



T.C.

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

KMUH 403 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI I

KESİKLİ REAKTÖR DENEY FÖYÜ

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	3
2. DENEYİN AMACI.....	3
3. KURAMSAL TEMELLER	3
3.1 Tepkimeler Hakkında Genel Bilgiler.....	3
3.2 Reaktörler Hakkında Genel Bilgiler.....	4
3.3 Reaksiyon Hızı ve Reaksiyon Hız Sabiti.....	4
4. MATERYAL VE METOT	6
4.1 Deney Sistemi.....	6
4.2 Reaktörün Deneye Hazırlanması	7
4.3 Deneyin Yapılışı.....	7
5. DENEY VERİLERİNİN SUNUMU	9
6. SORULAR	10

1. GİRİŞ

Bu deney föyü Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü müfredatında 7. dönemde bulunan Kesikli Reaktör Deneyi için öğrencilerin deney öncesi hazırlıklarında yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır.

Dersi alan öğrencilerin sadece bu föydeki bilgiler ile sınırlı kalmayıp deney için gerekli olabilecek kaynak araştırmasını yapması beklenmektedir.

2. DENEYİN AMACI

Deneyel çalışmalarda kullanılacak kimyasallar hakkında dikkat edilmesi gereken özelliklerin öğrenilmesi, çözelti derişimi hesaplama ve hazırlama konularının pekiştirilmesi, reaktör sisteminin öğrenilmesi ve son olarak da deney verilerinin değerlendirilerek reaksiyon hız ifadesinin geliştirilmesi ve t zaman sonra dönüşüm oranlarının belirlenmesi bu deneyin temel amaçları arasındadır.

3. KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde tepkimeler ve reaktörler hakkında kısaca bilgiler verilmiştir. Daha önce Giriş Bölümünde de ifade edildiği gibi bu deneyden sorumlu olan öğrencilerin daha önceden almış olduğu derslerden ve kaynaklardan araştırmalar yaparak bu bölümü daha da kapsamlı hale getirmesi beklenmektedir.

3.1 Tepkimeler Hakkında Genel Bilgiler

Bir ya da birden fazla maddenin yeni bileşik/bileşiklere dönüşmesi işlemi “kimyasal tepkime” olarak adlandırılır. Tepkimeler; fazlara göre sıvı faz tepkimeler, gaz faz tepkimeler, gaz-sıvı tepkimeler, gaz-katı tepkimeler, heterojen tepkime ve homojen tepkime olarak, ilerleme yönüne göre tersinir tepkimeler ve tersinmez tepkimeler gibi farklı birçok adlandırmalarla sınıflandırılabilir. Termodinamik olarak tepkimeler çevreye ısı vermesi veya çevreden ısı alması durumuna göre ekzoterm tepkime ve endoterm tepkime olarak incelenir.

3.2 Reaktörler Hakkında Genel Bilgiler

Reaktör veya tepkime kabı tepkimelerin gerçekleştiği kaplara verilen özel bir isimdir. Tepkimenin türüne, geometrik şekline, akış rejimine, ısıl işletim şekline ve besleme şekline vb. göre reaktörler çeşitlenmektedir.

Örneğin; kimyasal bir tepkime gerçekleştiriliyorsa kimyasal reaktör, biyokimyasal bir tepkime gerçekleştiriliyorsa biyoreaktör, tank şeklinde ise tank reaktör, borsal tipte ise borsal reaktör, piston akış hidrodinamiğine sahipse piston akışlı reaktör, türbülent akış hidrodinamiğine sahipse türbülent akışlı reaktör olarak adlandırılmaktadır.

Reaktör özelliklerine göre kütle ve enerji denklemlerinin türü de değişkenlik gösterir. Sürekli karışmalı bir tank reaktörün (tam karışmanın olduğu) kütle denkliği cebirsel bir eşitlikle ifade edilirken ideal piston akışlı reaktörün kütle denkliği birinci mertebeden diferansiyel bir denklem ile ifade edilir.

Reaktör tasarımı ve reaksiyon kinetiği, Kimya Mühendisliği Eğitimi'nin en temel konularından olup diğer mühendislik alanlarından ayıran en temel farklardan biridir. Üretimin temel amaçlarından biri en iyi üretimi gerçekleştirmektir. En iyi üretim ifadesi ürün kalitesinden ürün miktarına kadar birçok özelliği içinde bulundurur. Birçok ürünün iyi kalitede ve uygun maliyetle üretilmesinde kullanılan en temel ve önemli ekipman reaktör olduğu için reaktörün tasarımının iyi yapılması çok önemlidir. Reaktör tasarımı ve reaktör işletim koşullarının belirlenmesi, reaksiyonun kinetiği ile termodinamik özelliklerine bağlıdır.

3.3 Reaksiyon Hızı ve Reaksiyon Hız Sabiti

Reaksiyon hızı, birim zamanda birim hacimde madde miktarındaki değişim olarak tanımlanabilir. Bu tanıma göre madde miktarındaki değişim giren madde için dönüşüm/kaybolma/harcama hızı olarak, ürün madde için oluşum hızı olarak ifade edilebilir.

Sabit hacimli kesikli bir reaktörde gerçekleşen bir tepkimenin hızını herhangi bir i bileşeni için Eşitlik 3.1'deki gibi ifade edebiliriz.

$$r_i = \frac{1}{V} \left(\frac{dN_i}{dt} \right) = \frac{dC_i}{dt} \quad (3.1)$$

A ve B girdi bileşeni, Ü ve S çıkış bileşeni olan bir tepkimeyi göz önüne alırsak;



Bu tepkimenin hız ifadesi üstel kinetik modele uyması koşuluyla en genel olarak;

$$-r_i = k_1 C_A^a C_B^b - k_2 C_U^u C_S^s \quad (3.3)$$

olarak yazılabilir. Eşitlik 3.3 tepkimenin tersinir veya tersinmez olmasına göre ve stokiyometrik olmasına veya olmamasına göre değişiklik gösterir. Bu eşitlikte a,...s üsleri tepkime mertebesi, k_1 ve k_2 de sırasıyla ileri yönlü tepkime hızının ve geri yönlü tepkimenin hız sabitini göstermektedir.

Tepkimenin sıcaklığa bağlılığı tepkime hız sabiti ile tanımlanır. Arrhenius Modeli'ne göre tepkime hız sabiti Eşitlik 3.4'teki gibi ifade edilebilir.

$$k = A_0 e^{-E/RT} \quad (3.4)$$

Tepkimenin hız sabiti, T mutlak sıcaklık, A_0 frekans faktörü, E aktivasyon enerjisi olmak üzere bu parametrelere bağlıdır. Eşitlik 3.4'te eşitliğin her iki tarafın logaritması alınır;

$$\ln k = \frac{-E}{R} \frac{1}{T} + \ln A_0 \quad (3.5)$$

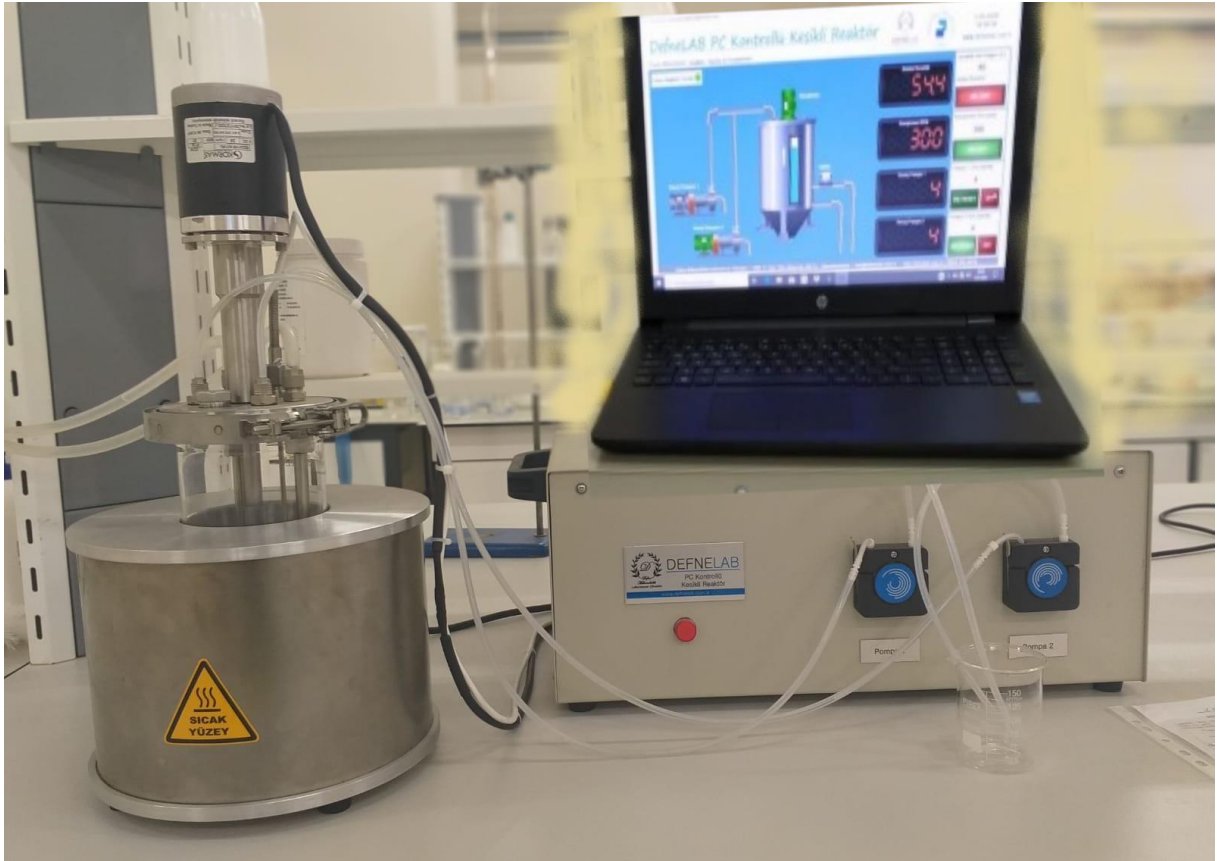
Eşitlik 3.5 elde edilir. Eşitlik 3.5 göz önünde bulundurularak yapılacak olan deneylerle de tepkime hız sabiti bulunabilir.

4. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde deney sistemi ve deneyin yapılışı anlatılmaktadır.

4.1 Deney Sistemi

Kesikli reaktör sistemi; reaktör, bilgisayar ve üzerinde pompaların da bulunduğu PLC sisteminden oluşmaktadır. Yapılacak uygulamada kullanılacak olan kesikli reaktör sistemi; 1 L hacmine sahip cam reaktör, ısıtma amacıyla kullanılan ceket, soğutma amacıyla kullanılan serpantin, reaktör içinde karıştırmayı sağlayan karıştırıcı ve sıcaklık ölçümünde kullanılan termočiftten oluşmaktadır. Şekil 4.1 de kesikli reaktör deney sistemi gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Deney Sistemi

Ekran üzerindeki etiketler;

- Heater:** Elektrikli ısıtıcı % güç indikatörü/ kontrolü
- Emergency Shutdown:** Önceden kararlaştırılmış acil durum senaryosunu gerçekleştirir.
- Monitor:** PC arayüzü ile PLC arasındaki haberleşmeyi başlatır.
- Download:** Ekranda kullanıcı tarafından girilen değerleri PLC'ye gönderir.

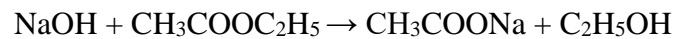
Upload:	PLC içinde güncel olan değerleri görüntüler.
VFC-1:	1 numaralı peristaltik pompanın akış (mL/dakika) kontrolü
VFC-2:	2 numaralı peristaltik pompanın akış (mL/dakika) kontrolü
TI-1:	Reaktör içi sıcaklık (°C) indikatörü
TI-2:	Sirkülasyon suyu sıcaklığı (°C) indiktörü

4.2 Reaktörün Deneye Hazırlanması

- Borosilikat reaktörü kelepçe ile yakaya sabitleyin. Sıcaklık sensörü ve karıştırıcı bıçak ile temas etmeyecek şekilde yerleştirildiğinden emin olun.
- Su giriş ve çıkışlarını uygun hortumlar ile sağlayın.
- Elektrik girişini doğru kaynağa (220 V) yerleştirin ve kasanın üzerinde bulunan güç düğmesi anahtarını 1 konumuna getirin.
- Proses kontrol yazılımının yüklendiği bilgisayarı ve proses kontrol yazılımını açın ve aşağıdaki adımları takip ederek yazılımı devreye alın.
- Kullanıcı üzerindeki “File” sekmesinden eğer yeni bir proje açacaksanız “New”, eğer var olan bir projeyi açacaksanız “Open” seçeneğini tıklayın.
- Eğer yeni bir proje açacaksanız bu projeyi bir isim vererek, eklemek istediğiniz yorumları ara yüze ekleyebilirsiniz.
- Bu aşamalardan sonra, kullanıcı ara yüzü ortaya çıkmalıdır ve reaktörün kontrolü bilgisayar ara yüzü sayesinde tamamen kullanıcının elindedir.

4.3 Deneyin Yapılışı

Bu çalışma için seçilen reaksiyon etil asetatın sodyum hidroksitle gerçekleştirdiği sabunlaşma reaksiyonudur ve izotermal işlem için seçilen bir reaksiyondur. Reaksiyon denklemi aşağıdaki gibidir.



Sodyum hidroksit + Etil asetat → Sodyum asetat + Etil alkol

1. Reaktördeki toplam çözelti hacmi 800 mL ve girenlerin reaktördeki ilk derişimleri (C_{A0} ve C_{B0}) 1 M olacak şekilde hazırlanır
2. Reaktördeki sodyum hidroksit çözeltisinin zamanla değişen derişimini (C_A) bulmak için titrasyon işlemi yapılır. Bunun için tepkime başlatılmadan önce ayrı ayrı 1 M HCl ve 0.5 M sodyum hidroksit çözeltisi hazırlanır ve 0.5 M NaOH çözeltisi bürete doldurulur.
3. Hazırlanan 1 M etil asetat çözeltisi reaktör tankına doldurulur.
4. Reaksiyon sıcaklığı çalışılması istenen sıcaklığa ayarlanır.
5. Soğuk su girişi açılarak sıcaklık denetim kabı suyla doldurulur.
6. Karıştırıcı 400 rpm hızda ayarlanır ve çalıştırılır.
7. Sıcaklık ayarlanan değere geldiğinde önceden hazırlanan 1 M NaOH çözeltisi reaktöre eklenir ve tepkime başlatılmış olur.
8. Önceden hazırlanmış 1 M derişimli HCl (V_{HCl}) çözeltisinden 10 mL erlen içerisine konur.
9. Belli zaman periyotlarında karıştırıcı durdurulup reaktörün içinden 10 mL örnek alınır ve içinde HCl çözeltisi bulunan erlene eklenir. Örnek eklendikten sonra birkaç damla fenolftalein indikatörü eklenir ve 0.5 M NaOH (V_{NaOH}) ile titre edilir. Yapılan NaOH sarfiyatı (S) not edilir.

5. DENEY VERİLERİNİN SUNUMU

Deney verileri aşağıdaki çizelge 5.1'e not edilir.

Çizelge 5.1 Deney Verileri

Sıcaklık (°C)	Zaman (dk)	Harcanan NaOH Sarfiyatı (mL)
	5	
	10	
	15	
	20	
	25	
	30	
	35	
	40	
	45	
	50	
	55	
	60	

6. SORULAR

- 1) Kesikli reaktör nedir? Çalışma prensibini açıklayınız.
- 2) Dönüşüm oranı nedir? Nasıl hesaplanır? Dönüşüm oranının en yüksek değeri nedir?
- 3) Reaksiyon hızı ve reaksiyon hız sabitini açıklayınız.
- 4) Reaksiyon hızı ve reaksiyon hız sabiti hangi parametrelerin fonksiyonudur?
- 5) Reaktörler işletim türlerine göre nasıl sınıflandırılır?
- 6) İzotermal işletim ve adyabatik işletim nedir? Açıklayınız.
- 7) MSDS/GBF nedir? Neden önemlidir?
- 8) Eşmolar ne demektir?
- 9) Kesikli reaktörde 1. ve 2. dereceden gerçekleşen eş molar bir tepkime için hız denklemini yazınız ve reaksiyon hız sabitini türetiniz.