



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

SIHHİ TESİSAT ELEMANLARINDA AKIŞ DİRENÇ KATSAYILARININ DENEYSEL OLARAK BULUNMASI

**HÜSEYİN BULGURCU
SEMİN KAYA
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**



SIHİ TESİSAT ELEMANLARINDA AKIŞ DİRENÇ KATSAYILARININ DENEYSEL OLARAK BULUNMASI

Hüseyin BULGURCU
Semin KAYA

ÖZET

Ülkemizde kullanılmakta olan sıhhi tesisat elemanlarının basınç kayıp katsayıları ile ilgili sağlıklı veriler bulunmadığından yapılan sıhhi tesisat sistemlerine ait projelerde kullanılan yaklaşımlar çok sağlıklı sonuçlar vermemekte, enerji kayıplarına neden olmaktadır. Bu probleme çözüm olarak hesaplamalarda akışkanlar mekaniği prensiplerine uygun tasarımlar ortaya konması, ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin optimize edilmesi gerekir. Bunun için yaygın olarak kullanılan PVC, PVC, pirinç döküm gibi farklı malzemelerden yapılan sıhhi tesisat elemanlarının akış direnç katsayılarına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada piyasada yaygın olarak kullanılan sıhhi tesisat elemanlarının farklı akış debilerinde akış direnç katsayıları (K) bir deney düzeneği yardımıyla hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıhhi tesisat, basınç kayıpları, akış direnç katsayısı

ABSTRACT

The approach of calculations used in our country in plumbing and hydraulic systems does not fit exactly to the basic principles of fluid mechanics. In practice, the initial investment cost is low but too many energy-consuming projects arise. A solution to this problem is putting forward designs in these calculations in compliance with the principles of fluid mechanics and optimizing the initial investment and operating costs. For this, the flow resistances coefficients which are selected widely used in plumbing components. In this study the flow resistance coefficients (K), which are commonly used in the sector, in different flow rates are calculated with the help of an experimental setup.

Key Words: Plumbing, pressure drop, flow resistance coefficient

1.GİRİŞ

Akış kayıpları Bernoulli eşitliğine göre mSS biriminden enerji kaybı olarak tanımlanır. Akış kayıpları; sıvı veya gaz akışının olduğu ortamlarda kaçınılmaz bir durumdur. Ancak akış kayıpları azaltıldığında boru boyutları büyüyeceği için ilk yatırım maliyetleri artacaktır. Boru çapları küçük tutulmak istendiğinde ise işletme maliyetleri çok artmaktadır. Bu durumda ilk yatırım ve işletme maliyetleri arasında bir optimizasyon yapılması faydalı olacaktır.

Enerjinin korunumu prensibi gereğince bir borudaki veya kontrol hacmindeki ideal akışlarda enerji kayıplarının olmaması gerekir. İdeal bir sıvı akışı halinde enerji dönüşümleri sadece bu farklı enerjiler arasında oluşur;

1. Akış işi (basınç yüksekliği)
2. Kinetik enerji (hız yüksekliği)



3. Potansiyel enerji (potansiyel yükseklik)

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

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 akıntı 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 10 m’lik basınç kaybı su sıcaklığında sadece 0,023 °C yükselmeye yol açar [1].

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.

İdeal olanı enerji kayıplarının düşürülmesi ve sıvı akış sisteminin fiyatının artırılmasıdır. Ancak, birçok durumlarda, hatta büyük tesisatlarda bile mühendislik tecrübelerine dayanan çok ekonomik sistem tasarımı yapılmaz, geçmiş tecrübelerden dayanan pratik çözümlerden yararlanır. Bu durumda en ekonomik olarak tasarlanan sistem tasarımının ilk yatırım masrafı bir miktar azalabilecek iken işletme maliyetinin artması kaçınılmaz olur.

Akış kayıpları şu yollarla azaltılabilir:

1. Akış hızını düşürme. Çünkü basınç kayıpları, katmanlı (laminar) akışta hıza eşit olarak değişirken tedirgin 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 fueloil gibi viskozitesi çok yüksek olan sıvılarda onları ısıtmak akışkanlıklarını artırır. Diğer bütün durumlarda basınç kayıplarının düşürülmesi ısıtma masraflarından ucuza gelecektir.
3. Girdap ve tedirginliklerin 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 [1].

3. BAĞLANTI ELEMANLARINDAKİ BASINÇ KAYIPLARI

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

Bağlantı elemanlarındaki kayıpların hesaplanmasında çeşitli yöntemler kullanılabilir, en yaygın ve geniş kullanım “K faktörü” yöntemidir. K faktörü (6) eşitliğinde tanımlanmaktadır.

$$H_L = K \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

Burada;

- H_L = bağlantı elemanlarındaki basınç kayıpları (mSS)
 v = ortalama veya anma akış hızı (m/s)
 g = yer çekim ivmesi (m/s^2)
 K = boyutsuz bağlantı kayıp faktörü



Akışkan yoğunluğu ρ (kg/m^3), basınç kayıpları ΔP (Pa) cinsinden alınırsa bağıntı aşağıdaki gibi olur:

$$\Delta P = K \frac{\rho V^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (2)$$

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 ve Tablo 2'de verilen değerler kullanılabilir.

1. Ani duraklama ve genişlemelerde K faktörü giriş A_1 yüzeyi ile çıkış A_2 yüzeyi oranına bağlıdır. Ani genişleme durumunda Tablo 2.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.

Tablo 1. Bağlantı elemanları için tipik K faktörleri [2]

	Nominal iç çap, (parmak)								
	Dişli bağlantı				Flanşlı bağlantı				
	1/2"	1"	2"	4"	1	2	4	8	20
Vanalar (tam açık)									
Sürgülü	14	8,2	6,9	5,7	13	8,5	6,0	5,8	5,5
Küresel	0,3	0,24	0,16	0,11	0,80	0,35	0,16	0,07	0,03
Çalpara çek valf	5,1	2,9	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Kosva	9,0	4,7	2,0	4,5	4,5	2,4	2,0	2,0	2,0
Dirsekler									
45°	0,39	0,32	0,30	0,29					
45° uzun radyüslü					0,21	0,20	0,19	0,16	0,14
90°	2,0	1,5	0,95	0,64	0,50	0,39	0,30	0,26	0,21
90° uzun radyüslü	1,0	0,72	0,41	0,23	0,40	0,30	0,19	0,15	0,10
180°	2,0	1,5	0,95	0,64	0,41	0,35	0,30	0,25	0,20
180° uzun radyüslü					0,40	0,30	0,21	0,15	0,10
Te									
Paralel (düz) akış	0,90	0,90	0,90	0,90	0,24	0,19	0,14	0,10	0,07
Düşey (kol) akış	2,4	1,8	1,4	1,1	1,0	0,80	0,64	0,58	0,41

**Tablo 2.** Bağlantı elemanları için tipik K faktörleri [3]

BAĞLANTI ELEMANI	K FAKTÖRÜ
U dönüşü (kapalı)	2.2
Standart 45° dirsek	0.4
Standart 90° dirsek	0.9
Uzun radyuslü (geniş) 90° 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)	0.5
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, açıya bağlı	>50° 1.0
40°	0.9
30°	0.7
20°	0.4
10°	0.15
Sürgülü (şiber) vana, (konumu)	0.2
¾ açık	0.9
½ açık	5.0
¼ açık	24
Stop (diskli) vana, (konumu)	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

2. BASINÇ KAYIPLARI VE ENERJİ TASARRUFU

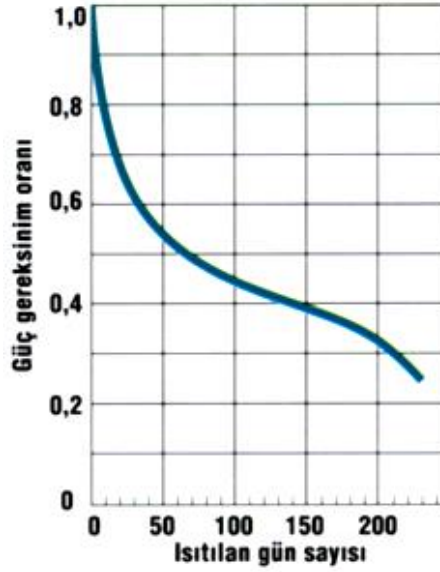
“Elektrik enerjisinin %20’si pompalar tarafından tüketilmektedir. Europump ve Hydraulic Institute kuruluşlarının tespitlerine göre pompaların tükettiği enerjinin %30’unun tasarruf edilebileceği belirlenmiştir. Bu tüm pompalar için geçerli olan, ortalama bir değerdir” [4].

Özellikle pompa seçimi yapılırken:

- Öncelikle maksimum ihtiyaç belirlenmeli
- Zaman kapasite ihtiyaç eğrisi çizilmeli
- Boru çapı bu eğri dikkate alınarak tayin edilmeli
- Boru sistemi belirlenirken sistem eğrisi de çizilmeli
- Pompa eğrisi ile sistem eğrisi çakıştırılmalı
- Çalışma noktası maksimum pompa verim bölgesinin biraz sağ tarafından yapılmalıdır [5].

Isıtma sistemleri, bilindiği gibi ısıtma periyodunun sadece çok küçük bir bölümünde tam kapasite çalışmak mecburiyetindedir. Isıtma periyodunun %94’ünde kısmi kapasiteyle çalışılmaktadır (Şekil 1.). Sağlanan elektrik tasarrufuyla değişken debili pompalar kendilerini 2 yıl içinde amorti ederler.

Özellikle sulu sistemlerin tasarımında kullanılan vanalar ve diğer bağlantı elemanları düşük K değerli olanlardan seçilirse sistemdeki basınç kayıpları önemli ölçüde azalır. Bu da daha az enerji kullanan pompa seçimine, dolayısıyla çevrenin korunmasına, karbon ayak izinin azalmasına neden olacaktır.



Şekil 1. Isıtma dönemi boyunca bir ısıtma sistemindeki yüklenme profili [4]

Örnek olarak Tablo 1. deki vanalara göre küresel vana ile sürgülü vananın K değerleri arasında 5,7/0,11 = 52 kat fark vardır. Örnek olarak 1 m/s'lik bir akış hızında sürgülü vanadaki basınç kaybı 2850 Pa basınç kaybı olurken, küresel vanada ise sadece 55 Pa kayıp oluşur. Bu kaybın ekonomik karşılığı %60 toplam verimle çalışan bir pompa ve 0,3 TL/kW için;

$$P_h = \dot{m}gH = 8,654 \times 9,81 \times 0,285 = 24,187 \text{ W} \quad (3)$$

$$M = \frac{P_h \times 24 \times 365 \times 0,3}{0,6 \times 1000} = 353,14 \text{ TL} \quad (4)$$

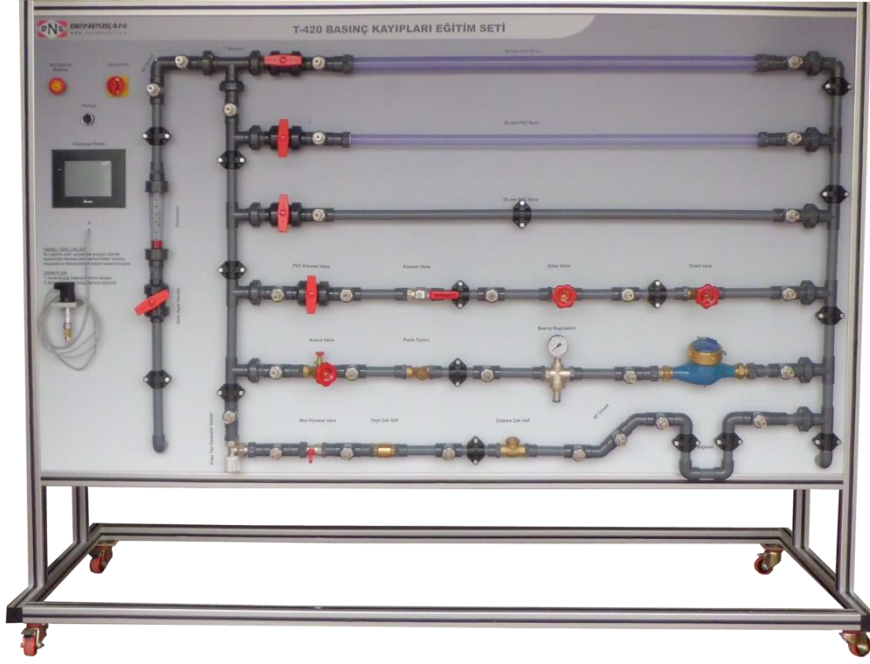
Görüldüğü gibi sıradan bir pompa tesisatında yalnızca küresel vana tercihiyle yıllık 353 TL tasarruf yapılabilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

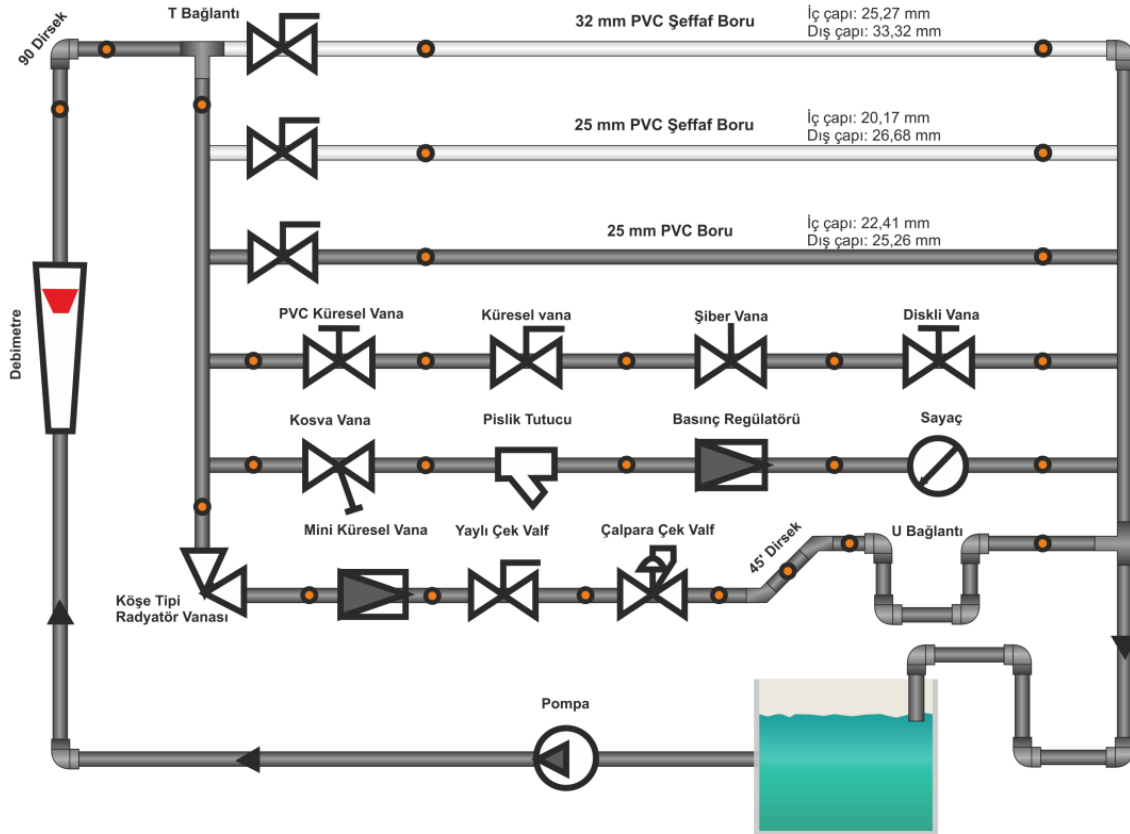
Deney düzeneği olarak bir firmanın üretmiş olduğu basınç kayıpları eğitim seti kullanılmıştır (Şekil 2. ve Şekil 3.) [6]. Bu set üzerinde şamandıralı debimetre, sayısal fark basınç dönüştürücü ve göstergesi, 25 mm çapında farklı malzemelerden PVC borular, PVC bağlantı elemanları, pirinç vanalar, çek valfler, pislik tutucu, su sayacı, basınç düşürücü gibi elemanlar bulunmaktadır. Her elemanın giriş ve çıkışında çek valfli ölçüm girişleri bulunmaktadır. Bu set üzerinde basma yüksekliği 40 m, debisi 2500 L/h olan bir pompa kullanılmıştır.

Yerel kayıplar olarak deney düzeneğinde tam ve yarım dirsek, U bağlantı, galvaniz ve PVC Te, farklı vanalar ve çek valfler, basınç düşürücü, su sayaçları, pislik tutucular, vb. bağlantı elemanları kullanılmıştır. Su akış debileri olarak 250, 500, 750, 1000, 1250 ve 1500 L/h değerleri kullanılmış olup deneysel değerler Tablo 2.'de listelenmiştir. Deneysel ve kuramsal hesaplama sonuçlarına ait grafikler Şekil 4. ile Şekil 10. arasında gösterilmiştir. Yine bu elemanlara ait akış direnç katsayılarındaki (K) deneysel ve kuramsal değerler arasındaki değişimler Tablo 3.'de gösterilmiştir.

Debi ölçümleri şamandıralı (rotametre) tip debimetre ile, basınç ölçümleri ise 0-4 bar (0-4000 mbar) ölçüm aralığına sahip basınç transdüzeri ile yapılmıştır.



Şekil 2. Deney düzeneği [6]



Şekil 3. Deney düzeneği şeması [6]

**Tablo 2.** Çeşitli tesisat bağlantı parçaları için basınç kaybı ve yerel kayıp katsayıları

ÖLÇÜM	Debi [L/h]	Kesit [m ²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]	K=19,62 H _l /u ²		
Dirsek, PVC, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	21	1,194		
	1250		1,547	17	1,311		
	1000		1,238	15	1,920		
	750		0,928	14	3,189		
	500		0,619	13	6,656		
	250		0,309	12	24,658		
Ortalama					2,854		
Te, galvaniz, ¾" paralel (düz) akış	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	5,85	0,332		
	1250		1,547	4,5	0,368		
	1000		1,238	2,25	0,288		
	750		0,928	1,35	0,307		
	500		0,619	0,9	0,460		
	250		0,309	0,45	0,924		
Ortalama					0,351		
Te, galvaniz, ¾" düşey (kol) akış	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	13	0,739		
	1250		1,547	10	0,819		
	1000		1,238	5	0,640		
	750		0,928	3	0,683		
	500		0,619	2	1,024		
	250		0,309	1	2,054		
Ortalama					0,781		
Küresel vana, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	Tam açık 2	45° açık 68	Tam açık 0,113	45° açık 3,867
	1250		1,547	1	43	0,081	3,525
	1000		1,238	0	28	0	3,584
	750		0,928	0	15	0	3,417
	500		0,619	0	6	0	3,072
	250		0,309	0	1	0	2,054
Ortalama					0,032	3,253	
Sürgülü vana, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	28	1,593		
	1250		1,547	19	1,557		
	1000		1,238	12	1,536		
	750		0,928	7	1,594		
	500		0,619	3	1,536		
	250		0,309	1	2,054		
Ortalama					1,645		
Diskli vana, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	119	6,770		
	1250		1,547	76	6,230		
	1000		1,238	49	6,272		
	750		0,928	29	6,606		
	500		0,619	12	6,144		
	250		0,309	2	4,109		
Ortalama					6,021		
ÖLÇÜM	Debi [L/h]	Kesit [m ²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]	K=19,62 H _l /u ²		
Kosva vana, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	100	5,689		
	1250		1,547	63	5,164		
	1000		1,238	40	5,120		
	750		0,928	22	5,012		
	500		0,619	9	4,608		
	250		0,309	3	6,164		
Ortalama					5,292		
Pislik tutucu, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	211	12,004		
	1250		1,547	139	11,395		
	1000		1,238	89	11,393		
	750		0,928	44	10,024		
	500		0,619	22	11,265		
	250		0,309	5	10,274		
Ortalama					11,06		

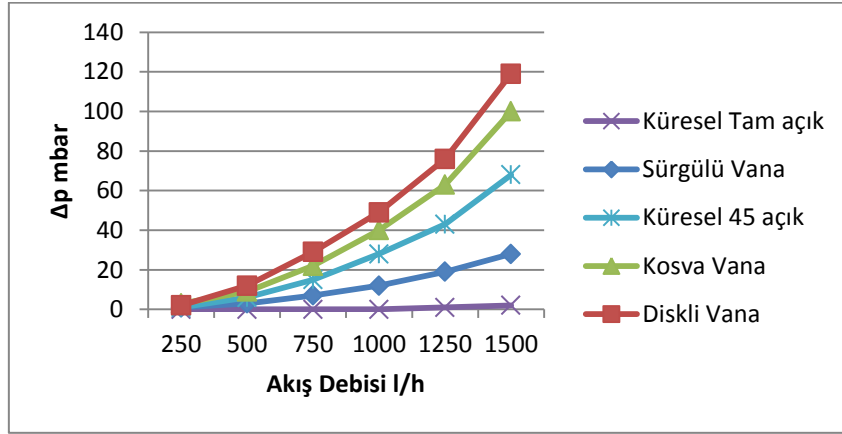


Tablo 2. (Devam)

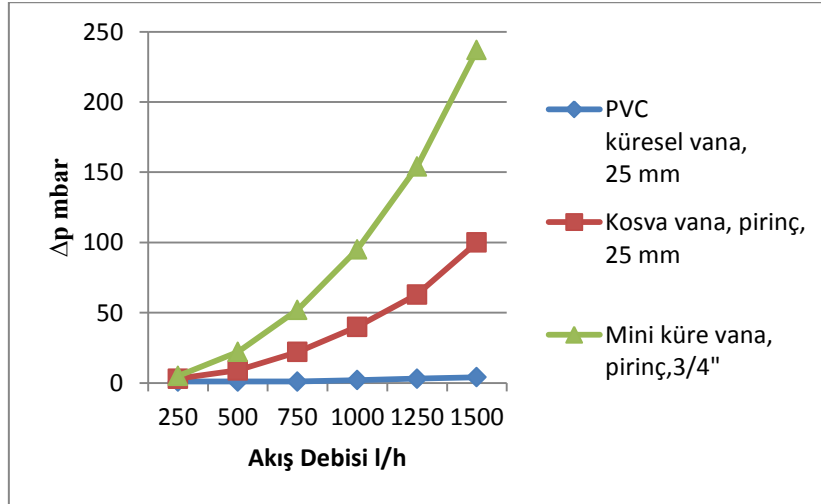
ÖLÇÜM	Debi [L/h]	Kesit [m ²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]	K=19,62 H ₀ /u ²
				Ortalama	11,06
Çalpara çek valf, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	25	1,422
	1250		1,547	14	1,147
	1000		1,238	10	1,280
	750		0,928	5	1,139
	500		0,619	3	1,536
	250		0,309	2	4,109
				Ortalama	1,304
Su sayacı, metal, ¾"	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	194	11,037
	1250		1,547	134	10,985
	1000		1,238	89	11,393
	750		0,928	60	13,669
	500		0,619	48	24,578
	250		0,309	41	84,249
				Ortalama	11,772
Radyatör vana, pirinç, ½"	1500	1,4095x10 ⁻⁴	2,955	326	7,324
	1250		2,462	216	6,991
	1000		1,970	132	6,673
	750		1,477	71	6,385
	500		0,985	32	6,471
	250		0,492	7	5,673
				Ortalama	6,586
Mini küresel vana, pirinç, ¾"	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	237	13,484
	1250		1,547	154	12,625
	1000		1,238	95	12,161
	750		0,928	52	11,846
	500		0,619	22	11,265
	250		0,309	5	10,274
				Ortalama	12,034
Yaylı çek valf, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	94	5,348
	1250		1,547	62	5,082
	1000		1,238	45	5,760
	750		0,928	34	7,746
	500		0,619	26	13,313
	250		0,309	20	41,097
				Ortalama	5,984
Basınç regülatörü, pirinç, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	531	30,211
	1250		1,547	346	28,365
	1000		1,238	225	28,803
	750		0,928	121	27,566
	500		0,619	55	28,163
	250		0,309	13	26,713
				Ortalama	28,303
Yarım dirsek, 45°, PVC, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	6	0,341
	1250		1,547	4	0,327
	1000		1,238	3	0,384
	750		0,928	2	0,455
	500		0,619	1	0,512
	250		0,309	0	0
				Ortalama	0,376
U parçası (4'lü dirsek), PVC, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	25	1,422
	1250		1,547	17	1,393
	1000		1,238	11	1,408
	750		0,928	6	1,366
	500		0,619	3	1,536
	250		0,309	2	4,109
				Ortalama	1,425

Tablo 2. (Devam)

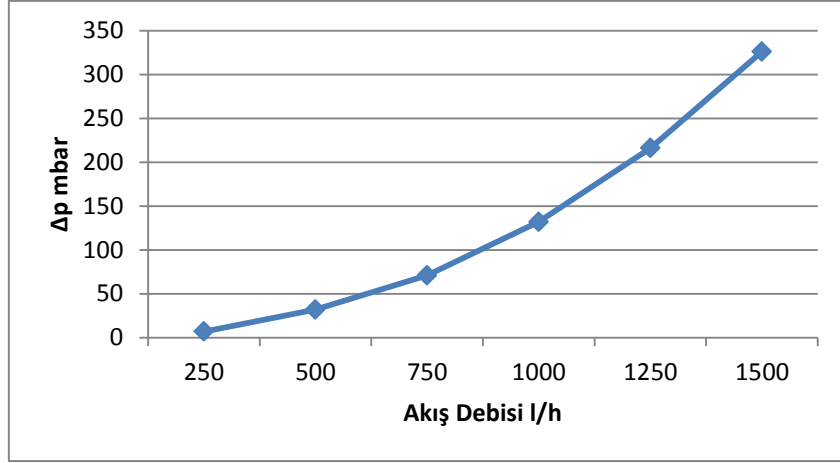
ÖLÇÜM	Debi [L/h]	Kesit [m ²]	Hız [m/s]	ΔP [mbar]		K=19,62 H ₀ /u ²	
				Tam açık	45° açık	45° açık	45° açık
PVC küresel vana, 25 mm	1500	2,2420x10 ⁻⁴	1,857	4	0,227	583	33,16
	1250		1,547	3	0,245	379	31,07
	1000		1,238	2	0,256	253	32,38
	750		0,928	1	0,227	129	29,38
	500		0,619	1	0,542	63	32,25
	250		0,309	1	2,054	15	30,82
			Ortalama		0,238		31,51



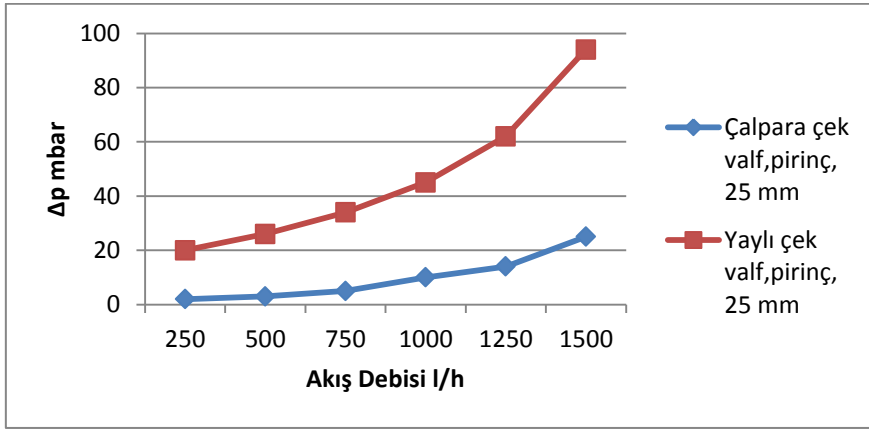
Şekil 4. Küresel, sürgülü, diskli ve kosva vanada ölçülen basınç kayıpları



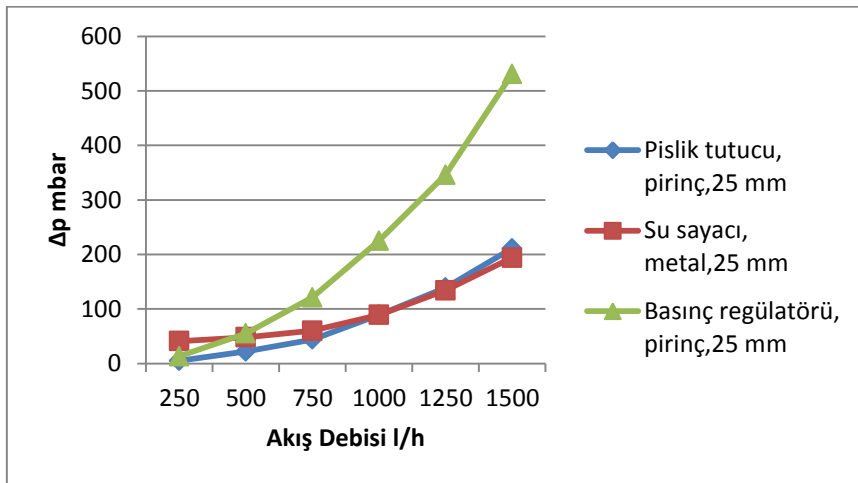
Şekil 5. Farklı küresel vanalarda ölçülen basınç kayıpları



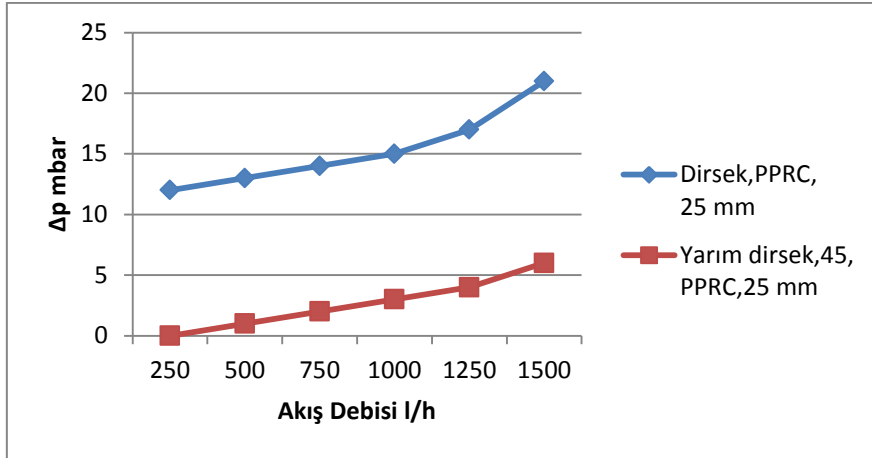
Şekil 6. Radyatör vanasında ölçülen basınç kayıpları



Şekil 7. Çalpara çek valf ve yaylı çek valfte ölçülen basınç kayıpları



Şekil 8. Pislik tutucu, su sayacı ve basınç regülatöründe ölçülen basınç kayıpları



Şekil 9. Tam dirsek ve yarım dirsekte ölçülen basınç kayıpları

Tablo 3. Ölçülen ve kuramsal olarak verilen yerel kayıp katsayıları (K değerleri) [2],[3]

BAĞLANTI ELEMANI	ÖLÇÜLEN K	TABLO K
Dirsek, PVC, 25 mm	2,85	1,75
Te, galvaniz, 3/4" (yatay akış)	0,351	0,90
Te, galvaniz, 3/4" (düşey akış)	0,781	2,1
Pislik tutucu, piriç, 25 mm	11,06	3,19
Su sayacı, metal, 3/4"	11,77	98
Çalpara çek valf, piriç, 25 mm	1,3	2,5
Yaylı çek valf, piriç, 25 mm	5,98	4,0
Basınç regülatörü, piriç, 25 mm	28,3	?
Yarım dirsek, 45°, PVC, 25 mm	0,376	0,35
U parçası (4'lü dirsek), PVC, 25 mm	3,78	1,75
İçten dişli Te, PVC, 25 mm (düşey akış)	2,68	2,1
Küresel vana, piriç, 3/4" (tam açık)	0,032	0,05
(1/2 açık)	3,25	4,0
Sürgülü vana, piriç, 3/4" (tam açık)	1,64	0,2
Diskli vana, piriç, 3/4" (tam açık)	6,02	10,0
Kosva vana, piriç, 3/4" (tam açık)	5,29	4,3
Mini küresel vana, piriç, 3/4" (tam açık)	12,03	?
Radyatör vanası, 1/2" (tam açık)	6,586	?
PVC küresel vana, 25 mm (tam açık)	0,238	?

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan deneysel çalışmalarda elde edilen basınç kayıpları ve yerel direnç kayıp katsayıları genellikle kuramsal hesaplamalardan farklı çıkmaktadır. K değerleri bağlantı elemanlarının geometrik şekli, anma çapı ve ortalama akış hızına bağlı olarak değişmektedir. Özellikle enerji verimli sistemler tasarlamak için doğru sürtünme ve akış direnç katsayılarına ihtiyaç vardır. Ancak ülkemizde üretilen farklı malzemelerden yapılmış boru ve bağlantı elemanları için deneysel verilere dayanan basınç kaybı ve kayıp katsayısı (K) değerlerine ihtiyaç vardır.

Günümüzde sıhhi tesisatta hesaplamalarında kullanılan "temiz su yükleme birimi" yerine debiyeye dayalı akış hızlarını esas alan akışkanlar mekaniği prensiplerinin uygulandığı hesaplama yöntemlerini tercih etmemiz gereklidir.



Yine sulu sistem hesaplarında kullanılan yazılımlara, boru ve bağlantı elemanları ile ilgili doğru verilerin girilmesi, doğru ve enerji verimli projeler üretilebilmesi için önemlidir.

KAYNAKLAR

- [1] KINSKI, R, “**Applied Fluid Mechanics**”, Mc-Graw Hill, 1992.
- [2] WHITE, Frank M., “**Fluid Mechanics**”, Fourth Edition, Mc Graw Hill 2001.
- [3] R. KINSKI, Applied Fluid Mechanics”, Copyright©1982 McGrawhille Kitap Şirketi Avustralya Pity Limited.
- [4] WILO POMPA, “Bilginin Üstünlüğü-Wilo-Pompa teknolojisinin temel prensipleri”,EİE Semineri, Eylül 2006.
- [5] Derya ÇUHA, “Santrifüj Pompa Sistemlerinde Enerji Tasarrufu”, EİE Semineri, Eylül 2006.
- [6] BULGURCU, H., “**T-420 Basınç Kayıpları Eğitim Seti-Deney Föyleri**”, Deneysan Eğitim Cihazları San. ve Tic. Ltd. Şti. 2014 BALIKESİR
- [7] http://www.engineeringtoolbox.com/minor-loss-coefficients-pipes-d_626.html (12.10.2013 tarihinde erişildi)

ÖZGEÇMİŞLER

Hüseyin BULGURCU

1962 yılında İzmir Kınık'ta doğdu. 1984 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Enerji dalından lisans, 1989 yılında M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünden Yüksek Lisans, 1994 yılında aynı Enstitüden Doktora dereceleri aldı. 1995 yılında Y. Doçent, 2013 yılında Doçent oldu. 1986-1989 yılları arasında Kartal Teknik Lisesinde, 1989-1995 yılları arasında Çankırı Meslek Yüksekokulunda öğretim elemanı olarak çalıştı. 1994 yılında İngiltere'de mesleki araştırmalarda bulundu. 1995-2012 yılları arasında Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında çalıştı. Ağustos 2012'den bu yana Balıkesir Mühendislik Mimarlık Fakültesi'nde çalışmalarına devam etmektedir. 2005 yılında kurduğu deney setleri üreten bir firmanın eğitim danışmanıdır. Evli ve iki çocukludur.

Semin KAYA

1963 yılında Balıkesir'de doğdu. 1985 yılında Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde lisans, 1987 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. Doktora eğitimini ise, yine Yıldız Teknik Üniversitesinde 1997 yılında tamamladı. 1997 yılından itibaren Balıkesir Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesinin Makine Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.