

VANA VE SÜZGEÇLERİN BİRLİKTE KULLANILMASI DURUMUNDA BASINÇ DÜŞÜŞÜNÜN BELİRLENMESİ

Y. Doç Dr. İbrahim GENTEZ

1949 yılında İstanbul'da doğdu. 1972 yılında İTÜ Makina Fakültesi'nden mezun oldu. 1973 yılından bu yana Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinde Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

ÖZET:

Bu çalışmada piyasada mevcut ve pratikte aynı amaçla kullanılan değişik tipte vana ve süzgeçlerin tesiste birlikte kullanılması durumunda meydana gelecek basınç düşüşünün belirlenmesi için söz konusu elemanların tek-tek ve peş-peşe bağlı olarak birlikte enerji kayıp katsayıları deneysel olarak tespit edilmiştir.

Belirlenen kayıp katsayılarına göre, her bir elemanda ve vana-süzgeç vana ikilisinin arasında boru parçası kullanılmaksızın birlikte kullanılmaları durumunda; sistemden geçen akışkan miktarı (debi) ile meydana gelecek enerji kaybı (basınç düşüşü) değişimi grafik olarak sunulmuştur. Sonuç olarak bulunan değerler irdelenmiş ve tercihler açık bir şekilde sunulmuştur.

1. GİRİŞ:

Teknik akışkan ortam naklinin söz konusu olduğu bir sistemin proje safhasındaki hesaplamalarında enerji sarfiyatının doğru olarak belirlenmesi oldukça büyük bir önem taşır. Bunun için sistemin çok iyi analiz edilerek enerji kaybına neden olacak elemanların uygun seçilmesi ve kullanılması gerekmektedir.

Vana ve süzgeç gibi yersel (lokal) enerji kaybına neden olan elemanlarda meydana gelecek basınç düşüşünün; akım çizgilerinin yön değiştirmesi ve bozulması sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu nedenle yersel enerji kaybının minimuma indirilebilmesi, akım hatlarının minimum bozulmasına neden olacak dizaynının gerçekleşmesi ile mümkün olabilir. Ayrıca, yersel enerji kaybına neden olan elemanların seri bağlı olarak boru devresinde kullanılması gerektiğinde, aralarında boru iç çapının minimum altı katı kadar bir mesafe olması gerektiği ve bu koşullar altında söz konusu elemanlar için verilen kayıp katsayısı değerlerinin geçerli olabileceği bilinmektedir. Aksi takdirde, bir önceki elemanda akım hatları bozulan akışkan ortam bir diğer düzensizliğe neden olacak elemana gireceğinden bu eleman için enerji kayıp katsayısının, ilgili literatürlerde veya imalatçısı firma tarafından verilen değerden farklı olacağı unutulmamalıdır. Bu durumda, meydana gelecek basınç düşüşünün belirlenmesi problem teşkil eder.

Bu çalışmada kıyaslama yapabilmek gayesi ile 50 mm anma çapında baskılı (salmastralı) ve pistonlu (ringli) vana ile T ve Y tipi süzgeç (pislik tutucu) test edilmek suretiyle K kayıp katsayısı değerleri belirlenmiş olup iki tip süzgeç ile iki tip vananın peş-peşe bağlı olarak aralarında boru parçası olmadan tesiste kullanılması durumunda meydana gelecek basınç düşüşünün he-saplanabilmesi için gerekli olan vana ve süzgeç ikilisinin K enerji kayıp katsayısı, akış doğrultusunda vana-süzgeç ve süzgeç-vana konumları için belirlenmiştir.

Belirlenen K kayıp katsayısı değerlerine göre, söz konusu elemanlardan geçen akışkan miktarı ile basınç düşüşü değişimi de çıkarılmıştır.

2.KURAMSAL İNCELEME:

Yersel enerji kaybına neden olan bir elemanın enerji kaybı ifadesi akışkan ortamın birim ağırlığı için:

$$H_k = K \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

olarak yazılır. Buradira H_k ; meydana gelen enerji kaybı K; kayıp katsayısı V ise kayıp doğuran elemandan sonraki akış kesitine ait akımın ortalama hızıdır.

Şekil 1'de görüldüğü gibi, yatay düzenlenmiş ve giriş-çıkış kesitleri aynı olan test edilecek elemandan geçen suyun akımında meydana gelen enerji kaybının belirlenmesi için elemanın giriş ve çıkış kesitlerine yerleştirilmiş bir (civalı) diferansiyel manometrede okunacak Δh civa seviye farkı yardımıyla belirnecek basınç düşüşü:

$$\Delta p = \Delta h (\gamma_c - \gamma_s) \quad (2)$$

şeklindedir. Enerjinin korunumu gereği:

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = H_k \quad (3)$$

olup çıkış kesitindeki akımın ortalama hızı, akımın debisi yardımıyla:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (4)$$

olarak yazıldığındatest edilen elemanın kayıp katsayısını veren ifade:

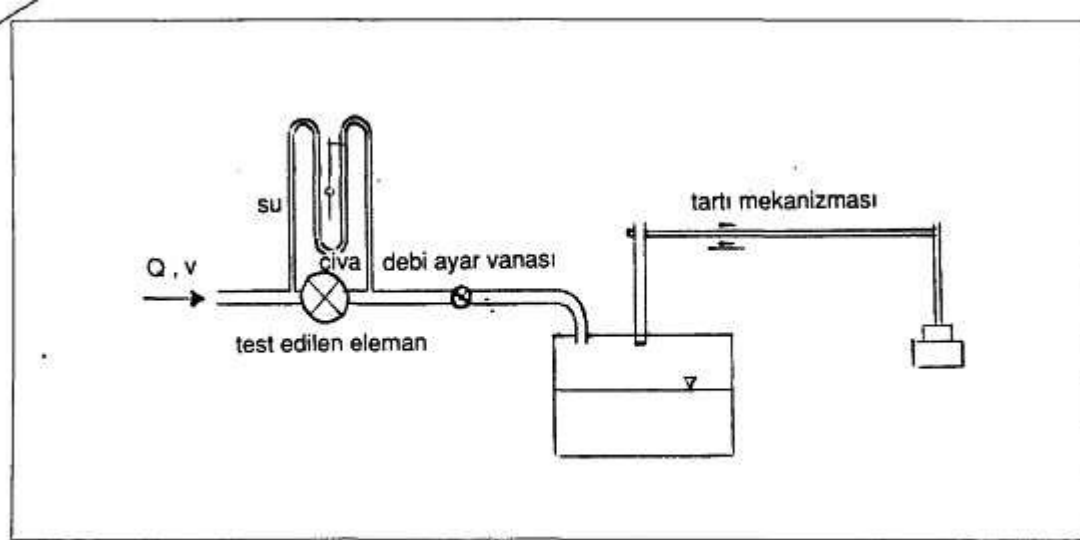
$$K = \frac{\pi^2 g D^4 \Delta h \left[\frac{\gamma_c}{\gamma_s} - 1 \right]}{8Q^2} \quad (5)$$

olarak yazılır. Sistemden geçen akımın belirlenen debi değerinde okunacak Δh civa seviye farkı yardımıyla, elemanın kayıp katsayısı K, (5) ifadesinden saptanabilir.

3.DENEYSEL ÇALIŞMA:

Deney setinin şeması Şekil 1'de gösterilmiştir. Sistem bir pompa tarafından beslenmekte ve 1 lik boru şebekesi ile karalı devre olarak çalışmaktadır. Teste tabi tutulan elemanlar, kademeli bir redüksiyon bağlantısı ile sisteme monte edilmekte ve lokal kayıp elemanının giriş ve çıkışı arasındaki basınç farkı civalı diferansiyel manometre yardımıyla tespit edilmektedir. Deney esnasında sistemin debisi tesisat çıkışına yerleştirilen bir vana ile ayarlanmakta ve değeri tartı mekanizmasıyla $W=7.5, 15, 22.5$ ve 30 (kg kütle veya) litre hacmindeki suyun birikmesi için geçen zaman $t(s)$, kronometreden okunarak; $Q=(W/t)$. 10^{-3} 'den m^3/s olarak hesaplanmaktadır.

Su ile yapılan deneylerde; 50 mm anma çapındaki vana ve süzgeçlere ait K kayıp katsayısı değerleri, kuramsal inceleme kısmında verilen (5) bağıntısında $g=9.81 \text{ m/s}^2$ (γ_c/γ_s) = 13.6 ve iç çap $D= 53 \text{ mm}$ olarak ölçülen gerçek değer kullanılarak, yapılan en az on ölçümden altı tanesi esas alınmış ve hesaplamalar yapılarak tablolar teşkil edilmiştir.



Şekil 1 : Deney setinin şematik görünümü

Tablo1. Pistonlu (ringli) vana kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

$\Delta h(\text{mm Hg})$	W(lt)	t (s)	K	
21.4	22.5	11.97	7.289	Ortalama kayıp katsayısı K= 6.930
19.7	22.5	12.38	7.178	
15.7	15	9.11	6.969	
8.15	15	11.92	6.772	
5.5	15	15.06	6.672	
24.6	22.5	10.705	6.702	

Tablo 2. Baskılı vana için kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

$\Delta h(\text{mm Hg})$	W(lt)	t (s)	K	
7	15	10.565	4.177	Ortalama kayıp katsayısı K=4.421
9.6	15	9.17	4.316	
11.5	15	8.265	4.2	
13.7	15	7.86	4.525	
15.8	15	7.58	4.854	
10.9	15	8.745	4.457	

Tablo 3. Y tipi süzgeç için kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
12.5	22.5	11.315	3.804	Ortalama kayıp katsayısı K= 3.956
11.6	15	7.86	3.832	
10.1	15	8.435	3.843	
8.9	15	9.315	4.13	
6.4	15	11.015	4.153	
3.1	15	15.485	3.976	

Tablo 4. T tipi süzgeç için kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
4.5	22.5	22.825	5.571	Ortalama kayıp katsayısı K=5.688
14.5	22.5	12.735	5.588	
17.9	22.5	11.05	5.194	
20.8	22.5	10.83	5.797	
11.6	22.5	10.74	5.921	
22.1	22.5	10.74	6.058	

Tablo 5. Akım doğrultusunda T tipi süzgeç önde iken Baskılı vana ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
26	22.5	12.935	10.338	Ortalama kayıp katsayısı K= 10.695
35	22.5	10.975	10.018	
36.2	22.5	10.965	10.343	
37.6	22.5	10.915	10.654	
18	22.5	16.225	11.26	
37.5	22.5	11.435	11.571	

Tablo 6. Akım doğrultusunda T tipi süzgeç önde iken Pistonlu vana ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
42	22.5	11.45	13.085	Ortalama kayıp katsayısı K= 14.698
48	22.5	11.385	14.785	
50	22.5	10.62	13.401	
51.2	22.5	11.51	16.119	
50.5	22.5	11.44	15.706	
51	22.5	11.16	15.095	

Tablo 7. Akım doğrultusunda Y tipi süzgeç önde iken Baskılı vana ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
10	22.5	21.67	11.159	Ortalama kayıp katsayısı K= 10.317
31.8	22.5	11.565	10.107	
33.3	22.5	11.2	9.926	
34.5	22.5	11.075	10.056	
34.8	22.5	11.06	10.116	
37.2	22.5	10.92	10.541	

Tablo 8. Akım doğrultusunda Y tipi süzgeç önde iken Pistonlu vana ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
12	22.5	21.7	13.428	Ortalama kayıp katsayısı K= 13.303
38	22.5	11.765	12.499	
45	22.5	11.39	13.873	
47	22.5	10.935	13.355	
49	22.5	10.865	13.746	
44	22.5	11.115	12.918	

Tablo 9. Akım doğrultusunda Baskılı vana önde iken T tipi süzgeç ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
25.2	22.5	12.97	10.074	
34.8	22.5	10.98	9.97	
37.8	22.5	10.015	10.889	Ortalama kayıp katsayısı K= 10.632
39.1	22.5	10.955	11.151	
17	22.5	16.175	10.569	
32	22.5	12.105	11.143	

Tablo 10. Akım doğrultusunda Pistonlu vana önde iken T tipi süzgeç ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

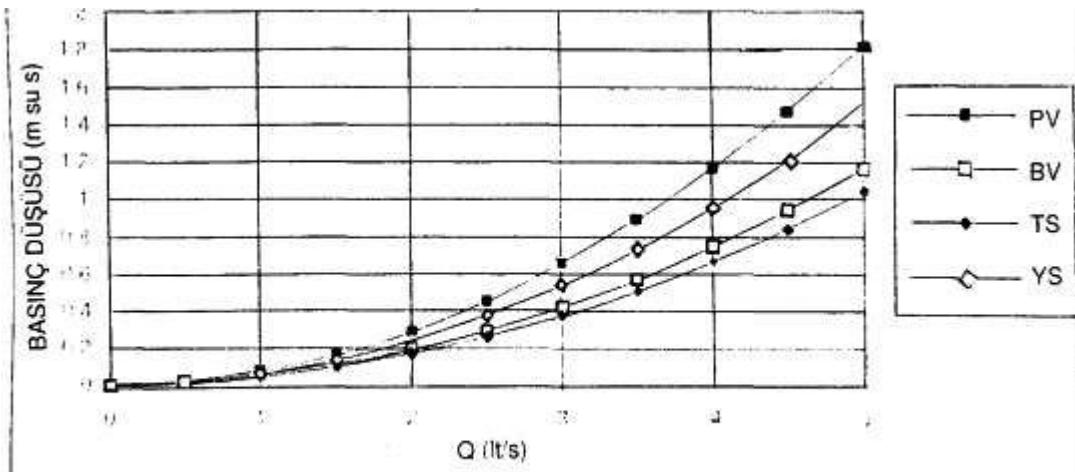
Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
46	22.5	10.77	12.68	
47	22.5	10.97	13.727	
47	22.5	11.56	14.926	Ortalama kayıp katsayısı K= 13.440
35	22.5	13.015	14.089	
11	22.5	21.855	12.486	
3	22.5	42.265	12.735	

Tablo 11. Akım doğrultusunda baskılı vana önde iken Y tipi süzgeç ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

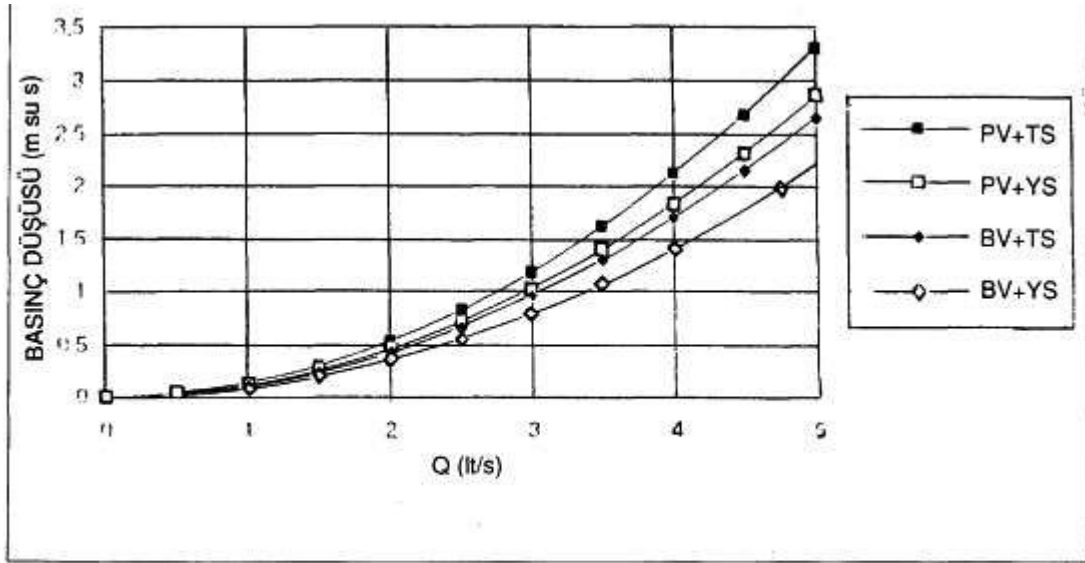
Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
8.9	22.5	22.355	10.569	
25	22.5	13.015	10.063	
31.2	22.5	11.485	9.78	Ortalama kayıp katsayısı K= 10.078
35.8	22.5	10.785	9.895	
33.9	22.5	11.205	10.114	
33.6	22.5	11.22	10.052	

Tablo 12. Akım doğrultusunda Pistonlu vana önde iken Y tipi süzgeç ile beraber kayıp katsayısı K'nın hesaplanan değerleri

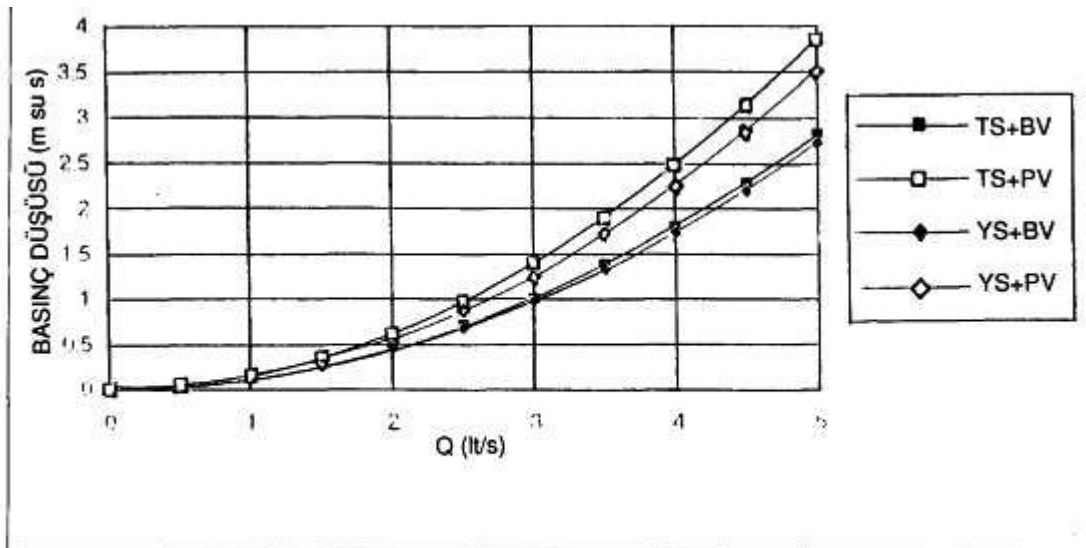
Δh (mm Hg)	W(lt)	t (s)	K	
10.3	22.5	23.11	13.072	
31.8	22.5	13.095	12.959	
44	22.5	11.14	12.976	Ortalama kayıp katsayısı K= 13.09
47.3	22.5	10.88	13.306	
46	22.5	10.89	12.964	
46.8	22.5	10.925	13.274	



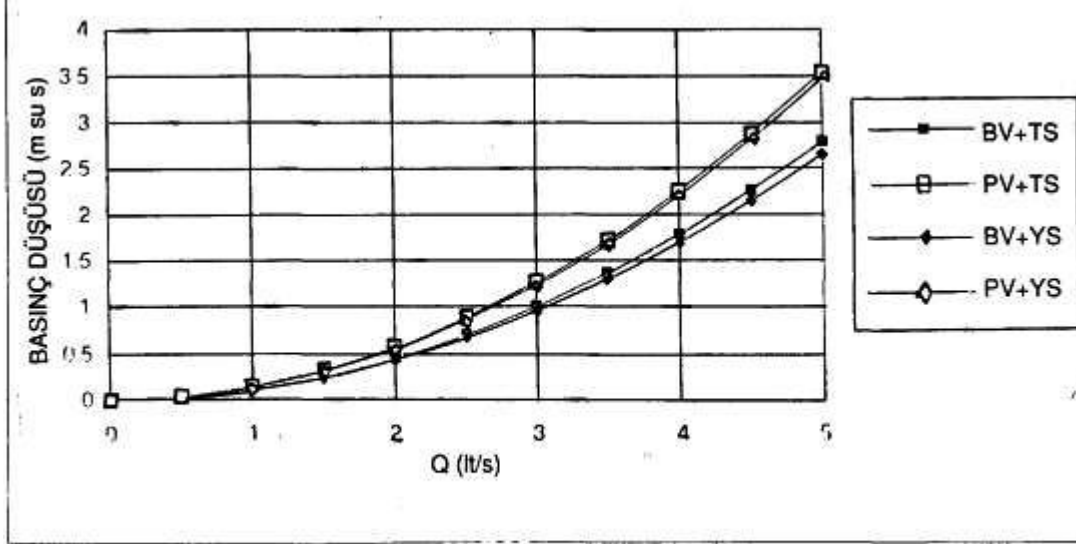
Şekil 2. Debi değişimine göre 50mm anma çaplı baskılı vana, pistonlu vana, T tipi süzgeç, Y tipi süzgeçler için basınç düşüşü ($\Delta P/\gamma$)'nin değişimi



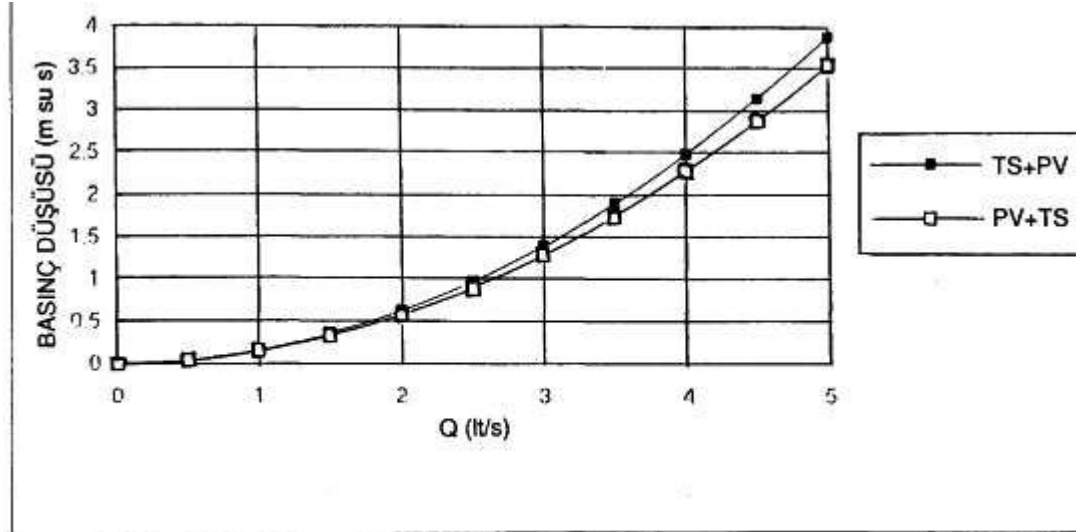
Şekil 3. 50 mm anma çaplı değişik tipte vana ve süzgeçlerin uygun düzenlenmiş olması durumunda debi-basınç düşüşü ($\Delta P / \gamma$)'nın değişimi



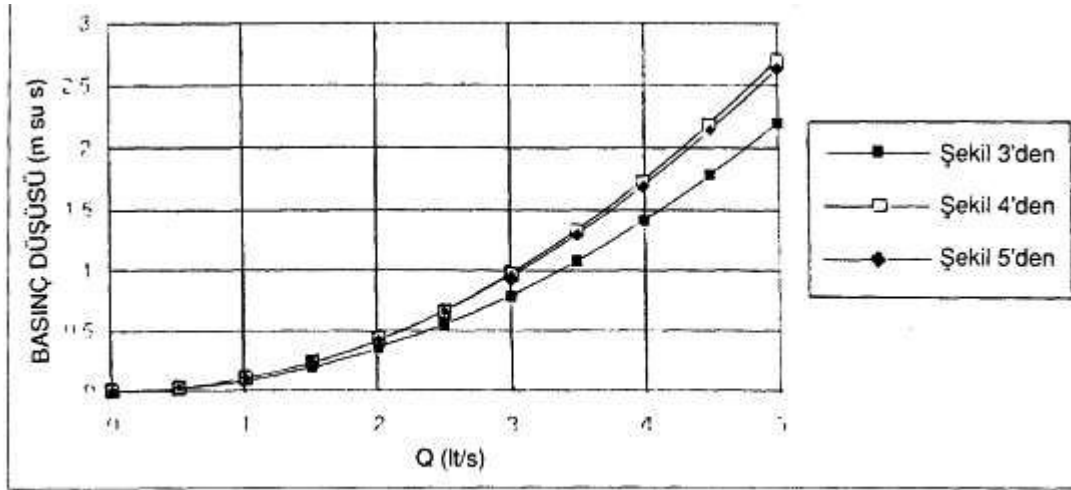
Şekil 4. Akım doğrultusunda süzgeç önde iken debi değişimine göre 50 mm anma çaplı değişik tipte süzgeç ve vana ikilisinde debi-basınç düşüşü ($\Delta P / \gamma$)'nın değişimi



Şekil 5. Akım doğrultusunda önde iken debi değişimine göre 50 mm anma çaplı değişik tipte süzgeç ve vana ikilisinde debi basınç düşüşü ($\Delta P / \gamma$)'nin değişimi



Şekil 6. 50 mm çaplı pistonlu vana ile T süzgecin birlikte kullanılması durumunda; akım doğrultusuna göre eleman yerinin basınç düşüşü üzerindeki etkisi



Şekil 7. 50 mm anma çaplı baskılı vana ile Y tipi süzgecin tesiste kullanılmaları durumunda yerleşim konumlarının basınç düşüşüne etkisi

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Yapılan deneysel çalışmada, iki farklı tipte tam açık konumda vana ve süzgeçler için K kayıp katsayısı değerleri belirlenmiş ve belirlenen K değerleri, test edilen her bir eleman için ortalama değer alınmak suretiyle Tablo 1,2,3, ve 4'de verilmiştir.

Test edilen elemanların K kayıp katsayısının ortalama değerleri göz önünde bulundurularak, Şekil 2'de; bu dört eleman için debi-basınç düşüşü değişimi grafik olarak sunulmuştur. Şekil 2'de, enerji kaybı bakımından vanaya kıyasla ve Y tipi süzgecin de T tipi süzgece nazaran daha avantajlı olduğu açıkça görülmektedir. Zira, yapılan deneysel çalışma sonucunda belirlenen kayıp katsayısı değerleri göz önüne alındığında, baskılı vana'da $KBV=4.421$ iken pistonlu vana'da $KBV=6.930$ 'dur. Bu ise; aynı akım debisinde pistonlu vananın baskılı vanaya kıyasla yaklaşık olarak 1.56 katı kadar daha fazla enerji kaybına neden olacağını göstermektedir. Benzer şekilde süzgeçler arasında bir karşılaştırma yapıldığında T süzgeç için $KTS=5.688$ olup Y süzgeç $KYS=3.956$ dir. Bu da; aynı akım debisinde T süzgecin Y süzgece göre yaklaşık olarak 1.44 defa daha fazla basınç düşüşüne sebebiyet vereceğini ifade eder. Bu nedenle, baskılı vana ile Y tipi süzgecin tercih edilmesi gerektiği söylenebilir.

Anma çapı 50 mm olan, bir tesiste kullanılacak vana ve süzgeçler için ön görülen akım debisinde meydana gelecek enerji kayıpları uygun dizayn durumunda (yani vana ve süzgeç arasında gerekli mesafe bırakılmış ise) kullanılacak vana ve süzgeç tipine göre tek-tek belirlenen K kayıp katsayıları yardımı ile kolayca belirlenebilir. Bu durumda; akım doğrultusunda vana veya süzgecin önce veya sonra olması kullanıcının tercihine bağlı olup, basınç düşüşünü etkilemeyecektir. Böyle bir düzenlemede vana ve süzgeç ikilisi için debi-basınç düşüşü değişimi Şekil 3'de verilen değişim eğrilerinden açıkça görüldüğü gibi; baskılı vana -Y tipi süzgeç ikilisinin minimum enerji kaybına neden olmasına karşılık, pistonlu vana-T tipi süzgeç ikilisinin maximum enerji kaybına sebebiyet verdiği izlenmektedir.

Her ne kadar kuramsal olarak tavsiye edilmiyor ise de, vana süzgeçler peş-peşe bağlı olarak (aralarında gerekli boru elemanı olmaksızın) kullanıldığında ilgili elemanların tek-tek belirlenen K kayıp katsayısı değerlerinin toplamının hesaplamalarda kullanılmayacağı yapılan deneysel çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Ayrıca, bu tarzda kullanılma durumunda akım doğrultusunun da basınç düşüşü üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Bu konuda yapılan deneysel çalışmalarda, akım doğrultusunda süzgecin önde yer alması durumunda elde edilen değerler Tablo 5.6.7. ve 8'de ve akım doğrultusunda vananın önde yer alması durumunda elde edilen değerler Tablo 9.10.11. ve 12'de verilmiştir.

Birlikte test edilen elemanların ortak K kayıp katsayısının ortalama değerleri göz önünde bulundurularak Şekil 4'de akım doğrultusunda süzgecin önde yer alması durumunda her iki elemanın birlikte yaratacağı basınç düşüşünün, debi ile değişimi grafik olarak çıkarılmıştır. Şekil 5'den açıkça görülebileceği gibi, birlikte peş peşe bağlı olarak kullanılma durumunda; akım yönüne göre vananın önde yer alması, her tip vana ve süzgeç kombinasyonunda enerji kaybı bakımından daha avantajlıdır. Bu durum, Şekil 6'da kıyaslama yapabilmek gayesi ile sadece pistonlu vana ve T tip süzgeç ikilisi için belirtilmiştir.

Yapılan deneysel çalışmaların değerlendirilmesi sonucu, enerji kaybı bakımından en uygun vana, baskılı tip olup, süzgeç ise Y tipidir. Baskılı vana ve Y tipi süzgecin tesiste kullanılması durumunda; Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'de verilen debi-basınç düşüşü değişimi, Şekil 7'de birlikte verilerek kullanıcıya en doğru tercihi yapabileme imkanı sağlanmıştır.