



# YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

## Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı

### Akışkanlar Mekaniği Genel Laboratuvar Föyü Güz Dönemi

#### Öğrencinin

Adı Soyadı :  
No :  
Grup : .....  
Deney Tarihi :  
Teslim Tarihi :  
Deneyi Yapan Öğretim Üyesi :

İSTANBUL 2014

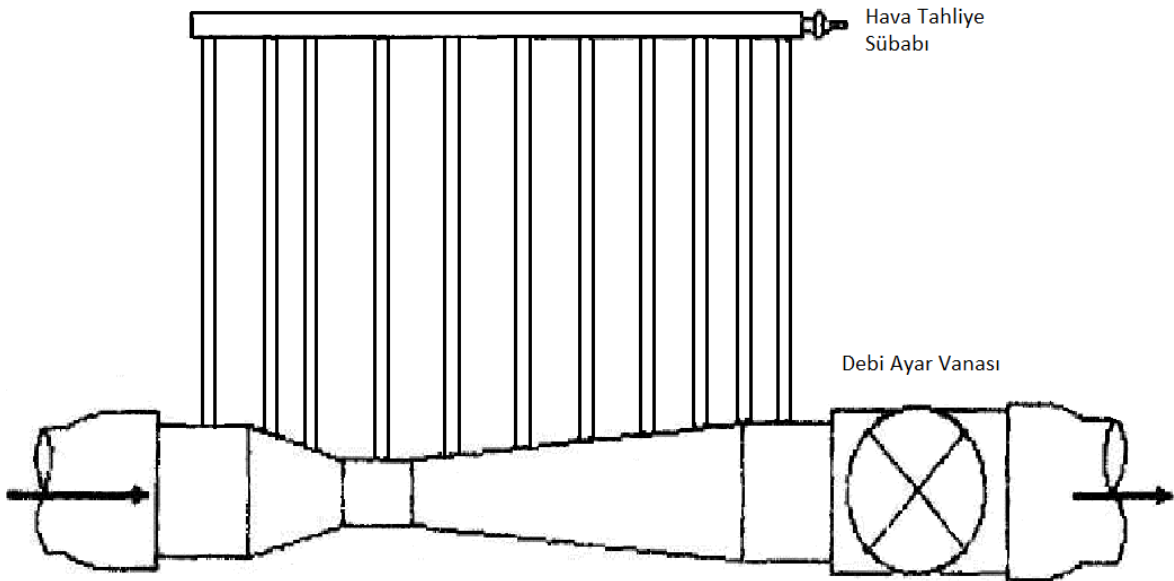
## GÜZ DÖNEMİ AKIŞKANLAR MEKANİĞİ DENEYİ

**1. DENEY ADI:** Ventürimetre

**2. DENEYİN AMACI:** Kapalı bir kanalda (boruda) akan akışkanın debisinin tayini, piyezometre ve toplam yük eğrilerinin tespiti, yerel kayıpların tetkiki.

### 3. DENEY TESİSATI ŞEMASI VE KISA AÇIKLAMASI

Deney aparatının şeması laboratuvarında öğrenci tarafından çizilecektir. Deney aparatında karakteristikleri üzerinde belirtilen bir santrifüj pompa tarafından beslenen tesisat, kapalı devre olarak çalışmaktadır. Şekilde gösterildiği gibi, sistemden geçen su miktarı ventürimetrenin çıkışındaki debi ayar vanası yardımıyla yapılmaktadır. Vananın belirli bir konumunda, piyezometrik çizgiyi tespit etmek için boru düzeni üzerinde düşey prizler mevcuttur. Su sisteme 26 mm'lik şeffaf borudan girmekte, sonra 16 mm'lik çapa daralmakta ve tekrar 26 mm çaplı şeffaf boru ile sistemden çıkarken bir debi ayar vanasından geçip tartı kabına boşalmakta oradan da alt depoya akarak devrini tamamlamaktadır. Debi tespiti, tartma yöntemiyle yapılmaktadır. Ayrıca boru ekseni referans ekseni olarak alındığında, prizlerde yükselen su yükseklikleri doğrudan doğruya piyezometrik yük değerleri verecektir.



Şekil 1. Ventüri bölgesi

#### 4. TEORİK BİLGİLER VE TANIMLAR

Debinin Tayini

1 ve 2 kesitleri arasında Bernoulli enerji denklemini yazarsak:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Sigma H_k \quad (1)$$

olur. Burada sistemin kayıpsız olması kabulü ile kayıp enerji terimi  $\Sigma H_k = 0$  alınır. Boru ekseninin yatay konumda olduğu göz önüne alınırsa  $z_1 = z_2$  olur. Bu durumda yukarıdaki denklem:

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (2)$$

şekline gelir.

Denklemde  $P_1$ , 1 kesitindeki basınç olup:

$$P_1 = h_1 \cdot \gamma \quad (3)$$

$P_2$ , 2 kesitindeki basınç olup

$$P_2 = h_2 \cdot \gamma \quad (4)$$

şeklindedir. Bunlar yukarıdaki son Bernoulli ifadesinde yerlerinde konulduğunda

$$2 \cdot g (h_1 - h_2) = V_2^2 - V_1^2 \quad (5)$$

elde edilir. Diğer taraftan  $Q_1 = Q_2$  süreklilik denkleminde:

$$\frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot V_1 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot V_2 \rightarrow V_2 = \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \cdot V_1 \quad (6)$$

elde edilir. Denklem (6) dan çekilen hız değeri 5.denkleminde yerine yazılıp ( $h_1 - h_2 = \Delta h$  için)  $V_1$  çekilirse:

$$V_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{(D_1/D_2)^4 - 1}} \quad (7)$$

bulunmuş olur. Burada  $D_1$  ve  $D_2$  ve  $D_3$  çapları tesisattan belli olup  $D_1=D_3=26\text{mm}$ ,  $D_2=16\text{mm}$ 'dir. Yerçekimi ivmesi  $g=9,806 \text{ m/s}^2$  alınırsa ve  $\Delta h$  deney esnasında tespit edilip  $m$  olarak konduğunda  $V_1$  "m/s" biriminden bulunur. Buradan sistemim debisi:

$$Q_v = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot V_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h}{(D_1/D_2)^4 - 1}} \quad (8)$$

olarak yazılır. Burada da  $D_1$  çapının  $m$  biriminde konulması halinde debi ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) biriminde hesaplanır.

## 5. DENEYİN YAPILIŞI VE HESAPLAR

Deneye başlanırken sistemdeki tüm prizleri numaralandırınız. Pompayı çalıştırdıktan sonra debi ayar vanasını tam açık konuma getirerek sistemdeki tüm havayı hava tahliye supabını açarak boşaltınız. Bu işleme tesisatta ve prizlerin su ile dolu kısımlarında hiç hava kabarcığı kalmayınca kadar devam ediniz.

Debi ayar vanasıyla sistemin debisini ayarlayarak, prizlerdeki su seviyelerinin tam olarak ölçekli panoya düşmesini sağlayınız.

Daha önce numaralandırdığımız prizlerdeki su yüksekliklerini hassas bir şekilde teker teker okuyarak daha önce teşkil ettiğiniz hesap tablosuna yazınız.

Bu değerleri kullanarak yukarıdaki formüller yardımıyla, tüm hesaplamaları yapıp, bulduğunuz sonuçları yine aynı tabloda yerlerine yazınız.

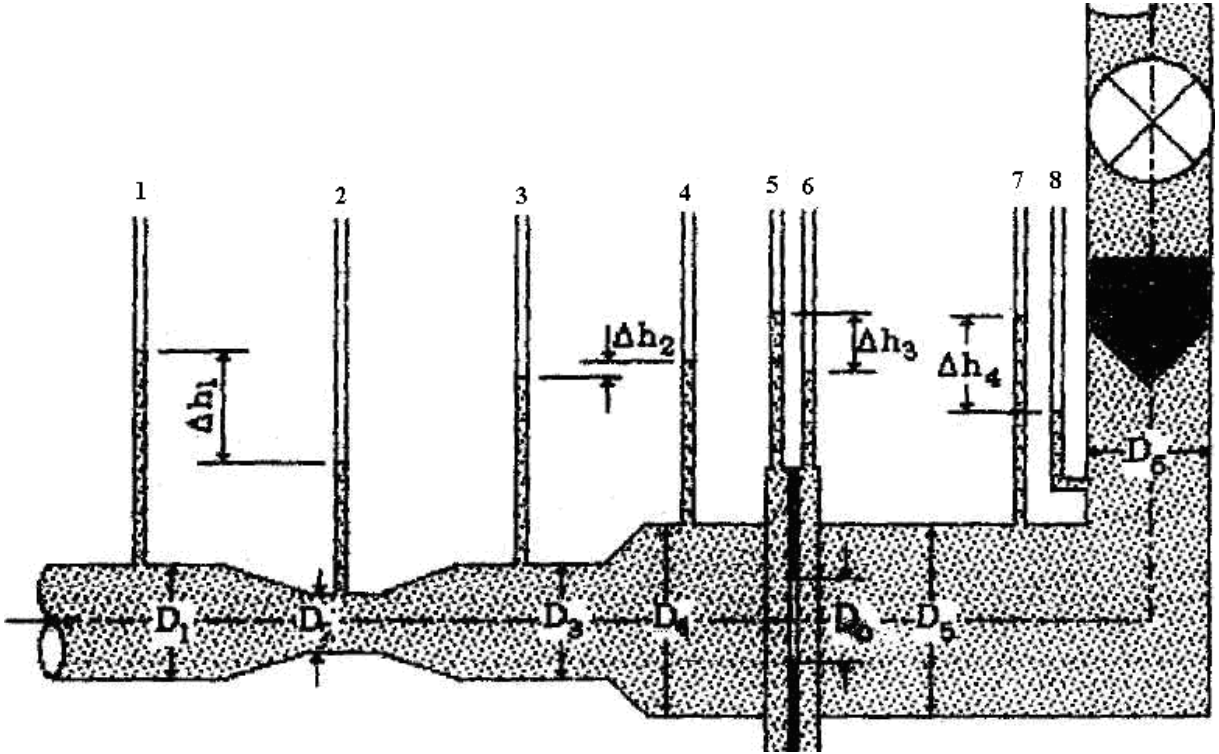
## GÜZ DÖNEMİ AKIŞKANLAR MEKANİĞİ DENEYİ

### 1. Deney Adı: Bernoulli Deneyi

2. Deneyin Amacı: Kapalı bir kanalda (boruda) akış olayında; ağırlık, ventürimetre ve rotametre yöntemiyle debi tayini, ani genişleme elemanının da ve dirsekte yersel enerji kayıplarının etüdü ve boru içerisinde bulunan orifisin debi katsayısının tayini.

3. Deney Aparatının Şeması ve Kısa Açıklaması: Deney aparatının şeması laboratuarda öğrenci tarafından çizilecektir.

Deney tesisatının çalışma prensibi: Karakteristikleri üzerinde belirtilen santrifüj bir pompa tarafından beslenen tesisat kapalı devre olarak çalışmaktadır. Sistemde su  $D_1=26$  mm çaplı bir borudan geçerek  $D_2=16$  mm çapa daralıp tekrar  $D_3=26$  mm çaplı bir boruya genişleyerek, ventürimetre bölgesinden geçip  $D_4=51$  mm çapa ani olarak genişlemekte ve aynı çapta devam ederken,  $D_0=20$  mm çaplı bir orifisten geçmekte ve yine  $D_5=51$  mm çaplı boru ile devam ederken  $90^\circ$  lik bir dirsekten sapma yaparken çap  $D_6=25$  mm'ye daralmaktadır. Daha sonra düşey konumdaki rotametreden geçerek debi ayar vanasından geçmekte ve tartı kabına akıp oradan da depoya geri dönerek devresini tamamlamaktadır.



Şekil 1. Şematik Bernoulli deney tesisatı

#### 4. DeneY Cihazının Konstrüktif Değerleri:

$D_0=20$  mm (standart orifis apı),  $D_1=D_3= 26$  mm,  $D_2=16$  mm (ventürimetre bölgesi),  
 $D_4=D_5=51$  mm,  $D_6=25$  mm'dir.

**Rotametre:** 0–270 mm arası taksimatlandırılmış olup 0-35 L/d arasında okuma yapılabilir.

**Piyezometrik Panel:** Okuma skalası 0–380 mm arasıdır.

#### 5. DeneYin Yapılışı ve Hesaplar

##### 5.1. Ventürimetre İle Debi Tayini

Ventürimetre deneyinde anlatılmıştır.

##### 5.2. Rotametre İle Debi Tayini

$$Q_R = K \cdot h_R \cdot 10^{-9} \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (1)$$

$Q_R$ : Rotametre debi ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$K$  : Debi arpanı,  $2160 \text{ mm}^2/\text{s}$

$h_R$  : Rotametreden okunan deęer (mm)

##### 5.3. Ağırlık Yöntemi İle Debi Tayini

$$Q_{AY} = \frac{W}{t} \cdot \frac{1}{\gamma} \quad (2)$$

$Q_{AY}$ : Ağırlık yöntemi debi ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$W$ : Depoda biriken su ağırlığı, 7,5 kg

$t$ : zaman (s)

$\gamma$  : Özgöl ağırlık  $1000 \text{ kg/m}^3$

##### 5.4. Genişleme Elemanının Yersel Enerji Kaybının Tayini

3 ve 4 kesitleri arasında Bernoulli Denklemi:

$$z_3 + \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} = z_4 + \frac{P_4}{\gamma} + \frac{V_4^2}{2g} + K_G \cdot \frac{V_4^2}{2g} \quad (3)$$

olarak yazılır. Burada  $K_G$  ani genişleme kayıp katsayısıdır. Sistem yatay olduğundan  $z_3=z_4$ ,

$P_3-P_4=\Delta h_2 \cdot \gamma$  yerlerine konursa:

$$2g \cdot \Delta h_2 = V_4^2 - V_3^2 + K_G \cdot V_4^2 \quad (4)$$

$K_G$  hariç bütün değerler bilindik olup, bilinmeyen  $K_G$  değeri çekilerek hesaplanır. Debi bilindiğine göre, süreklilik ifadesinden tüm hızlar biliniyor demektir.  $\Delta h_2$  ise deney esnasında okunacaktır.

### 5.5. Dirseğin Yersel Enerji Kaybı:

Dirseğin giriş ve çıkışı olan 5 ve 6 kesitleri arasında kayıplı Bernoulli Denklemi:

$$z_5 + \frac{P_5}{\gamma} + \frac{V_5^2}{2g} = z_6 + \frac{P_6}{\gamma} + \frac{V_6^2}{2g} + K_d \cdot \frac{V_6^2}{2g} \quad (5)$$

Olarak yazılır. Burada  $K_d$ , 90° lik dirsekte yersel enerji kayıp katsayısıdır. Prizlerdeki sıvı yüksekliğine göre hidrostatikten:

$$z_5 - z_6 + \frac{P_5 - P_6}{\gamma} = \Delta h_4 \quad (6)$$

yazılıp, yukarıdaki ifadede yerine koyarsak Bernoulli Denklemi:

$$2g \cdot \Delta h_4 = V_6^2 - V_5^2 + K_d \cdot V_6^2 \quad (7)$$

şekline gelir. Burada hız değerleri Süreklilik ifadesinden  $\Delta h_4$  ise deney ölçümlerinden bilindiğine göre, bilinmeyen dirsek kayıp katsayısı  $K_d$  hesaplanabilir.

### 5.6. Orifis Debi Katsayısının Tayini

$$Q = m \cdot \Omega \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{\Delta P}{\gamma}} = m \cdot \Omega \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta h_3} \rightarrow m = \frac{Q}{\Omega \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta h_3}} \quad (8)$$

ifadesinden hesaplanabilir. Burada

m: Orifis debi katsayısı

Q: Debi ( $m^3/s$ )

$\Omega$  : Orifis kesit alanı ( $m^2$ )

g : Yer çekimi ivmesi ( $9,806m/s^2$ )

$\Delta h_3$ : Deneyde okunacaktır (m)

$$\Omega = \pi \cdot D_o^2 / 4 \quad (9)$$

$D_o$ : Orifis çapı (m)

## 6. Hesap Tablosu

Deney No	Okunacak Değerler									
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$	$h_7$	$h_8$	$h_R$	t
	(mm)									(s)
1										

Deney No	Hesaplanan Değerler														
	$V_1$	$V_2$	$Q_V$	$Q_R$	$Q_{AY}$	Q	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$	$K_G$	$K_d$	m
	(m/s)		$(m^3/s)$				(m/s)						(birimsiz)		
1															

## 7. Raporda İstenenler

7.1. Hesaplar

7.2. Ventürimetrede piyezometrik ve toplam yük eğrilerinin ölçekli olarak milimetrik kâğıda çizimi

7.3. Sonuç ve İrdeleme