
**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

**METAN TÜREVLERİ VE PROSESLERİ
524KI0127**

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. METAN TÜREVLERİ	2
1.1. Metanol.....	2
1.2. Formaldehit	3
1.3. Metil Klorür.....	5
1.4. Metil Aminler	6
1.5. Metil Metakrilat.....	7
1.6. Dimetil Tereftalat	8
1.7. Asetik Asit.....	9
1.7.1. Üretim Yöntemleri	11
1.7.2. Özellikleri.....	12
1.7.3. Kullanıldığı Yerler	12
UYGULAMA FAALİYETİ.....	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	17
2. METANOL-PROPİLEN PROSESİ.....	17
2.1. Prosesin Tanımı.....	17
2.2. Prosesin Akış Şeması	18
2.3. Proseste Elde Edilen Ürünler	18
2.3.1. Propilen	18
2.3.2. LPG	21
2.3.3. Fuel gaz	21
2.3.4. Benzin.....	21
UYGULAMA FAALİYETİ.....	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	26
MODÜL DEĞERLENDİRME	27
CEVAP ANAHTARLARI.....	28
KAYNAKÇA	29

AÇIKLAMALAR

KOD	524KI0127
ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL	Petrol-Petrokimya
MODÜLÜN ADI	Metan Türevleri ve Prosesleri
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül: Metanolden elde edilen ürünleri araştırabilme ve metanol-propilen prosesini inceleyebilme ile ilgili ve becerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Metandan Üretilen Maddeleri İncelemek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Öğrenci, bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, standartlara uygun olarak metan ünitesinde üretim yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Metanolden elde edilen ürünleri araştırabileceksiniz. 2. Metanol-Propilen prosesini inceleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Proses laboratuvarı, proses sınıfı, kütüphane, internet (bilgi teknolojileri ortamı), Teknoloji sınıfı, işletme, ev, kendi kendine veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar Donanım: Reaktör, Ön reaktör, rejeneratör, CO ₂ ayırma, kolonlar, deetanizer, doğal gaz, resaykılar, kolonlar, zeolit bazlı katalizörler, hammadde
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan herhangi bir öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda öğretmeniniz tarafından teorik ve pratik performansınızı ölçme teknikleri uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Dünyamızda Petrol Teknolojisi her gün kendisini yenileyen bir alan olmuştur. Özellikle yenilenemeyen kaynaklar, sürekli enerji üretimi için bir handikaptır. Pek çok yerlerde kullanımı mümkün olan Petrokimya proseslerinden Metan Türevleri ve Prosesleri'nden oldukça yararlanmaktayız.

Bu modülde Petrol- Petrokimya Sektöründe ihtiyaç duyulan Metan Türevleri ve Proseslerinin kulanı yerlerini, üretimlerini, günümüzdeki önemini; çevreye duyarlı bir biçimde kullanmayı öğrenebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına ve tekniğine uygun olarak metanolden elde edilen ürünleri araştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Günlük yaşamda Metanolün nerelerde yaygın olarak kullanıldığını araştırınız ve sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

1. METAN TÜREVLERİ

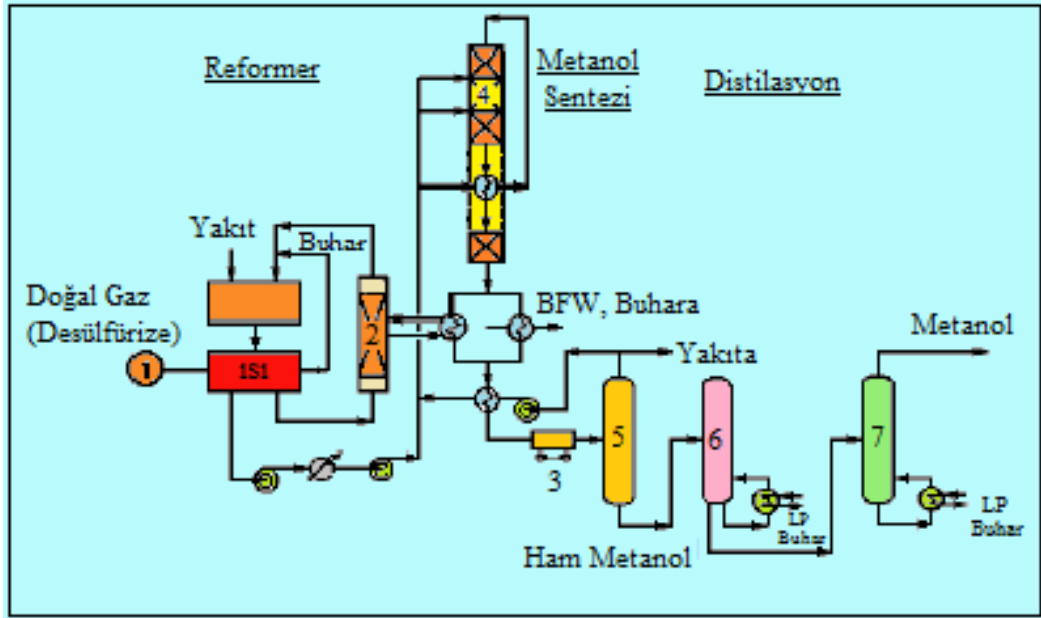
1.1. Metanol

Doğal gazdan (nafta, ağır yağ fraksiyonları veya kömür de kullanılabilir), buharla sentez gazının, bundan da düşük-basınç ve yüksek sıcaklık koşullarında metanolün elde edildiği bir prosestir.

➤ Prosesin Tanımı

Metanol prosesi üç kısımda tamamlanır. I. Sentez gazının hazırlanması, II. metanol sentezi, III. metanol saflaştırma. Bu üç bölüm, ısı geri-kazanma ve geri-dönüş akımları nedeniyle birbiriyle sıkı bir ilişki içindedir.

- **Sentez Gazının Hazırlanması:** Doğal gazın buharla reforming işlemine sokulmasıyla elde edilir. Gaz önce de-sülfürize ünitesine(1) gider; kükürdü temizlenir. Sonra bir saturatörden(2) geçirilir; burada proses kondensatı buharlaştırılarak proses buharı üretilir. Bir miktar daha proses buharı ilave edilir ve birleştirilen gazlar, reforming fırınında 880 0C sıcaklık ve 20 bar basınç altında bir nikel katalizör üzerinden reaksiyona sokulur. Elde edilen sentez gazı bir karışımdır; hidrojen karbon oksitleri, buhar ve reaksiyona girmemiş metan. Gaz karışımı buradan soğutucuya gider çevre sıcaklığına kadar soğuduktan sonra, kompresörle sentez basıncına sıkıştırılır ve sentez bölümüne geçer.



Şema 1.1: Metanol üretimi akış şeması

- **Metanol Sentezi:** Sentez bölümü, bir sirkülatör (3), konverter (dönüştürücü)(4), ısı kazanma, değiştiriciler ve ayırıcıdan(5) oluşur. Büyük fabrikalarda bu bölümün çalışma basıncı 80-100 bar arasındadır. Konverterde bakır bazlı bir katalizör bulunur ve çalışma sıcaklığı 240-270 °C dir.
- Reaksiyon, denge konum"yla kontrol edilir; konverter çıkışında metanol konsantrasyonu nadiren %7'yi aşar. Konverter akımı 40 °C ye soğutularak metanol yoğunlaştırılır ve reaksiyona girmemiş gazlar sirkülatöre geri döndürülür. Geri dönen gaz akımının bir kısmı, azot, argon, metan ve fazla hidrojeni uzaklaştırmakta kullanılır. Bu kısımdan, reformerde yakıt olarak faydalanılır.
- **Metanol Saflaştırma:** Ayırıcıdan çıkan ham metanol, su ve az miktarda yan ürünler içerir; bunlar, iki-kolonlu bir distilasyon sistemiyle uzaklaştırılır. Birinci kolon(6), eterler, esterler ve düşük kaynayan hidrokarbonlar gibi hafif ürünleri ayırır. İkinci kolon(7)da su, yüksek alkoller ve yüksek hidrokarbonlar ayrılır.

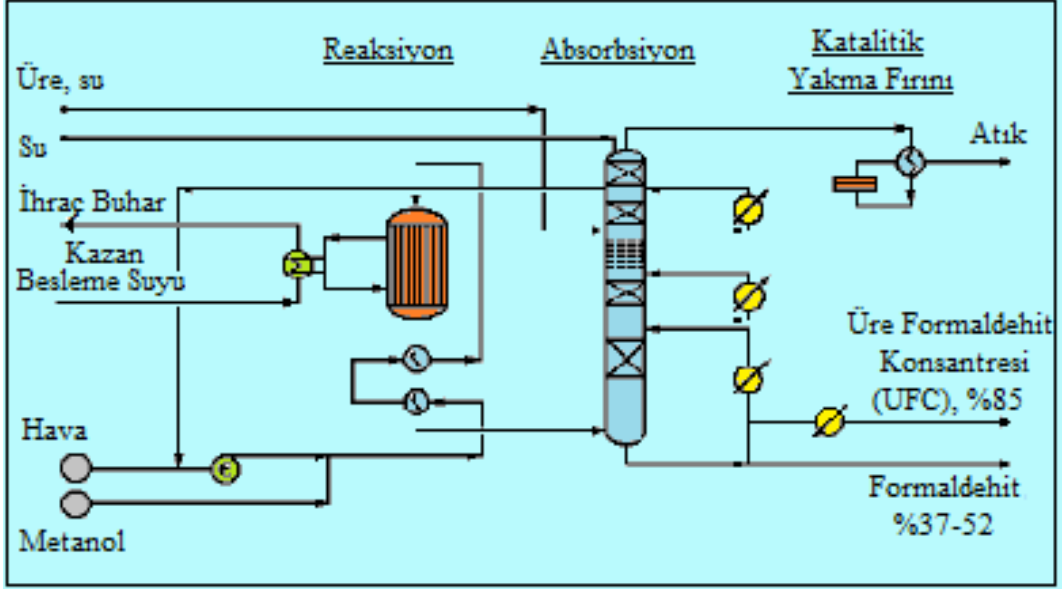
1.2. Formaldehit

Metanolden, oksidasyon reaksiyonuyla formaldehit ve üre/formaldehit konsantresinin elde edildiği sürekli bir prosestir.

➤ Prosesin Tanımı

Gazlaştırılan metanol, hava ve dönüş gazı ile karıştırılarak, sabit-yataklı bir reaktörde bir demir molibden oksit katalizör üzerinden reaksiyona sokulur. Katalizör, çevresi kaynar

Dowtherm A yağı ile sarılmış, çok sayıda tüpler içinde bulunur. Dowtherm sistemi prosesi çalıştırır ve ısı transferini yönetir; ayrıca yakıtlı ısıtıcılara veya çürük buhara gerek olmaz. Metanolün dönüşümü %90'ın üstünde, formaldehit seçiciliği %94'tür. Reaksiyona giren gazlar, ısısı, ısı değiştiricide reaktant gazlara aktarılarak bir ön soğutma işleminden geçirilir. Sonra, valf tepsiler ve dolgu maddelerinin bulunduğu bir absorberde su ile veya üre su ile sıfır derece dolayına soğutulurak formaldehit veya üre/formaldehit konsantresi elde edilir.



Şema 1.2: Formaldehit üretimi akış şeması

Özel bir çıkış gazı absorberi, tepesinden kaçabilecek metanol ve dimetileleri tutar, formaldehiti 10 ppm in altında düşürür. Absorber tepe akımı, dışarı atılmadan önce katalitik bir konverterden geçirilerek atılan gazdaki formaldehiti 1 ppm den daha aza indirilir; bu değer atık gazın yakıt özelliğine uygundur. Proses malzemesi paslanmaz çeliktir.

HAM MADDELER VE YARDIMCI MADDELER (%37'lik 1m ³ formaldehit için)	MİKTAR
Metanol, kg	420
Taze katalizörle	50
Eski katalizörle	80
Buhar (dışardan), kg	608
Katalizör yaşam süresi, yıl	1.5-2.5

Tablo 1.1: Formaldehit prosesinde ham maddeler ve yardımcı maddeler listesi

ÜRÜNLER	MİKTAR
Sulu formaldehit (ağırlıkça)	
Formaldehit, %	37-53
Metanol, %	0.5
Formik asit, %	0.0035
Üre/formaldehit Konsantresi (UFC; ağı.)	
UFC, %	71-87
Formaldehit, %	50-61.4
Üre, %	21-25.6
Metanol, %	

Tablo 1.2: Formaldehit prosesinde ürünler listesi

1.3. Metil Klorür

CH_3Cl formülü ile gösterilen renksiz zehirli bir gaz. Klorometan olarak da bilinir. Kimya sanayinde; tetra metil kurşun, metil selüloz ve silikon polimerleri gibi organik maddelerin imalinde hammadde ve bütül kauçuk için bir çözücü olarak kullanılır. Metil klorür kolayca alevlenir. Kaynama noktası 24°C olup genellikle sıvı halde bulunur.

Metil klorür elde prosesinde;Klor, molekül halindeki klordan, HCl veya atık klorokarbonlardan sağlanabilir. Bu bileşikler, bakır(I) ve (II) klorürler ile potasyum klorürden oluşan erimiş tuz katalizörü ile klorun kullanılabilir şekline dönüştürülürler. Reaksiyonda oluşan gazlar, yalnızca N_2 , CO_2 , ve H_2O 'dan ibarettir; bu nedenle proses, çevreyi kirletmez.artık kloro bileşiklerinin tümü geri döndürülür ve tüketilir. Metil klorür, diklorometan (metilen klorür) ve kloroform, klorometanları oluştururlar; büyük miktarlarda üretilirler.Metil klorür, alkilendirme maddesi ve refrijerant olarak kullanılır.

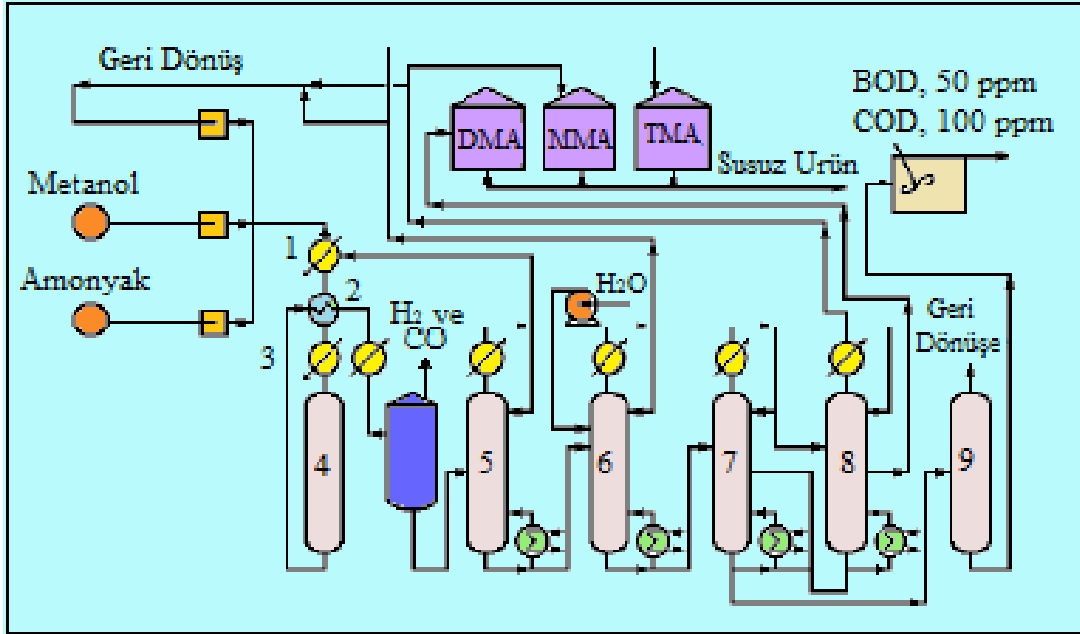
Metanın klorlanması, klor ve metan 0,6/1 oranında reaksiyon kabına geri gönderilir. Ürünlerin reaksiyona girecek maddeleri ısıtması sağlanarak, birincil reaktörde sıcaklık $345\text{-}370^\circ\text{C}$ 'de tutulur. Klor dönüşümü %100 ve metan dönüşümü yaklaşık %65'dir. Tutuşmayı önlemek için, dar kanallarda yüksek hızlar sağlanır. Çıkan gazlarda 6 kısım metil klorür, 3 kısım metilen klorür, 1 kısım kloroform ve $\frac{1}{4}$ kısım karbon tetraklorür bulunur. Geride kalan reaksiyona girmemiş metan ve HCl'dir; bunlarla birlikte çok az klor ve ileri derecede klorlanmış ürünler bulunur. İkincil klorinasyon, sıvı fazda ve ortam sıcaklığında gerçekleştirilir. Metilen klorürün kloroforma dönüştürülmesi reaksiyonu, ışık (civa arkı) tarafından katalizlenir. Ürünler, Pazar isteklerini karşılamak üzere, değiştirilebilir.

1.4. Metil Aminler

Teknik-saflıktaki susuz amonyak ve metanolden, aminasyon reaksiyonuyla mono (CH_3NH_2) di [$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$] ve trimetilaminlerin [$(\text{CH}_3)_3\text{N}$] elde edildiği sürekli bir prosestir.

➤ Prosesin Tanımı

Amonyak, metanol ve geri dönen sıvı, akış hızları kontrol edilerek bir buharlaştırıcıdan(1), ısı değiştiriciden(2) ve aşırı ısıtıcıdan(3) geçirilir ve aminasyon katalizörünün bulunduğu dolgu bir reaktöre(4) alınır. Reaksiyon ekzotermiktir; reaksiyon ısısının bir kısmı, ham maddelerin ön ısıtma işleminde kullanılır.



Şema 1.3: Metil aminlerin üretim akış şeması

Reaktörden çıkan ham ürün, seri çalışan dört distilasyon kolonundan geçirilir. Birinci kolonda(5) fazla amonyak ve bir kısım trimetilamin-amonyak azeotropu ayrılır; bunlar geri döndürülür. Dip akım trimetilamin (TMA) kolonuna(6) (ekstrakt) gider; burada su ilave edilir ve ekstratif distilasyonla saf TMA ayrılarak tepeden depolamaya alınır veya geri dönüşe çekilir. TMA kolonunun dibi DH kolonuna(7) beslenir; dimetilamin (DMA) ve monometilamin (MMA) tepeden ürün kolonuna(8) geçer. DH kolonunun dibi geri kazanma kolonuna(9) gider; burada aminler ve metanol tepeden alınarak geri dönüşe verilirken sulu dip akım işlemlemeye(10), oradan da atığa gönderilir.

Reaksiyon sistemi fevkalade denge içindedir; istenildiği kadar TMA, MMA, DMA çekilirken, fazlaları geri döndürülür. Elde edilen üç ürün de %99.6 saflık derecesindedir. Amonyak ve metanol verimleri %97 in üzerindedir.

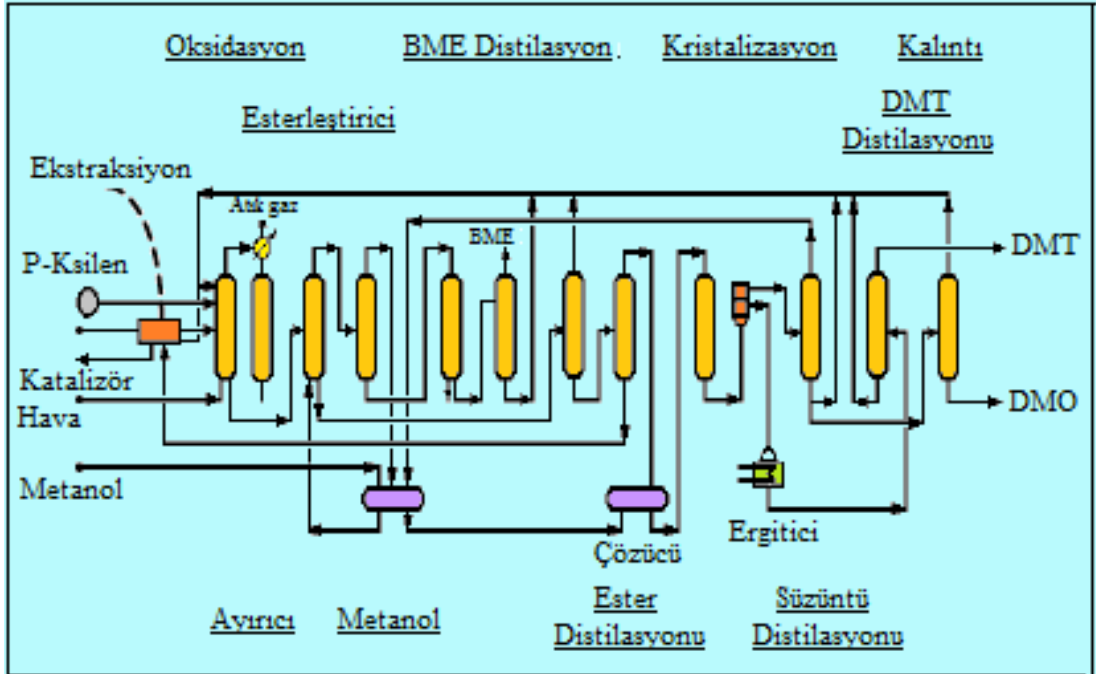
metanolla sıvı fazda esterleştirilir. Reaksiyon ürünlerinin ekstraksiyon ve distilasyonu ile, çok saf metil metakrilat (MMA) elde edilir.

Ham Maddeler ve Yardımcı Maddeler (1 kg. MMA için)	
İsobütilen (%100), kg	0.86
Metanol, kg	0.34
Katalizör ve yardımcı maddeler, Yen	18
Buhar, kg	-1.0
Elektrik gücü, kWsa	0.50
Soğutma suyu, kg	0.30

Tablo 1.4: Metil metakrilat prosesinde ham maddeler ve yardımcı maddeler listesi

1.6. Dimetil Tereftalat

P-Ksilen ve metanolden, oksidasyon ve esterifikasyon reaksiyonlarıyla fiber kalitede dimetiltereftalatın (DMT) elde edildiği bir prosesdir.

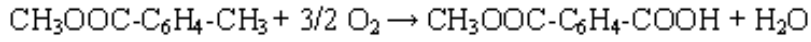
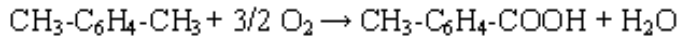


Şema 1.5: Dimetiltereftalat akım şeması

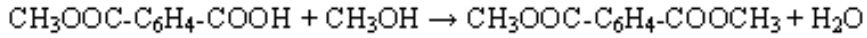
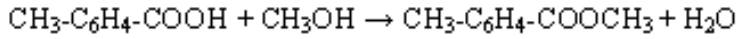
➤ Prosesin Tanımı

P-Ksilen ve p-metiltoluat karışımı, ağır metal katalizörler eşliğinde hava ile 140-170⁰ C ve 4-8 barda oksitlenir; reaksiyonda; p-toluik asit ve monometileter tereftalat elde edilir. Bu asitler, 250-280⁰ C sıcaklık ve 20-25 barda, metanolle esterleşme reaksiyonuna sokularak p-metil toluat ve DMT ye dönüştürülür. Oksidasyonda çözücüye gereksinim yoktur. Reaksiyonlar aşağıdaki gibi ilerler.

Oksidasyon:



Esterifikasyon:

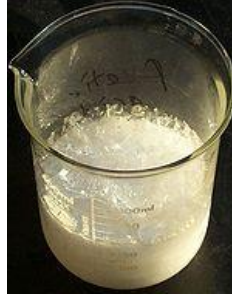


Esterifikasyon reaktörünün tepesinden alınan reaksiyona girmemiş metanol distillenir ve prosese döndürülür. Dipten çıkan ham ester distillenir. Kolonun tepesinden çıkan p-metil toluat oksitleyiciye döndürülür; dip akım ikinci bir kolona geçer, ham DMT ve kalıntılar ayrılır. Ham DMT, metanolde kristallendirilerek saflaştırılır. Kristaller santrifüjlenir, distillenerek fiber kalitede DMT elde edilir; erime noktası 141⁰C dolayındadır. Ergimiş DMT, ya doğrudan polikondensasyona gönderilir veya fiber fabrikalarına verilmek üzere uygun taşıyıcılara yüklenir.

1.7. Asetik Asit

Asetaldehitin oksijen ile oksitlenmesiyle asetik asitin elde edildiği bir procestir. Prosesin verimi yüksek, su, elektrik gibi yardımcı madde ve yatırımı düşüktür.

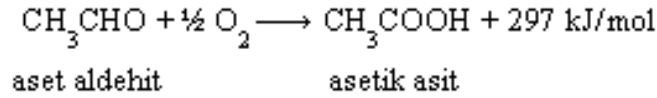
Reaksiyonda kullanılan katalizör, herhangi bir işleme gereksinim olmadan ve kayba uğramadan geri döndürülür. Elde edilen ham asetik asit, atmosfer basıncındaki kolonlarda distillenerek saflaştırılır; yan ürün çıkmaz.



Resim 1.1 :Donmuş Asetik Asit

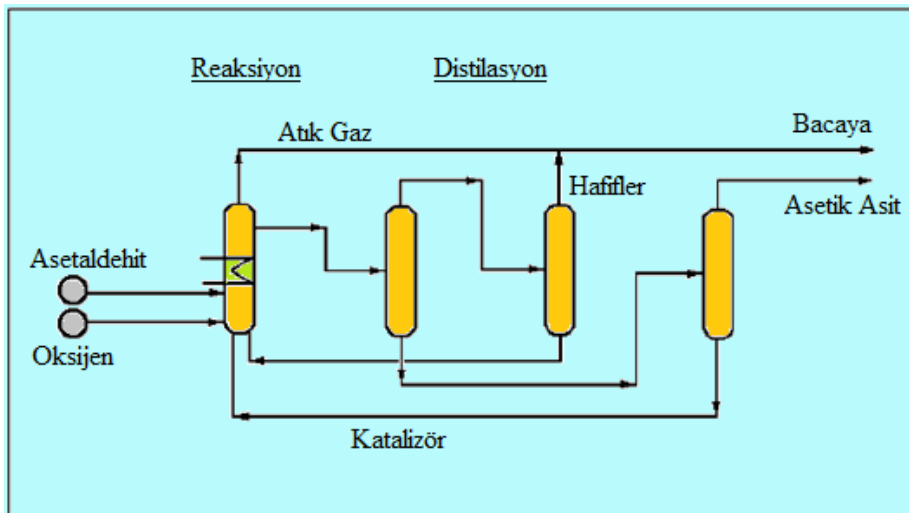
➤ **Prosesin Tanımı**

Asetik asit üretiminde ham maddeler asetaldehit ve oksijendir. İşlem bir oksitlenme reaksiyonudur; manganez asetat içeren bir katalizörle yürütülür.



Reaksiyon normal basınçta ve 600 °C dolayında yapılır. Açığa çıkan reaksiyon ısısı bir soğutma sistemiyle uzaklaştırılır.

Reaksiyonda oluşan ham asetik asit, atık (off) gazdan ayrıldıktan sonra, sırayla üç ayrı kolonda distillenir. Birinci kolon, asetik asiti, hafif-kaynayan bileşenlerden ayırır; tepe ürünü, ikinci kolona ortadan verilir; dip ürün üçüncü kolona gönderilir. İkinci kolonun tepesinden alınan hafifler atık gaz akımı yoluyla bacaya verilirken dip akım reaktöre döndürülür. Üçüncü kolona gelen akım, hafif ürünler ve gaz içermeyen ham asetik asittir. Üçüncü kolonun tepesinden saf asetik asit distillenir; buraya taşınan katalizör, herhangi bir kayba uğramadan reaktöre geri döner.



Şema 1.6. Asetik asit üretimi akış şeması

Asetik asit üretiminde kullanılan ham ve yardımcı maddeler miktarlarıyla beraber aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Asetaldehit (%100), kg.	764
Oksijen (%100), m ³	205
Soğutma suyu (30 ⁰ C, T = 10 ⁰ C), m ³	160
Soğutma enerjisi (0 ⁰ C, T = 5 ⁰ C), kJ	12 560
Buhar, kg	700
Elektrik, kWsa	6
Azot, m ³	4

Tablo 1.5: Asetik asit üretiminde kullanılan ham ve yardımcı maddeler listesi

1.7.1. Üretim Yöntemleri

➤ **Metanolün düşük basınçta karbonilasyonu**

Madde Balansı:

Kimyasalın Adı	Ton/Ton ürün
Asetik asit	1.00
Karbonmonoksit	-0.61
Metanol	-0.58

➤ **Asetaldehitin hava ile oksidasyonu**

Madde Balansı:

Kimyasalın Adı	Ton/Ton ürün
Asetaldehit	-0.78
Asetik asit	1.00
Metil asetat	0.04

➤ **n-Bütanın oksidasyonu**

Madde Balansı:

Kimyasalın Adı	Ton/Ton ürün
Asetik asit	1.00
n-Bütan	-0.83
Yan ürünler	0.03

➤ **n-Bütülenin direkt oksidasyonu**

Madde Balansı:

Kimyasalın Adı	Ton/Ton ürün
Asetik asit	1.00
Bütlenler	0.09
n-Bütülenler	-1.01
Formik asit	0.06
Çeşitli kimyasallar	-0.01

1.7.2. Özellikleri

Berrak, renksiz bir sıvıdır. Keskin sirke kokusundadır. Su, alkol, gliserol ve eterle karışabilir. Karbon disülfürde çözünmez.

Kimyasal Adı	Sirke asidi,Etanoik asit
Kimyasal formül	CH ₃ COOH
Molekül ağırlığı	60.05 g/mol
CAS numarası	[64-19-7]
Yoğunluk	1.266 g cm ⁻³
Viskozite(20°C)	1.22cps
Alevlenme Noktası (açık kap)	43.33 °C
Kendiliğinden Tutuşma Noktası	420 °C
Ergime noktası	16.5 °C (289.6 ± 0.5 K) (61.6 °F)
Kaynama noktası	118.1 °C (391.2 ± 0.6 K) (244.5 °F)

Tablo 1.6: Asetik asitin özellikleri

1.7.3. Kullanıldığı Yerler

Asetik anhidrit, selüloz asetat, vinil asetat, asetik esterler, kloro asetik asit ve plastiklerin eldesinde ve ilaç sanayiinde, böcek ilaçlarında, fotoğrafçılıkta, lateks koagülantı olarak ve tekstil sanayiinde kullanılmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Metanolden elde edilen ürünleri araştırınız.

Kullanılan araç ve gereçler; Reaktör, rejeneratör, CO₂ ayırma, kolonlar, deetanizer, doğal gaz

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ İş kıyafetinizi giyerek çalışma ortamınızdaki güvenlik tedbirlerini kontrol ediniz.	➤ Güvenlik kurallarını gözden geçiriniz.
➤ Prosesin hazırlamak için; reaktör, rejeneratör, CO ₂ ayırma, kurutucu, kolonlar, deetanizer, depropanizer, asetilen doyurma ve demetanizer ekipmanlarının kontrolünü yaparak üretim için gereken hazırlıkları yapınız.	➤ Ekipmanlarla birlikte var olan pompa, vana, sıcaklık ve basınç ölçerler, bağlantı elemanları vb. mutlaka kontrol edilmelidir.
➤ Proseste akışkan yataklı bir reaktör ile akışkan yataklı bir jeneratör kullanınız	➤ Öncelikle ekipmanları devreye alma kurallarını gözden geçiriniz.
➤ Reaksiyon sentetik silikoaluminofosfat moleküler elek bazlı katalizör üzerinden sıcaklığı 350-500 °C'ye sabitleyiniz	➤ Sıcaklık ve basınç kontrollerini gereken sıklıklarda yapmayı ihmal etmeyiniz.
➤ Proseste kullanılacak olan katalizörün enjeksiyonunun doğru olup olmadığını kontrol ediniz.	➤ Katalizörün doğru oranlarda ilavesi önemlidir
➤ Proseste metanolü hafif olefinler olan etilen ve propilene dönüştürünüz	➤ Laboratuvar analiz sonuçlarını dikkate almayı unutmayınız.
➤ İşlemlerle ilgili raporu hazırlamak, ilgili birimler sununuz	➤ Doğru ve düzenli tutulan raporlar, prosesin durumu hakkında önemli bilgiler içerir ve sonraki işlemler için yol göstericidir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetinizi giyerek çalışma ortamınızdaki güvenlik tedbirlerini kontrol ediniz.		
2. Prosesi hazırlamak için; reaktör, rejeneratör, CO ₂ ayırma, kurutucu, kolonlar, deetanizer, depropanizer, asetilen doyurma ve demetanizeri hazır bulundurdunuz mu?		
3. Proseste akışkan yataklı bir reaktör ile akışkan yataklı bir jeneratörü kullandınız mı?		
4. Reaksiyon sentetik silikoaluminofosfat moleküler elek bazlı katalizör üzerinden sıcaklığı 350-500 ⁰ C'e sabitlediniz mi?		
5. İşlemden uzun süreli dayanıklı ve kararlı ayrıca etilen veya propilen ağırlıklı olmasını sağlayacak katalizör kullandınız mı?		
6. Proseste metanolü hafif olefinler olan etilen ve propilene dönüştürdünüz mü?		
7. İşlemlerle ilgili raporunuzu hazırlayıp teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi metanol prosesi kısımlarından değildir?
A) Sentez gazının hazırlanması
B) Metanol sentezi
C) Metanol saflaştırma
D) Metanol klorinasyonu
- Sentez gazı hazırlamada gazların, reforming fırınında nikel katalizör üzerinden reaksiyona girme sıcaklığı ve basıncı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) 800⁰C / 10 bar
B) 820⁰C / 15 bar
C) 840⁰C / 20 bar
D) 880⁰C / 20 bar
- Metanol sentezi bölümünün çalışma basıncı ve sıcaklığı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) 80-100 bar/240-270⁰ C
B) 100-110 bar/250-280⁰ C
C) 80-120 bar/260-290⁰ C
D) 110-130 bar/270-300⁰ C
- Formaldehit prosesinde kullanılan katalizör aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) Demir volfram oksit
B) Demir molibden sülfür
C) Demir molibden oksit
D) Demir volfram sülfür
- Teknik-saflıktaki susuz amonyak ve metanolden, aminasyon reaksiyonuyla mono (CH₃NH₂) di [(CH₃)₂NH] ve trimetilaminlerin [(CH₃)₃N] elde edilme prosesinde ürün saflığı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
A) %99
B) %99,2
C) %99,4
D) %99,6
- İsobütülen veya tersiyer bütanolün hava ile oksitlenmesiyle metakrilik (MAA) asit eldesi ve bunun da metanolla esterleştirilmesi işlemlerinin yapıldığı prosesin adı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Metil Aminler
B) Metil Metakrilat
C) Metil Klorür
D) Metanol

7. Dimetiltereftalatın (DMT) elde edilmesinde kullanılan ham maddeler aşağıdakilerden hangisidir?
- A) o-ksilen / metanol
B)m-ksilen / etanol
C)p-ksilen / metanol
D)p-ksilen / etanol
8. Asetik asit üretiminde kullanılan katalizör aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Manganez asetat
B) Manganez sülfat
C) Sodyum asetat
D) Sodyum sülfat

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına ve tekniğine uygun olarak metanol-propilen prosesini inceleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Metanol proseslerinin bulunduğu işletmeleri araştırınız?

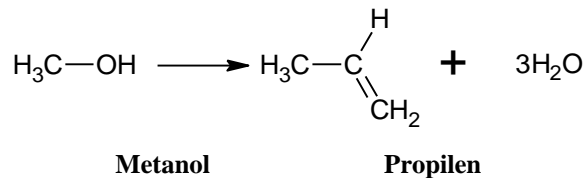
2. METANOL-PROPİLEN PROSESİ

Propilen petrokimya sanayinin temel ürünlerinden biridir; önemli üretim prosesleri arasında, buhar kraking, metanol-olefinler prosesi, olefin kraking, fluid katalitik kraking, metanol-propilen prosesi, olefin dönüştürme ve propoan dehidrojenasyonu sayılabilir.

Metanol- propilen prosesinde zeolit bazlı katalizör varlığın sabit yataklı reaktör kullanılarak doğal gaz şarjından gelen metanolden polimer saflıkta propilen üretimi yapılır.

2.1. Prosesin Tanımı

Doğal gaz→metan→ metanol destilasyonlarından elde edilen propilenin elde edildiği prosese metanol-propilen prosesi denir.



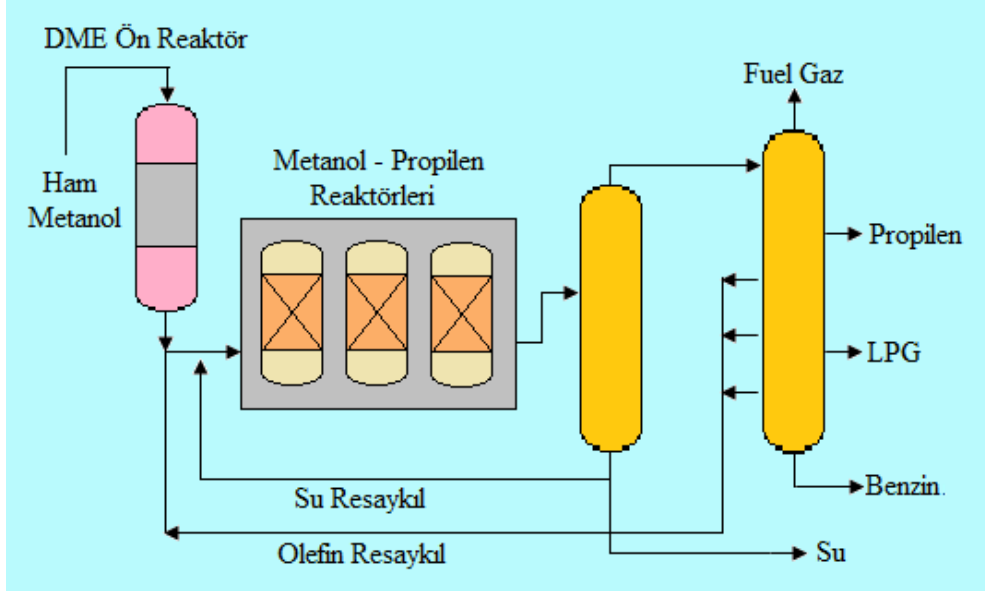
Proses sabit reaktörler sisteminde, zeolit bazlı katalizörlerle yapılır. Katalizörün propilen seçiciliği çok yüksektir, kok, propan ve diğer yan ürünler oluşumu çok düşüktür. Hammadde metanol adyabatik DME reaktörüne beslenir.

Buradaki reaksiyonda DME ve su meydana gelir, ve metanol- su- DME termodinamik dengeye ulaşılır. Reaktör akımı birinci MTP reaktörüne gönderilir; buraya aynı zamanda prostesten geri döndürülen çıkan su ve olefinler de eklenir. Denge halindeki karışımdan propilene dönüşüm birinci reaktörde %99 dolayındadır; reaksiyonlar diğer üç reaktörde de devam ederek hammadde metanolün tamamının propilene dönüşmesi sağlanır.

Karışım ürün soğutulur, içerdiği gaz ürün, organik sıvılar ve su ayrılır. Gaz ürün sıkıştırılır ve içerdiği eser miktardaki su, CO₂ ve DME standart yöntemlerle uzaklaştırılır.

Temizlenmiş propilen gerekli saflaştırma proseslerinden sonra saf halde elde edilir. Çeşitli olefinlerin bulunduğu akımlar sentez kısmına döndürülerek hammadde olarak kullanıma alınır. Prosesten çıkan ürün benzindir.

2.2. Prosesin Akış Şeması



Şema 2.2. Metanolden propilen üretimi basit akım şeması

2.3. Proseste Elde Edilen Ürünler

Metanol-propilen prosesinde ana ürünler propilen, LPG, ve fuel gazdır. Proseste elde edilen yan ürün benzindir.

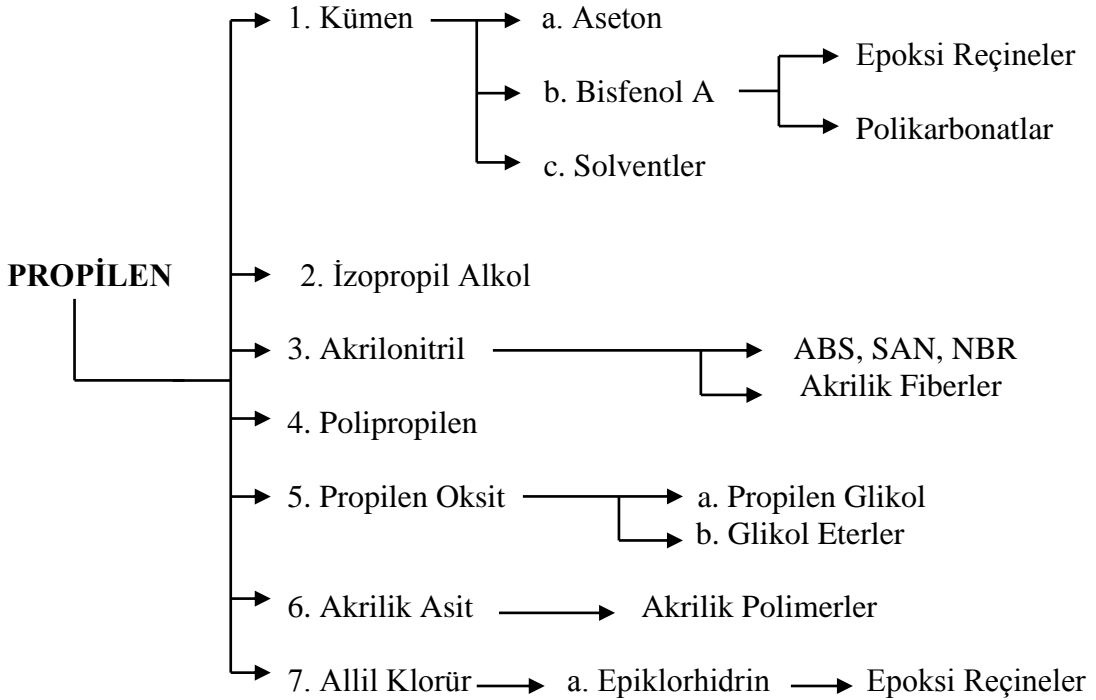
2.3.1. Propilen

Dünya propilen piyasasına propilen sağlayan iki ana kaynak mevcuttur. Bunlar, etilen üniteleri (NSC – Naphtha Steam Cracker) ve rafineri FCC üniteleridir. Her iki propilen kaynağında da propilen proses gereği yan ürün olarak üretilmektedir.

Propilenin genellikle yan ürün olarak üretilmesi, propilen piyasasında bazı önemli karışıklıkları da beraberinde getirmektedir. Bir yan ürün olarak propilenin birim üretim maliyetinin ve piyasa fiyatının tam anlamıyla tespiti oldukça zor ya da imkansız olmaktadır. Bundan başka, NSC ve FCC ünitelerindeki yatırımlar, ana ürünleri olan etilen ve benzinin arz/talep dengesi ve üretim ekonomisi dikkate alınarak yapılmaktadır. Sonuç olarak, propilen arzında önceden yapılan propilen talep tahminlerine ya da mevcut talep durumuna hiç uymayan belirgin değişiklikler yaşanmaktadır. Propilenin yan ürün yapısından dolayı, kesin olmayan arz/talep, KKO, kapasite ve üretim maliyet rakamlarıyla propilen piyasasını analiz etmek çok zor olmaktadır.

Dünya propilen piyasasına en fazla propileni NSC üniteleri sağlamaktadır. NSC ünitelerinde kullanılan hammadde değiştiği zaman propilen verimi de değişmektedir. Nafta, gas oil ve propan hammadde olarak kullanıldığında 1 ton etilen üretimine karşılık 0.4-0.6 ton propilen üretilirken, hammadde olarak etan kullanıldığında ise bu miktarın 10 misli daha az 0.04-0.06 ton propilen üretilmektedir. 2005 yılı ortalama dünya propilen/etilen oranı 0,40 mertebesindedir. Artan propilen talebine bağlı olarak 2015 yılına kadar propilen/etilen oranındaki talep artışının 0,66'ya ulaşması beklenmektedir. NSC ünitelerinin bir çoğu diğer petrokimya üniteleriyle çok iyi entegre olmuş durumdadır. Bu ünitelerde üretilen propilen downstream üniteler tarafından tüketilmektedir. 65 milyon ton olan yıllık dünya propilen üretiminin % 60 etilen fabrikalarından elde edilirken % 34'ü petrol rafinerileri FCC ünitelerinden sağlanmaktadır.

Ancak, özellikle Orta Doğu bölgesinde düşük NGL fiyatlarının getirdiği cazibeyle etilen fabrikaları gas maddelere dayanarak yapıma eğiliminde olduğundan önümüzdeki yıllarda dünya propilen üretimindeki etilen fabrikalarının payı azalacaktır. Bu nedenlerle, etilen fabrikalarında propilen severitelerinin artırılması ve daha değişik hammaddeler kullanılması eğiliminin artması beklenmektedir. 2010 yılına kadar dünya ölçeğinde 19.8 milyon ton ilave propilene ihtiyaç olacağı, bu miktarın % 30'unun etilen fabrikalarından, yaklaşık % 30'unun FCC ünitelerinden ve kalanının da doğrudan propilen üretimini amaçlayan proseslerden üretileceği düşünülmektedir.



Tablo 2.1: Propilen sentezinde elde edilen ürünler

Rafinerilerdeki FCC üniteleri, NSC ünitelerinden sonra ikinci büyük propilen kaynağıdır. FCC ünitelerinin propilen verimi rafinerinin tipine, katalize, severiteye, kullanılan ham petrole, ve FCC hammadde kompozisyonuna göre değişmektedir. Ayrıca

benzin talebi seviyesi, farklı benzin oktan ihtiyaçları, ısıtma amaçlı talebin miktarı ve rafineri-petrokimya entegrasyonlarının düzeyi gibi bölgesel etkilerde rafinerilerden elde edilen propilen üretimini etkilemektedir. Buna örnek olarak Asya’da rafineri bazlı propilen üretiminin % 17 olması gösterilebilir.

Genellikle, FCC üniteleri propilen verimleri destilat modunda % 5, benzin modunda % 8 ve yüksek oktan modunda % 12 civarındadır. Benzin (gasoline) mod FCC üniteleri severite artışı ile propilen verimlerini % 10’a kadar arttırabilmektedirler. Genel anlamda, FCC propilen üretimindeki artış propilen talep artışının gerisindedir. Optimistik bir senaryoya göre 2014 yılına kadar FCC ünitelerinden dünya propilen üretimine olacak katkı sadece 3 milyon ton civarında olacaktır. Rafineri FCC ünitelerinde severite artışları benzin verimini azalttığı için en ekonomik ve cazip yol bu ünitelerde henüz ekstrakte edilemeyen propilen kaynaklarının kullanılmasıdır.

Petrokimya piyasasına arz edilen propilenin sadece % 6 civarındaki kısmı propilenin ana ürün olarak üretildiği prosesler (on-purpose propylene) yoluyla elde edilmektedir. Artan propilen ihtiyacına bağlı olarak bu tür proseslere olan ihtiyacın da artacağı görülmektedir. 1990 yılında sadece 3 ticari operasyonla dünya propilen kapasitesinin % 1’ini oluşturan bu tür prosesler, 2004 yılında 20 proje ile dünya kapasitesinde % 6 paya ulaşmıştır. 2010 yılına kadar 35’i aşması beklenen ticari operasyonlarla bu payın % 12’ye yükselmesi beklenmektedir. Bu tür proseslerin seçiminde yatırım miktarı, geri dönüş oranı, hammadde bulunabilirliği, teknolojisinin bulunabilirliği ve ticari deneyimler önemli rol oynamaktadır. Her yatırımın kendine özgü bir yapısı olmasına rağmen, bu tür proseslerin her birinin avantajlı ve dezavantajlı yönleri bulunmaktadır.

Renksiz bir gazdır, alkol ve eterde çözünür sudaki çözünürlüğü azdır.

Kaynama Noktası	-47.7°C
Donma Noktası	-185 °C
Özgül Ağırlığı (sıvı) (20/4 °C)	0.5139
Alevlenme Noktası	-107°C
Kendiliğinden Tutuşma Noktası	497 °C
Kritik Basınç	45.4 atm
Kritik Sıcaklık	92.0°C

Tablo 2.2: Propilenin özellikleri

Havada Alt Limit, % mol	2.4
Havada Üst Limit, % mol	11.1
Havada Atmosferik Basınçta Kendiliğinden Tutuşma Noktası	224 °C

Tablo 2.3: 25 °C'de Atmosferik Basınçta Tutuşma Limitleri:

➤ Kullanıldığı Yerler

İzopropil alkol, polipropilen, sentetik gliserol, akrilonitril, propilenoksit, hepten, kümen, polimer benzin, akrilik asit ve vinil reçinelerinin yapımında kullanılır.

2.3.2. LPG

LPG (Likit Petrol Gazları) doğal olarak yer altı gaz birikimlerinden sağlanabildiği gibi petrolün damıtılmasından ve parçalanmasından elde edilebilir. Basınç altında sıvılaştırılan propan, bütan ve bu gazların oluşturduğu hidrokarbon karışımlarından elde edilir LPG, doğal gazın damıtılarak ayrıştırılması, ham petrolün atmosferik distilasyon kulelerinde damıtılması ve büyük moleküllü hidrokarbonların parçalanması (Craking reaksiyonları) ile elde edilir.

LPG otopaz yanma verimliliği ve çevreye yaydığı emisyonların azlığı nedeniyle çevre dostudur. İçerisindeki kükürt oranının azlığı ile büyük bir avantaj sağlar. Otolarda egzozdan çıkan gaz miktarı benzine oranla çok az denecek kadardır. Buda bizler için solunacak daha temiz bir hava ve yeşil bir ortam demektir. LPG dünyanın bir çok gelişmiş ülkesinde çevreci özelliği ve artı avantajları baz alınarak ticari ve özel araçlarda kullanılmaktadır.

Çevre bilincinin ileri düzeyde olduğu ülkelerde otopaz kullanımı özel fiyat politikaları, vergi indirimleri ve vergi iadesi gibi yöntemlerle teşvik edilmektedir.

Ülkemizde de uygulanan benzeri teşviklerle otopaz kullanımı benzine oranla daha ekonomik ve çevreci hale getirilmektedir. Unutulmamalıdır ki Otopaz yüksek oktan sayısına sahip olduğundan motordaki yanma düzenli gerçekleşir. Bu özelliği onu çevreci kılar.

2.3.3. Fuel gaz

Çeşitli petrol proseslerinde ana veya yan ürün olarak elde edilen bir gaz türüdür. Genellikle işletmelerin yoğun yakıt talebi dönemlerinde doğal gaz(vb.)'a ek olarak kullanılır. Bu gazların diğer gazlar gibi yakıt değeri yüksek değildir. Sebebi ise katran, hafif yağlar, amonyak ve hidrojen sülfür içermesidir.

2.3.4. Benzin

Sentetik olarak benzini Alman kimyager Bergius'un metodu ile kömürden elde etmek mümkündür. Bu metoda göre kömür yüksek basınç altında katalitik hidrojenasyon ile sıvı hidrokarbonlara dönüştürülür.

Fischer-Tropsch ise karbonmonoksit ile hidrojeni katalitik olarak birleştirerek sıvı hidrokarbon elde etmiştir. Her iki metod ile hem daha pahalı hem de daha kalitesiz benzin elde edilmektedir. Ancak yakın bir gelecekte bu proseslerin ticari önemi olma ihtimali vardır.

Günümüzde ise propilen eldesi sırasında yan ürün olarak elde edilir. Hafif, renksiz veya sonradan renklendirilmiş, kendine has kokusu olan, 40oC ile yaklaşık olarak 210°C arasında damıtılan, yakıt olarak (otomobil benzini, uçak benzini, iki zamanlı motor benzini) eritici olarak (leke benzini) ve sanayi alanında çeşitli işlerde (özel benzinler) kullanılan sıvıdır.

Kimyasal olarak benzin ham petrolün özelliğine bağlı olarak 120'den fazla hidrokarbon ihtiva eder. Bunların çoğu doymuş hidrokarbon yapısında olup, 4'den 12'ye kadar karbon ihtiva-ederler.

UYGULAMA FAALİYETİ

Metanol-Propilen Prosesini İnceleyiniz.

Kullanılan araç ve gereçler; Ön reaktör, reaktör, resaykılar, kolonlar, zeolit bazlı katalizörler, hammadde

İşlem basamakları	Öneriler
➤ İş kıyafetinizi giyerek güvenlik tedbirlerinin alınıp alınmadığını kontrol ediniz.	➤ İş güvenliği kurallarını gözden geçirin.
➤ Proseste ön reaktör, reaktör, resaykılar ve kolonları hazır çalışır durumda bulundurunuz.	➤ Prosesi incelerken güvenlik önlemleri alın.
➤ Proseste, zeolit bazlı katalizörlerin sabit yataklı reaktör sistemine uygun miktarlarda aktarılmasını sağlayınız (Katalizörün propilen seçiciliği çok yüksek olduğundan kok, propan ve diğer yan ürünlerin oluşumu düşüktür.)	➤ Proses şartlarına göre katalizör ilave miktarları değişken olabilir. Bu nedenle proses yetkilisinden gerekli değerleri alarak bu değerlere sadık kalınız.
➤ Hammadde, metanol adyabatik DME reaktörüne besleyiniz. (Reaksiyonda DME ve su meydana gelir. Metanol-su-DME termodinamik dengeye ulaşılır.)	➤ Beslenme ünitesini sisteme uygun şartlarda besleyiniz. ➤ Bunu göz önünde bulundurunuz.
➤ Reaktör akımını birinci MTP reaktörüne gönderiniz.	➤ Pompanın sağlıklı çalıştığını ve ayrıca seviye, sıcaklık - basınç kontrollerini yapınız.
➤ Aynı reaktöre, prosesten geri döndürülen, çıkan suyu ve olefinleri de ekleyiniz. (Denge halindeki karışımdan propilene dönüşüm birinci reaktörde %99 dolayındadır; diğer üç reaktörde de devam ederek hammadde metanolün tamamının propilene dönüşmesi sağlanır.)	➤ Pompa, vana vb. kontrollerini ihmal etmeyiniz.
➤ Karışım ürününü soğutunuz.	➤ Sıcaklık ve basınç değerlerine dikkat ediniz.
➤ Karışımın içerdiği gaz ürün, organik sıvılar ve suyun ayrılmasını sağlayınız.	➤ Bu işlemde kullanılan ekipmanın gerekli kontrollerini mutlaka yapınız.
➤ Gaz ürünü sıkıştırmak ve içerdiği eser miktardaki su, CO ₂ ve DME standart yöntemlerle uzaklaştırınız.	➤ Standart uzaklaştırma yöntemlerini gözden geçirin.
➤ Temizlenmiş propilen gerekli saflaştırma proseslerinden sonra saf halde elde ediniz.	➤ Saflaştırma proses koşullarına uyunuz. ➤ Depolama kurallarına uyunuz.

➤ Numune alma prosedürüne göre numune olarak analiz için laboratuvara gönderiniz.	➤ Numune alma kurallarına uyunuz.
➤ Çeşitli olefinlerin bulunduğu akımlar sentez kısmına döndürülerek hammadde olarak kullanıma alınız. (Proseste çıkan yan ürün bezindir)	➤ Döndürülen akımların sıcaklık, basınç kontrollerini yaparak ilgili ekipmanlara gönderimini sağlayınız.
➤ Üretim akım şemasını çiziniz.	➤ Proses ekipmanlarının sembollerine dikkat ediniz.
➤ Raporunuzu teslim ediniz	➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetinizi giyip iş güvenliği kurallarını gözden geçirdiniz mi?		
2. Proseste ön reaktör, reaktör, resaykılar ve kolonları hazır çalışır durumda bulundurunuz mu?		
3. Proseste sabit yataklı bir reaktör sisteminde, zeolit bazlı katalizörler kullandınız mı?		
4. Hammadde, metanol adyabatik DME reaktörüne beslediniz mi?		
5. Reaktör akımını birinci MTP reaktörüne gönderiniz mi?		
6. Aynı reaktöre, prostesten geri döndürülen, çıkan suyu ve olefinleri de eklediniz mi?		
7. Karışım ürününü soğutunuz mu?		
8. Karışımın içerdiği gaz ürün, organik sıvılar ve suyu ayırdınız mı?		
9. Gaz ürünü sıkıştırmak ve içerdiği eser miktardaki su, CO ₂ ve DME standart yöntemlerle uzaklaştırdınız mı?		
10. Temizlenmiş propilen gerekli saflaştırma proseslerinden sonra saf halde elde ettiniz mi?		
11. Numune alma prosedürüne göre numune alarak analiz için laboratuvara gönderdiniz mi?		
12. Çeşitli olefinlerin bulunduğu akımlar sentez kısmına döndürülerek hammadde olarak kullanıma aldınız mı?		
13. Üretim akım şemasını çizdiniz mi?		
14. Raporunuzu teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Metanol- propilen prosesinden çıkan yan ürün aşağıdakilerden hangisidir?
A) Fuel gaz B) Benzin C) LPG D) Nafta
2. Metanol- propilen prosesinde zeolit bazlı katalizör kullanılmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yan ürün oluşumunu artırır.
B) Propan oluşumunu artırır.
C) Propilen seçiciliği çok yüksektir.
D) Ortamın ısısını dengeler.
3. Aşağıdakilerden hangisi metanol-propilen prosesindeki ana ürünlerden değildir?
A) Propilen B) LPG C) Fuel gaz D) Nafta
4. Metanın klorlanması, klor ve metan dönüşümünün yaklaşık yüzdeleri sırasıyla aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
A) % 90 - %65 B) %90 - %70 C) %100 - %65 D) %100 - %70
5. Aşağıdakilerden hangisi metil klorürden oluşan ürünlerden değildir?
A) Diklorometan (metilen klorür) B) Kloroform
C) Benzoklorür D) Klorometanlar
6. Aşağıdakilerden hangisi propilen proseslerinde elde edilen ürünlerdendir?
A) Kümen B) Polivinil klorür
C) Asetil salisilik asit D) Propan

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme” ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

1. Metanol prosesi üç kısımdan oluşur. I. , II. , III.
2. Metanolden, oksidasyon reaksiyonuyla ve üre/formaldehit konsantresinin elde edildiği sürekli bir prosestir.
3. Doğal gaz→metan→ metanol destilasyonlarından elde edilen propilenin elde edildiği prosese prosesi denir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Formaldehit prosesinde atılan gazdaki formaldehit derişimi aşağıdakilerden hangisidir?
A) 1 ppm den az
B) 3 ppm den az
C) 5 ppm den az
D) 10 ppm den az
5. Asetik asit üretiminde reaksiyon derecesi kaç °C'dir?
A) 500 °C B) 600 °C C) 700 °C D) 800 °C

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	A
4	C
5	D
6	B
7	C
8	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	C
5	C
6	A

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Sentez gazının hazırlanması, metanol sentezi metanol saflaştırma)
2	Formaldehit
3	metanol-propilen
4	A
5	B

KAYNAKÇA

- KÜÇÜK Mehmet, **Milli Eğitim Bakanlığı. Hidrolik Pnömatik Ders Kitabı**, İstanbul, 2006.