

**T.C.  
MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĐI**

**KİMYA TEKNOLOJİSİ**

**REAKTÖR KULLANMA  
524KI0132**

**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.....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1.....	2
1. REAKTÖR.....	2
1.1. Tanımı.....	2
1.2. Reaktör Çeşitleri .....	3
1.2.1. Kesikli Çalışan Reaktörler.....	4
1.2.2. Sürekli Çalışan Reaktörler.....	6
1.3. Reaktörün Çalışmasına Etki Eden Faktörler .....	7
1.3.1. Sıcaklık.....	7
1.3.2. Viskozite.....	7
1.3.3. Ürünlerin Fiziksel Hâli.....	7
1.3.4. Yoğunlukları .....	8
1.3.5. Basınç.....	8
UYGULAMA FAALİYETİ .....	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	11
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	13
2. REAKTÖRÜ DEVREYE ALMA .....	13
2.1. Tanımı.....	13
2.2. Reaktörün Donanımı.....	14
2.2.1. İç Donanım .....	14
2.2.2. Dış Donanım .....	15
2.3. Reaktörün Çalışma Şartlarını Sağlama .....	15
2.4. Yükleme Yapma .....	16
2.5. Sistemin Çalışmasını Kontrol Etme .....	16
UYGULAMA FAALİYETİ .....	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	20
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	22
CEVAP ANAHTARLARI .....	23
KAYNAKÇA.....	24

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>524KI0132</b>
<b>ALAN</b>	<b>Kimya Teknolojisi</b>
<b>DAL</b>	<b>Proses</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Reaktör Kullanma</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül reaktörü üretime hazırlama ve devreye alabilme bilgi ve becerisinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	<b>40/32</b>
<b>ÖN KOŞUL</b>	Havalı Kondenser modülünü başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Reaktör kullanmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, kuralına uygun olarak reaktör kullanabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Reaktörü üretime hazırlayabileceksiniz. 2. Reaktörü devreye alabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı ( internet ), kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar <b>Donanım:</b> Projeksiyon, bilgisayar, DVD çalar, televizyon
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı ( çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Bu modülde, Kimya Teknolojisi alanının Proses Teknisyenliği dalının önemli işlemlerinden biri olan reaktörleri ve kullanma kurallarını öğreneceksiniz. Bu modülü başarı ile tamamlamak başarınızın anahtarlarından biri olacaktır.

Bu modülde reaktörlerin ne kadar önemli ve gerekli olduğunu anlayacaksınız. Sektördeki pek çok sistemde kullanıldığını göreceksiniz. Çalışmalarınızda başarılar dileriz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ -1

## AMAÇ

Reaktörü üretime hazırlayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kimya fabrikalarında kullanılan reaktör çeşitlerini araştırınız.

## 1. REAKTÖR

### 1.1. Tanımı

Sabit veya akışkan yatağa sahip, sürekli veya kesikli çalışan tipleri olan, bir katalizör yardımıyla kimyasal tepkime yaparak üretim elde edilen endüstriyel cihazdır (ekipmandır). Reaktör, içerisinde beslemenin herhangi bir tepkimeyle veya tepkimesiz olarak istenilen ürüne dönüşmesini sağlayan bir proses olarak da tanımlanabilir.



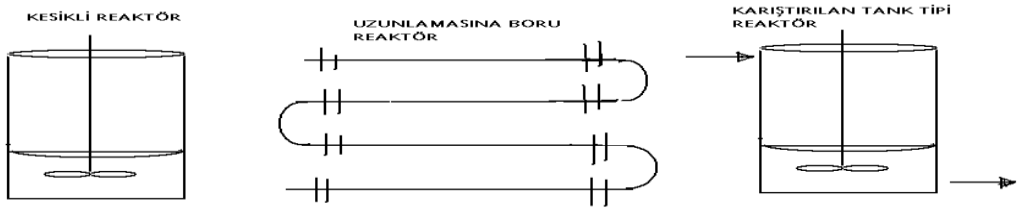
Resim 1.1: Reaktör

Reaktör arzu edilen kimyasal reaksiyonların gerçekleştirildiği ekipmanların genel adıdır. İçlerinde meydana gelen reaksiyonların tipine göre çeşitli adlar alır. Polimerleşme reaksiyonlarının meydana geldiği reaktörlere polimerizasyon reaktörü, nükleer reaksiyonların meydana geldiği reaktörlere nükleer reaktör, hidrojenasyon reaktörü olarak isimlendirilir. Genellikle sıvı- katı veya sıvı -sıvı karışımlarının olduğu reaktörler homojen karışımı sağlamak için karıştırıcı olurken gaz fazı reaksiyonlarının olduğu reaktörlerde karıştırıcı olmaz.

Bir reaktörü dizayn etmek için gerçekleştirilecek fiziksel ve kimyasal proseslerin hızlarını ve aynı zamanda bir takım soruların cevaplarını bilmemiz gerekir. İstenilen kapasitede bir reaksiyon gerçekleştirebilmek için hangi tipte ve hangi boyutta bir ekipmana gerek vardır? Operasyon şartları, sıcaklıklar, basınçlar, akış hızları ne kadar olmalıdır, çevreyle ısı için hangi şartlar gereklidir? Reaksiyon endotermik midir yoksa ekzotermik midir? Reaksiyonun başlatılabilmesi için önce reaktör ceketinin ısıtılması, daha sonra reaksiyon başladığında soğutulması gerekebilir. Bu durumda reaktör ceketinin hem ısıtma hem de soğutmaya göre dizayn edilmesi gerekir. Ancak bütün bu sorulara cevap verilerek reaktörün dizaynı yapılabilir. Getirisi en yüksek dizayna karar verebilmek için yapılacak maliyet analizi, proses şartlarına uygun imalat malzemeleri, korozyon, kullanım ihtiyaçları ve bakım ihtiyacı gibi daha detaylı araştırmayı gerektirir. Maksimum getiriyi elde edebilmek için optimum operasyon şekline ve kontrol politikasına ve kontrol cihazlarına ( kontrolün manüelden bilgisayarlı kontrole kadar değişen kontrol sistemlerinden hangilerinin tercih edileceğine ) karar verilmelidir.

Kimyasal reaktörler hacim , şekil ve operasyon metodu bakımından ikiye ayrılır:

- Kesikli reaktörler
- Sürekli reaktörler



Şekil 1.1: Reaktör tipleri

## 1.2. Reaktör Çeşitleri

Sanayide kullanılan reaktörleri üç gruba ayırabiliriz. Bunlar:

- Tübüler akışlı reaktörler,
- Kesikli reaktörler,
- Karıştırmalı reaktörlerdir.

Bunlara ilaveten günümüzde kullanılmakta olan ileri reaktörler de (izotermal olmayan kesikli reaktörler, izotermal kesikli reaktörler, sabit yataklı ( fixed bed ) katalitik reaktörler, tubular reaktör) mevcuttur.

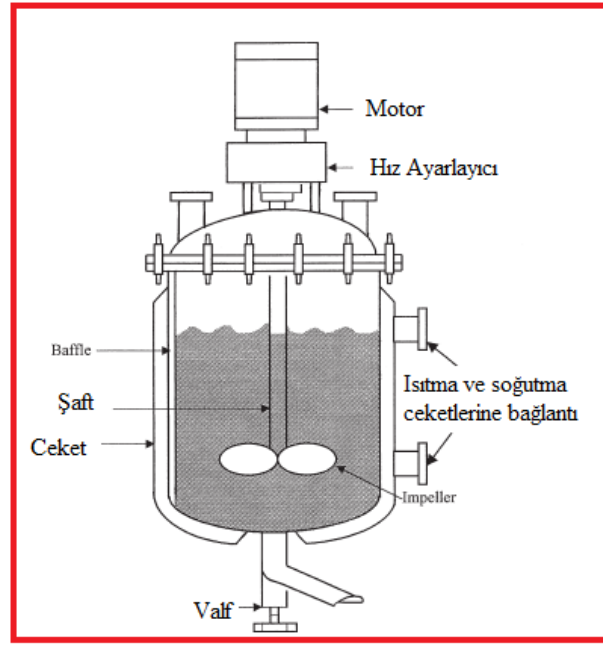
### 1.2.1. Kesikli Çalışan Reaktörler

Kesikli reaktörler endüstriyel proseslerde geniş kullanım alanı olan, ürün karıştırması, kimyasal reaksiyonlar, kesikli distilasyon, kristalizasyon, sıvı-sıvı ekstraksiyon, polimerizasyon gibi çok çeşitli proseslerin gerçekleşmesine yardımcı olan birimlerdir.

Tipik bir kesikli reaktör bir tank, karıştırıcı ve iç ısıtma-soğutma sistemi bulundurur. Bu kaplar 1 litreden az hacimde oldukları gibi 15000 litre hacimlerine kadar yüksek hacimlerde de olabilir. Çelik, paslanmaz çelik, cam ya da çeşitli kompozit malzemelerden üretilir. Sıvı ve katılar genel olarak reaktörün en üst noktalarında işlem görürken buhar ve gaz değişimleri de yine aynı şekilde üst kısımlarda gerçekleşir. Sıvılar genellikle en alt kısımda değişime uğrar.

Kesikli reaktörlerde reaksiyon mükemmel bir homojenlikte gerçekleşir. Proses istenilen dönüşüm oranına erişildiğinde durur. Reaktör boyutları küçük ölçekte çalışan pilot tesisler için 5 galon, daha geniş ölçekte çalışan işletmelerde bu değer 10.000 ila 20.000 galon arasında değişmektedir. Geniş hacimler gerekli olduğunda dizayn bu duruma paralel olarak çok çeşitli operasyon üniteleri kullanımını da beraberinde getirir.

Küçük ölçekteki pilot tesislerde kesikli reaktörler ön bilgi elde etmek amacıyla kullanılabilir. Kesikli reaktörler ayrıca daha yüksek saflıkta verimde gelişmiş küçük miktarlarda yeni ürün üretiminde tercih sebebidir. Endüstride kesikli reaktörler ilaç biyokimyasal ya da boya endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Bu reaktörler mükemmel karıştırıcı sistemlerini ve bazı dahili temizleme ünitelerini de içerir.



Şekil 1.2: Kesikli-homojen tip reaktör



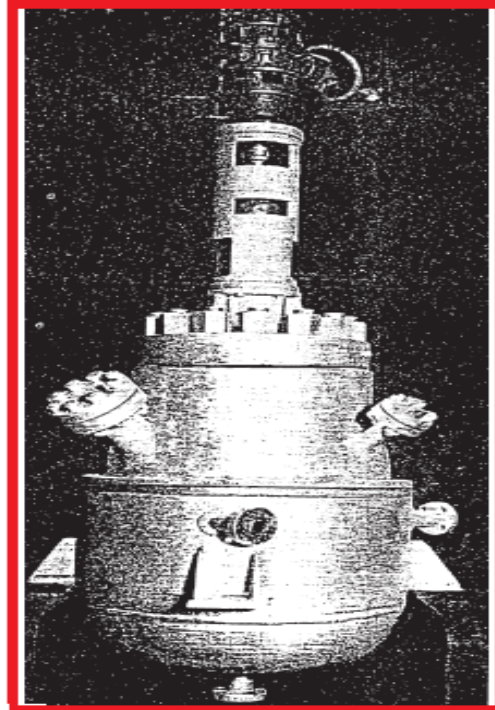
### Kesikli reaktörlerin avantajları

- Kolay kurulum
- Küçük maliyetler
- Rahat operasyon şartları

Kesikli reaktörlerin en önemli dezavantajları işletim maliyetidir.

Reaktörün doldurulması boşaltılması sırasında ve yeni bir besleme yapılmadan önce temizleme işlemlerinde geçen zaman kaybı büyük bir işletim maliyeti sorunudur. Ayrıca bir reaksiyon oluşurken belirli bir sıcaklığa ısıtılması gerekebilir. Reaksiyon tamamlandığında ise ürünün soğutulması istenebilir. Bunları sağlamak için de ciddi bir enerji ve zamana ihtiyaç duyulur.

Diğer bir dezavantaj da ısı transferinin kontrolünün zorluğu ve ürün kalitesinin devamlılığını sağlayabilmenin güçlüğüdür. Kimyasal reaksiyon hızı genellikle sıcaklık artışı ile artar. Reaktanlar arasındaki baskın temaslar da hızı artırır. Mekanik karıştırıcılar kütle iletimini ısı akışı itici gücü ile sağlayarak kap çeperlerinde film direncinin oluşmasını azaltmaya çalışır. Buna ek olarak karıştırıcılar küçük katı parçacıkların da topaklanmasını önler.



**Resim 1.2: Buhar ceketli ısıtmalı kesikli reaktör**

Karıştırmanın önemi maddelerin homojen bir karışım hâlinde temas etmelerini sağlamaktır. İki ya da daha fazla akışkan emülsiyonlar hâlinde karıştırılır. Resim1.2’de organik kimyasallar üretiminde kullanılan 2.000 psi basınç ve 300 ° F sıcaklıkta çalışan buhar ısıtma ceketli kesikli reaktör görülmektedir. Bu reaktör 120 galon hacmindedir.

### 1.2.1.1. Çeşitleri

- Basit kesikli homojen reaktörler
- Yarı kesikli reaktör

### 1.2.2. Sürekli Çalışan Reaktörler

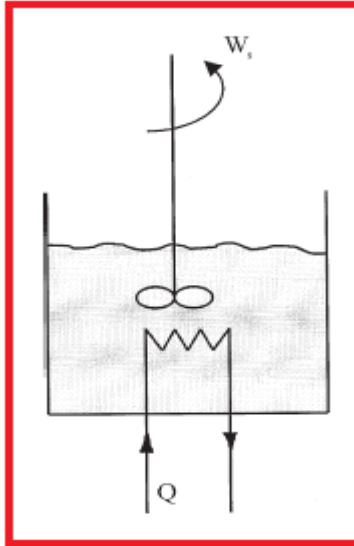
Bunlar kendi içinde ikiye ayrılır.

- Sürekli homojen reaktörler

Uzunlamasına borulardan oluşan reaktörler (geri kazanımsız), karıştırılan tank reaktör, borulu reaktör, kule reaktörler olmak üzere üç çeşittir.

- Sürekli heterojen reaktörler

Zıt akımla çalışan reaktörler, dolgulu kule tipinde reaktörler ve sabit yataklı katalitik reaktörler olmak üzere ikiye ayrılır.



Sekil 1.3: İzotermal olmayan reaktör



Resim 1.3: Akışkan yataklı reaktör

## 1.3. Reaktörün Çalışmasına Etki Eden Faktörler

### 1.3.1. Sıcaklık

Sıcaklık reaksiyonun ve katalistin özelliğine göre değişmektedir. Daha öncede bahsedildiği gibi bu tip reaktörler izotermal reaktör şartlarına çok yakın çalışmaktadır. Dolayısıyla reaksiyondan çıkan ısının reaktör sıcaklığının istenilen değerde tutulması açısından önemlidir. Aksi takdirde aşırı reaksiyonlar oluşarak hem dönüşümün azalmasına hem de katalistin bozulmasına neden olabilir. Bu yüzden reaktörün istenilen sıcakta tutulması için gerekli hassasiyet ve özen gösterilmelidir.

### 1.3.2. Viskozite

Kıvamlılık, akarlık ya da viskozite, bir akışkanın, yüzey gerilimi altında yıpranmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsüdür. Akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direnç olarak da tanımlanabilir. Süper akışkanlar hariç tüm gerçek akışkanlar yüzey gerilimine karşı direnç gösterir.

### 1.3.3. Ürünlerin Fiziksel Hâli

#### ➤ Gazlar

Gazların viskozitesi, akış tabakaları arasında momentum taşımını sağlayan moleküler difüzyondan kaynaklanır. Gazların kinetik teorisi, gazların viskozitesinin (teorinin uygulandığı rejim içinde geçerli olmak üzere) doğru olarak tahminine yardımcı olur.

- Viskozite düşük ve orta basınç değerlerinde basınçtan etkilenmez fakat yüksek basınç altında yoğunluğu arttığı için basınçla birlikte viskozitesi artar.
- Viskozite, sıcaklık arttıkça artar.

#### ➤ Sıvılar

Sıvılarda, moleküller arasındaki ilave kuvvetler önemli hâle gelir. Bu durumda yüzey gerilimine ilaveler olacaktır ki olgu bugün dahi tartışmalıdır. Dolayısıyla sıvılarda,

- Viskozite basınçtan bağımsızdır (çok yüksek basınçlar hariç).
- Viskozite, sıcaklık arttıkça azalır. (Örneğin, sıcaklık 0°C'den 100°C çıktığında suyun viskozitesi 1.79 cP 'dan 0.28 cP 'a düşer.)

Sıvıların dinamik viskozitesi, gazların dinamik viskozitesinden birkaç kat daha büyüktür.

#### ➤ Havanın akma zığı

Havanın viskozitesi sıcaklığa bağımlı olup 15 0°C'de  $1.78 \times 10^{-4}$  cP'dir.

### 1.3.4. Yoğunlukları

Birim zamanda akan akışkanın hacmine hacimsel akış hızı, kütesine ise kütesel akış hızı denir. Gaz ve sıvıların akışı, hacimsel veya kütesel akış hızları ile ölçülebilir. Akışkanın yoğunluğu bilinirse bu büyüklükler birbirine dönüştürülebilir. Sıvının yoğunluğu sıvı koşullarından bağımsızdır, gazın yoğunluğu basınca, sıcaklığa ve gaz bileşimine bağlıdır.

### 1.3.5. Basınç

Basınç reaksiyonun özelliğine bağılı olarak dönüşümleri etkileyen önemli değişkenlerden biridir. Bazı proseslerde mümkün olan en düşük basınçta çalıştırmak dönüşümü arttırmaktadır. Basınç değişimleri reaktör içersindeki gaz hızlarını ve dolayısıyla temas süresini etkilemektedir. Dönüşüme etkisi yüksektir. Ayrıca hızın çok fazla artması nedeniyle siklon kapasitelerinin zorlanması ve aşırı yüklenmesine neden olur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Reaktörü üretime hazırlayınız.

**Kullanılacak malzemeler:** Reaktör, vana ve pompalar.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Reaktörün içini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun çalışınız.</li><li>➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li></ul>
➤ Besleme sisteminin vanalarını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Reaktör türlerini ve özelliklerini dikkatlice inceleyiniz.</li><li>➤ Çıkan ürünün özelliklerini koroziyetini biliniz.</li></ul>
➤ Karıştırıcıyı kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Reaktöre giren karışımın oranlarına bakınız.</li></ul>
➤ Isı değiştirme sistemini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Reaktördeki basınç, sıcaklık, seviye vb. göstergeleri takip ediniz.</li></ul>
➤ Malzemeleri temizleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kullandığınız malzemeleri dikkatlice temizleyiniz.</li><li>➤ Malzemelerin kırılabilir malzemeler olduğunu unutmayınız.</li></ul>
➤ Sonuçları rapor hâline getiriniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Deney sırasında aldığımız notlardan faydalanınız.</li><li>➤ Raporu işlem sıranıza göre yazınız.</li><li>➤ Raporlarınızı kuralına uygun ve okunaklı olarak yazmaya özen gösteriniz.</li></ul>

## 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.	Laboratuvar önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2.	Kullanılacak malzemeleri temin ettiniz mi?		
3.	Yarı kesikli reaktöre besleme karışımı koydunuz mu?		
4.	Reaktörü uygun sıcaklığa çıkardınız mı?		
5.	Reaktörde seviye oluştuğu zaman karıştırıcı çalıştırdınız mı?		
6.	Reaktördeki enstrüman cihazlarının basınç ölçer,sıcaklık ölçer vb. çalışıp çalışmadıklarını kontrol ettiniz mi?		
7.	Deneyde kullandığınız malzemeleri temizleyip öğretmeninize 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. Kimyasal bir reaksiyonun oluştuğu kaba ne ad verilir?
  - A) Eşanjör
  - B) Kompresör
  - C) Reaktör
  - D) Pompa
2. Aşağıdakilerden hangisi ileri reaktör tiplerinden biri değildir?
  - A) Sabit yataklı modüler reaktör
  - B) Akışkan yataklı reaktör
  - C) Tübüler reaktör
  - D) Kesikli reaktör
3. Aşağıdakilerden hangisi kesikli reaktörün avantajlarından biridir?
  - A) Kolay kurulum
  - B) Reaktörün doldurulması boşaltılması sırasında geçen zaman kaybı
  - C) Isı transferinin kontrolünün zorluğu
  - D) Yeni bir besleme yapılmadan önce temizleme işlemlerinin zaman kaybına yol açması
4. Mekanik karıştırıcılar kütle iletimini ısı akışı itici gücü ile sağlayarak kap çeperlerinde direncinin oluşması ne ile azaltılır?
  - A) Film
  - B) Basınç
  - C) Sıcaklık
  - D) Reaktör
5. Aşağıdakilerden hangisi reaktörün çalışmasına etki eden faktörlerden değildir?
  - A) Basınç
  - B) Sıcaklık
  - C) Viskozite
  - D) Karıştırıcı

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Nükleer reaksiyonların meydana geldiği reaktörlere ..... denir.
7. Sürekli heterojen reaktörlerde zıt akımla çalışan reaktörler, dolgu kule tipinde reaktörler ve ..... katalitik reaktörler olmak üzere ikiye ayrılır.
8. Kıvamlılık, akarlık ya da viskozite, bir akışkanın, yüzey gerilimi altında yıpranmaya karşı gösterdiği ..... ölçüsüdür.

9. Birim zamanda akan akışkanın hacmine hacimsel akış hızı, kütesine ise ..... hızı denir.

### **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 ortamda sağlandığında reaktörü devreye alabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

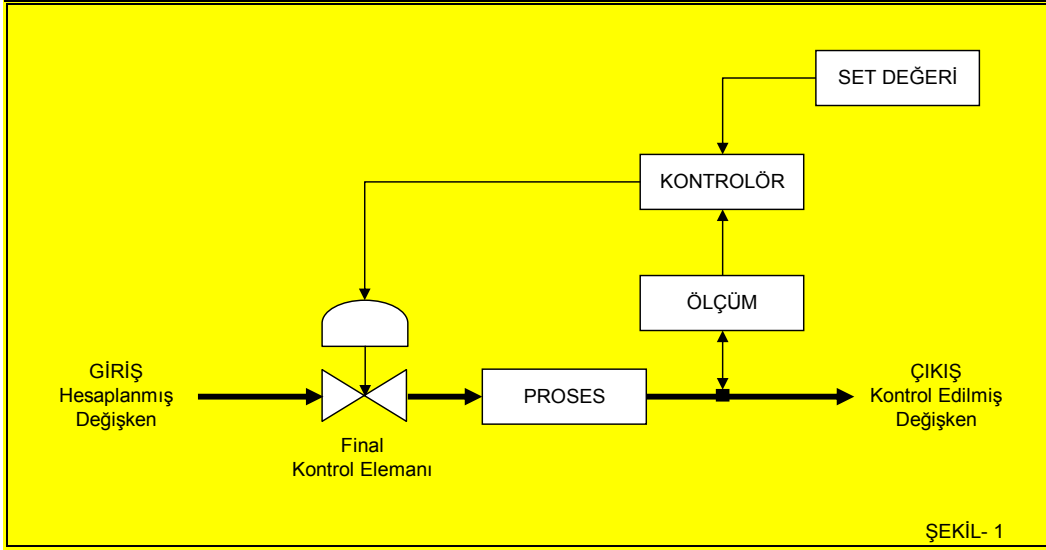
- İşletmelerde kullanılan proses kontrol cihazlarını araştırınız.

## 2. REAKTÖRÜ DEVREYE ALMA

### 2.1. Tanımı

Reaktörü devreye almak bir proseste dikkat edilecek en önemli konudur. Reaktörü devreye almak komplike bir sistemdir. Reaktörle birlikte birçok reaktör ekipmanı devreye alınır.

#### GERİ-BESLEMELİ KAPALI KONTROL ÇEVİRİMİ ( LOOP )



Şekil 2.1: Geri beslemeli reaktör

İşletme şartlarında reaktörün ısıtılması için buhar kullanılır. Reaktörde bulunan karıştırıcının mekanik seali devrede olup olmadığına bakılarak mekanik seal basınçlandırılır. Oksidasyon reaktöründeki oksijeni uzaklaştırmak için reaktörün içi azot gazı ile pörç edilir. Böylece reaktörün içinde oksijen kalmamış olur. Reaktör basınçlanmaya başladığında

değişik basınç barlarında reaktör vent edilir. Radyoaktif seviye ölçüm cihazı açılarak reaktörün seviyesini ölçmeye hazır duruma getirilir. Reaktörde tepkime olabilmesi için gerekli ortamı sağlayan solvent reaktöre eşanjörler yardımıyla ısıtılarak beslenir. Reaktöre girecek kimyasal karışımlar hazırlanır. Laboratuvara gönderilerek sonuçlarına bakılır. Reaktöre girecek kimyasal malzemelerin oranı önemlidir. Besleme karışımı, kontrol vanaları sayesinde reaktöre beslenir. Oksidasyon reaktörünün en önemli girdilerinden biri de havadır. Bunun için hava kompresörü devreye alınarak reaktöre hava akış ve hava vanaları yardımıyla reaktör beslenir. Oksidasyon reaktöründe oluşan tepkime ekzotermik yani dışarıya ısı veren bir tepkimedir. Reaktörün içinde tepkimenin başladığı sıcaklık artışıyla anlaşılabilir. Tepkime oluştuğu zaman reaktörün seviyesinde de artış olur. Reaktörün seviyesinde artış görüldüğü zaman reaktör karıştırıcısı hızı artırılır. Reaktörün sıcaklığı, basınç seviyesi sürekli olarak takip edilir. Reaktörde bu değerleri ölçebilecek cihazlarının bulunması şarttır.

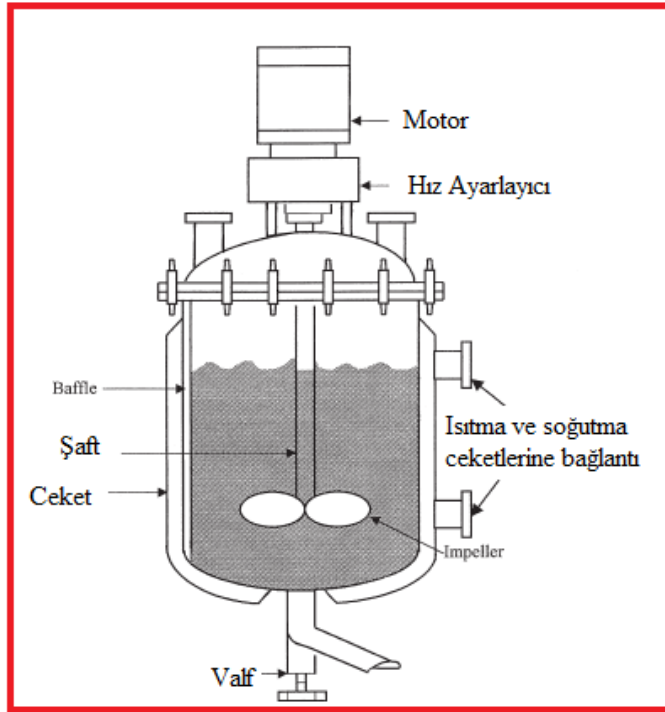
Oksidasyon reaktörünün ventinden çıkan vent gazı da sürekli analizörlerle takip edilir. Reaktörde oluşan su ve solvent buharı da eşanjörler yardımıyla soğutulur bir kısmı kolon sistemine bir kısmı da tepkime ısını ayarlamak için reaktöre reflüks olur. Reaktördeki seviye yükselmesiyle kontrol vanaları açılarak reaktördeki seviyeyi korumak suretiyle ürünü diğer kısma başka bir işlem yapılması için gönderilir.

## **2.2. Reaktörün Donanımı**

### **2.2.1. İç Donanım**

Karıştırıcılar, çeşitli bıçak tasarımları kullanılır ve genellikle reaktör çapının iki üç katı uzunluktadır. Viskoz ürünler elde edilecekse çapa şeklinde bıçakları olan karıştırıcılar, bıçak ve reaktör çeperlerinde birikme olmaması amacıyla kullanılır.

Birçok reaktörde ayrıca baffle denilen birimler bulunur. Bu birimler karıştırıcının dönmesini sağlayan sabit bıçaklardır. Önemli karıştırıcı bıçağı ve baffle tasarımlarına rağmen uygulanan enerjiye bağlı olarak geniş reaktörlerdeki karışma sınırlanabilir. Geniş kaplarda soğutma sistemine her 1 litre için 5 watt güç binecek şekilde karıştırma enerjileri uygulaması kabul edilebilir. Kesikli reaktörlerde karıştırma kritik bir parametredir. Özellikle yüksek karışımlarda saft stabilite problemleri vardır. Daha iyi karıştırma hızları yüksek hız karıştırıcıları gibi (ultrasonik karıştırıcılar, statik mikserler gibi) küçük sistem parametrelerinin kullanımıyla elde edilebilir.



Şekil 2.1: Bir reaktörün donanımı

### 2.2.2. Dış Donanım

Dış donanımda reaktörü koruyan ekipmanlar içinde en önemlisi ceket kısmıdır.

### 2.3. Reaktörün Çalışma Şartlarını Sağlama

Kesikli reaktörlerde oluşan ürünler genellikle proses süresince ısıyı absorbe eder. Ayrıca sıvıların karıştırılmasıyla da bir miktar ısı üretilir. Reaktör içeriklerini istenilen sıcaklıkta tutabilmek için ısı soğutma ceketleriyle ya da soğutma boruları ile uzaklaştırılır. Isıtma soğutma ekipmanları ya da dahili iç ceketler, kesikli reaktörlerde ısıtma ve soğutmayı ayarlamak için kullanılır. Isı transferi ceket içersinden geçen akışkanın soğutma ya da ısıtma özelliğine dayandırılarak gerçekleştirilir. Özellikle ilaç endüstrilerinde iç soğutma ceketleri reaktörün daha kolay temizlenmesi açısından tercih edilir. Bu ceketlerin performansı üç parametreyle belirlenir.

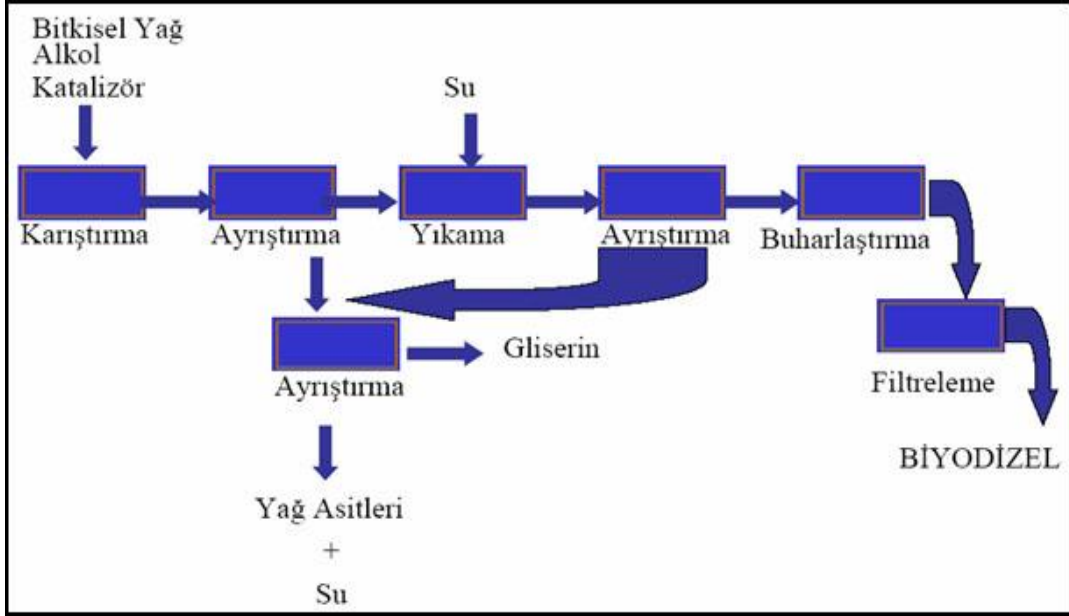
- Ceket sıcaklığına ayarlama zamanı
- Uniform ceket sıcaklığı
- Ceket sıcaklığının stabilliği yani kararlılığı

Isı transfer katsayısı ayrıca çok önemlidir. Geniş hacimdeki kesikli reaktörlerde dış soğutma ceketleri tasarımın değerine bağlı olarak ciddi şekilde sınırlanır. İdeal ısı transfer koşullarında bile 100 watt/litre değer elde etmek oldukça güçtür. Buna zıt olarak sürekli reaktörlerde soğutma kapasiteleri 10000 w/litreye kadar çıkar. Çok yüksek ısı oluşturan proseslerde kesikli reaktörlere göre daha iyi çözüm üretir. Sıcaklık kontrolünün

hızlı olması ve ısıtma-soğutma ceketleri özellikle sıcaklığa duyarlı olan kristalizasyon gibi proseslerde oldukça önemlidir. Çeşitli soğutma ceketleri bulunmaktadır.

## 2.4. Yükleme Yapma

Örnek olarak biyodizel üretiminin yapılışı anlatılmıştır.



Şekil 2.2: Biyodizel üretimi

Biyodizel üretiminin çeşitli metotları olmakla birlikte günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem transesterifikasyon (alkoliz) yöntemidir. Transesterifikasyon reaksiyonunda ham madde olarak kullanılacak yağ, monohidrik bir alkolle ( etanol, metanol ), katalizör (asidik, bazik katalizörler ile enzimler) varlığında ana ürün olarak yağ asidi esterleri ve gliserin vererek esterleşir. Ayrıca esterleşme reaksiyonunda yan ürün olarak mono ve digliseridler, reaktan fazlası ve serbest yağ asitleri oluşur.

Biyodizel üretiminde, kanola (kolza), ayçiçek, soya vb. yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlar, atık kızartmalık yağlar ve hayvansal yağlar ile alkol olarak metanol, katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum hidroksit, potasyum hidroksit ve sodyum metilat) tercih edilmektedir.

## 2.5. Sistemin Çalışmasını Kontrol Etme

Cihazın çalışacağı ortam, belirlenmelidir. Bunlar çevre koşullarıdır. Sahanın eks ve koruma sınıflarına bakılmalıdır. Bu sınıflar, her fabrikada saha saha ayrılmıştır. Proses koşullarına bakılmalıdır. Buna bakarken uç değerler göz önünde bulundurulmalıdır. Ortamın korozyon derecesi, prosesin/ekipmanın dizayn basıncı, sıcaklığı vs. Bu koşullar prosesin/ekipmanın speklerinde yazılıdır.

Çalışılacak aralık tespit edilmelidir. Normal operasyon değerlerinde prosesin alt ve üst limitlerinin iyi belirlenmesi kontrolün daha kolay olmasını sağlar. Prosesin ölçümünde kullanılacak cihazın ölçüm metodunun ne olacağı belirlenmelidir. Elektrik, hava, su, buhar vb. utiliteler kesilirse cihazın ne yapması gerektiği belirlenmelidir.

Ölçülecek prosesin hangi doğrulukla ölçülmesi gerektiği, ölçülecek prosesin hangi hızla algılanması gerektiği belirlenmelidir. Kurulacak sistem arıza yaparsa alternatif kontrol sistemlerini tespit edilmelidir. By-pass kontrole müsaade edilecek mi? Cihazın kendi üzerinden kontrole müsaade edilecek mi? Yoksa sistemi doğrudan durduracak mı? Bunlar belirlenmelidir. İnsan hataları göz ardı edilmemelidir. Doğal felaketler göz önüne alınmalıdır. İzolasyon, ısıtma vs gibi gerekler belirlenmelidir. Cihazın sökülmesi, takılması, periyodik bakım ve kalibrasyonlarının nasıl yapılacağı düşünülmelidir. Sistemin kontrolünün nereden yapılacağına karar verilmelidir. (Prosesi her zaman kontrol odalarından kontrol etmek doğru olmayabilir.) Bütün bunları ve buna benzer kritik olan şeyleri bir araya getirip bir "DATA-SHEET" oluşturulmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Reaktörü devreye alınız.

**Kullanılan araç ve gereçler:** Reaktör bağlantı elemanları, ham madde, besleme pompası.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Reaktördeki bağlantı elemanlarını kontrol ediniz.	➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uygun çalışınız. ➤ Kullandığınız araç ve gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.
➤ Reaktörde bulunan enstrüman cihazlarını kontrol ediniz.	➤ Reaktöre giriş ve ürün çıkış hatlarındaki sızdırmazlıklara bakınız.
➤ Reaktörünün ısıtılıp ısıtılmadığını kontrol ediniz.	➤ Kontrol vanaları, sıcaklık göstergelerini, seviye ölçer cihazları kontrol ediniz.
➤ Ham madde besleme pompasını çalıştırınız.	➤ Reaktöre ürüne ve saatlik üretim miktarına uygun ekipman, vana, pompa reaktör tercih ediniz.
➤ Yardımcı kimyasalların besleme pompasını çalıştırınız.	➤ Dikkatli çalışınız.
➤ Bütün girdilerin debilerini kontrol ediniz.	➤ Reaktörü ısıtacak olan buhar vanalarını açınız.
➤ Reaktörün çalışmasını gözetleme camından (geyç) takip ediniz.	➤ Reaktörde tepkimeye girecek karışımın oranlarına bakınız, ➤ Kontrol vanası yardımıyla besleyiniz.
➤ Üründen numune alınız.	➤ Reaktöre giren hava vanalarını kontrol ediniz.
➤ Laboratuvarda analize gönderiniz.	➤ Reaksiyonda oluşmuş ürünü diğer kısımlara gönderecek vana ve pompa kontrolü yapınız.
➤ Analiz sonuçlarına göre üretime yön veriniz.	➤ Ayrıntıları atlamayınız.

## KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Laboratuvar önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. Kullanılacak malzemeleri temin ettiniz mi?		
3. Reaktördeki bağlantı elemanlarını kontrol ettiniz mi?		
4. Reaktörde bulunan enstrüman cihazlarını kontrol ettiniz mi?		
5. Reaktörünün ısıtılıp ısıtılmadığını kontrol ettiniz mi?		
6. Ham madde besleme pompasını çalıştırdınız mı?		
7. Yardımcı kimyasalların besleme pompasını çalıştırdınız mı?		
8. Bütün girdilerin debilerini kontrol ettiniz mi?		
9. Reaktörün çalışmasını Gözetleme camından (geyç) takip ettiniz mi?		
10. Üründen örnek aldınız mı?		
11. Laboratuvara analize gönderdiniz mi?		
12. Analiz raporu hazırladınız mı?		
13. Kullandığımız araç ve gereçleri temizleyip öğretmeninize 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. Hangisi kontrol vanası değildir?  
A) Check vana  
B) Globe vana  
C) Kelebek vana  
D) Kontrol valve
2. Kimyasal bir fabrikada hangisi prosessin parametrelerini kontrol eden bir cihaz değildir?  
A) Basınçölçer  
B) Akışölçer  
C) Seviyeölçer  
D) Karıştırıcı motoru
3. Biyodizel üretiminde, kanola (kolza), ayçiçek, soya vb. yağlı tohum bitkilerinden elde edilen bitkisel yağlar, atık kızartmalık yağlar ve hayvansal yağlar ile alkol olarak metanol, katalizör olarak da aşağıdaki alkali katalizörlerden hangisi kullanılmaz?  
A) Çinko hidroksit  
B) Potasyum hidroksit  
C) Sodyum metilat  
D) Sodyum hidroksit
4. Enstrüman ve sistemler seçilirken hangisi dikkate alınmaz?  
A) Elektrik, hava, su, buhar vb. utiliteler kesilirse cihazın ne yapması gerektiği belirlenmelidir.  
B) Prosesin ölçümünde kullanılacak cihazın ölçüm metodunun ne olacağı belirlenmelidir.  
C) Çalışılacak aralık tespit edilmelidir.  
D) İnsan hataları göz ardı edilmelidir.
5. Oksidasyon reaktörü devreye alınırken hangisi dikkate alınmaz?  
A) Reaktörün sıcaklığı  
B) Reaktörün basıncı  
C) Reaktörün seviyesi  
D) Reaktöre pörç için verilen azot miktarı

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Oksidasyon reaktöründeki ..... için reaktörün içi azot gazı ile pörç edilir.
7. Dış donanımda reaktörü koruyan ekipmanlar içinde en önemlisi.....kısmıdır.



8. Kesikli reaktörlerde oluşan ürünler genellikle proses süresince ısıyı .....

### 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

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Sanayide kullanılan reaktörleri .....gruba ayırabiliriz.
2. Proses değişkenini algılayarak kendinden sonra gelen ilk elemana ileten cihazlara ..... denir.
3. Reaktör, arzu edilen .....gerçekleştirildiği ekipmanların genel adıdır.
4. Kimyasal reaktörler hacim ve şekil ve operasyon metodu bakımından (çalıştırılma şekli) bakımından .....ayrılır.
5. Özellikle ilaç endüstrilerinde iç soğutma ceketleri reaktörün daha kolay .....edilir.
6. Sabit veya akışkan yatağa sahip, sürekli veya kesikli çalışan tipleri olan, bir katalizör yardımıyla kimyasal tepkime yaparak üretim elde edilen endüstriyel cihazlara ..... denir.
7. Biyodizel üretiminin çeşitli metotları olmakla birlikte günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem ..... yöntemidir.

## 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 FALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
4	A
5	D
6	Nükleer Reaktör
7	Sabit Yataklı
8	Direncin
9	Kütlesel Akış

## ÖĞRENME FALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	A
4	D
5	B
6	Oksijeni Uzaklaştırmak
7	Ceket
8	Absorbe

## MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Uç
2	Transmitter Veya Sensör
3	Kimyasal Reaksiyonların
4	İkiye
5	Temizlenmesi Açısından Tercih
6	Reaktör
7	Transesterifikasyon (Alkoliz)

## KAYNAKÇA

- ÇATALTAŞ İ., **Kimya Endüstrisinde Organik Prosesler**, İnkılap Yayınevi, İstanbul, 1986.
- COKER A. K., **Modelling of Chemical Kinetics and Reactor Design**, Texas, 2001.
- SMİTH J.M., VANNESS H.C., **Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics**”, 3rd,Ed.,McGraw Hill,NewYork,1996.