

**T.C. ONDOKUZMAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI – I**

**Deneyin Adı:** Borularda Sürtünme Kayıpları

**Deneyin Amacı:** Suyun boru şebekelerinde bulunan farklı bağlantı elemanlarında akışı sırasında sürtünmeden kaynaklanan basınç kayıplarının gözlemlenmesi, bu değerlerden yararlanarak bağlantı elemanlarındaki sürtünme kayıplarının hesaplanması ve akış debisine bağlı olarak bu kayıpların değişiminin incelemesi

**Teorik Bilgi:**

Fabrikalarda ve yerleşim merkezlerinde akışkanların bir noktadan başka bir noktaya nakledilmeleri yaygın olarak karşılaşılan bir durumdur. Bu gibi sistemlerde genellikle uygun çapta ve uzunlukta borular kullanılır. Bu sistemin hepsine birden boru şebekesi denir. Akışkanların boru şebekeleri ile nakledilirken çeşitli nedenlerden (bağlantı elemanlarından ve yüzey sürtünmesinden vb.) dolayı basınç kaybı gözlenir. Sürtünmeyi yenmek ve basınç kayıplarını karşılamak veya buldukları noktadan daha yüksek bir noktaya nakletmek için pompalar (veya kompresörler) kullanılır. Uygun bir pompa seçimi için o boru hattındaki basınç ve sürtünme kayıplarının tahmini gerekir. Aksi takdirde istenilen debide akışkan nakli mümkün olmaz.

**Akışkan Akış Tipleri ve Reynolds Sayısı**

Akışkanlar herhangi bir kesit alanına sahip kapalı bir kanal içinden aktığında, mevcut koşullara göre iki akış tipinden biri gözlenir. Akış hızı yavaş olduğunda akış şekli düzgündür. Akışkan tabakalarının birbiri üzerinden kaydığı düşük hızdaki bu akış tipi laminer akış olarak adlandırılır. Hız oldukça yüksek olduğunda içinde bütün yönlerde ve akışın normal doğrultusuna göre tüm açılarda hareket eden edilerin veya akışkan taneciklerinden oluşan küçük kümelerin mevcut olduğu kararsız akış şekline türbülent akış denir. Çalışmalar laminer akıştan türbülent akışa geçişin sadece hızın fonksiyonu değil, aynı zamanda akışkanın yoğunluk ve viskozitesi ile boru çapının da fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Bu değişkenler, boyutsuz olan Reynold sayısı içinde bir araya getirilir:

$$N_{Re} = \frac{D v \rho}{\mu}$$

$N_{Re}$  = Reynolds Sayısı

$D$  = boru çapı, m

$v$  = akışkanın ortalama hızı, m/s

$\rho$  = akışkanın yoğunluğu, kg/m<sup>3</sup>

$\mu$  = akışkanın viskozitesi, Pa. s

Düzgün dairesel bir boru için, Reynolds sayısı 2100'den daha küçük olduğunda akış daima laminerdir. Reynolds sayısı 4000'den büyük olduğunda, çok özel durumlar hariç türbülenttir.

## Düz Borularda Sürtünme Kayıpları

Düzgün bir boru içindeki akışta, yüzey sürtünme kayıpları Fanning sürtünme kayıpları kullanılarak hesaplanır. Çapı  $D$ , uzunluğu  $L$  olan düzgün bir boruda sürtünme kaybı aşağıdaki eşitlik ile bulunabilir:

$$F = 4 \times f \times \frac{\Delta L \times v^2}{D}$$

$f$ , Fanning sürtünme faktörü olup hem Reynolds sayısına hem de boru iç yüzeyindeki pürüzlülük miktarına (türbülent akımda) bağlıdır.

Laminer akış için  $f = \frac{16}{Re}$  eşitliği ile hesaplanır.

Türbülent akım içinse  $f$  değeri borunun pürüzlülük değeri ( $\epsilon$ ) / borunun çapına ( $D$ ) bağlı olarak Moody diyagramından bulunur.

## Deneyin Yapılışı

- Akışkanın akışı sırasındaki akış debisi ile basınç düşüşü arasındaki kantitatif ilişkinin incelenmesi için uygun boru hattı seçilir.
- Düzenekteki tüm hatlar kapalı konumuna getirilir.
- Manometre uygun bağlantı noktalarından bağlanır.
- Akışkan kontrol vanası açılır ve pompa çalıştırılır. Akış kontrol vanası ile debi ayarlanır.
- Manometrenin sıfır değeri okunur.
- Seçilen boru hattının vanası yavaş yavaş tamamen açılır.
- Manometreden basınç farkı okunarak kaydedilir.
- Aynı işlem basınç farkı ölçülmek için seçilen diğer bağlantı elemanları için tekrarlanır.

## Verilerin Değerlendirilmesi

1. Tabloda istenilen büyüklükleri gerekli hesaplamaları yaparak belirleyerek sürtünme faktörünü ( $f$ ) ve  $k$ 'yi hesaplayınız.
2. Her bir eleman için  $K(f) - Re$  grafiğini çizerek sonuçları yorumlayınız.
3. Tesisattaki basınç kayıplarını azaltmak için neler yapılabileceğini belirtiniz.

Eleman	Manometre		$h_2 - h_1$	Zaman $t$ (s)	Debi $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	Hız $v$ (m/s)	$K$ veya $f$
	$h_1$	$h_2$					