



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METODLAR -I

OSBORN REYNOLDS DENEY FÖYÜ

1. Deney Amacı

Bu deneyin amacı laminer (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 ya ni katiya 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/m^2): Kesme yüzeyinin birim alanına düşen kesme kuvvetidir.

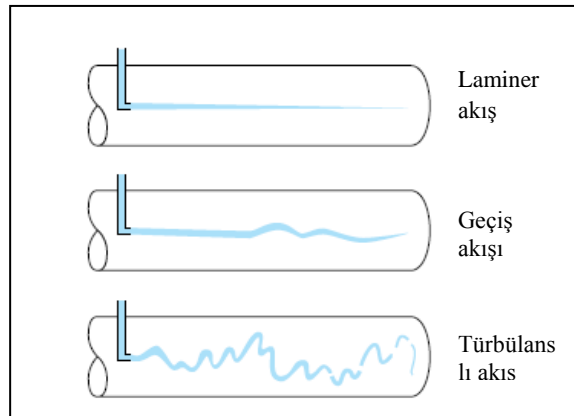
$$\tau = \frac{F_s}{A_s} \quad (1)$$

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

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (2)$$

şeklinde ifade edilir.



Şekil 1- Laminer, geçiş ve türbülanslı akış gösterimi

Bir akışkanın boru içindeki akışı, laminer veya türbülanslı akış olabilir. İngiliz bilim adamı Osborne Reynolds (1842-1912) bu iki akış arasındaki farkı ayırt eden ilk insan olmuştur. Reynolds düzeneğinde, 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, laminer, geçiş rejimi ve türbülanslı akış olarak adlandırılmaktadır.

Akışkan parçacıklarının birbirine paralel olduğu ve birbiri üzerinde düzenli bir şekilde aktığı akış şekline *laminer 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 laminer akış bozulmaya başlar. Laminer akışta viskoz kuvvetler, türbülanslı akışta ise atalet kuvvetleri hakimdir. Laminer sınır tabakasının nerede türbülansa başladığı Reynolds sayısı denilen birimsiz bir grupla karakterize edilir.

$$Re = \frac{\rho d U}{\mu} \quad (3)$$

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.

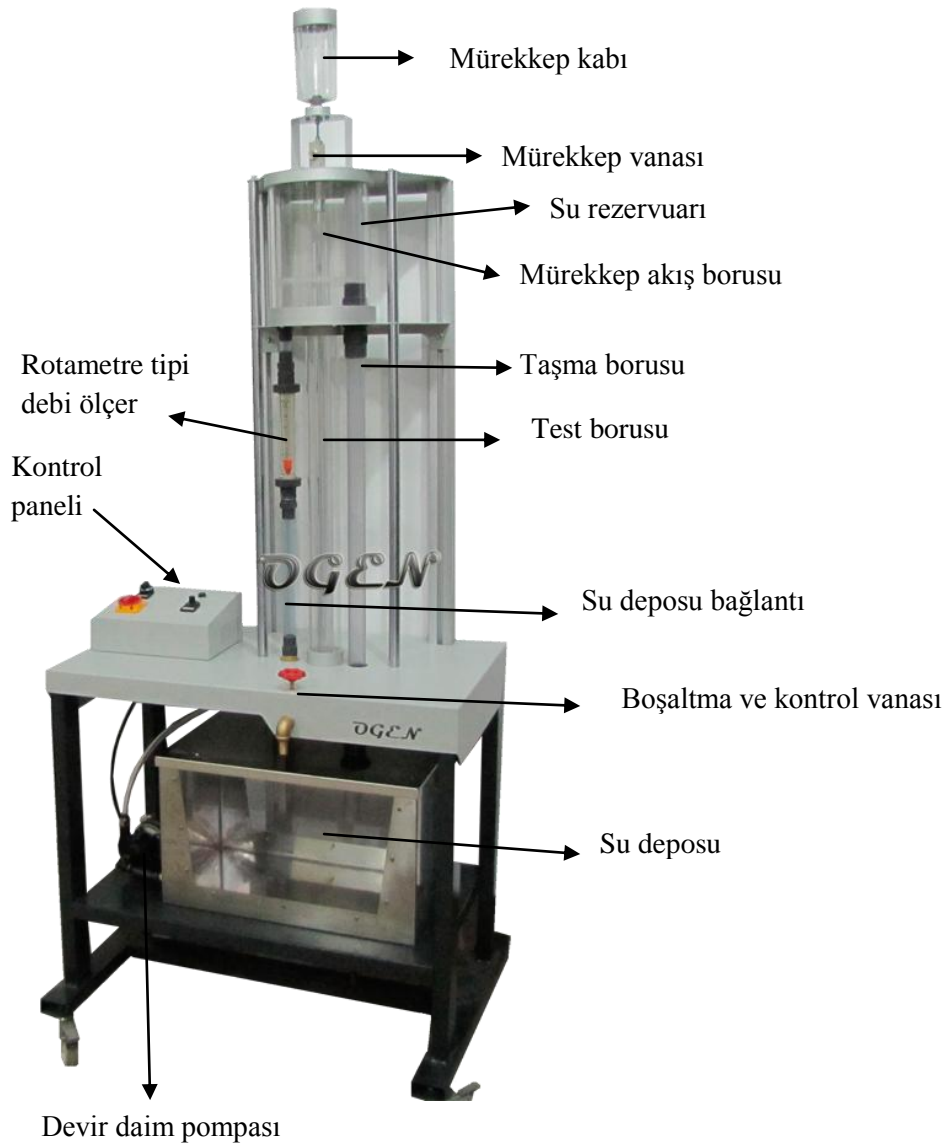
$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (4)$$

$$Re = \frac{dU}{\nu} \quad (5)$$

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

3. Deneyin Yapılışı

Deney düzeneęinin řematięi şekil 2'de gösterilmiřtir.



Deney tesisatını hazır hale getirmek için boşaltma musluğunun ucu mürekkepli suyun çevreyi kirlilemeden akabileceği bir kaynağa bağlanmalıdır. Deney uzun süreli olacaksa bir müddet sonra depoda bulunan su yeterli gelmeyeceğinden depoya temiz su bağlantısı yapılması uygun olur. Ana şalter açılıp devir daim pompası anahtarı vasıtası ile pompa çalıştırılır. Başlangıçta su debisi debi ayarlama anahtarı ile kullanılarak düşük seçilir ve suyun sistemi tam olarak doldurması sağlanır. Bu esnada boşaltma musluğu kısılarak düzenli bir akış sağlanır. Sistem rejime girdikten sonra mürekkep haznesinin altındaki enjektör musluğu yavaşça açılarak test borusu içerisinde akan suda, mürekkebin ip gibi aktığı gözlenir. Boşaltma musluğu biraz daha açılırsa, akışın yavaş yavaş bozulduğu hatta muzluğun biraz daha açılması ile türbülanslı bir akışın gerçekleştiği gözlemlenecektir. Bu işlemler yapılırken termometre yardımıyla suyun sıcaklığı ölçülmelidir.

Cam boru içinde ince bir ip halinde akan boya laminer akışın göstergesidir. Tahliye veya desarj vanasını, ip şeklinde akan boya titreşimli bir hal almaya kadar biraz daha açıyoruz. Bu şekildeki akış türbülanslı akışa geçişin ifadesidir. Tahliye valfinin biraz daha açılması sonucunda cam boru içinde akan boya tamamen suyla karışır. Bu ise türbülanslı akışı gösterir.

Cihaz üzerindeki rotametre tipi debimetreden debi ölçümü direk yapılabileceği gibi, hesap yolu ile de debi ölçümü yapılabilir.

4. Deney Raporunda İstenenler

Debi ölçerden ve 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.