



DENEYSAN EĞİTİM ÇHAZLARI
Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

T-480 REYNOLDS EĞİTİM SETİ

DENEY FÖYLERİ



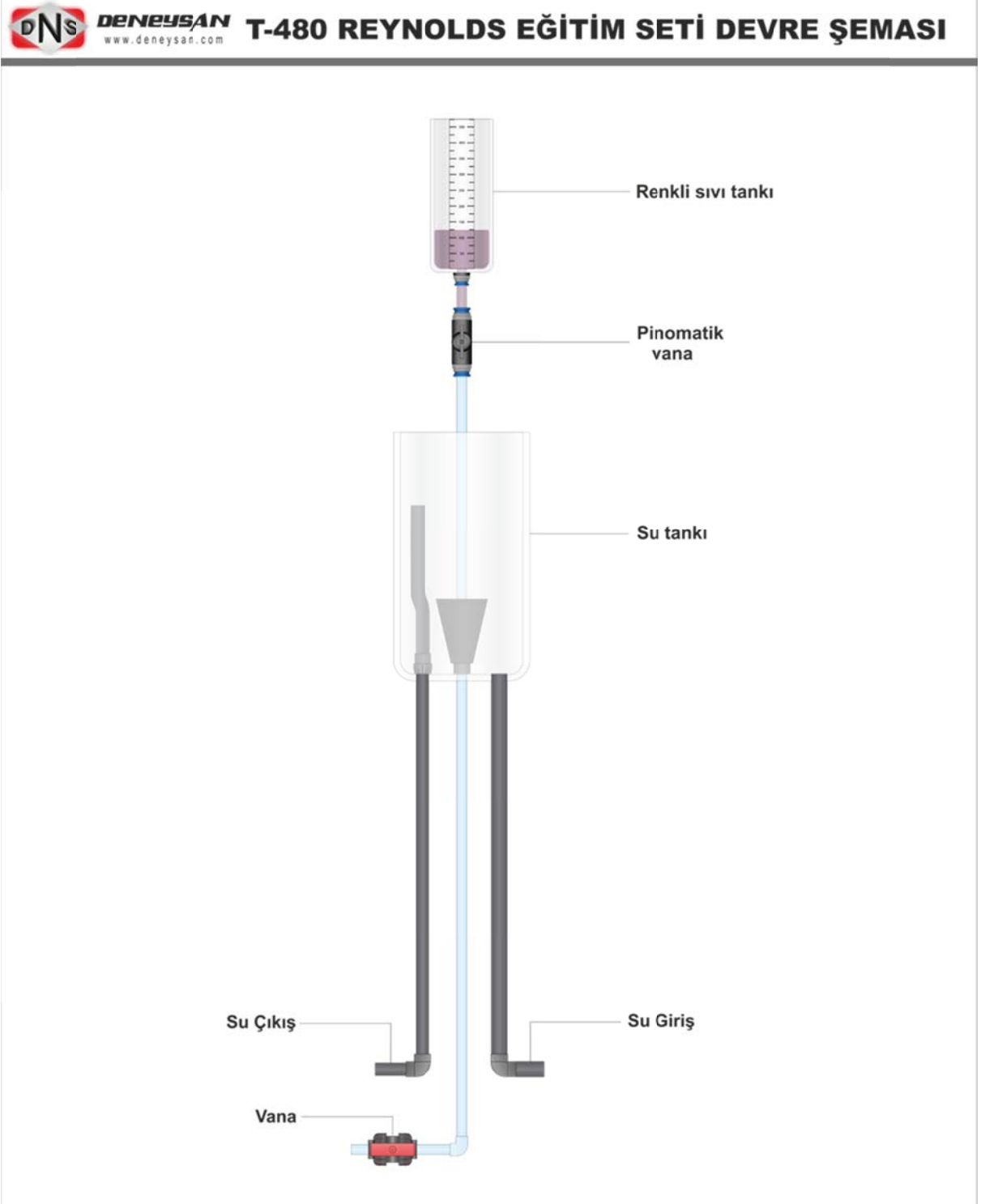
Yeni Sanayi sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18A BALIKESİR
Tel: 0266 2461075 Faks: 0266 2460948
<http://www.deneysan.com> mail: deneysan@deneysan.com

BALIKESİR-2017

İçindekiler

DENEY CİHAZININ ŞEMASI	3
DENEY AMACI	4
TEORİ	4
DENEYLER	7
DENEY NO T-480-01	7
DENEYİN ADI: Laminar akışın görselleştirilmesi	7
DENEY NO T-480-02	8
DENEYİN ADI: Geçiş bölgesi akışının görselleştirilmesi	8
DENEY NO T-480-03	9
DENEYİN ADI: Türbülanslı akışın görselleştirilmesi	9
DENEY NO T-480-04	10
DENEYİN ADI: Kritik reynolds sayısının belirlenmesi	10
DENEY RAPORUNDA İSTENENLER	12

A) DENEY CİHAZININ ŞEMASI



(Şekil-1)

1. Deney Amacı

Bu deneyin amacı laminar (katmanlı) akış, geçiş bölgesi akışı ve türbülanslı akışın gözlenmesi ve ilgili hesaplamaların yapılmasıdır.

2. Teori

Bir akışkan akımı kanal içinde aktığı zaman katı ile akışkan arasındaki temas yüzeyine yani katıya yapışır. Bu yapışma, sınırdaki kuvvet alanının sonucudur. Bu etki katı ile akışkan arasındaki ortak yüzey gerilimini de meydana getirir. Böylece, eğer sistemdeki duvar hareketsiz ise, akışkanın ortak yüzeydeki hızı sıfırdır. Duvardan uzakta hız belli bir değerde olduğundan, akan bir akım içinde hız bir noktadan diğerine değişecektir. Dolayısı ile herhangi bir noktadaki hız, o noktada uzay koordinatlarının fonksiyonu olacak, akış tarafından işgal edilen yerde bir hız alanı meydana gelecektir.

Kayma gerilmesi τ (kg/m²): Kesme yüzeyinin birim alanına düşen kesme kuvvetidir.

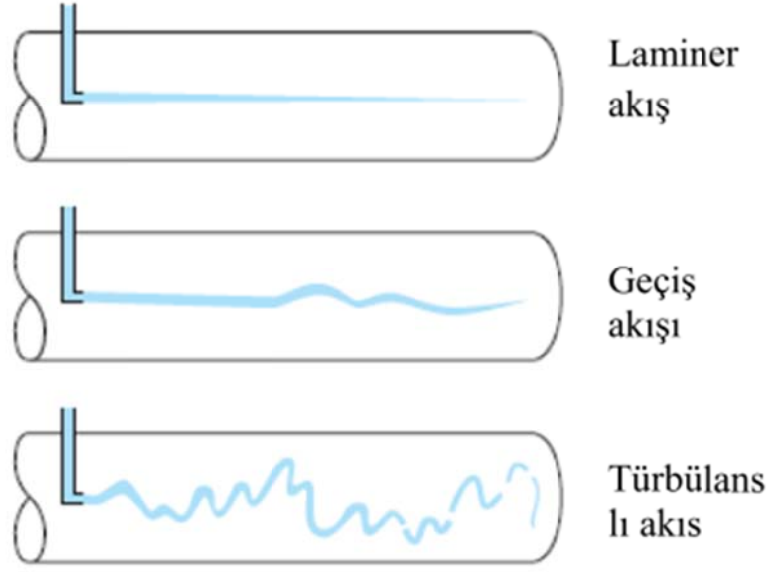
$$\tau = \frac{F_s}{A_s}$$

Hız gradyanı: Akışkanın hızı duvardan uzaklaştıkça, azalan bir ivme ile artar. Hız gradyanı, hız profili eğrisinin eğiminin tersidir. (du/dy)

Kayma gerilmesi ile hız gradyanı arasındaki ilişki sınır taba içinde herhangi bir noktada;

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

şeklinde ifade edilir.



Şekil-1 Reynolds deney setinde gözlenen akış türleri

Bir akışkanın boru içindeki akışı, laminar veya türbülanslı akış olabilir. İngiliz bilim adamı Osborne Reynolds (1842-1912) bu iki akış arasındaki farkı ayırt eden ilk insan olmuştur. Reynolds düzeneginde, saydam bir boru içerisinde su akışı varken, akış içine enjekte edilen mürekkep yardımıyla akış çizgilerinin incelenmesi sağlanmıştır. Düşük su hızlarında enjekte edilen mürekkep, enjekte edildiği doğrultuda ilerlemekte ve akış yönünde herhangi bir bozulma olmamaktadır. Daha yüksek su hızlarında akış çizgisinde düzensiz hareketler meydana gelmekte ve sıçramalar olmaktadır. Yeteri kadar yüksek su hızlarında ise akış tamamen düzensizleşmekte ve enjekte edilen mürekkep boru içinde düzensiz bir şekilde dağılmaktadır. Bu üç akış modeli, laminar, geçiş rejimi ve türbülanslı akış olarak adlandırılmaktadır.

Akışkan parçacıklarının birbirine paralel olduğu ve birbiri üzerinde düzenli bir şekilde aktığı akış şekline laminar akış denir. Bu akış rejiminde tabakalar, oyun kağıtları gibi birbirinin üzerinden kayarak akar. Daha yüksek hızlarda türbülans meydana gelir ve bunun sonucu girdaplar doğar. Akışkan parçacıklarının tamamen karışık, düzensiz bir şekil sergilediği bu akış şekline türbülanslı akış denir. Bu iki bölgeyi birbirine bağlayan bölgeye de geçiş bölgesi denir. Bu bölgede laminar akış bozulmaya başlar. Laminar akışta viskoz kuvvetler, türbülanslı akışta ise atalet kuvvetleri hakimdir. Laminar sınır tabakasının nerede türbülansa başladığı Reynolds sayısı denilen birimsiz bir grupla karakterize edilir.

$$Re = \frac{\rho d U}{\mu}$$

Burada;

Re: Reynolds sayısını

μ : dinamik viskoziteyi (kg/m.s)

ρ : akışkan yoğunluğunu (kg/m³)

d: boru çapını (m)

U: boru kesitindeki ortalama hızı (m/s)

ifade eder. Kinematik viskozite tanımlamasından yola çıkarak Reynolds sayısı tekrar düzenlenebilir.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$Re = \frac{d U}{\nu}$$

Burada, ν kinematik viskoziteyi ifade etmektedir. Borulardaki akışlarda 2000 değerinin üzerindeki akışlar türbülanslı akış olarak kabul edilir ve 2300 değeri kritik Reynold sayısını ifade eder.

A) DENEY NO T-480-01

B) DENEYİN ADI: **Laminar akışın görselleştirilmesi**

C) DENEYİN AMACI: Cam boru içerisinde laminar akış oluşturmak

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1. Mürekkep haznesine mürekkep koyunuz.
2. Filtrenin temizlendiğinden emin olun.
3. Ana şalteri açınız.
4. Pompayı çalıştırınız.
5. Başlangıçta su debisi debi ayarlama anahtarı ile kullanılarak düşük seçilir ve suyun sistemi tam olarak doldurması sağlanır.
6. Bu esnada boşaltma musluğu kısılarak düzenli bir akış sağlanır.
7. Sistem rejime girdikten sonra mürekkep haznesinin altındaki enjektör musluğu yavaşça açılarak test borusu içerisinde akan suda, mürekkebin ip gibi aktığı gözlenir.
8. Cam boru içinde ince bir ip halinde akan boya laminar akışın göstergesidir.

A) DENEY NO T-480-02

B) DENEYİN ADI: **Geçiş bölgesi akışının görselleştirilmesi**

C) DENEYİN AMACI: Cam boru içerisinde geçiş bölgesi akışını oluşturmak

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

1. Mürekkep haznesine mürekkep koyunuz.
2. Filtrenin temizlendiğinden emin olun.
3. Ana şalteri açınız.
4. Pompayı çalıştırınız.
5. Başlangıçta su debisi debi ayarlama anahtarı ile kullanılarak düşük seçilir ve suyun sistemi tam olarak doldurması sağlanır.
6. Bu esnada boşaltma musluğu kısılarak düzenli bir akış sağlanır.
7. Sistem rejime girdikten sonra mürekkep haznesinin altındaki enjektör musluğu yavaşça açılarak test borusu içerisinde akan suda, mürekkebin ip gibi aktığı gözlenir.
8. Tahliye veya deşarj vanasını, ip şeklinde akan boya titreşimli bir hal alıncaya kadar biraz daha açıyoruz. Bu şekildeki akış türbülanslı akışa geçişin ifadesidir

A) DENEY NO T-480-03

B) DENEYİN ADI: **Türbülanslı akışın görselleştirilmesi**

C) DENEYİN AMACI: Cam boru içerisinde türbülanslı akış oluşturmak

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Mürekkep haznesine mürekkep koyunuz.
- 2) Filtrenin temizlendiğinden emin olun.
- 3) Ana şalteri açınız.
- 4) Pompayı çalıştırınız.
- 5) Başlangıçta su debisi debi ayarlama anahtarı ile kullanılarak düşük seçilir ve suyun sistemi tam olarak doldurması sağlanır.
- 6) Bu esnada boşaltma musluğu kısılarak düzenli bir akış sağlanır.
- 7) Sistem rejime girdikten sonra mürekkep haznesinin altındaki enjektör musluğu yavaşça açılarak test borusu içerisinde akan suda, mürekkebin ip gibi aktığı gözlenir.
- 8) Tahliye valfinin biraz daha açılması sonucunda cam boru içine akan boya tamamen suyla karışır. Bu ise türbülanslı akışı gösterir.

A) DENEY NO T-480-04

B) DENEYİN ADI: **Kritik reynolds sayısının belirlenmesi**

C) DENEYİN AMACI: Cam boru içerisinde akış sağlanarak kritik reynolds sayısının bulunması.

D) DENEYDE KULLANILACAK ALET VE CİHAZLAR:

E) DENEYİN YAPILIŞI:

- 1) Mürekkep haznesine mürekkep koyunuz.
- 2) Filtrenin temizlendiğinden emin olun.
- 3) Ana şalteri açınız.
- 4) Pompayı çalıştırınız.
- 5) Başlangıçta su debisi debi ayarlama anahtarı ile kullanılarak düşük seçilir ve suyun sistemi tam olarak doldurması sağlanır.
- 6) Bu esnada boşaltma musluğu kısılarak düzenli bir akış sağlanır.
- 7) Sistem rejime girdikten sonra mürekkep haznesinin altındaki enjektör musluğu yavaşça açılarak test borusu içerisinde akan suda, mürekkebin ip gibi aktığı gözlenir.
- 8) Tahliye veya deşarj vanasını, ip şeklinde akan boya titreşimli bir hal alıncaya kadar biraz daha açıyoruz. Bu şekildeki akış türbülanslı akışa geçişin ifadesidir.

$$Re = \frac{\rho d U}{\mu}$$

Burada;

Re: Reynolds sayısını

μ : dinamik viskoziteyi (kg/m.s)

ρ : akışkan yoğunluğunu (kg/m³)

d: boru çapını (m)

U: boru kesitindeki ortalama hızı (m/s)

ifade eder. Kinematik viskozite tanımlamasından yola çıkarak Reynolds sayısı tekrar düzenlenebilir.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$Re = \frac{d U}{\nu}$$

Burada, ν kinematik viskoziteyi ifade etmektedir. Borulardaki akışlarda 2000 değerinin üzerindeki akışlar türbülanslı akış olarak kabul edilir ve 2300 değeri kritik Reynold sayısını ifade eder.

4. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

Debi ölçerden ya da ölçülü kap kullanarak her üç vana pozisyonu içinde debi değerlerini belirleyiniz.

Tahliye borusu çapı $d=12$ mm olduğuna göre her üç durum için hız değerlerini hesaplayınız.

Deneyde ölçtüğünüz sıcaklık için suyun yoğunluk ve dinamik viskozite özelliklerini tablodan okuyarak Reynolds sayılarını hesaplayınız.

Her üç durum içinde akışın biçimini Reynolds sayılarını kullanarak belirleyiniz.

Hıza bağlı Reynolds sayısı grafiğini oluşturunuz. Deneyi farklı sıcaklıklardaki su ile tekrarlayarak her bir sıcaklık için grafik üzerinde eğriler oluşturunuz.

TABLO-1 Farklı sıcaklıklar için havanın özgül hacmi ve özgül ısıları

T	p	Cp gas	v gas
°C	Bar	kJ/(kg K)	m ³ /kg
0,000	1,032	1,008642017	0,759073683
5,000	1,032	1,008704105	0,7730110924
10,000	1,032	1,008784865	0,7869616301
15,000	1,032	1,008884701	0,8008949359
20,000	1,032	1,009003466	0,81484225
25,000	1,032	1,009141605	0,828771691
30,000	1,032	1,009299006	0,8427157135
35,000	1,032	1,00947613	0,8566414518
40,000	1,032	1,009672879	0,8705818964
45,000	1,032	1,009889567	0,8845211907
50,000	1,032	1,010126534	0,8984403377
55,000	1,032	1,010383639	0,9123748249
60,000	1,032	1,010661186	0,9263068669
65,000	1,032	1,010959321	0,9402355775
70,000	1,032	1,011278173	0,9541597143
75,000	1,032	1,011618073	0,9680626681
80,000	1,032	1,011978895	0,9819656218
85,000	1,032	1,012360716	0,9958685755
90,000	1,032	1,012763594	1,009771529
95,000	1,032	1,013187562	1,023674483
100,000	1,032	1,013632636	1,037577437

TABLO-3 Farklı sıcaklıklarda suyun özgül ısı ve özgül hacimleri

T	p	Cp liquid	v liquid
°C	Bar	kJ/(kg K)	dm ³ /kg
0,000	1,032	2,107143511	0,9998727224
5,000	1,032	4,105685675	1,000083556
10,000	1,032	4,141176242	1,000546084
15,000	1,032	4,168323781	1,001250628
20,000	1,032	4,188306033	1,002188159
25,000	1,032	4,212256815	1,00335025
30,000	1,032	4,220490878	1,004729048
35,000	1,032	4,224556431	1,006317246
40,000	1,032	4,22532947	1,008108053
45,000	1,032	4,223607358	1,010095175
50,000	1,032	4,220110925	1,012272801
55,000	1,032	4,215486776	1,014635581
60,000	1,032	4,210309648	1,017178623
65,000	1,032	4,205084783	1,019897477
70,000	1,032	4,200250319	1,022788134
75,000	1,032	4,196179644	1,025847022
80,000	1,032	4,193183848	1,029071003
85,000	1,032	4,191514215	1,032457378
90,000	1,032	4,191364947	1,036003889
95,000	1,032	4,192876094	1,039708724
100,000	1,032	4,196136838	1,043570529