

Laboratuvar Yeri: E1 Blok – Termodinamik Laboratuvarı

Laboratuvar Adı: Akışkanlar Mekaniği

Konu: Borularda Yük Kaybı

Kullanılan Cihaz Donatım ve Malzemeler:

- Borularda yük kaybı deney düzeneği
- Cıvalı manometre
- Kronometre

Teorik Bilgi:

L uzunluğunda ve D çapında bir boru içinde V ortalama hızında bir akış varsa boru boyunca meydana gelen universal yük kaybı Darcy ifadesinden:

$$H_k = \lambda \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2 \cdot g} \quad (1)$$

olarak yazılır. Burada:

H_k ; boru boyunca meydana gelen universal enerji kaybı olup birimi “mSS” (metre su sütunu)’dur. L; deneye tabi tutulan boru uzunluğu olup birimi “m”dir. D: deneye tabi tutulan borunun iç çapı olup birimi “m”dir. V: boru içerisindeki enine kesit boyunca hız olup birimi “m/s”dir. g: yerçekimi ivmesi olup birimi “m/s²”dir. λ ise: universal yük kayıp katsayısı olup boyutsuz ve birimsiz olup Reynolds “Re” sayısı ile boyutsuz boru bağıl pürüzlülüğü ($\epsilon=k/D$)’nin fonksiyonu, yani $\lambda=f(Re, \epsilon)$ ’dur. Burada k ise uzunluk boyutunda boru içerisinde ortalama pürüz yüksekliğidir.

Genelde universal yük kayıp katsayısı λ , Re ve ϵ ’un fonksiyonu olduğu halde, deney esnasında boru değişmediğinden bağıl pürüzlülük ϵ sabit kalacaktır. O halde bu deneyde sabit bir ϵ için $\lambda=f(Re)$ değişimi elde edilecektir.

Şu halde bu deneyde sadece Reynolds sayısına bağlı olarak universal yük kayıp katsayısı λ ’nın değişimi incelenecektir.

Yukarıdaki bağıntıdan λ çekilirse:

$$\lambda = \frac{2 \cdot g \cdot H_k \cdot D}{L \cdot V^2} \quad (2)$$

elde edilir. Reynolds sayısı ise:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (3)$$

idi. Burada; yukarıdaki açıklamaya ilave olarak ν : suyun ortam sıcaklığındaki kinematik viskozitesi olup “m²/s” biriminde değeri aşağıda tablodan alınacaktır.

Ortam Sıcaklığı	°C	0	5	10	15	20	30
Kinematik Viskozite	m ² /s	1,788	1,52	1,307	1,15	1,003	0,799

Deneyde 20°C ortam sıcaklığı için suyun kinematik viskozitesi, ortalama bir değer olarak 1.10^{-6} m²/s alınabilir.

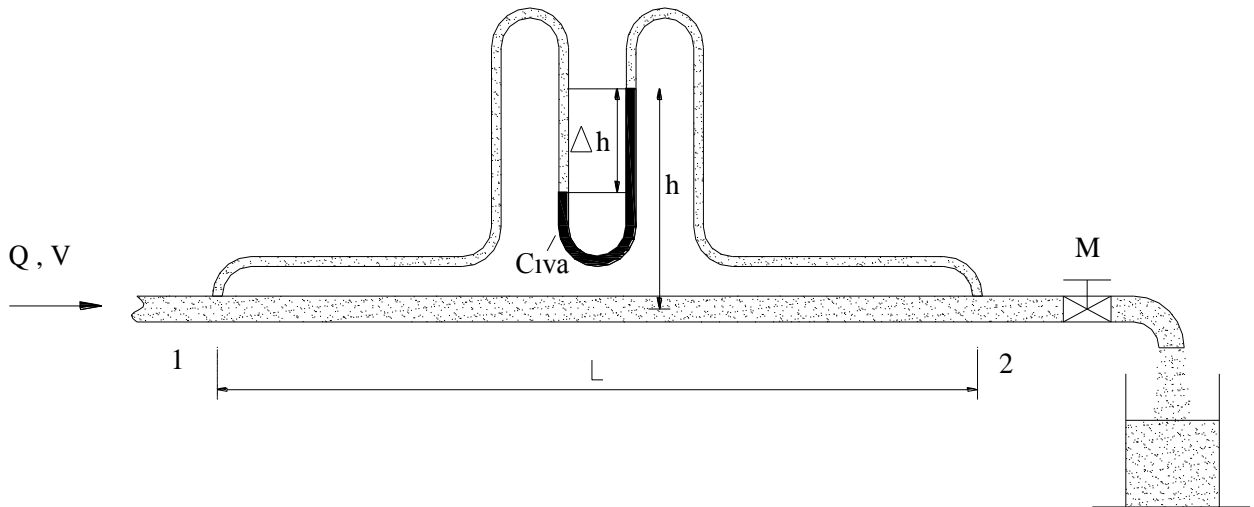
Burada λ ve Re sayılarının hesaplanabilmesi için H_k ve V ifadelerinin bilinmesi gerekmektedir.

Deneyin Yapılışı ve Hesaplar

H_k 'nın hesaplanabilmesi için Şekil 1'de 1'den 2'ye Bernoulli denkleminin yazılması gerekir. Buna göre:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + H_k \quad (4)$$

olur. Burada; sistem yatay konumda olduğundan $Z_1=Z_2$, boru çapı sabit olduğundan



Şekil 1. Deney tesisatı

$V_1=V_2$ dir. H_k ise üniversal enerji kaybı olup, ifadesi Darcy formülüyle yukarıda verilmiştir. Bunlar yukarıdaki Bernoulli denkleminde yerlerine konursa;

$$\frac{P_1-P_2}{\gamma} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

olur. Cıvalı diferansiyel manometrede seviye farkı Δh olduğuna göre, hidrostatikten:

$$P_1 - h \cdot \gamma_s + \Delta h \cdot \gamma_s = P_2 - h \cdot \gamma_s + \Delta h \cdot \gamma_c \quad (6)$$

den:

$$P_1 - P_2 = \Delta h \cdot (\gamma_c - \gamma_s) \rightarrow \frac{P_1-P_2}{\gamma_s} = \Delta h \cdot \left(\frac{\gamma_c - \gamma_s}{\gamma_s} \right) \quad (7)$$

olur. Bu da yukarıda Bernoulli denkleminde yerine konursa:

$$\frac{P_1-P_2}{\gamma_s} = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = H_k = \Delta h \cdot \left(\frac{\gamma_c - \gamma_s}{\gamma_s} \right) = \Delta h \cdot \left(\frac{13,6-1}{1} \right) \cdot 10^{-3}$$

$$H_k = 12,6 \cdot \Delta h \cdot 10^{-3} \text{ mSS} \quad (8)$$

bulunur. Burada Δh mm olarak konduğunda H_k mSS (metre su sütunu) olarak hesaplanır. Ortalama hız V 'nin hesaplanması için önce ölçekli kap yardımı ile debinin tespiti gerekmektedir. Şöyle ki; vananın belirli bir konumunda t zamanında ölçekli kapta biriken su miktarı W litre olsun. Bu takdirde sistemin debisi:

$$Q = \frac{W}{t} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{h} \quad (9)$$

olur. Buradan:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \quad (10)$$

bulunur. Burada Q “ m^3/s ”, D “ m ” olması halinde V “ m/s ” biriminde olur.

Her bir debi değeri için bir hız, her bir Δh değeri için bir H_k hesaplamak ve bunlardan istifade ederek de λ ve Re değerlerini hesaplamak mümkündür.

Hesap Tablosu:

İşlem No	Ölçülecek Değerler			Hesaplanacak Değerler				
	W (L)	t (s)	Δh (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	H _k (mSS)	Re	λ
1								
2								
3								
4								
5								

Debi değiştirilerek elde edilen λ ve Re değerlerinin logaritmik ölçekle koordinat eksenine işlenmesi suretiyle değişim elde edilmiş olacaktır. Bu değişimin elde edilebilmesi için önce bütün değerleri içeren bir tablonun oluşturulması gerekir. Bu deney Moody diyagramının temel prensibini vermektedir.

