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Patlayıcı</p> <p>İşlemler esnasında kullanılacak maddelerin kıvılcım, ısı, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabileceğini gösteren işarettir.</p>		<p>Korozif</p> <p>İşlemler sırasında korozif (aşındırıcı) maddelerin kullanılacağını, çalışma anında gözleri, deriyi ve solunum yollarını koruyan donanımların kullanılması gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Ekotoksik</p> <p>İşlemler esnasında doğaya ve canlılara zarar veren maddelerin kullanılacağını, çalışma bitiminde bu malzemelerin kontrollü bir şekilde imha edilmesi gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Tahriş Edici, Rahatsız Edici</p> <p>İşlemler esnasında deriye, göze ve solunum yollarına hasar verebilecek maddelerin kullanılacağını, koruyucu giysilerin giyilmesi gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Yanıcı, Parlayıcı</p> <p>İşlemlerde yanıcı ve parlayıcı malzemelerin kullanılacağını, bu nedenle tutuşturucu özelliği olan maddelerden uzak tutulmaları gerektiğini gösteren işarettir.</p>		<p>Oksitleyici</p> <p>İşlemlerde, havasız ortamlarda bile alevlenmeye sebep olabilecek maddelerin kullanılacağını, bu malzemelerin sadece orijinal kutularında muhafaza edilmelerinin gerektiğini gösteren işarettir.</p>
	<p>Basınç Altında Gaz İçerir</p> <p>Basınç altında gaz içerir, ısıtıldığında patlayabilir. Güneş ışığında bırakılmamalı, iyi havalandırılan ortamlarda saklanmalıdır.</p>		<p>Radyoaktif</p> <p>Kanserojen etki yapabilen radyoaktif malzemelerin kullanılacağını, bu işaretin bulunduğu maddelerden ve ortamlardan uzak durulması gerektiğini gösteren işarettir.</p>

