



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

LABORATUARI 1

Deney Sorumlusu ve Uyg. Öğr. El.

Prof. Dr. İhsan DAĞTEKİN

Prof. Dr. Haydar EREN

Doç.Dr. Nevin ÇELİK

Arş. Gör. Celal KISTAK

DENEY NO:1

KONU: Su jeti deneyi.

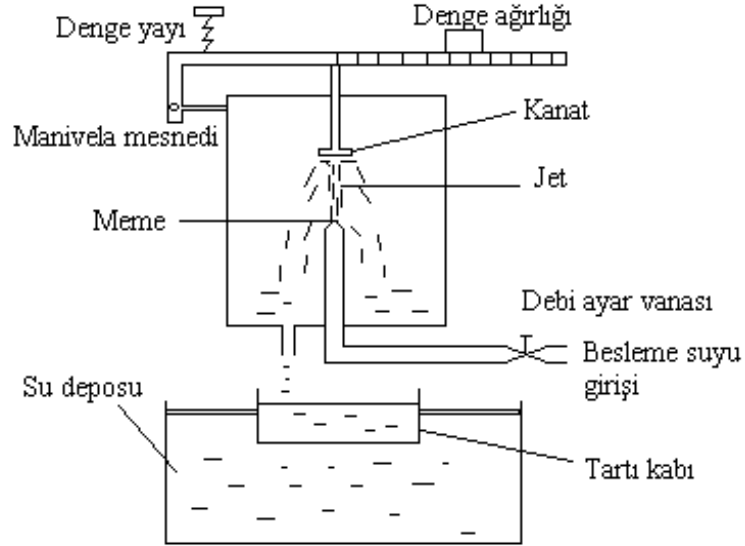
AMAÇ: Su jetinin farklı geometrilere çarptırılmasıyla elde edilen itme kuvvetinin uygulamalı olarak gösterilmesi.

1. GİRİŞ

Basınç altındaki akışkan bir lüleden geçirilirse hızı artar. Bu jet akımı bir türbin kanadına çarptırılırsa, türbin şaftını döndürür dolayısıyla suyun enerjisinden mekanik iş elde edilmiş olur. Bu deneyde, jetin çarptığı kanat geometrisinin itme kuvvetinde meydana getireceği etki araştırılacak ve sonuçlar impuls (hareket) teorisinden bulunacak sonuçlarla kıyaslanacaktır.

2. DENEY ALETİNİN TARİFİ

Deney düzeneği şekil 1 de görülmektedir.



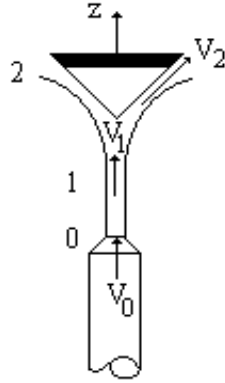
Şekil 1. Jet deney düzeneği.

Lüleden fışkıran su düz veya kepçe şeklinde bir kanada çarptırılmaktadır. Şeffaf bir silindire dökülen su tartı kabında toplanmakta ve debi ölçümünden sonra su deposuna boşaltılmaktadır. Şekil 1'' de görüldüğü gibi suyun kanada uyguladığı itme kuvveti bir manivela kolu ve denge ağırlığı yardımıyla deneysel olarak bulunabilir. Debi arttıkça denge ağırlığını sağa doğru kaydırıp sistemi dengeye getirmek ve bu durumda denge ağırlığının pozisyonunu tespit etmek gerekir.

3. TEORİK BİLGİLER

Şekil 2'' deki gibi bir kanat göz önüne alalım. $\dot{m}$ (kg/s) debisiyle akan V_1

hızındaki akışkanın z istikametinde kanada çarptığını düşünelim. Akışkan kanada çarptıktan sonra z yönü ile α açısı yaparak kanadı yalar ve sistemi terk eder. Bu esnada akışkanın hızı V_2 ye düşer. Şekil 2 deki sisteme hareket miktarı teoremi uygulanırsa z yönündeki momentum,



Şekil 2. Nozuldan çıktığı esnada hız dağılımı

$$\dot{m} \cdot V_1 \quad (\text{N}) \quad (1)$$

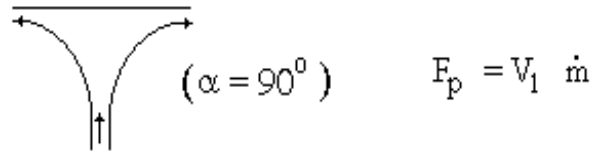
olur. Momentumun sistemi terk etme miktarı ise,

$$\dot{m} \cdot V_2 \cos \alpha \quad (\text{N}) \quad (2)$$

olur. Kanat üzerinde z yönünde meydana gelen kuvvet, bu jet kuvvetine eşit fakat ters yöndedir. Böylece itme kuvveti,

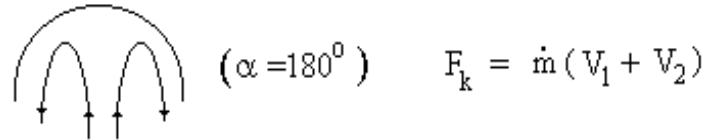
$$F = \dot{m} (V_1 - V_2 \cos \alpha) \quad (N) \quad (3)$$

şeklinde bulunur. Eğer kanat düz bir plaka şeklinde olsaydı impuls kuvveti,



$$(\alpha = 90^\circ) \quad F_p = V_1 \dot{m}$$

şeklinde olurdu. Kepçe şeklindeki bir kanat için ise,



$$(\alpha = 180^\circ) \quad F_k = \dot{m} (V_1 + V_2)$$

şekline girer. Piyezometrik basınç değişimi ve seviye farkı ihmal edilerek V_2 hızı V_1 e eşit kabul edilirse,

$$F_{km} = 2 \dot{m} \cdot V_1 \quad (N) \quad (4)$$

elde edilir. Formüllerdeki V_1 hızı (1) kesitindeki hızdır ve $V_1 = \frac{\dot{m}}{A_1 \cdot \rho}$ şeklindedir. (1) kesiti su jetinin alanıdır ve değeri tam olarak bilinmemektedir.

(0) ve (1) kesiti arasında Bernoulli denklemini yazarsak meme (0) kesitindeki su hızından yararlanarak V_1 hızını bulabiliriz.

$$\frac{P_0}{\rho g} + \frac{V_0^2}{2g} + z_0 = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \quad (5)$$

$P_0 = P_1$ ve $z_0 - z_1 = -h$ olduğundan,

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2gh} \quad (6)$$

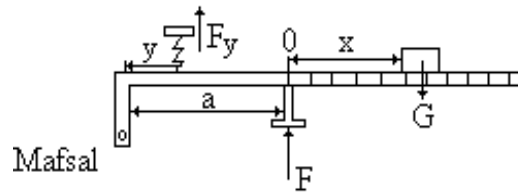
bulunur. Buradaki V_0 hızı süreklilik denkleminde bulunabilir.

$$V_0 = m / (A_0 \rho) \quad (7)$$

A_0 memenin kesit alanıdır. Meme çapı bilindiğinden kolayca bulunabilir ($A_0 = \pi d_0^2 / 4$).

4. JET KUVVETİNİN DENEYSEL OLARAK HESAPLANMASI

Kanada etkiyen kuvvet şekil 3’de görüldüğü gibi bir manivela kolu yardımıyla mafsala etkiyen momentlerin denkleğinden bulunabilir.



Şekil 3. Jete etki eden kuvvetler.

- G : Jokey ağırlığı (610 gr)
- a : Jetin mafsala uzaklığı (150 mm)
- x : Jokey ağırlığın jete olan uzaklığı (mm)
- h : Kanat ile 0 noktası arasındaki mesafe (40 mm)

Mafsala göre moment alınır,

$$\sum M = - F \cdot a + G \cdot (x+a) - F_y \cdot y = 0 \quad (8)$$

bulunur. F_y kuvvetini ise $F=0$ iken yani kanada etkiyen herhangi bir itme kuvveti yokken mafsala göre moment olarak bulabiliriz. Bu durumda jokey ağırlık 0 noktasında olmalıdır.

$$\sum M = G \cdot a - F_y \cdot y = 0 \quad (9)$$

buradan bulunan $F_y \cdot y = G \cdot a$ önceki moment ifadesinde yerine yazılırsa deneysel itme kuvveti,

$$F = \frac{G \cdot x}{a} \quad (10)$$

şeklinde bulunmuş olur.

5. DENEYİN YAPILIŞI

Deneye başlamadan önce manivela kolu üzerindeki jokey ağırlık sıfıra getirilerek tartı sistemi dengelenir. Pompa çalıştırılarak suyun kanada çarpması sağlanır. Bu sırada dengesi bozulan manivela kolu, jokey ağırlık sağa doğru kaydırılarak tekrar denge haline getirilir. Jokey ağırlığın konumu kaydedilir. Sistemi terk eden su, tartı kabında toplanır ve burada kaldırma kolu sistemine benzer bir baskül yardımıyla debisi ölçülür. Debi ayar vanası yardımıyla akışkanın debisi değiştirilebilir. Bu durumda manivela kolu tekrar dengeye getirilmelidir. Böylece deney değişik debilerde tekrarlanır. Aynı işlem hem plaka hem de kepçe şeklindeki kanat için tekrar edilir ve sonuçlar bir hesap tablosuna kaydedilir.

5.1. Hesap Tablosu

Deney No	Tartılan su miktarı (kg)	Süre (t)	x (m)	Kütlesel debi (kg/s)	V_0 (m/s)	V_1 (m/s)	Teorik kuvvet ($\dot{m} \cdot V_1$) (N)	Deneyisel kuvvet (Gx/a) (N)

6. DENEY RAPORUNDAN İSTENENLER

- 1) Deneyin amacı, teorisi ve literatür araştırması, deneyin yapılışı hakkında bilgi vermek.
- 2) Hesaplamalar (en az bir noktaya ait hesabın raporda tam olarak gösterilmesi gerekir).
- 3) Hesap tablosunun hazırlanması
- 4) Plaka ve kepçe için deneyisel ve teorik itme kuvvetleri [$F_d = G \cdot x/a$, $F_t = \dot{m} V_1$] arasındaki eğrilerin çizimi.
- 5) Deneyisel olarak $F_p = k_1 (\dot{m} V_1)$ ve $F_k = k_2 (\dot{m} V_1)$ formüllerinin bulunması
- 6) İrdeleme (Deney hakkındaki öneri ve eleştirilerinizi belirtiniz).

DENEY NO:2

KONU: Cebri akışlı boru sisteminde yük kayıpları.

AMAÇ: Düzgün dairesel bir boru boyunca sürekli kayıpların deneysel olarak tespit edilmesi.

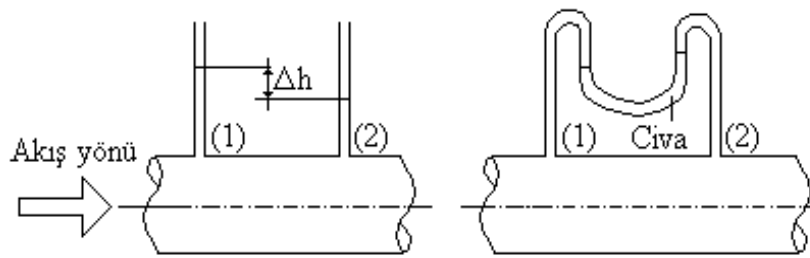
1.TEORİK BİLGİLER

Bir boru hattı boyunca akan bir akışkan boru cidarlarındaki sürtünme direnci veya bağlantı noktalarında akışta meydana gelen karışmalar nedeniyle basınç kaybına uğrar. Bu kayıplar iki ana başlık altında toplanabilir.

1. Sürekli Kayıplar (Sürtünme Kayıpları)
2. Yerel Kayıplar (Lokal Kayıplar)

1.1. Sürekli Kayıplar

Gerçek sıvıların boru içindeki hareketinde oluşan (ΔH) yük kaybı, akıma ters yöndeki sürtünme kuvvetlerinin neden olduğu enerji kaybının birim kütleye düşen değeridir. Borulardaki akıma Bernoulli denklemini uygulayabilmek için Δh ın belirlenmesi gerekir. Δh yatay bir boru için Bernoulli denkleminden bulunabilir.



Şekil 1.Borularda manometrelerin bağlantı noktaları

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \Delta h_{12}$$

$$v_1 = v_2, z_1 = z_2 \quad \text{olduğundan,}$$

$$\Delta h_{12} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} \quad \text{veya} \quad \Delta h_{12} = h_1 - h_2 \quad (1)$$

bulunur. Buradan, Δh 'ın basınç kaybı ile orantılı olduğu görülür. Demek ki şekil 1 deki gibi (1) ve (2) kesitlerine yerleştirilmiş piyezometre boruları arasındaki yükseklik farkı, doğrudan bu mesafedeki yük kaybını vermektedir. Piyezometrik düşü hattı'nın eğimi genellikle "hidrolik gradyent" olarak tanımlanır ve i sembolüyle gösterilir. (1) ve (2) kesitleri arasında;

$$i = (h_1 - h_2) / L$$

olarak yazılabilir. Şimdi hidrolik gradyenti teorik olarak bulmaya çalışalım. Üstteki eşitlikten,

$$h_1 - h_2 = i.L$$

olduğu görülür. Bunu piyezometrik basınç cinsinden ifade edersek,

$$p_1 - p_2 = \rho.g.i.L$$

bulunur. Borunun L uzunluğu boyunca P_1 ve P_2 basınçlarından dolayı akış yönünde net bir kuvvet meydana gelir.

$$F_P = (p_1 - p_2)A$$

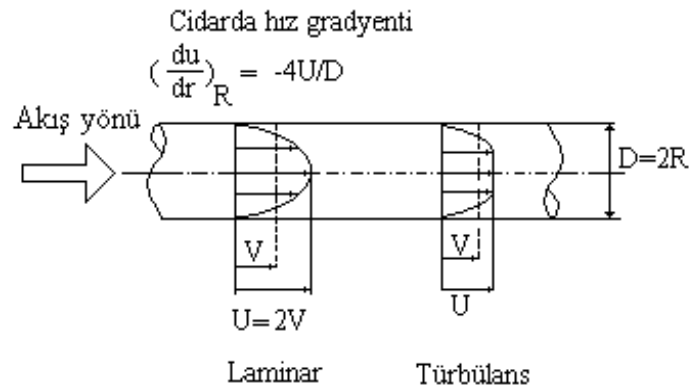
Boru cidarlarında bu kuvvete eşit fakat ters yönde kayma gerilmesinin sebep olduğu bir kuvvet oluşur.

$$F_k = \tau.P.L \quad \text{şeklinde yazılabilir, sonuçta:}$$

$(p_1 - p_2)A = \pi.S.L$ olur. Burada A borunun kesit alanı, S ise çevresidir.
 $A=\pi D^2/4$, $S = \pi D$, $p_1-p_2=\rho.g.i.L$ yerine yazılırsa,

$$\tau = \left(\frac{D}{4}\right)\rho.g.i \quad (2)$$

bulunur. Şekil 2’de laminar ve türbülanslı akış için boru kesiti boyunca hız profilleri görülmektedir. Deneysel çalışmalar göstermiştir ki laminar akış durumunda hız profilleri paraboliktir.



Şekil 2. Laminar ve türbülanslı akışta hız dağılımları

Merkez hattı hızı U, ortalama hız V ile gösterilirse laminar akış durumunda,

$$U/V = 2$$

dir. Cidardaki hız gradyenti,

$$\left(\frac{du}{dr}\right)_R = \frac{-4U}{D} = \frac{-8V}{D}$$

yazılabilir. Buradan kayma gerilmesi,

$$\tau = -\mu \frac{\partial u}{\partial r} = \frac{8\mu V}{D} \quad (3)$$

bulunur. (3) denklemi (2) de yerine yazılırsa,

$$i = \frac{32\nu V}{gD^2} \quad (4)$$

elde edilir. Böylece, yatay bir borudan V ortalama hızıyla akan akışkan için, laminar akış durumunda hidrolik gradyen teorik olarak bulunabilir.

Türbülanslı akış durumunda hız profilinin Reynolds sayısı arttıkça gittikçe düzlemsel hale geldiği görülmektedir. Yani Re sayısı arttıkça U/V oranı da az da olsa değişmektedir.

Türbülanslı akışın tabiatı gereği cidardaki kayma gerilmesi için basit bir ifade bulmak mümkün değildir. Ancak deneysel sonuçlar göz önüne alınarak τ 'nın ortalama akışkan basıncı $(1/2)\rho V^2$ ile orantılı olduğu söylenebilir. Buradaki orantı sabiti boyutsuz bir sayı olan sürtünme faktörü (f) olarak tanımlanır.

$$\tau = f \frac{1}{2} \rho V^2 \quad (5)$$

Bu formül (2) denkleminde yerine yazılırsa,

$$\boxed{i = \frac{4f}{D} \frac{V^2}{2g}} \quad (6)$$

bulunur. $i = \Delta h / L$ yerine yazılırsa,

$$\Delta h = 4f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

Böylece Darcy eşitliği bulunmuş olur. Dolayısıyla f değeri bilindiği takdirde (6) denkleminden hidrolik gradyen veya (7) den yük kaybı bulunabilir. (4) ile (6) denklemi birbirine eşitlenirse, laminar akış için;

$$\boxed{f = 16 / Re} \quad (8)$$

bulunur. Yani $f = 16/Re$ alınırsa (6) denklemi laminar akış için de kullanılabilir.

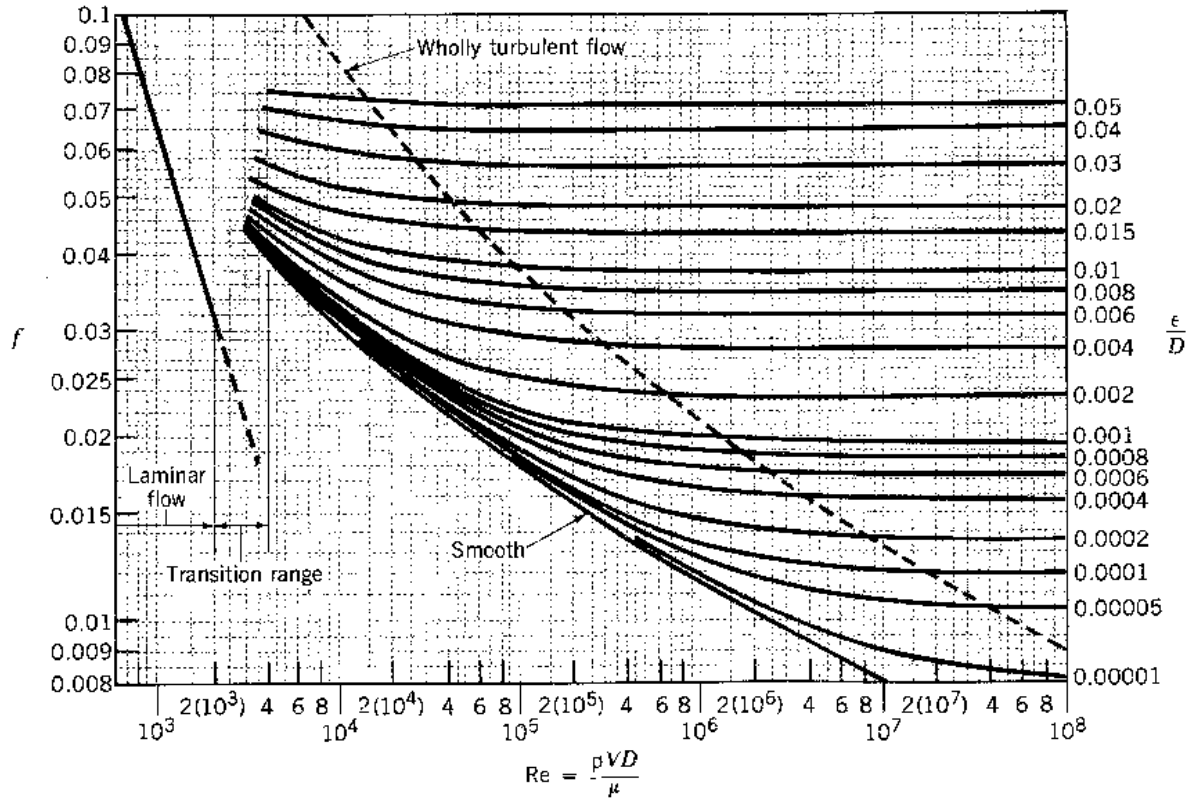
Türbülanslı akış durumunda, boru pürüzlülüğü de f'' in bulunmasında önemli bir faktördür. Prandtl'a göre Re sayısının 10^4 ile 10^7 değerleri arasında verilen

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4. \log \left(\frac{Re}{\sqrt{f}} \right) - 0.4 \quad (9)$$

denklemi pürüzsüz borularla yapılan deneylerle oldukça iyi uyuşmaktadır. Buradan f'' i bulmak biraz güçtür. Dolayısıyla %2'lik bir hata payıyla 10^4 ile 10^5 Reynolds sayıları arasında pürüzsüz borular için Blasius denklemini kullanmak daha uygun olur.

$$f = 0.079. Re^{-0.25} \quad (10)$$

Pürüzlü borularda ise pürüzlülük oranına bağlı olarak f'' in bulunması için birtakım formüller verilmişse de en uygun yol Moody diyagramı kullanmaktır (şekil 3).



Şekil 3. Moody diyagramı.

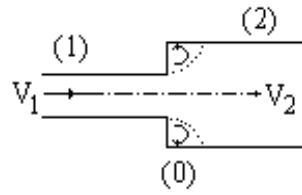
Deneysel çalışmalar f 'nin Re sayısı ile pürüzlülüğün (ε/D) bir fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Türbülanslı bir akışta akışın laminar olduğu bölgede (laminar alt tabaka) f yalnız Re 'a, geçiş bölgesinde Re ve ε/D 'ye, tam türbülanslı bölgede ise yalnız ε/D 'ye bağlıdır.

1.2. Yerel Kayıplar

1. Ani genişleme kaybı
2. Ani daralma kaybı
3. Depoya giriş, depodan çıkış kaybı
4. Dirsek kayıpları
5. Çeşitli tesisat elemanlarının oluşturduğu kayıplar
6. Arka arkaya bağlanan elemanların kayıpları

Borularda sürtünmeden ileri gelen sürekli yük kayıpları yanında, akım yönünün ve kesit değişmesinin neden olduğu yerel yük kayıpları da vardır. Yerel yük kayıpları boru boyuna bağlı değildir ve çok kısa aralıkta enerji çizgisinin düşmesine neden olurlar.

1.2.1. Ani Genişleme Kaybı



Şekil 4. Ani genişleme kesiti.

Şekil 4'de görüldüğü gibi A_1 kesitli borudan akmakta olan akışkan ani olarak daha büyük kesitli (A_2) borudan akmak durumunda kalırsa Şekilde görüldüğü gibi 0 kesitinde ölü bir akışkan bölgesi meydana gelir. Bu bölgede bir p_0 basıncı oluşur.

(1) ve (2) kesitleri arasında meydana gelen momentum değişimi, p_0 , p_1 ve p_2 basınçlarının sebep olduğu kuvvetlerin toplamına eşit olmalıdır.

$$\text{Momentumdeğişimi} = \dot{m} \cdot \Delta V = \rho \cdot Q \cdot (V_1 - V_2) = \frac{\gamma \cdot Q}{g} (V_1 - V_2)$$

$$\sum F = -p_1 A_1 + p_2 A_2 - p_0 (A_2 - A_1)$$

deneyler göstermiştir ki $p_0 = p_1$ dir ve $\sum F = \dot{m} \cdot \Delta V$ den

$$A_2 (p_2 - p_1) = \frac{\gamma \cdot Q}{g} (V_1 - V_2)$$

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \text{ den,}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{V_1 \cdot V_2 - V_2^2}{g} \longrightarrow \frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{2(V_1 \cdot V_2 - V_2^2)}{2 \cdot g} \quad (*)$$

(1) ve (2) noktaları arasında Bernoulli denklemi yazılırsa,

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h_{1,2}$$

$\Delta h_{1,2}$ = 1-2 kesitleri arasında ani genişlemeden dolayı meydana gelen enerji kaybı,

$$\Delta h_{1,2} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} - \frac{p_2 - p_1}{\gamma}$$

(*) ı yerine yazarsak sonuçta

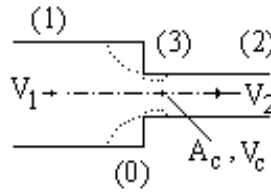
$$\Delta h_{1,2} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

olur. Süreklilikten ($A_1 V_1 = A_2 \cdot V_2$) $V_2 = (A_1/A_2) \cdot V_1$ değerini yerine yazarsak,

$$\Delta h_{1,2} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g} \quad \text{olur. Burada } k_1 = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \text{ dersek,}$$

$$\boxed{\Delta h_{1,2} = k_1 \frac{V_1^2}{2g}} \quad \text{bulunur.}$$

1.2.2. Ani Daralma Kaybı



Şekil 5. Ani daralma kesiti.

Şekilde görüldüğü gibi A_1 kesitli borudan akmakta olan akışkan ani olarak daha küçük kesitli (A_2) borudan akmak durumunda kalırsa akım ani daralma nedeniyle önce en küçük kesit teşekkül ettirecek şekilde daralır, sonra dar boruyu tüm dolduracak şekilde genişler. Burada (1) ve (3) kesitleri arasındaki enerji kaybı ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Enerji kaybının büyük kısmı (3) ve (2) kesitleri arasında meydana gelir. Bu kesitler arasındaki kayıp, akım A_c kesitinden A_2 kesitine aniden genişliyormuş gibi düşünülmektedir. Ani daralma kaybı böylece (3) ve (2) kesitleri arasındaki ani genişleme kaybına eşit olacaktır. Ani daralma kaybı,

$$\Delta h_{1,2} = \frac{(V_c - V_2)^2}{2g}$$

olur. Süreklilikten ($A_c V_c = A_2 V_2$) $V_c = (A_2/A_c) V_2$ değerini yerine yazarsak,

$$\Delta h_{1,2} = \left(\frac{A_2}{A_c} - 1\right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$$

olacaktır. Burada $\mu = A_c/A_2$ daralma katsayısı olarak tanımlanır.

$$k_2 = \left(\frac{1}{\mu} - 1 \right)^2 \quad (\text{direnç katsayısı})$$

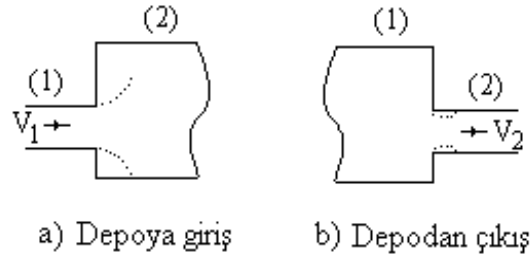
değeri de yerine yazılırsa,

$$\Delta h_{1,2} = k_2 \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{bulunur.}$$

Kesitler oranına bağlı olarak μ değerleri

A_2/A_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
μ	0.624	0.632	0.643	0.659	0.681	0.712	0.755	0.813	0.892	1.0

1.2.3. Depoya Giriş, Depodan Çıkış Kaybı



Şekil 6. Depo girişi ve çıkışı kesitleri.

a) Depoya giriş kaybı, ani genişlemenin özel bir şeklidir. $k=1$, $v_2 \cong 0$ alınır. Sonuçta yük kaybı

$$\Delta h_{1,2} = \frac{V_1^2}{2g} \quad \text{den bulunur.}$$

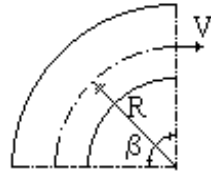
b) Depodan çıkış kaybı, ani daralmanın özel bir halidir. $\frac{A_2}{A_1} \longrightarrow 0$, daralma katsayısı

$\mu = 0.60$ alınır. $k = \left(\frac{1}{\mu} - 1\right)^2 \cong 0.44$ (bazen 0.5) ve sonuçta

$$\Delta h_{1,2} = 0.44 \frac{V_1^2}{2g} \text{ den yük kaybı bulunur.}$$

1.2.4. Dirsek Kayıpları

a) Eğrisel dirsekler

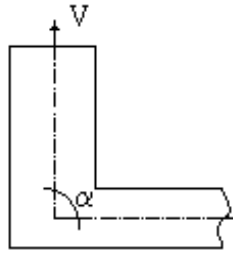


$$\Delta h = k_{\text{dir}} \frac{V^2}{2g} \text{ şeklindedir}$$

$$\text{Burada } k = f\left(\beta, \frac{R}{D}, \frac{k}{D}, Re\right)$$

$$k_{\text{dir}} = [0.131 + 0.163(D/R)^{3.5}]$$

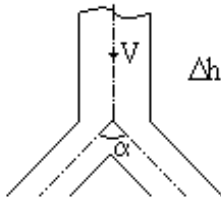
b) Köşeli Dirsekler



$$\Delta h = k \frac{V^2}{2g}$$

$$k = 0.9457 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} + 2.047 \cdot \sin^4 \frac{\alpha}{2}$$

c) Çatallar



$$\Delta h = k \frac{V^2}{2g}$$

Akımı ayıran çatallarda

$$\alpha = 90^\circ \text{ ise } k = 0.5$$

$$\alpha = 45^\circ \text{ ise } k = 0.25$$

Akımı birleştiren çatallarda

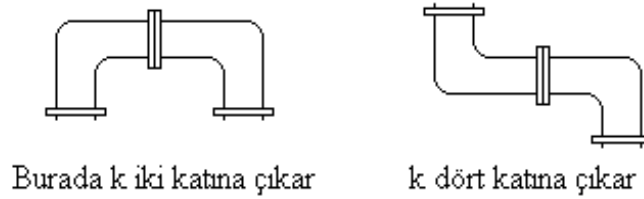
$$\alpha = 90^\circ \text{ ise } k = 1$$

$$\alpha = 45^\circ \text{ ise } k = 0.25$$

1.2.5.Çeşitli Tesisat Elemanlarındaki Kayıplar

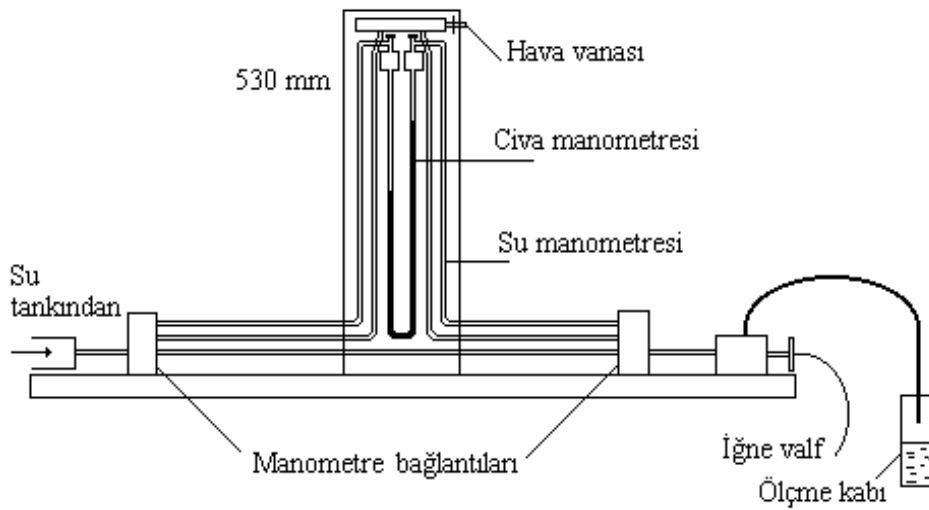
$\Delta h = k_{tes-el} \frac{V^2}{2g}$	(Tam açık)	<u>k</u>
	Geri tepme ventili	0.1 ÷ 2
	Sürgülü vana	0.1 ÷ 0.2
	Kelebek vana	0.4 ÷ 0.6
	Dip klapesi ve süzgeç	5 ÷ 15
	Rakor	0.02 ÷ 0.07
	Köşe vanası (kalorifer)	2 ÷ 5

1.2.6.Arka Arkaya Bağlanan Elemanlar



2. DENEYİN YAPILIŞI VE HESAPLAR

Deney düzeneği şekil 7’de görülmektedir. Hidrolik tanktan gelen su ölçüm yapılacak borudan geçerek dereceli kaba boşaltılmaktadır. Bu esnada borunun her iki ucuna yerleştirilmiş su veya cıva manometresi yardımıyla L uzunluktaki boru boyunca meydana gelecek yük kaybı ölçülebilmektedir.



Şekil 7. Sürtünme kaybı deney düzeneği

$$i = 12.6 \frac{(h_1 - h_2)}{L}$$

Deney esnasında dereceli kapta biriken suyun boşalma süresi ölçülerek hacimsel debi tayin edilebilir. Debi bilindiğine göre süreklilik denkleminden V hızı bulunabilir. Ayrıca (6) denklemi kullanılarak f hesaplanmalıdır. Re sayısı ise kinematik viskozitenin su sıcaklığına bağlı olarak bulunması halinde kolayca hesaplanabilir. Bunun için Çu formül önerilebilir.

$$10^6 \nu = 1.0049 - 0.02476 (T-20) + 0.00044 (T-20)^2$$

[illegible]

3. DENEY RAPORUNDAN İSTENENLER

- 1) Deneyin amacı, teorisi ve literatür araştırması, deneyin yapılışı
- 2) Hesaplamalar (bir noktaya ait hesabın raporda tam olarak gösterilmesi gerekir).
- 3) Hesap tablosunun hazırlanması (su ve cıva manometresi ölçümleri ile birlikte).
- 4) i ile V arasındaki eğri çizilerek laminardan türbülanslı akışa geçişteki kritik Re sayısının hesaplanması
- 5) f ile Re arasındaki eğri çizilecektir.
- 6) İrdeleme, deney şartlarının daha da iyileştirilmesi yönündeki tavsiyeleriniz.