

**Kimya Mühendisliği Bölümü**  
**424\*416 Kimya Mühendisliği Laboratuvarı-II**  
**2015-2016 Bahar Dönemi**

**T.C.**  
**HİTİT ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**424\*416 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI-II**

**DENEY FÖYLERİ**

**DENEYLER**

<b>KURUTMA ve NEMLENDİRME</b>	<b>(Deney 1)</b>
<b>BERNOULLİ DENEYİ</b>	<b>(Deney 2)</b>
<b>DOLGULU KOLONDA DAMITMA</b>	<b>(Deney 3)</b>
<b>KESİKLİ REAKTÖRDE 2. DERECEDEEN BİR TEPKİMENİN İNCELENMESİ</b>	<b>(Deney 4)</b>
<b>ISI AKTARIMI</b>	<b>(Deney 5)</b>
<b>BOYUTLANDIRMA ve ELEK ANALİZİ</b>	<b>(Deney 6)</b>

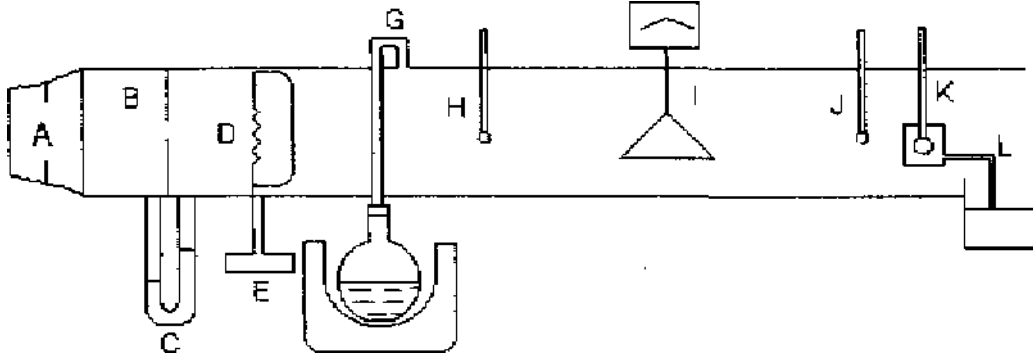
## Deney 1

### KURUTMA VE NEMLENDİRME DENEYİ

#### Deneyin Amacı:

Kurutma deneyi ile ıslak katı bir numuneyi kurutma işlemine tabi tutarak kritik ve denge nemi değerleri, kuruma eğrisi karakteristiği ve kurutma prosesinin etkin parametreleri incelenecektir. Nemlendirme deneyi ile nem diyagramlarından yararlanarak havanın nemi, doyumluk nemi, bağıl nemi, özgül hacmi ve doyum havanın entalpi değerlerinin bulunması amaçlanmaktadır.

#### Deney Sistemi ve Deneyin Yapılışı:



Kurutma deney düzeneği. A: Fan; B: Orifismetre; C: Manometre; D: Direnç teli; E: Watmetre veya Varyak; F: Buhar sağlayıcı; G: Buhar girişi; H ve J: Kuru hazneli termometre; I: Terazî, K: ıslak hazneli termometre; L: Fiti; ve M: su deposu

Şekil 1. Kurutma ve Nemlendirme Deney Düzeneği

#### A) Kurutma Deneyi

1. Fanı ve teraziyi açarak dengeye gelmesi için 15 dakika bekleyiniz
2. Kurutulacak yaş numune terazinin kefesine yerleştirilir
3. Yaklaşık 2-3 saat süreyle her 5 dakikada bir tartım kaydedilir
4. Dengeye ulaşıldığında ıslak termometre ve kuru termometre sıcaklıkları ile manometre seviyesi ölçülür.
5. Ampermetreden geçen akım ile güç kaynağından sağlanan enerji belirlenir.
6. Numune sabit tartıma gelinceye kadar işlem sürdürülür.

### Hesaplamalar:

1. Orifismetre yardımıyla havanın hacimsel akış hızını hesaplayınız.
2. Zamana karşı azalan kütle verilerini kullanarak
  - a)  $w-t$
  - b)  $-\left(\frac{dw}{dt}\right)-t$
  - c)  $-\left(\frac{dw}{dt}\right)-w$  grafiklerini çiziniz
3. Sabit kuruma hızı bölgesindeki  $W-t$  grafiğinden  $-\left(\frac{dw}{dt}\right)_c$  yi bularak  $h_c$  değerini hesaplayınız.
4. Nem diyagramını kullanarak kütle transfer katsayısını ( $K_g$ ) hesaplayınız.

#### A) Nemlendirme Deneyi

Nemlendirme deneyi iki aşamada yapılır.

(I) Şekil 1’de görüldüğü gibi, bir fan ile tünele hava gönderilir. Tüneldeki hava farklı sıcaklıklarda ısıtılır ve tünelin sonunda ıslak ve kuru hazne sıcaklıkları kaydedilir.

**Tablo 1. Veriler**

Voltaj (V)	$T_d(^{\circ}C)$	$T_w(^{\circ}C)$	Güç(KW.h)

(II) Şekil 1’de görülen buhar kaynağı vasıtasıyla tünelden geçen hava akımı içine buhar gönderilir ve tünelin sonunda ıslak ve kuru hazne sıcaklıkları kaydedilir.

**Tablo 1. Veriler**

Voltaj (V)	$T_d(^{\circ}C)$	$T_w(^{\circ}C)$	Güç (KW.h)

Manometre okumaları

$P_a - P_b$ :

$P_a - P_{atm}$ :

$P_{atm}$ :

**Hesaplamalar:**

1. I. aşamada nem diyagramları vasıtasıyla tünelden ayrılan havanın nemini, doymuş nemini, çiğlenme noktasını, nem hacmini, nem ısısını, bağıl nemini ve nem yüzdesini bulun.
2. II. Aşamada yukarıda verilen eşitliklerden uygun olanlarını kullanarak havanın nem ısısını, toplam entalpisini ve nem hacmini hesaplayın.
3.  $\Delta T$  ( $T_d - T_w$ ) karşı  $H_R$  grafiklerini çizin.
4.  $T_d$ 'ye ve  $T_w$ 'ye karşı  $H$  grafiklerini çizin.
5. Sistem etrafında kurulan enerji deklifiğini kullanarak, tünelden kaybolan ısıyı ( $Q$ ) hesaplayın.

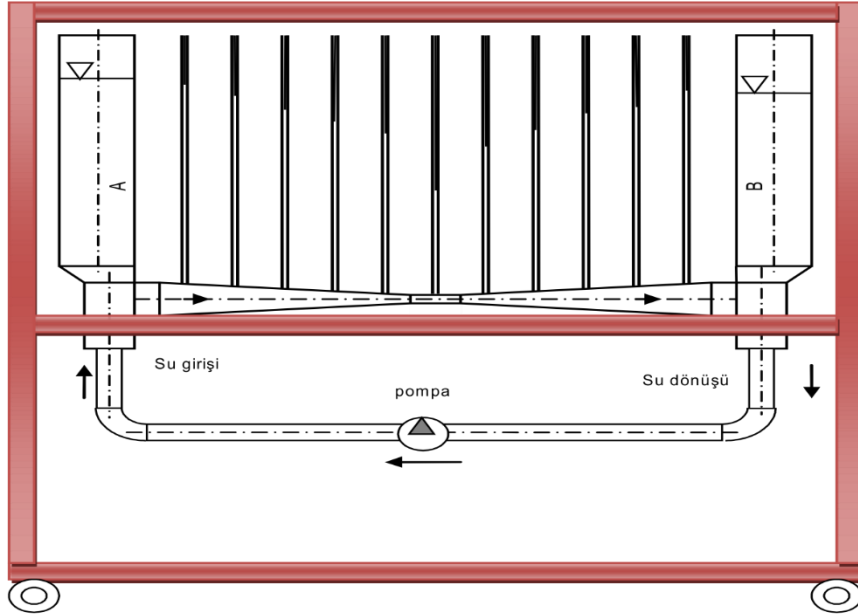
## Deney 2

### BERNOULLİ DENEYİ

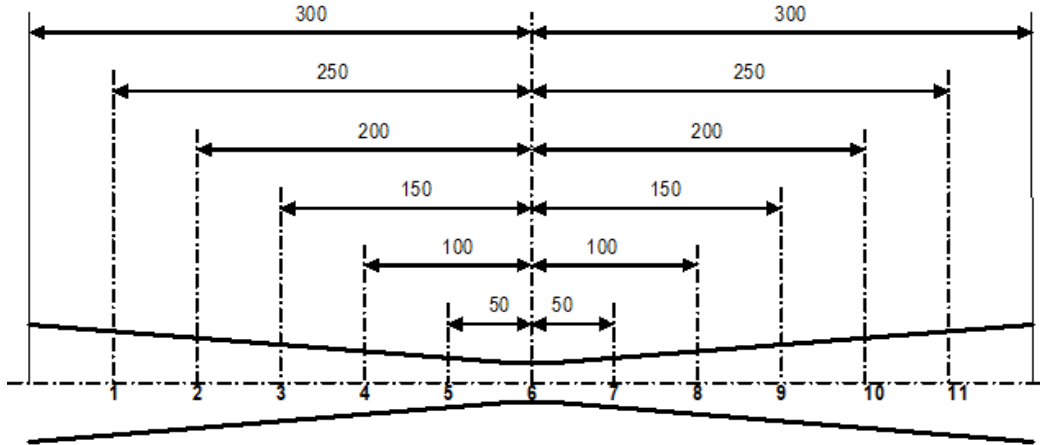
#### Deneyin Amacı:

Bernoulli (enerjinin korunumu) ve süreklilik (kütlenin korunumu kanunu) denklemlerinin uygulamaları ile debi (hız) ölçümünde kullanılan ventürimetre kullanımını ve önemini tanıtmaktır. Böylece statik basınç, dinamik basınç, toplam basınç, enerji dönüşümü ve enerji kayıpları gibi kavramların pratik olarak yapılacak ölçümlerle anlaşılması mümkün olacaktır.

#### Deney Sistemi ve Deneyin Yapılışı:



Şekil 1. Bernoulli Deney Düzeneği



Şekil 2. Ventürimetre kesit şeması

Tablo 1. Ventürimetredeki kesitlerin çap ve kesit alan değerleri

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Çap[mm]	42	38	31	24	19	12	19	24	31	38	42
Kesit [mm <sup>2</sup> ]	1385	1134	755	452	284	113	284	452	755	1134	1385

**A) İdeal akışkanlarda hız ve basınç yüksekliği değişiminin ölçülmesi**

1. Ana şalteri açın.
2. Pompayı çalıştırın.
3. Yükleme vanasını açıp, su akış debisini 250 L/h değerine ayarlayın.
4. Kolonlardaki ve ara kesitlerdeki su seviyelerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
5. Kesitlerdeki hız yüksekliğini mmSS olarak hesaplayın.

**B) İdeal sıvılarda farklı akış debilerinde hız ve basınç yüksekliği değişiminin ölçülmesi**

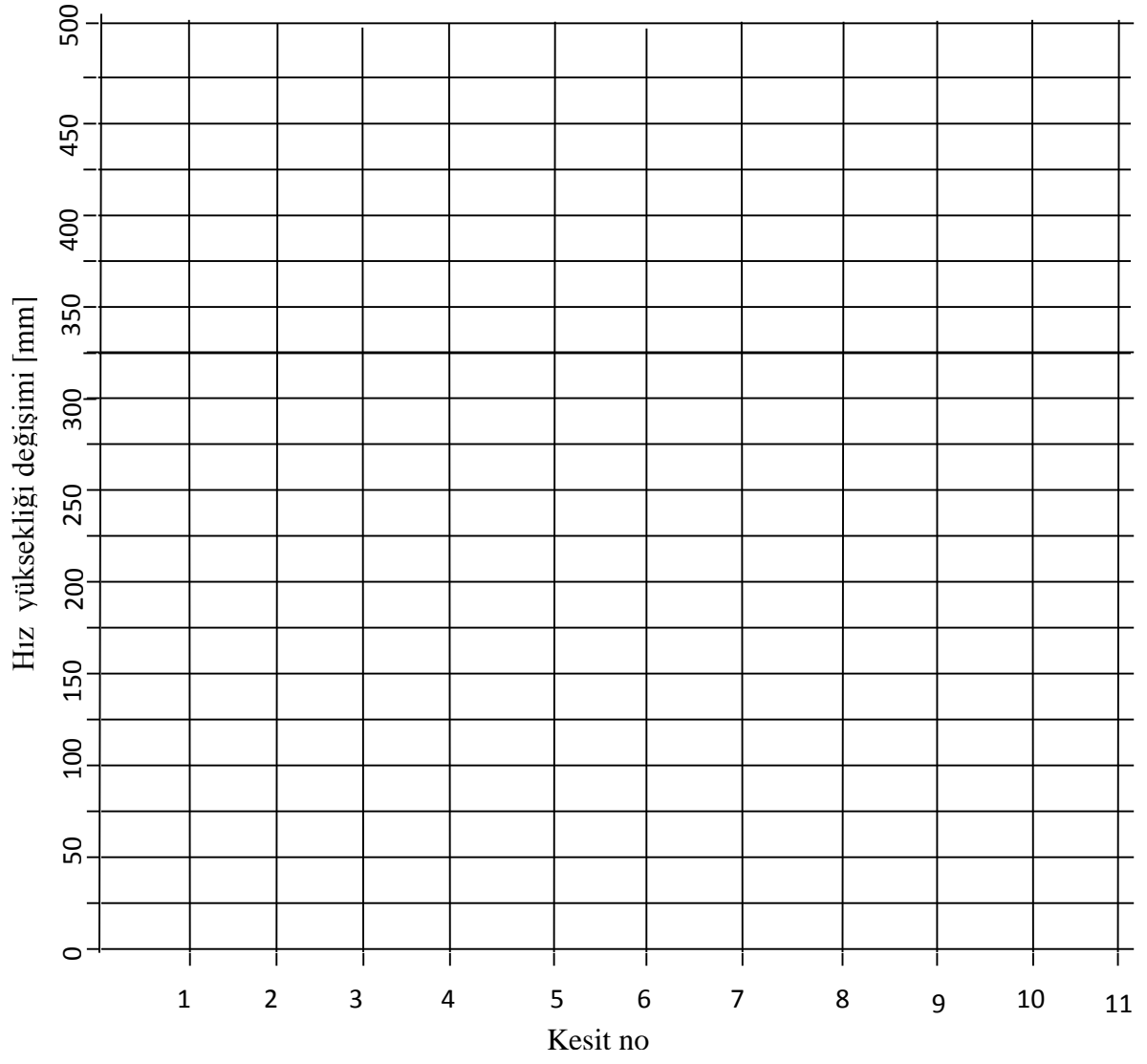
1. Ana şalteri açın.
2. Pompayı çalıştırın.
3. Yükleme vanasını tam açık konuma getirin. Su akış debisini 300 L/h değerine ayarlayın.
4. Kolonlardaki su seviyelerini tabloya kaydedin.
5. Akış debisini 200 L/h'e düşürerek kolonlardaki su seviyelerini aşağıdaki tabloya kaydedin.
6. Akış debisini 100 L/h'e düşürüp kolonlardaki su seviyelerini tekrar tabloya kaydedin.
7. Ölçüm değerleri ile hesaplanan değerleri karşılaştırın.

Kesit no	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kesit yüksekliği [mm] (hidrolik seviye)											
A kolonu yüksekliği (toplam yükseklik) [mm]											
Hız yüksekliği $\frac{u^2}{2g}$ [mmSS]											

**C) Gerçek akışkanlarda hız yüksekliğinin ölçülmesi**

1. Ana şalteri açın.
2. Pompayı çalıştırın.
3. Yükleme vanasını açıp, su akış debisini 400 L/h değerine ayarlayın.
4. Kolonlardaki ve ara kesitlerdeki su seviyelerini aşağıdaki tabloya kaydedin.





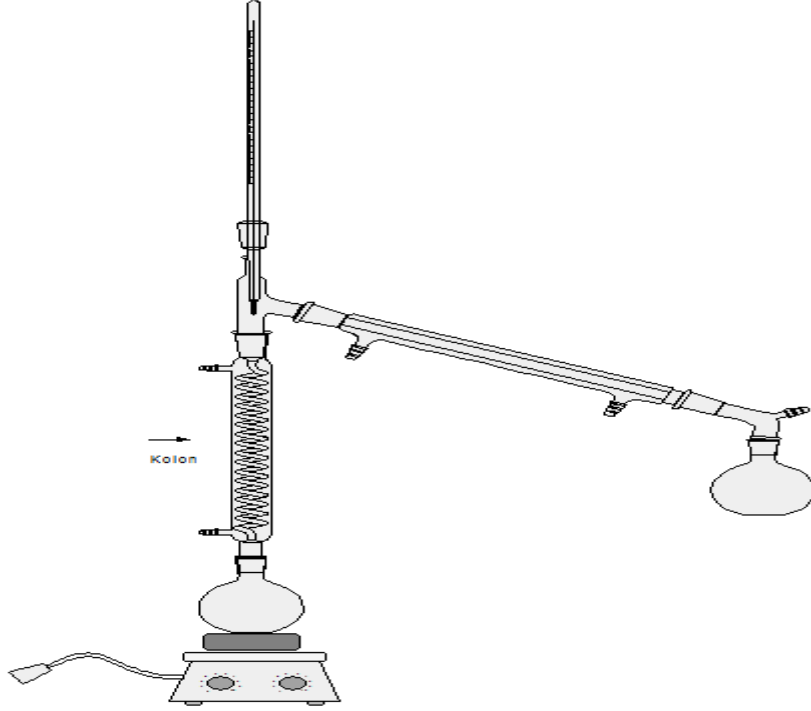


### Deney 3

#### DOLGULU KOLONDA DAMITMA DENEYİ

**Deneyin Amacı:** Birbiri içerisinde çözünen maddelerin kaynama noktaları farkından yararlanarak karışımı bileşenlerine ayırmak.

**Deney Sistemi ve Deneyin Yapılışı:**



Şekil1. Damıtma düzeneği

A)

- Damıtma işlemi için kolonda kondenser vanası ve besleme vanası ayarı yapılır.
- Kazandaki sıvı karışımının hacmi ve bileşimi belirlenir.
- Yoğunlaştırıcı suyu beslenmeye başlanır.
- Kazandaki karışım ısıtılmaya başlanır.
- Ürün yoğunlaştırıcıdan ilk sıvı damlasının geldiği andan itibaren 10 dak. Beklenerek kolonun karalı hal şartlarına ulaşması sağlanır.
- Bütün sıcaklık ve basınç değerleri veri olarak alınır.

- Ürün yoğunlaştırıcısının altındaki dereceli toplama kabı kullanılarak distilatın akış hızı belirlenir.
- Alt ürünün ve üst ürünün kırılma indisleri refraktometre ile belirlenir.

**B)** Farklı derişimlerde % 20, 50, 60, 80, 100 (v/v) etil alkol çözeltileri hazırlanarak refraktometre ile kırılma indisleri okunur ve derişime karşı kırılma indisi grafikleri çizilir. Distilasyon kolonundan alınan üst ve alt ürünün derişimleri, kırılma indisleri kullanılarak bu grafikten yararlanılarak belirlenir.

**Hesaplamalar:**

- 1- Etanol-su sistemi için x-y diyagramını oluşturunuz.
- 2- Kırılma indisine karşı derişim grafiğini çizerek alt ve üst ürün derişimini belirleyiniz.
- 3- Mc-Cabe Thiele yöntemiyle kademe sayısını, beslemenin kaçınıcı kademededen yapıldığını ve min. kademe sayısını bulunuz.

## Deney 4

### KESİKLİ REAKTÖRDE İKİNCİ DERECEDEN BİR TEPKİMENİN İNCELENMESİ

**Deneyin Amacı:** Kesikli reaktör verileri ile reaksiyon hız ifadesinin geliştirilmesi ve sıcaklığın reaksiyon hızına etkisinin incelenmesidir.

#### Deneyin Yapılışı:

-Erlenlere 10 ml 0,05 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi koyunuz ve fenol ftalein indikatörü ekleyiniz.

-0,1 N NaOH ve 0,1N etil asetat çözeltilerinden 200 ml alarak behere koyunuz. Reaktan sıcaklıklarınızın farklı olmamasına dikkat ediniz. Reaktanları behere koyduğunuzda deneme süresini belirlemek için kronometreyi çalıştırınız.

-İlk beş dakikaya kadar her dakikada 10 ml örnek alarak erlenlere boşaltınız. Tepkimeyi denge anına kadar sürdürünüz.

-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile nötralize edilen çözeltinin titrasyonu için 0.05 N NaOH kullanınız.

- 1- yukarıdaki deneyi iki farklı sıcaklıkta yapınız.
- 2- Deneyi (uyguladığınız sıcaklıklardan birinde) 0,1 N NaOH ve 0,2 N etil asetat (veya 0,05 N etil asetat) çözeltileri ile tekrarlayınız.

#### Hesaplamalar:

1- Bu deneyde incelenecek olan etil asetatın sabunlaşma tepkimesini, hız denklemini ve tepkimenin denge sabitini yazarak hız ifadesine son şeklini veriniz.

2- Deney sonuçlarına göre aşağıdaki tabloyu tamamlayınız.

t (dak)	C <sub>CH<sub>3</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub></sub> (mol/L)	C <sub>NaOH</sub> (mol/L)	C <sub>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH</sub> (mol/L)	C <sub>CH<sub>3</sub>COONa</sub> (mol/L)	X
0			0	0	
1					
2					
3					
4					
5					

3- Hız sabitlerini ( k<sub>1</sub> ve k<sub>2</sub>) ve denge sabitini (K) belirleyiniz.

## Deney 5

### Paralel ve Ters Akışlı Sistemlerde Isı Aktarımı

#### Deneyin Amacı:

Isıtma sıvısı ile paralel ve ters akışlı durumlar için ısı transferinin incelenmesi

#### Deney Sistemi:

Deney düzeneği ana kontrol ünitesi, ısıtma ve akışın sağlandığı ünite ve ısı değiştirici kısımlarından oluşmaktadır. Aşağıdaki resimlerde deney düzeneği kısımları gösterilmiştir.



Deney düzeneği ana kontrol ünitesi



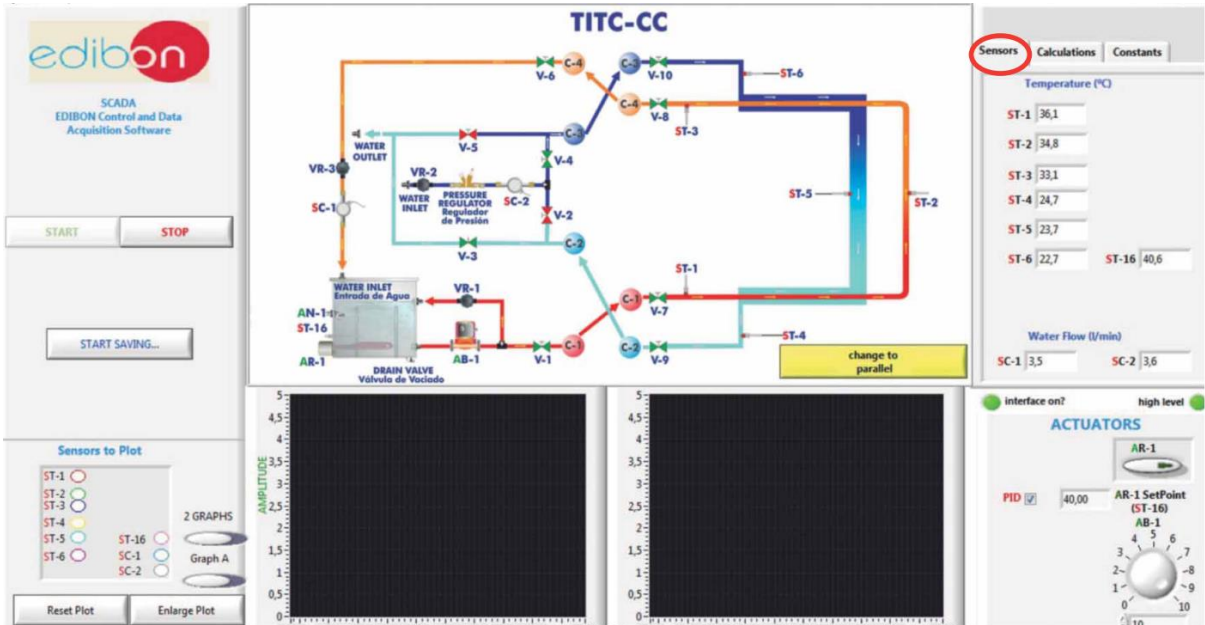
Isıtma ve akışın sağlandığı ünite



### Isı değiştirici

Deney dzenenindeki kontrol ünitesi birçok ısı değiştiriciyi kontrol edebilecek şekilde tasarlandığından ön panelinde farklı içerikler görülebilir ancak yukarıdaki ısı değiştirici deney dzenenini kontrol edecek şekilde bağlantıları yapılmıştır.

Bilgisayar kontrollü deney dzeneninin kontrol yazılımı ekran görüntüsü aşağıdaki gibidir.



### Deney Yapılışı:

Deney dzenenini ile farklı parametre ve opsiyonlar kullanılarak farklı senaryolarda deneyler gerçeştirilebilir. Soğuk akışkanın paralel veya ters akışlı olması, soğuk akışkan akış hızı, sıcak akışkan akış hızı ve sıcak akışkan rezervuar sıcaklığı değiştirilebilecek parametrelerdir. Bu parametreler kullanılarak sensörlerin bağlı olduğu yerlerdeki sıcaklıkların ve akış hızlarının eş zamanlı olarak takibi mümkündür.

Deneyde eş merkezli silindirik tüplerden meydana gelen ısı değiştiricisi kullanılmaktadır. Isı değiştirici uzunluğu 1 metre ve paslanmaz çelikten üretilmiştir. Isı değiştirici iç tüp için; iç çap  $16 \cdot 10^{-3} \text{m}$ , dış çap  $18 \cdot 10^{-3} \text{m}$  ve et kalınlığı  $10^{-3} \text{m}$ 'dir. Dış tüp için; iç çap  $26 \cdot 10^{-3} \text{m}$ , dış çap  $28 \cdot 10^{-3} \text{m}$  ve et kalınlığı  $10^{-3} \text{m}$ 'dir. Isı değiştirici üzerinde soğuk akışkan giriş çıkış ve orta noktası, sıcak akışkan giriş çıkış ve orta noktasında olmak üzere "j" tipi sıcaklık sensörleri mevcuttur. Ayrıca, ısıtma ve akışın kontrol edildiği ünite de 0-3 litre/dakika aralığında ayarlanabilir santrifüj pompa mevcuttur.

Deney düzeneği çalıştırıldıktan sonra, soğuk ve sıcak akışkanlar paralel veya ters akışlı olduğu durumlar için belirli akış hızlarında belirli giriş sıcaklıkları için ısı değiştirici uzunluğu ve yüzey alanları yardımıyla sensörlerden okunan denge sıcaklıkları yardımıyla, ısı aktarım katsayıları ve aktarılan ısılar hesaplanır.

Deney düzeneği ve sistem ile ilgili detaylı bilgi için [www.edibon.com](http://www.edibon.com) adresini ziyaret ediniz.

#### **Hesaplamalar:**

- Deney sırasında yatışkın koşullar için kaydedilen sıcaklık değerleri ve ısı değiştirici ölçüleri için teorik çıkış sıcaklığı ve deneysel çıkış sıcaklıkları kıyaslanarak yüzde hata değeri belirlenir.
- Deneysel veriler yardımıyla, aktarılan ısı ve set değerleri yardımıyla aktarılması gereken ısı desaplanarak ısı kayıpları belirlenir.

## Deney 6

### Bilyalı Değirmende Malzemenin Yığın Yoğunluğunun Değiştirilmesi

#### Deneyin Amacı:

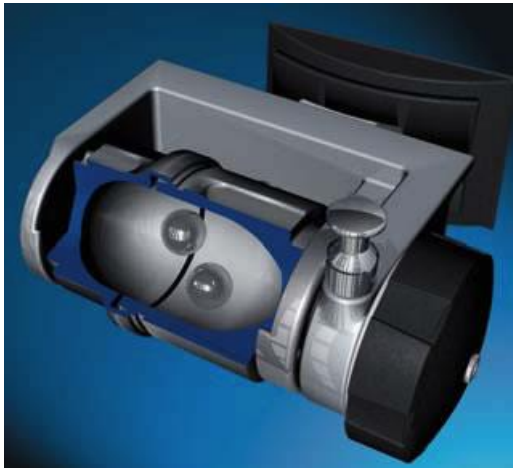
Bilyalı değirmende farklı kalma sürelerine göre aynı malzemenin yığın yoğunluğunun nasıl değiştiğinin belirlenmesi ve sonuçların istatistiksel olarak incelenmesi.

#### Deney Sistemi:

Deney bilyalı değirmen ve yığın yoğunluğun belirleneceği volumetrik mezürden oluşmaktadır. Bilyalı değirmen çalkalayıcı motor ünitesi ve değirmen haznesi/bilya kısımlarından oluşmaktadır.



Bilyalı değirmen çalkalayıcı motor ünitesi



Değirmen haznesi/bilya

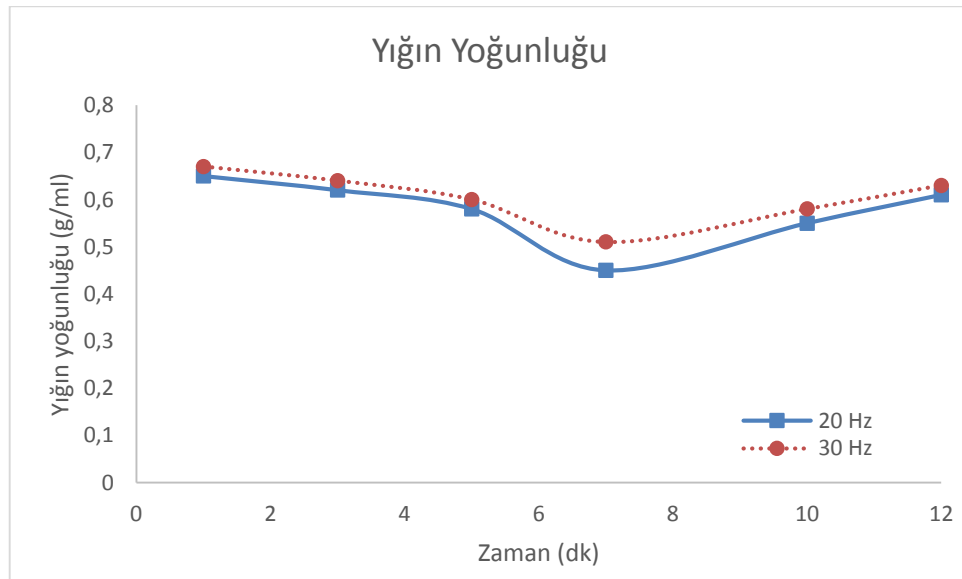
Bilyalı değirmende çalkalama hızı saniyedeki çalkalama (Frekans) cinsinden ayarlanabilmektedir. Boyut küçültme işlemi yapılacak olan malzemenin cinsine ve özelliklerine bağlı olarak çelik, teflon kaplı çelik ve zirkonyum kaplı haznelere bulunmaktadır.

### Deneyin Yapılışı:

Boyut küçültme işlemi yapılacak olan örnek 35 ml'lik değirmen haznesinin %50'sinden fazlasını doldurmayacak şekilde yüklenir. Farklı frekanslarda ve çalışma süreleri sonucunda elde edilen örneklerin yığın yoğunluğunun belirlenmesi için volumetrik olarak hacimleri ve hassas olarak ağırlıkları ölçülür. Ölçümler sonucu aşağıdaki tablo doldurularak uygun grafikler elde edilir.

Örnek Tablo

Frekans	Çalışma Süresi (dk)	Yığın Yoğunluğu (g/ml)	Frekans	Çalışma Süresi (dk)	Yığın Yoğunluğu (g/ml)
20	1	0,65	30	1	0,67
20	3	0,62	30	3	0,64
20	5	0,58	30	5	0,60
20	7	0,45	30	7	0,51
20	10	0,55	30	10	0,58
20	12	0,61	30	12	0,63



Örnek Grafik



## Hesaplamalar:

Bilyalı değirmendeki çalışma frekansının yığın yoğunluk üzerindeki etkisinin grafiksel olarak belirlenmesinin ardından farklı frekanslarla elde edilen sonuçların birbirlerinden anlamlı derecede farklılık gösterip göstermediği “eşleştirilmiş örnek t-testi” (paired sample t-test) ile gerçekleştirilir. Excel/data analysis/paired t-test uygulaması ile otomatik olarak veya elle yapılabilir. Hesaplanan t değeri tablo değeri ile ilişkilendirilerek hangi güvenlik seviyesinde benzerlik gösterdiği belirlenir.

## t-dağılım tablosu

sd	<i>Tek Yönlü Testte</i>					
	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
	<i>Çift Yönlü Testte</i>					
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
$\infty$	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

## Kaynaklar

1. İstatistiğe giriş, Necati Yıldız, Ömer Akbulut, Aktif yayınevi, Erzurum 2002
2. <http://mustafaotrar.net/istatistik/bagimsiz-iliskisiz-gruplar-t-testi/>
3. <http://www.oguzhankivrak.com/2012/05/t-testi/>
4. [http://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/1387/mod\\_resource/content/2/B14\\_Bilgisayar%20Uygulamalar%C4%B1%203.pdf](http://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/1387/mod_resource/content/2/B14_Bilgisayar%20Uygulamalar%C4%B1%203.pdf)

## **RAPOR FORMATI**

### **KAPAK (1.Sayfa)**

**NOT:** A4 boyutlarında kağıt kullanılmalıdır. Sayfa boyutları alt, üst, sağ ve sol 2,5 cm olmalıdır.

### **ÖZET (3.Sayfa)**

Tek bir sayfada yapılan deneyin genel hatları verilmelidir.

#### **1. DENEYİN AMACI**

Deneyin amacı net ve öz olmalıdır.

#### **2. KAYNAK ARAŞTIRMASI**

Kaynak araştırması yapılan deneyle ilişkilendirilerek verilmeli gereksiz bilgiler yazılmamalıdır. Kaynak araştırması 3 sayfayı aşmamalıdır. Her bir kaynağa atıf yapılmalı ve kaynaklar kısmında verilmelidir. Şekiller ve tablolar numaralandırılarak verilmelidir.

#### **3. DENEY SİSTEMİ ve DENEYİN YAPILIŞI**

Tüm raporda yazım dili olarak edilgen yapı kullanılmalı, deney sisteminin şematik görünümü varsa verilmelidir.

#### **4. DENEYSEL VERİLER**

Yapılan deneye ait veriler tablo halinde verilmelidir.

#### **5. KURAMSAL BİLGİLER**

Raporda yapılacak hesaplamalara ilişkin formüller (gereksiz olan eşitlikler verilmemelidir) denklem numarası verilerek yazılmalı ve her bir simgenin ne olduğu birimleri ile yazılmalıdır.

#### **6. HESAPLAMALAR ve BULGULAR**

Hesaplamalar örnek bir hesaplama ile kuramsal eşitliklerden yararlanılarak yapılmalı, benzer hesaplamalar tablo halinde verilmelidir.

#### **7. YORUM (Ayrı sayfada verilmeli)**

Elde edilen sonuçlar mühendislik açısından değerlendirilmeli ve tartışılmalı.

#### **Kaynaklar**

#### **Ekler**

T.C.  
HİTİT ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

424\*416 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI-  
II

KURUTMA VE NEMLENDİRME  
DENEY RAPORU

1.GRUP

Ad Soyad (Numarası)

•  
•

Şubat 2015-ÇORUM

**İÇİNDEKİLER (2. Sayfa)**

	Sayfa
İçindekiler	i
Özet	ii
1. Deneyin Amacı	1
2. Kaynak Araştırması	2
3. Deney Sistemi ve Deneyin Yapılışı	
4. Deneysel Veriler	
5. Kuramsal Bilgiler	
6. Hesaplamalar ve Bulgular	
7. Yorum	
Kaynaklar	
Ekler	