

YERSEL YÜK KAYIPLARI

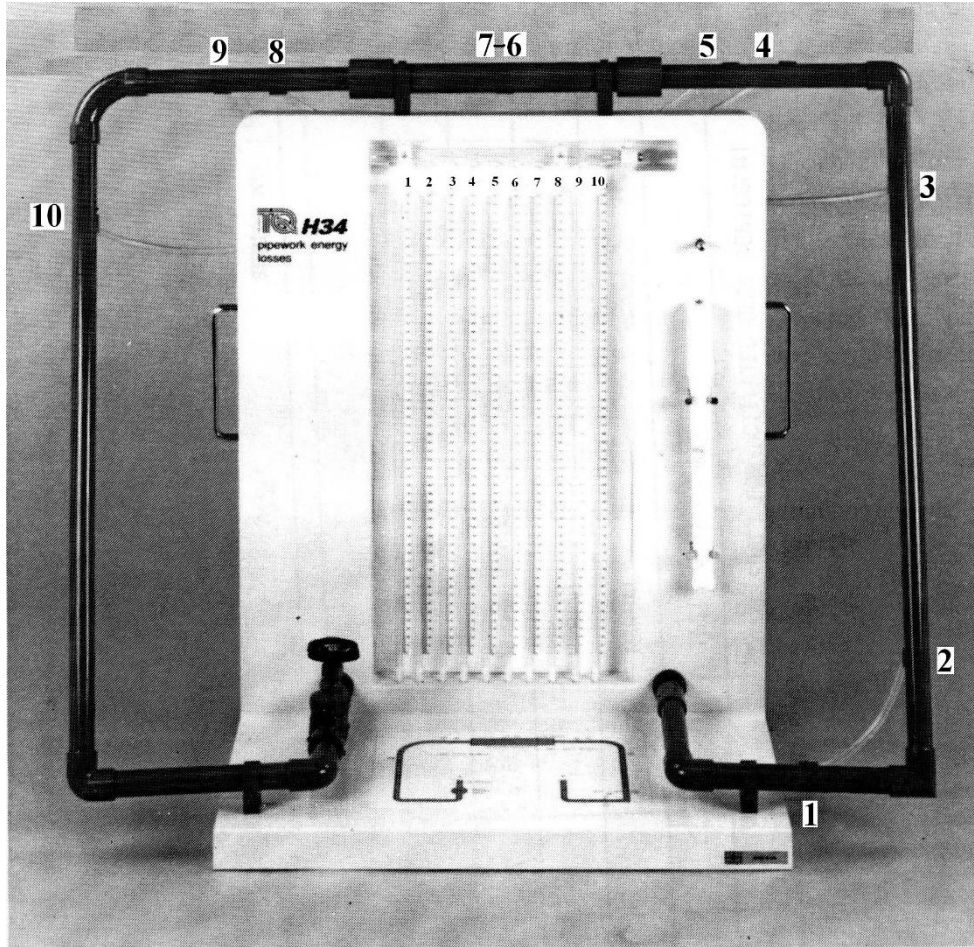
1. GİRİŞ

Boru sistemleri dirsek, vana gibi elemanlara sahip olabilmektedir. Akış doğrultusundaki daralmalar ve genişlemeler boru cidarındaki sürtünmeye ek bir dirence neden olurlar. Bu elemanlardan dolayı oluşan kayıplar boru sisteminde mevcut kayıplara önemli bir artış getirirler.

2. DENEY SİSTEMİNİN TANIMI

Şekil 2.1’de gösterilen deney sisteminde, boru boyunca aşağıdaki elemanlar bulunmaktadır.

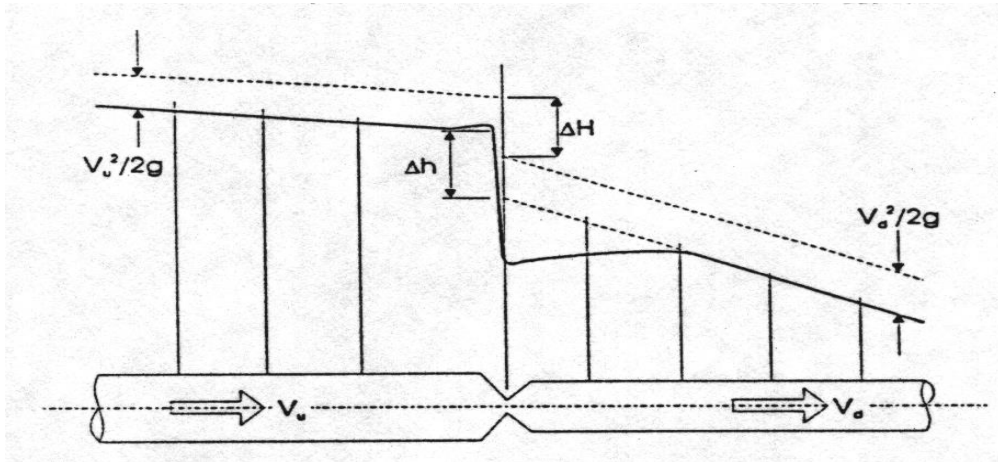
- 90°’lik keskin dirsek
- 90°’lik küçük yarıçaplı dirsek
- 90°’lik büyük yarıçaplı dirsek
- Boru çapında ani genişleme
- Boru çapında ani daralma



Şekil 2.1 Deney sisteminin şematik olarak gösterimi

Her elemanın menba ve mansabına piyezometre bağlantıları yerleştirilmiştir. Bir pompa ile enerji verilen sistemdeki elemanlar manometreye bağlanmıştır.

3. BİR BORU SİSTEMİNDEKİ TOPLAM YÜK KAYBININ ÖLÇÜLMESİ



Şekil 2.2 Bir boru sisteminde meydana gelen kayıplar

Şekil 2.2'de dirsek veya vana gibi elemanlara sahip D_u çapında bir boru boyunca, V_u hızında akan akışkan görülmektedir. Ancak burada kolay anlaşılması açısından akışın bir kesiti gösterilmiştir. Kesitte, mansapta V_d hızına sahip D_d çaplı diğer bir boru boyunca su akmaktadır. Şekil, boru cidarına yerleştirilmiş olan basınç tüpleri yardımıyla boru boyunca akış olması durumunda basınç yükünün değişimini göstermektedir. Su, herhangi bir elemandan geçerken (vana, dirsek, daralma, vb.) suyun hızındaki ve yönündeki ani değişimler nedeniyle, elemana yakın yersel rahatsızlıklar oluşur. Mansap bölgesinde bu rahatsızlıklar azalmaya başlar ve bununla birlikte piyezometre yükü hafif lineer bir eğime sahip olur. Lineer sürtünme gradyanının menba ve mansap hatları, eleman boyunca çizildiğinde, bu elemandan ileri gelen piyezometrik yük kaybı (Δh) bulunur. Buna karşılık gelen toplam yük kaybını (ΔH) elde etmek için boru boyunca menba ve mansap hız yüklerini de bulmak gerekir.

$$\Delta H = \Delta h + \frac{V_u^2}{2g} - \frac{V_d^2}{2g} \quad (2.1)$$

ΔH , borunun menba veya mansap hız yüküne bölünerek boyutsuz kayıp katsayısı (K) ile ifade edilebilir.

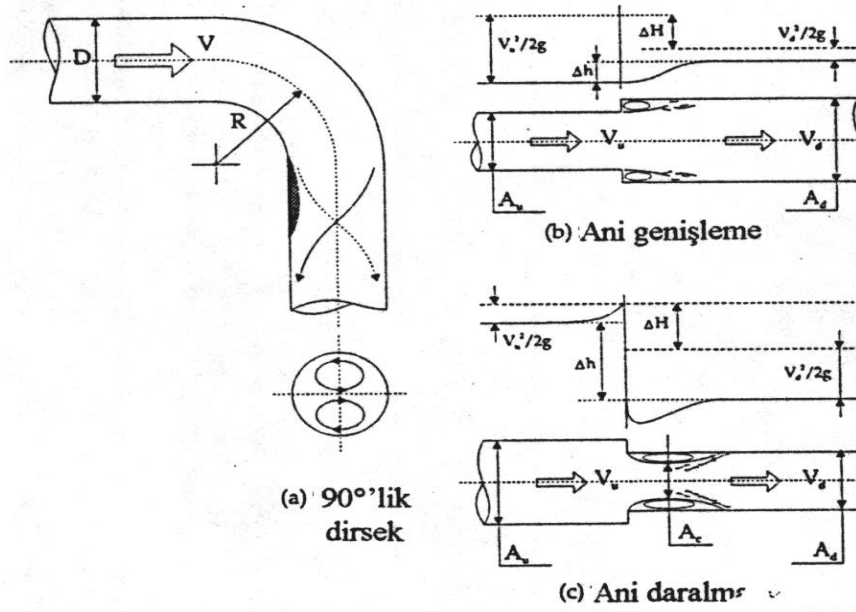
$$K = \frac{\Delta H}{V_u^2 / 2g} \quad K = \frac{\Delta H}{V_d^2 / 2g} \quad (2.2)$$

$D_u = D_d$ durumunda menba ve mansaptaki akış hızları aynıdır. Böylece tanım şu şekilde basitleştirilebilir.

$$K = \frac{\Delta H}{V^2 / 2g} \quad K = \frac{\Delta H}{V^2 / 2g} \quad (2.3)$$

Burada V , boru boyunca menba ve mansaptaki akış hızını göstermektedir.

4. DİRSEKLERDE VE ÇAP DEĞİŞİMLERİNDE AKIM ALANI



Şekil 2.3 Dirsekte, ani genişlemede ve ani daralmada akış

Şekil 2.3; 90°'lik bir dirsekteki, ani genişlemedeki ve ani daralmadaki akışları göstermektedir.

Ani genişlemede akış dar borunun çıkışında ayrılır, bir jet oluşturarak büyük çaplı borunun içinde yayılır ve mansapta belli bir mesafe sonra cidarla yeniden birleşir. Akışın ayrılması ve yeniden birleşmesi ile oluşan şiddetli türbülans yük kaybına neden olur. Genişlemedeki toplam yük kaybı aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\Delta H = (V_u - V_d)^2 / 2g \quad (2.4)$$

Piyezometrik yükteki artış şu şekildedir.

$$\Delta H = 2V_d (V_u - V_d) / 2g \quad (2.5)$$

Kayıp katsayısı K bu durumda menba tarafındaki hıza bağlıdır.

$$K = \frac{(V_u - V_d)^2 / 2g}{V_u^2 / 2g} = (1 - (V_d / V_u))^2 = (1 - (A_u / A_d))^2 \quad (2.6)$$

Ani daralmada ise, akışın daralan kesiti küçük çaplı boruya yönelirken cidardan ayrılır ve daralma bölgesinde daha küçük alana sahip bir jet oluşur. Jetin, mansap tarafındaki borunun cidarında dağılıp yeniden cidarla birleştiği bir türbülanslı bölge vardır. Kayıplar hemen hemen tümüyle bu türbülanslı bölgede meydana gelir. Daralmadaki toplam yük kaybı şöyledir.

$$\Delta H = (V_c - V_d)^2 / 2g \quad (2.7)$$

Kayıp katsayısı K şu hale gelmektedir.

$$K = [(V_c / V_d) - 1]^2 = [(A_c / A_d) - 1]^2 \quad (2.8)$$

5. DENEY SİSTEMİNDEKİ BORULARIN VE ELEMANLARIN BOYUTLARI

Küçük çaplı boru	$D_1=22.5 \text{ mm}$	$A_1=3.97 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Büyük çaplı boru	$D_2=29.6 \text{ mm}$	$A_2=6.88 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Keskin dirseğin merkez çizgisine yarıçap	$R_m=$	mm
Küçük yarıçaplı dirseğin merkez çizgisine yarıçap	$R_c=35.05 \text{ mm}$	
Büyük yarıçaplı dirseğin merkez çizgisine yarıçap	$R_b=69.08 \text{ mm}$	

6. DİFERANSİYEL PİYEZOMETRE ÖLÇÜMLERİ VE TOPLAM YÜK KAYBI

Ölçülen akış debisi Q (lt/s) ise A_1 ve A_2 m² alanlı borular boyunca oluşan akım hızları (V_1 ve V_2) şöyledir.

$$V_1=10^{-3} Q/A_1 \text{ (m/s)} \quad V_2=10^{-3} Q/A_2 \text{ (m/s)} \quad (2.9)$$

Deneyler sırasında yapılan ölçümlerden elde edilen piyezometrik kotlar **Tablo 2.1**'deki gibi kaydedilir (genişlemede ölçümler negatif okunur).

Tablo 2.1 Çeşitli akım oranlarında piyezometrik yük kayıpları

Q _{ty}	Zaman	Q	Diferansiyel Piyezometre Okumaları (mm)				
			Keskin Dirsek	Küçük Yarıçaplı Dirsek	Genişleme	Daralma	Büyük Yarıçaplı Dirsek
(l)	(s)	(l/s)	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
35	80	0.44	140	60	-18	66	32

Daha sonra her bir akış debisinde hızlar ve hız yükleri hesaplanır. Toplam yük kaybı sadece genişleme ve daralma durumunda farklılık göstermektedir. Örneğin ani genişleme durumunda şu şekilde hesap yapılır (**Tablo 2.2** hazırlanır).

$$\Delta h = -18 \text{ mm} \quad (\text{piyezometrik yük artışı})$$

$$V_u^2 / 2g = 62.5 \text{ mm} \quad (\text{mansap tarafı hız yükü})$$

$$V_d^2 / 2g = 20.8 \text{ mm} \quad (\text{menba tarafı hız yükü})$$

Böylece;

$$\Delta H = \Delta h + \frac{V_u^2}{2g} + \frac{V_d^2}{2g} = -18 + 62.5 - 20.8 = 23.7 \text{ mm elde edilir.}$$

Tablo 2.2 Çeşitli akış debilerinde toplam yük kaybı

Q	V ₁	V ₂	V ₁ ² /2g	V ₂ ² /2g	Toplam Yük Kaybı (mm)				
					Keskin Dirsek	Küçük Yarıçaplı Dirsek	Genişleme	Daralma	Büyük Yarıçaplı Dirsek
(l/s)	(m/s)	(m/s)	(mm)	(mm)	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
0.44	1.108	0.639	62.5	20.8	140	60	23.7	24.3	32

7. KAYIP KATSAYISININ (K) HESABI

Her bir elemanın kayıp katsayısını elde etmek için **Tablo 2.2**'de gösterilen toplam yük kaybı değerleri küçük çaplı borudaki hız yükü olan $V_1^2 / 2g$ değerlerine karşılık çizilmiştir. Orijinden geçen çizgilerin eğimleri her elemanın K değerini verir. Buna göre her bir elemenda toplam yük kaybına (ΔH) karşılık hız yükü $V_1^2 / 2g$ çizilerek K değerleri elde edilir.

Adı Soyadı :
Numarası :

Grup No :
Tarih :

Tablo 1 Piyezometrelerde okunan mm cinsinden yük kayıpları

<u>Deney</u>	Haznede biriken su miktarı (l)	Zaman (s)	Q (l/s)	V ₁ (m/s)	V ₂ (m/s)	$\frac{V_1^2}{2g}$ (m)	$\frac{V_2^2}{2g}$ (m)	Keskin Dirsek 1-2	Küçük Yarıçaplı Dirsek 3-4	Genişleme 5-6	Daralma 7-8	Büyük Yarıçaplı Dirsek 9-10
1												
2												
3												
4												
5												

