



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI
Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

T-420 BASINÇ KAYIPLARI EĞİTİM SETİ

DENEY FÖYLERİ



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Küçük Sanayi sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18A BALIKESİR

Tel:0266 2461075 Faks:0266 2460948 <http://www.deneysan.com> mail:

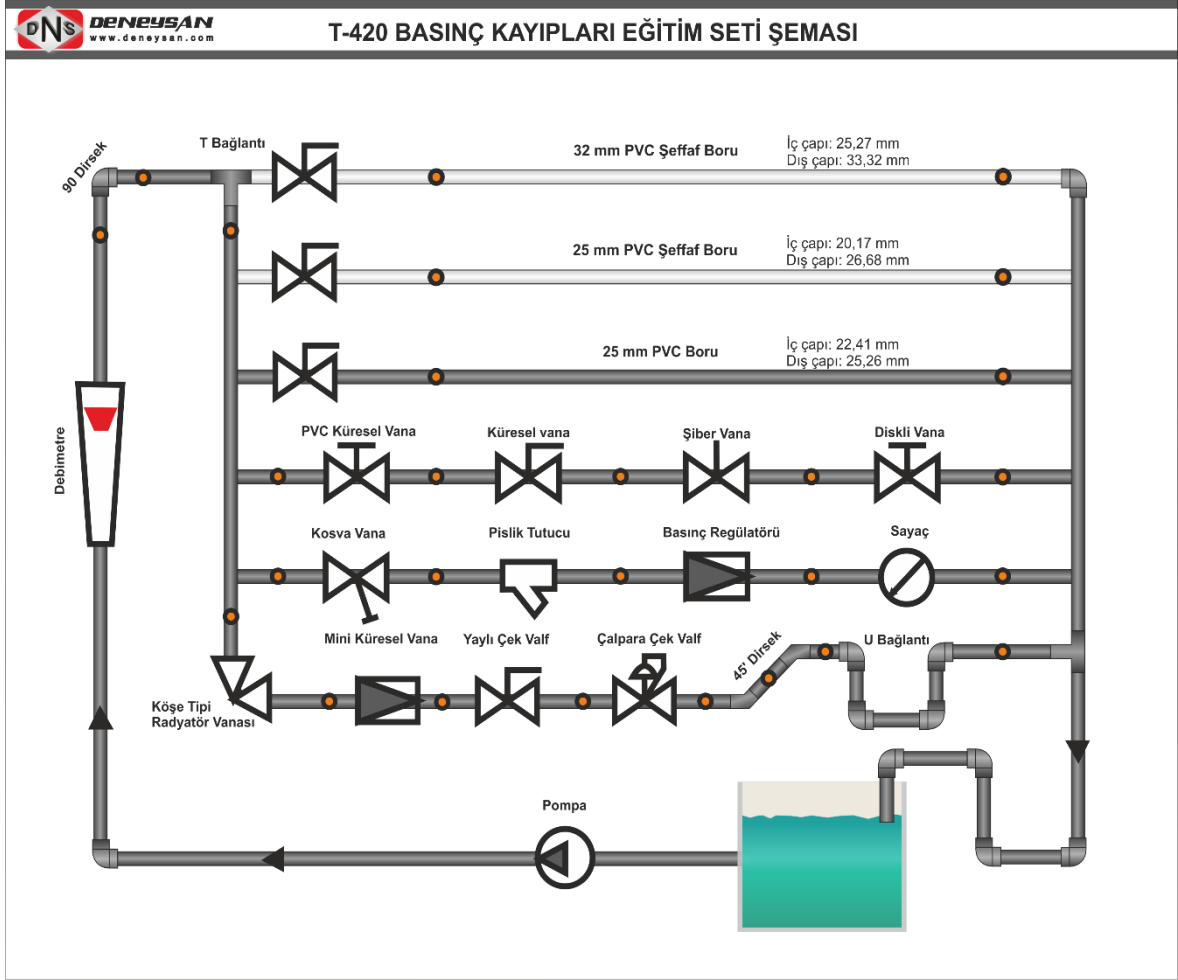
deneysan@deneysan.com

BALIKESİR-2017

İçindekiler

T-420 BASINÇ KAYIPLARI EĞİTİM SETİ DEVRE ŞEMASI	3
CİHAZIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	3
AKIŞ KAYIPLARININ NEDENLERİ	4
BASINÇ KAYIPLARININ EN AZA İNDİRİLMESİ.....	4
BORULARDA AKIŞ KAYIPLARI	5
SÜRTÜNME FAKTÖRÜNÜN HESAPLANMASI	8
BAĞLANTI ELEMANLARINDAKİ BASMA KAYIPLARI.....	12
EŞDEĞER UZUNLUK (L_e)	17
DENEYLER	19
DENEY NO: T-420-01.....	19
DENEYİN ADI : Dirsek ve bağlantı elemanlarındaki basınç kayıpları.....	19
DENEY NO: T-420-02.....	21
DENEYİN ADI : Vanaların farklı açılma oranları için K değerlerinin hesaplanması..	21
DENEY NO: T-420-03.....	23
DENEYİN ADI : Tank giriş ve çıkışdaki kayıpların hesaplanması	23
DENEY NO: T-420-04.....	30
DENEYİN ADI : Farklı çaplardaki düz borulardaki kayıpların hesaplanması	30

T-420 BASINÇ KAYIPLARI EĞİTİM SETİ DEVRE ŞEMASI



1. CİHAZIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

1	Pano boyutları	1800x1200 mm
2	Pano malzemesi	Kompozit panel
3	Deneysel ölçüm sayısı	20
4	Debi ölçüm aralığı	06-6 m ³ /h
5	32 mm şeffaf boru dış ve iç çapı	33,32 mm 25,27 mm
6	25 mm şeffaf boru dış ve iç çapı	26,68 mm 20,17 mm
7	25 mm PVC boru dış ve iç çapı	25,26 mm, 22,41 mm
11	Pompa maks. basma yüksekliği	21 mSS
12	Pompanın maksimum debisi	160 L/h

SIVI AKIŞ KAYIPLARI (TEORİK BİLGİ)

1. AKIŞ KAYIPLARININ NEDENLERİ

Enerjinin korunumu prensibi gereğince bir borudaki veya kontrol hacmindeki ideal ve gerçek akışında enerji kayıplarının olmaması gerekir. İdeal bir sıvı akışı halinde enerji dönüşümleri sadece bunlar arasında oluşur;

1. Akış işi (basınç yüksekliği)
2. Kinetik enerji (hız yüksekliği)
3. Potansiyel enerji (potansiyel yükseklik)

Bütün enerji formlarının (biçimleri) hepsi kullanışlı olup kullanışlı bir enerji çıkışına dönüştürülebilir veya sıvı akışında kullanılabilir(basınçlı tanklar içinde).

Gerçek sıvılar olması durumunda, sıvı akışı durumunda moleküller arasında sürtünme oluşur. Bu sürtünme iki ana nedenden dolayı ortaya çıkmaktadır.

1. Akışın akıntı dışı doğası
2. Sıvı viskozitesi sonucu sıvı sürtünmesi

Moleküller arasında sıkıntı sonucu gerçek sıvılarda enerjinin dördüncü bir biçimi ortaya çıkar, sıvıların iç enerjisinin transfer olan bir enerji olarak isimlendirilir. Sonuç olarak bu enerji sonucu sıvı ısınır. Bu enerji transferi genellikle denetlenmediğinden “*kayıp*” olarak kabul edilir. Çünkü sıvıdaki sıcaklık artışı çok küçüktür ve hızla yüzeylerden dağılır. Örnek olarak 10m’lik basınç kaybı su sıcaklığında sadece 0,023⁰C yükselmeye yol açar*.

2. BASINÇ KAYIPLARININ EN AZA İNDİRİLMESİ

Akış kayıpları faydalı enerjinin kaybı olduğundan, kayıpların en aza indirilmesi çok önemlidir. Buna rağmen borular, bağlantı elemanları ve tesisat üzerindeki akış kayıplarının en aza indirilmesi için oldukça büyük bir masraf yapılması kaçınılmaz olacaktır.

* Bu durum aşağıdaki işlemlerle görülebilir;

$$\text{Enerji} = m \cdot g \cdot H = m \cdot 9,81 \cdot 10 = m \cdot 9,81 \text{ (J)}$$

$$\text{Sıcaklık artışı} = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$\text{Su için } c_p = 4,19 \text{ kJ/kgk}$$

$$\Delta T = \frac{m \cdot 9,81}{m \cdot 4,19 \cdot 10^3} = 0,023^0 \text{ C}$$

İdeal alanı enerji kayıplarının düşürülmesi ve sıvı akış sisteminin fiyatının artırılmasıdır. Maksat, birçok durumlarda (hatta büyük tesisatlarda bile) mühendislik tecrübelerine dayanan çok ekonomik sistem tasarım hesaplarına teşebbüs edilmez, geçmiş tecrübelerden yararlanarak pratik kurallardan yararlanır. Bununla birlikte en ekonomik olarak tasarlanan sistem tasarımına ödenecek harç bir miktar fazla olabilecek iken enerji maliyetinin artması kaçınılmazdır.

Akış kayıpları şu yollarla azaltılabilir:

1. Akış hızını düşürün. Çünkü basma kayıpları katmanlı (laminer) akışta hıza eşit olarak değişirken türbülanslı akışta hızın karesiyle orantılı değişir. Akış hızı bir sistemde hız düşürülerek veya verilen bir debi için boru çapı büyütülerek düşürülür.
2. Sıvının viskozitesinin düşürülmesi. Bu genelde pratik bir uygulama değildir. Ancak fuel-oil gibi viskozitesi çok yüksek olan sıvılarda onları ısıtmak akışkanlıklarını artırır. Diğer bütün durumlarda basınç kayıplarının düşürülmesi ısıtma masraflarından ucuza gelecektir.
3. Girdap ve türbülansların en aza indirilmesi. Bu, boru ve elemanlarında keskin köşelerden, ani kesit değişimlerinden pürüzlü iç yüzeylerden kaçınmak suretiyle dikkatli sistem tasarımıyla sağlanabilir. Buna rağmen, standart boru ve bağlantı elemanlarının kullanılması ekonomik olacaksa bunları basınç kayıplarını en aza indirecek şekilde seçmek gerekir.

3. BORULARDA AKIŞ KAYIPLARI

Borularda akış kayıplarını hesaplamak için en kullanışlı formüllerden biri Darcy-Weisbach denklemidir (Darcy eşitliği olarak da bilinir).

$$H_L = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{u^2}{2g} \quad (1.1.)$$

Burada;

H_L = basma kaybı (m akışkan akışı)

L = borunun uzunluğu (m)

u = ortalama anma akış hızı (m/s)

$g = \text{yer çekim ivmesi (m/s}^2\text{)}$

$f = \text{boyutsuz sürtünme faktörü}$

Örnek 1.1

Uzunluğu 1km, çapı 100mm olan borudan 20 L/s su geçmesi durumunda basma yüksekliği kaybını ve böylece basınç kayıplarını hesaplayınız. Sürtünme faktörü 0,02 kabul edilecektir.

Çözüm:

İlk olarak anma hızı u hesaplanır:

$$u = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot \frac{0,1^2}{4}} = 2,55 \text{ m/s}$$

1.1 formülünde yerine konursa;

$$H_L = 0,02 \cdot \frac{1000}{0,1} \cdot \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 66,1 \text{ m}$$

basma yükseklik kaybı bir basınç kaybı olduğundan;

$$H_L = h_p = \frac{P}{\rho g}$$

$$P = \rho \cdot g \cdot H_L$$

$$P = 10^3 \cdot 9,81 \cdot 66,1 \text{ (Pa)}$$

$$P = 648 \text{ kPa bulunur.}$$

Örnek 1.2

Örnek 1.1’de verilen boru için akış hızlarına karşı basma yüksekliği kayıplarını bir grafik halinde, anma akış hızı 0 ve 5m/s aralığında 1m/s’lik adımlarla çiziniz. Sürtünme kaybını sabit kabul ediniz.

Cözüm:

Darcy eşitliğinden;

$$H_L = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

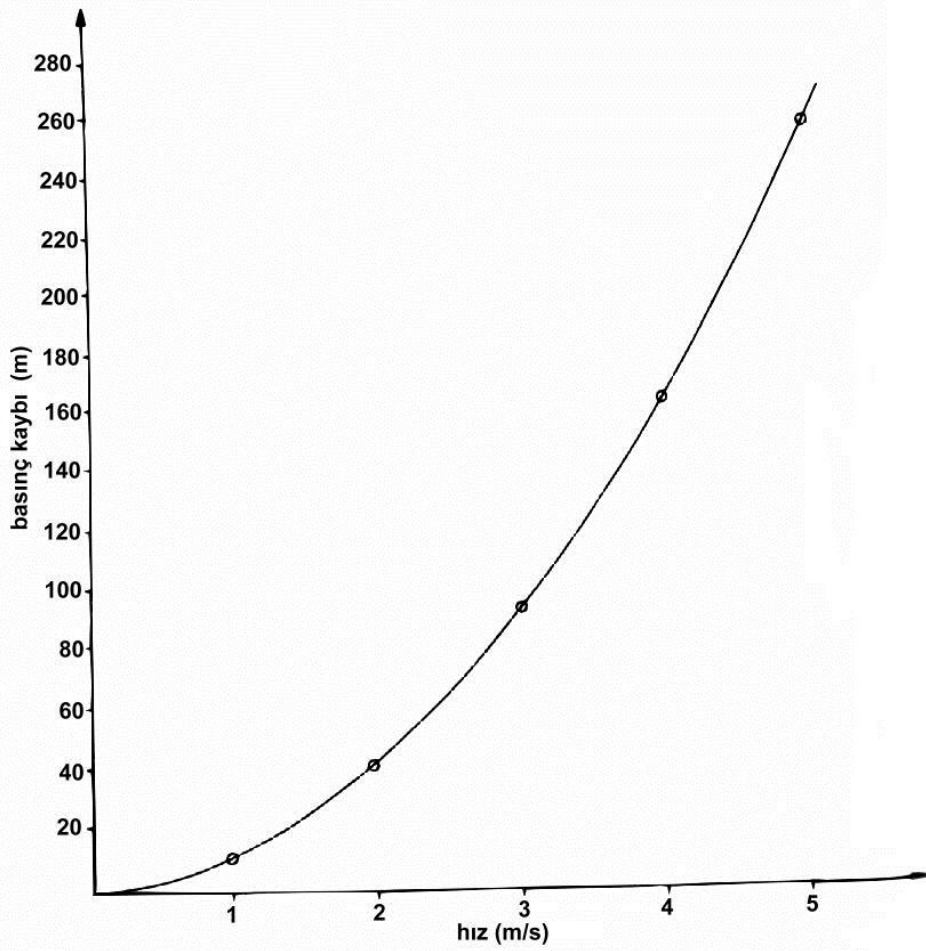
$$H_L = 0,02 \cdot \frac{1000}{0,1} \cdot \frac{u^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 10,19u^2$$

Şimdi yukarıdaki formüle hızları koyarak basma kayıplarını hesaplayabiliriz.

u (m/s)	0	1	2	3	4	5
H _L (m)	0	10,2	40,8	91,7	163	255

Bu noktalar Şekil-1.1'de çizilmiştir. Bu elbette bir paraboldür, çünkü sürtünme kaybı sabit kabul edildiğinden, basma kayıpları hızın karesiyle değişir. Böylelikle uzun borularda yüksek akış hızlarından kaçınmak gerektiğini görmekteyiz ve küçük bir hız azalmasında (örnek olarak 5m/s'den 4m/s'ye azalmasında) basma kayıplarında çok önemli bir azalma olmaktadır(255m'den 163m'ye düşer).



Şekil-1.1

4. SÜRTÜNME FAKTÖRÜNÜN HESAPLANMASI

Örnek-1.2’de sürtünme faktörü sabit kabul edilmişti. Pratikte buna rağmen sürtünme faktöründeki artış bilinmez ve akış hızları değiştiğinden dolayı sabit kabul edilemez. Sürtünme kaybının bulunması ile ilgili birçok kartlar ve diyagramlar bulunmaktadır. Fakat Şekil-1.2’de gösterilen Moody diyagramı çok geniş kullanıma sahiptir.

Moody diyagramı aslında sürtünme faktörü (sol y ekseninde) ve Reynolds sayısı(x ekseninde)nin logaritmik ölçekte çizimidir. Sağ taraftaki y eksenini şu şekilde tanımlanan bağıl pürüzlülük değerini verir:

$$\text{Bağıl pürüzlülük}(\varepsilon_R) = \frac{\text{mutlak pürüzlülük}(\varepsilon)}{\text{boru çapı}(d)}$$

Cözüm:

Moody diyagramından mutlak pürüzlülük $\varepsilon = 0,25\text{mm}$ (dökme demir)

$$\varepsilon_R = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,25}{120} = 0,0021$$

a) $u = 1\text{m/s}$

$$\text{Re} = \frac{u \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1,0 \cdot 12 \cdot 900}{0,06} = 1800$$

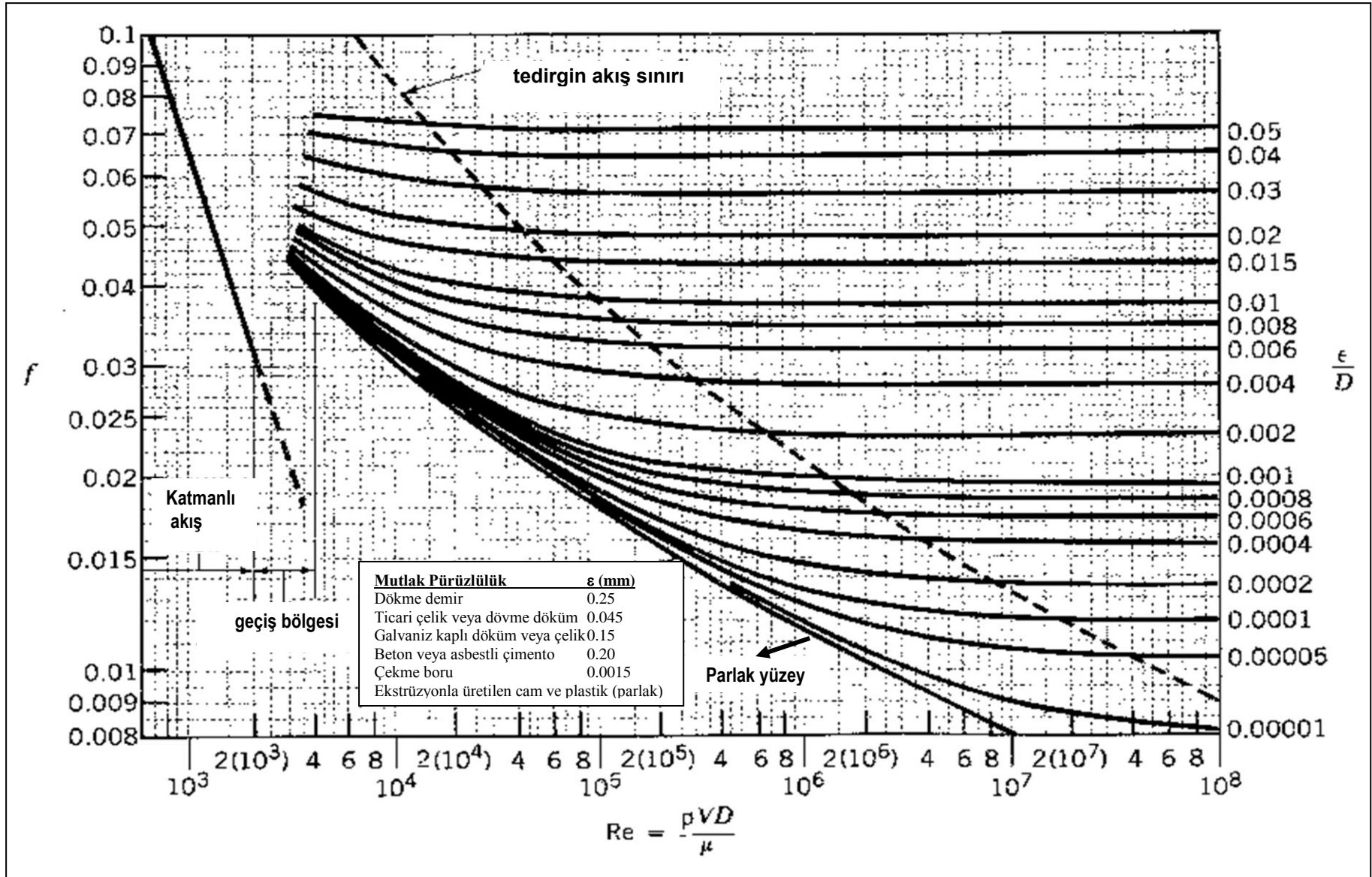
Akış katmanlı olduğundan $f = \frac{64}{\text{Re}} = \frac{64}{1800} = 0,0356$

11.1'deki formül kullanılarak;

$$H_L = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

$$H_L = 0,0356 \cdot \frac{100}{0,12} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 1,51\text{m}$$



Şekil-1.2 Moody diyagramı

b) $u = 3\text{m/s}$

$$\text{Re} = \frac{u \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{3 \cdot 0,12 \cdot 900}{0,06}$$

$$\text{Re} = 5400$$

Moody diyagramı kullanılarak $\text{Re} = 5400$ ve bağıl pürüzlülük = 0,0021 için $f = 0,0395$ bulunur.

11.1 formülünde yerine konulursa;

$$H_L = 0,0395 \cdot \frac{100}{0,12} \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 15,1\text{m}$$

c) $u=10\text{m/s}$

$$\text{Re} = \frac{u \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{10 \cdot 0,12 \cdot 900}{0,06}$$

$$\text{Re} = 18 \cdot 10^3$$

Moody diyagramında $\text{Re} = 18 \cdot 10^3$ ve bağıl pürüzlülük = 0,0021 için $f = 0,031$ bulunur.

11.1 formülünde yerine konulursa;

$$H_L = 0,031 \cdot \frac{100}{0,12} \cdot \frac{10^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 132\text{m}$$

Bu basma kayıpları elbette çok yüksek olduğundan pratik değildir. $P = \rho \cdot g \cdot h_p$ olduğundan boru boyunca basınç düşmesi $900 \cdot 9,81 \cdot 132 = 1,165 \text{ MPa}$ olacaktır. Bu açık bir durum olduğundan mühendisler basma kayıplarını düşürmek için boru çaplarını büyüterek akış hızlarını düşürmelidirler. Ayrıca dökme demir yerine daha pürüzsüz yüzeye sahip çelik boru veya çekme demir boru kullanılarak basma kayıplarını azaltabilirler.

5. BAĞLANTI ELEMANLARINDAKİ BASMA KAYIPLARI

Bağlantı elemanlarındaki basma kayıpları sıklıkla “*ikincil kayıplar*” olarak adlandırılırsa da yanlış kullanım olduğunda bağlantı elemanlarından kaynaklanan basma kayıpları boruların kendisinden kaynaklanan kayıpları geçebilir.

Bağlantı elemanlarındaki kayıpların hesaplanmasında çeşitli yöntemler kullanılabilir, en yaygın ve geniş kullanım “*K faktörü*” yöntemidir. K faktörü 1.2 eşitliğinde tanımlanmaktadır.

$$H_L = K \cdot \frac{u^2}{2g} \quad (1.2)$$

Burada;

H_L = bağlantı elemanlarındaki basma kayıpları (m akışkan akışı)

u = ortalama veya anma akış hızı (m/s)

g = yer çekim ivmesi (m/s^2)

K = boyutsuz bağlantı kayıp faktörü

K değerinin bulunması için birçok tablo ve diyagramlar elde edilebilir ki o pratikte şunlara bağlıdır:

1. Bağlantı elemanının malzemesi ve üretim yöntemi
2. Bağlantı elemanının boyutu
3. Akışkanın doğası (durumu) (karakteri)

Buna rağmen K faktörünün hesabında yüksek hassasiyet gerektirmeyen durumlar için Tablo 1.1'deki ortalama değerleri birçok durumlarda kullanılabilir.

Notlar:

1. Ani duraklama ve genişlemelerde K faktörü giriş A_1 yüzeyi ile çıkış A_2 yüzeyi oranına bağlıdır. Ani genişleme durumunda Tablo 1.1 de K faktörünü belirlemek için basit bir formül verilmiştir. Ani daralma durumunda aynı formül kullanılmaz ve K değeri tablodan uygun olan oranına göre seçilir.
2. Şayet bir boru tank veya depoya bağlanıyorsa, A_1/A_2 oranı sıfır alınabilir. Bundan dolayı $K=1$ alınır. Bir tank veya depodan bir boruya girişte A_2/A_1 oranı sıfır alınabilir, böylece $K=0,5$ alınır.
3. Yavaş daralmalar için, gittikçe incelen veya iyi yuvarlatılmış geçişlerde basma kaybı ihmal edilebilir. Kademeli genişlemelerde K faktörü duvarın eğimine bağlıdır. Şayet açı 50° 'yi aşarsa etkisi ani genişleme gibi olur ve $K=1$ alınabilir. Şayet açı çok keskin ise ve 10° 'nin altında ise basma kayıpları ihmal edilebilir ve $K = 0$ alınabilir.
4. Vana için K faktörü (ve ayrıca basma kaybı) valfin açılma oranına bağlıdır. Valf tamamen kapalı olduğunda K faktörü sonsuz olduğunda valfle tamamen basma kaybı vardır(akış olmaz). Tam akış olan bir sistemde valf norma olarak tamamen açıktır. Buna rağmen, tasarım mühendisleri valfleri seçerken ayar emniyeti sağlamak üzere $\frac{1}{2}$ veya $\frac{3}{4}$

açık olarak dikkate alırlar. Bazı durumlarda kısma kontrolün önemli bir parçasıdır, sıvı akış sistemini tasarlarken düşük bir kısma gerekebilir.

5. Sabit boru çaplarında uygun boyutlu bağlantı elemanları kullanılabilir. u hızı bütün bağlantı elemanlarında sabit kabul edilir. Böylece toplam K faktörü bütün bağlantı elemanlarının K değerlerinin toplamı olarak alınabilir. Bu durum Örnek 11.4'te açıklanmaktadır.

TABLO-1.1 Bağlantı elemanları için tipik K faktörleri

BAĞLANTI ELEMANI	K FAKTÖRÜ
U dönüşü (kapalı)	2.2
Standart 45 ⁰ dirsek	0.4
Standart 90 ⁰ dirsek	0.9
Uzun radyuslü (geniş) 90 ⁰ dirsek	0.6
Dişli birleştirme (ünyon)	0.05
T (akış hat boyunca)	0.4
T (akış yan taraftan)	1.8
Ani genişleme	$(1-A_1/A_2)^2$
Ani daralma (A ₂ /A ₁)	
0	0.5
0.1	0.4
0.3	0.45
0.5	0.3
0.7	0.2
0.9	0.08
Yavaş daralma	İhmal edilebilir
Yavaş genişleme, açığa bağlı	
>50 ⁰	1.0
40 ⁰	0.9
30 ⁰	0.7
20 ⁰	0.4
10 ⁰	0.15
Sürgülü (şiber) vana, (konumu) tam açık	0.2
¾ açık	0.9
½ açık	5.0
¼ açık	24
Stop (diskli) vana, (konumu) tam açık	10.0
¾ açık	11.0
½ açık	12.5
¼ açık	50.0
Klapeli valf, filtreli (mafsallı)	2.0
(kaldırmalı)	10.0

Çek valf (klape), (mafsallı)	2.5
(bilyalı)	4.0
(kaldırmalı)	15.0

Örnek-1.4

Bir sistemde su 60m yükseğe 100mm çaplı galvanizli çelik boru ile pompalanmakta ve aşağıdaki bağlantı elemanları bulunmaktadır:

1 adet klapeli valf ve pislik tutucu

4 adet standart 90⁰ dirsek

4 adet dişli ünyon

2 adet kapama valfi

1 adet ani genişleme (basınçlı tanka)

Kapama valfi yarım açık konumda iken 20 L/s debide sistemdeki basma kayıplarını hesaplayınız. Suyun viskozitesini $0,9 \cdot 10^{-3}$ Pa.s kabul edin.

Cözüm:

İlk olarak u hızı hesaplanır.

$$u = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot \frac{0,1^2}{4}} = 2,55 \text{ m/s}$$

Böylece Reynolds sayısı hesaplanabilir;

$$Re = \frac{u \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{2,55 \cdot 0,1 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 10^{-3}} = 2,83 \cdot 10^5$$

Boru Moody diyagramında (şekil 11.2) $\epsilon_{(\text{galvanizli döküm})} = 0,15 \text{ mm}$ alınır. Böylece bağıl pürüzlülük $\epsilon = 0,15/100 = 0,0015$

Diyagramdan; $f = 0,0225$

1.1'deki Darcy formülü kullanılarak;

$$H_L = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

$$H_L = 0,0225 \cdot \frac{60}{0,1} \cdot \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 4,47\text{m}$$

Bağlantı Elemanları

Tablo-1.1 kullanılarak;

Bağlantı	Sayısı	K Faktörü	Toplam K Faktörü
Dip vanası	1	2,0	2,0
Dirsek	4	0,9	3,6
Ünyon	4	0,05	0,2
Burgulu vana	1 açık	5,0	5,0
	1 yarım açık	1,0	1,0
Genişleme	1	1,0	1,0
Toplam			12,0

1.2 formülü kullanarak;

$$H_L = K \frac{u^2}{2g}$$

$$H_L = 12 \cdot \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 3,98\text{m}$$

Sistemdeki toplam basma kayıpları, borulardaki ve bağlantı elemanlarındaki basma kayıplarının toplamıdır.

$$H_{(\text{toplam})} = 4,47 + 3,98 = 8,45\text{m}$$

11.6 EŞDEĞER UZUNLUK (L_e)

Bir bağlantı elemanın eşdeğer uzunluğu, aynı basma kaybını veren düz boru uzunluğu olarak tanımlanır ve sıkça kullanılır.

$$f \frac{\ell e}{d} \cdot \frac{u^2}{2g} = K \frac{u^2}{2g}$$

$$\ell e = K \frac{d}{f} \quad (1.3)$$

Örnek-1.5

100 mm çaplı tamamen açık ve küresel vananın eşdeğer uzunluğunu bulunuz.

Cözüm:

Tablo-1.1'den $K = 10, 1.3$ eşitliği kullanılarak;

$$\ell e = k \frac{d}{f} = \frac{10 \cdot 0,1}{0,02} = 50\text{m}$$

Örnek-1.6

Örnek 1.4'ü eşdeğer uzunluğu kullanarak çözünüz.

Cözüm:

$$K = 12, f = 0,0225, d = 0,1\text{m}$$

$$\ell e = \frac{12 \cdot 0,1}{0,0225} = 53,3\text{m}$$

$$\ell(\text{toplam}) = 60 + 53,3 = 113,3\text{m}$$

$$H_L = f \frac{\ell}{d} \frac{u^2}{2g}$$

$$H_L = 0,0225 \cdot \frac{113,3}{0,1} \cdot \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$H_L = 8,45\text{m (daha önce bulunmuştu)}$$

A) DENEY NO :T-420-01

B) DENEYİN ADI : **Dirsek ve bağlantı elemanlarındaki basınç kayıplarının hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI : Sıvı akışkan hatlarında kullanılan ve akım çizgilerini geometrik olarak değiştirerek kısıtlayan yerel bağlantı cihazlarındaki basınç kayıplarını ölçmek. Bu ölçüm değerlerine bağlı olarak yerel kayıp katsayısı K değerini hesaplayabilmek.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Ana şalter ve pompa anahtarını çevirin.
- 2) Gösterge paneli üzerindeki ölçüm menüsüne geçin.
- 3) Mini küresel vana su hattını açın ve debiyi 1 m³/h değerine ayarlayın.
- 4) Basınç bağlantı hortumunu 90° dirsek girişine bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 5) Basınç bağlantı hortumunu 90° dirsek çıkışına bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 6) Ölçüm değerlerini tabloya kaydedin. Aynı zamanda gösterge paneli üzerindeki fark basıncını da yazın.
- 7) Su debisini sırayla 2, 3 ve 4 m³/h (veya ulaşabildiği en büyük debi) değerlerine ayarlayarak ölçümleri tabloya kaydedin.
- 8) Debi değerlerini boru kesitine bölerek akış hızlarını bulun.
- 9) (1.2) formülü yardımıyla K değerlerini farklı akış hızları ve basınç kayıpları için hesaplayın.

$$K = \frac{H_L}{u^2} \cdot 2g$$

- 10) Diğer bağlantı elemanları için deneyleri benzer şekilde tekrarlayın.

F) RAPORDA İSTENENLER

Deney no, deneyin adı ve amacı, ölçüm sonuçları ve K değerleri

A) DENEY NO : T-420-02

B) DENEYİN ADI : **Vanaların farklı açılma oranları için K değerlerinin hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI : Sıvı akışkan hatlarında kullanılan ve akım çizgilerini geometrik olarak değiştirerek kısıtlayan yerel bağlantı cihazlarındaki basınç kayıplarını ölçmek. Bu ölçüm değerlerine bağlı olarak yerel kayıp katsayısı K değerini hesaplayabilmek.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Ana şalter ve pompa anahtarını çevirin.
- 2) Gösterge paneli üzerindeki ölçüm menüsüne geçin.
- 3) Diskli vana su hattını açın ve debiyi 1 m³/h değerine ayarlayın.
- 4) Basınç bağlantı hortumunu diskli vana girişine bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 5) Basınç bağlantı hortumunu diskli vana çıkışına bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 6) Ölçüm değerlerini tabloya kaydedin. Aynı zamanda gösterge paneli üzerindeki fark basıncını da yazın.
- 7) Su debisini sırayla 2,3 ve 4 m³/h (veya ulaşabildiği en büyük debi) değerlerine ayarlayarak ölçümleri tabloya kaydedin.
- 8) Debi değerlerini boru kesitine bölerek akış hızlarını bulun.
- 9) (1.2) formülü yardımıyla K değerlerini farklı akış hızları ve basınç kayıpları için hesaplayın.

$$K = \frac{H_L}{u^2} \cdot 2g$$

10) 1 ile 6 arasındaki işlem adımlarını vananın farklı açıklık oranları için tekrarlayabilirsiniz.

11) Diğer vana ve bağlantı elemanları için deneyleri benzer şekilde tekrarlayın.

F) RAPORDA İSTENENLER

Deney no, deneyin adı ve amacı, ölçüm sonuçları ve K değerleri

A) DENEY NO : T-420-03

B) DENEYİN ADI : **Tank giriş ve çıkışdaki kayıpların hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI : Sıvı akışkan hatlarında kullanılan ve akım çizgilerini geometrik olarak değiştirerek kısıtlayan tank giriş ve çıkışındaki basınç kayıplarını ölçmek. Bu ölçüm değerlerine bağlı olarak yerel kayıp katsayısı K değerini hesaplayabilmek.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Ana şalter ve pompa anahtarını çevirin.
- 2) Gösterge paneli üzerindeki ölçüm menüsüne geçin.
- 3) Herhangi bir su hattını açın ve debiyi 1 m³/h değerine ayarlayın.
- 4) Basınç bağlantı hortumunu tank girişine bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 5) Basınç bağlantı hortumunu tank çıkışına bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 6) Ölçüm değerlerini tabloya kaydedin. Aynı zamanda gösterge paneli üzerindeki fark basıncını da yazın.
- 7) Su debisini sırayla 2,3 ve 4 m³/h (veya ulaşabildiği en büyük debi) değerlerine ayarlayarak ölçümleri tabloya kaydedin.
- 8) Debi değerlerini boru kesitine bölerek akış hızlarını bulun.
- 9) (1.2) formülü yardımıyla K değerlerini farklı akış hızları ve basınç kayıpları için hesaplayın.

$$K = \frac{H_L}{u^2} \cdot 2g$$

F) RAPORDA İSTENENLER

Deney no, deneyin adı ve amacı, ölçüm sonuçları ve K değerleri

ÖLÇÜM	Debi [m ³ /h]	Kesit [m ²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]	K=19,62 H _L /u ²
Dirsek, PVC, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Dirsek, PVC, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Dirsek, PVC, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Dirsek, PVC, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
PVC TE , ¾" (düşey akış)	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
PVC TE, ¾" (düşey akış)	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
PVC TE, ¾" (düşey akış)	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
PVC TE, ¾" (düşey akış)	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
PVC TE, ¾" (düşey akış)	0,6	2,2420x10 ⁻⁴	0,619		
Ortalama					
Ortalama					
Küresel vana,PVC, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Küresel vana, PVC, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Küresel vana, PVC, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Küresel vana, PVC , 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Şiber vana, pirinç, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Şiber vana, pirinç, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		

Şiber vana, pirinç, 25 mm	2	$2,2420 \times 10^{-4}$	1,238		
Şiber vana, pirinç, 25 mm	1	$2,2420 \times 10^{-4}$	0,928		
Ortalama					
Diskli vana, pirinç, 25 mm	4	$2,2420 \times 10^{-4}$	1,857		
Diskli vana, pirinç, 25 mm	3	$2,2420 \times 10^{-4}$	1,547		
Diskli vana, pirinç, 25 mm	2	$2,2420 \times 10^{-4}$	1,238		
Diskli vana, pirinç, 25 mm	1	$2,2420 \times 10^{-4}$	0,928		
Ortalama					

ÖLÇÜM	Debi [L/h]	Kesit [m²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]	K=19,62 H_L/u²
Kosva vana, pirinç, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Kosva vana, pirinç, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Kosva vana, pirinç, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Kosva vana, pirinç, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Pislik tutucu, pirinç, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Pislik tutucu, pirinç, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Pislik tutucu, pirinç, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Pislik tutucu, pirinç, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Çalpara çek valf, pirinç, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Çalpara çek valf, pirinç, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Çalpara çek valf, pirinç, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Çalpara çek valf, pirinç, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Su sayacı, metal, ¾"	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Su sayacı, metal, ¾"	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Su sayacı, metal, ¾"	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Su sayacı, metal, ¾"	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Radyatör vana, ½"	4	1,4095x10 ⁻⁴	2,955		
Radyatör vana, ½"	3	1,4095x10 ⁻⁴	2,462		
Radyatör vana, ½"	2	1,4095x10 ⁻⁴	1,970		

Radyatör vana, ½”	1	1,4095x10 ⁻⁴	1,477		
Ortalama					
Mini küre. vana,galveniz, ¾”	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Mini küre. vana,galveniz, ¾”	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Mini küre. vana, galveniz, ¾”	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Mini küre. vana, galveniz, ¾”	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Küresel vana,galveniz, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Küresel vana,galveniz, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Küresel vana, galveniz, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Küresel vana, galveniz, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					

ÖLÇÜM	Debi [L/h]	Kesit [m²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]	K=19,62 H_L/u²
Yaylı çek valf , pirinç, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Yaylı çek valf , pirinç, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Yaylı çek valf , pirinç, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Yaylı çek valf , pirinç, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Basınç regülatörü, galveniz, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Basınç regülatörü, galveniz, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Basınç regülatörü, galveniz, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Basınç regülatörü, galveniz, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
Yarım dirsek, 45°, PPRC, 25 mm	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		
Yarım dirsek, 45°, PPRC, 25 mm	3	2,2420x10 ⁻⁴	1,547		
Yarım dirsek, 45°, PPRC, 25 mm	2	2,2420x10 ⁻⁴	1,238		
Yarım dirsek, 45°, PPRC, 25 mm	1	2,2420x10 ⁻⁴	0,928		
Ortalama					
U parçası (4'lü dirsek),	4	2,2420x10 ⁻⁴	1,857		

PPRC, 25 mm					
U parçası (4'lü dirsek), PPRC, 25 mm	3	$2,2420 \times 10^{-4}$	1,547		
U parçası (4'lü dirsek), PPRC, 25 mm	2	$2,2420 \times 10^{-4}$	1,238		
U parçası (4'lü dirsek), PPRC, 25 mm	1	$2,2420 \times 10^{-4}$	0,928		
				Ortalama	

A) DENEY NO : T-420-4

B) DENEYİN ADI : **Farklı çaplardaki düz borulardaki kayıpların hesaplanması**

C) DENEYİN AMACI : Sıvı akışkan hatlarında kullanılan boruların gerek iç yüzey (cidar) akışkan arasındaki sürtünmeden ve gerekse akışkan moleküllerinin kendi aralarındaki sürtünmesinden kaynaklanan basınç kayıplarını ölçmek. Bu ölçüm değerlerine bağlı olarak sürtünme katsayısı değerini hesaplayabilmek.

D) GEREKLİ ALET VE CİHAZLAR

E) DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Ana şalter ve pompa anahtarını çevirin.
- 2) Gösterge paneli üzerinden ölçüm menüsüne geçin.
- 3) Su hattını açın ve debiyi 1 m³/h değerine ayarlayın.
- 4) Basınç bağlantı hortumunu düz boru 32'lik şeffaf boru girişine bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 5) Basınç bağlantı hortumunu düz boru 32'lik şeffaf boru çıkışına bağlayıp gösterge paneli üzerine kaydedin.
- 6) Ölçüm değerlerini tabloya kaydedin. Aynı zamanda gösterge paneli üzerindeki fark basıncını da yazın.
- 7) Su debisini sırayla 2, 3 ve 4 m³/h değerlerine ayarlayarak ölçümleri tabloya kaydedin.
- 8) Debi değerlerini boru kesitine bölerek akış hızlarını bulun.
- 9) Moody diyagramı (Şekil-1.2) yardımıyla borunun bağlı pürüzlülük değerini hesaplayın.
- 10) Akış hızı yardımıyla akışın Reynolds değerini hesaplayın.

$$Re = \frac{\rho v_s d}{\mu} = \frac{v_s d}{\nu} = \frac{\text{Atalet kuvvetleri}}{\text{Viskozite kuvvetleri}}$$

- v_s - akışkanın hızı [m/s]
- d - boru çapı [m]
- μ - akışkanın dinamik viskozitesi [Ns/m³]
- ν - akışkanın kinematik viskozitesi: $\nu = \mu / \rho$

- ρ - akışkanın yoğunluğu [kg/m^3]

11) Bağıl pürüzlülük ve Re sayısını Moody diyagramında kesiştirerek f sürtünme katsayısını bulun.

12) Sürtünme katsayısı (f) değerini Darcy (1.1) formülünde yerine koyarak basınç kaybını hesaplayın.

$$H_s = f \frac{L u^2}{D 2g} \quad (1.1)$$

13) Hesaplanan değer ile ölçülen değeri karşılaştırın.

14) Diğer borular için deneyleri benzer şekilde tekrarlayın.

Debiler	Boru dış çaplar	Boru iç çaplar	Kesitler	Debi 1 m ³ /h	Debi 2 m ³ /h	Debi 3 m ³ /h
32 mm şeffaf boru	33,32	25,27	$3,2989 \times 10^{-4} \text{ m}^2$			
25mm'lik şeffaf boru	26,68	20,17	$2,2420 \times 10^{-4} \text{ m}^2$			
25mm'lik PVC boru	25,26	22,41	$2,2420 \times 10^{-4} \text{ m}^2$			

ÖLÇÜM	DEBİ L/h	Hız [m/s]	Re Reynold s sayısı	f Sürtünm e faktörü	L Uzunl uk	H_s mbar	ΔP mbar
PVC şeffaf, boru, 32 mm	5	1,263	25780	0,024	0,97		
PVC şeffaf, boru, 32 mm	4	1,052	21480	0,025	0,97		
PVC şeffaf, boru, 32 mm	3	0,842	17190	0,027	0,97		
PVC şeffaf, boru, 32 mm	2	0,631	12890	0,029	0,97		
PVC şeffaf, boru, 32 mm	1	0,421	8594	0,032	0,97		
PVC şeffaf, boru, 32 mm	0,6	0,210	4297	0,039	0,97		
PVC şeffaf, boru, 25 mm	5	1,857	31270	0,023	0,99		
PVC şeffaf, boru, 25 mm	4	1,547					
PVC şeffaf, boru, 25 mm	3	1,238	20800	0,026	0,99		
PVC	2	0,928					

şeffaf, boru, 25 mm							
PVC şeffaf, boru, 25 mm	1	0,619	10400	0,031	0,99		
PVC şeffaf, boru, 25 mm	0,6	0,309	5212	0,037	0,99		
PVC boru, 25 mm	5	2,955	39400	0,022	107		
PVC boru, 25 mm	4	2,462					
PVC boru, 25 mm	3	1,970	26300	0,024	107		
PVC boru, 25 mm	2	1,477					
PVC boru, 25 mm	1	0,985	13100	0,029	107		
PVC boru, 25 mm	0,6	0,492	6573	0,035	107		

EK-1 Doymuş suyun farklı sıcaklıklardaki viskozite ve yoğunluk değişimleri

$T, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$\mu, \text{N} \cdot \text{s/m}^2$	$\nu, \text{m}^2/\text{s}$
0	1000	1.788 E-3	1.788 E-6
10	1000	1.307 E-3	1.307 E-6
20	998	1.003 E-3	1.005 E-6
30	996	0.799 E-3	0.802 E-6
40	992	0.657 E-3	0.662 E-6
50	988	0.548 E-3	0.555 E-6
60	983	0.467 E-3	0.475 E-6
70	978	0.405 E-3	0.414 E-6
80	972	0.355 E-3	0.365 E-6
90	965	0.316 E-3	0.327 E-6
100	958	0.283 E-3	0.295 E-6