

## AKIŞKAN DEBİSİ ÖLÇÜMÜ YAPAN CİHAZLARIN SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

*Başak AKSELLİ YILMAZKAYA - Hakan KAYKISIZLI - Dr. Vahit ÇİFTÇİ*

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.K. 21 41470 Gebze/TÜRKİYE  
Tel: 262 646 63 55/554 E-mail: basak@ume.tubitak.gov.tr

### ÖZET

Değişik debilerde farklı akışkanlar için dizayn edilmiş çok sayıda cihaz arasından belli bir amaç için seçilecek sayacı belirlemek bazen çok güç olabilmektedir. Bu işlemin doğru yapılmaması sonucunda seçilen bir debimetreden istenen performans sağlanamayacak, ayrıca para ve zaman kaybına neden olunacaktır.

Bu seçimin en iyi şekilde yapılabilmesi için, pek çok çeşidi bulunan debimetrelerin özelliklerinin ve çalışma prensiplerinin iyi bilinmesi gereklidir. Debimetrenin çalışacağı koşullar net bir şekilde belirlendikten sonra, burada belirtilecek olan seçim prosedürüne göre hangi tip debimetrenin duruma uygun olacağı tesbit edilebilir. Ancak, daha zor durumlarda debimetre üreticisine veya bu konuda uzman bağımsız bir organizasyona danışmak gerekebilir.

Endüstride sıkça kullanılan debiölçerlerden; türbinmetreler, rotametreler manyetik debiölçerler, rotarymetreler, venturimetreler, coriolismetreler, vortexmetreler hakkında bazı karşılaştırmaların bilinmesi bu seçime yardımcı olacaktır. Bu amaçla burada, endüstrinin kullandığı sayaçlar; debi aralığı, kullanılan akışkan cinsi, sıcaklık aralığı ve performans gibi özellikler dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Debimetre seçimi, akışkan, performans.

### 1. DEBİMETRELERİN SINIFLANDIRILMASI

Piyasada yaygın şekilde bulunabilecek pek çok debimetre çeşidi mevcuttur. Bu debimetrelerin bir kısmı her türlü durum için elbetteki uygun değildir. Tablo 1.1'de görüldüğü gibi, debimetreler, bazı belli başlı çalışma prensiplerine göre sınıflandırılmış olup, 10 temel grup altında toplanmış ve bunlar hakkında kısa açıklamalarda bulunulmuştur [1].

Tablo 1.1. Debimetre Sınıflandırması

Grup	Tanımlama	Çalışma Prensibi
1	Orifizler, ventüriler ve nozullar	Basınç farkı-debi ilişkisi esasına göre çalışır.
2	Diğer diferansiyel basınç tipleri	Basınç farkı-debi ilişkisi esasına göre çalışır.
3	Pozitif yerdeğiştirmeli tipler	Hacmi bilinen ceplerin, akışkanı süpürme esasına göre çalışır.
4	Döner türbinli tipler	Akışın etkisi ile debimetrenin dönen elementinin, sabit bir hacim süpürmesi esasına göre çalışır.
5	Akışkan osilatörlü (titreşimli) tipler	Akışkanda salınım oluşturma esasına dayanır.
6	Elektromanyetik tipler	Faraday Kanunu'na dayanır.

7	Ultrasonik tipler	Bir vericiden karşısındaki alıcıya, akışkan içerisinde ultrasonik sinyaller gönderildiğinde algılanan frekans değeri ile debinin ilişkilendirilmesi esasına göre çalışır.
8	Direkt veya indirekt kütleli tipler	-Momentum metodu, -Titreşim verme veya ivmelendirme metodu -Diferansiyel basınç metodu -Isısal metod gibi esaslara göre yapılır.
9	Isısal tipler	-Isınan gövde akışa açılır ve soğuma hareketi akış hızı için bir ölçü olur, -Tutulan akışkana ısı transferi gerçekleşir. Isınma enerjisi ve akışkanın sıcaklık yükselmesi, kütleli debi ile ilişkilendirilir.
10	Çeşitli tipler	*Tracer tekniği: Akışkanın içine enjekte edilen bir parçacığın izlenmesi esasına dayanır.

\*Çeşitli tiplerde pek çok çalışma prensibi olduğu için, ilerdeki tablolarda bu grup için verilen örneğin çalışma prensibi verilmiştir.

## 2. GENEL SEÇİM PROSEDÜRÜ

Debimetre seçiminin başlangıç noktası; debisi ölçülecek olan akışkanın cinsinin, gaz mı, sıvı mı veya çok fazlı akışkan mı (Tablo 2.1) olduğudur. Bundan sonraki değerlendirmeler, daha detaylı olarak aşağıda başlıkları verilen 5 temel alanda yapılır [1, 2, 3].

Tablo 2.1. Uygulama alanlarına göre debimetre seçimi

Grup	Debimetre tipi	Sıvı		Gaz		Yağ		Kriyojenik	Hijyenik	Buhar	Çok Fazlı	Aşındırıcı Gaz	Aşındırıcı Sıvı
		Düşük Debi	Yüksek Debi	Düşük Debi	Yüksek Debi	Düşük Debi	Yüksek Debi						
1	Orifiz	Limitli	Evet	Limitli	Evet	Limitli	Limitli	Evet	Limitli	Evet	Limitli	Limitli	Limitli
2	Rotametre	Evet	Limitli	Evet	Limitli	Evet	Limitli	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Limitli
3	Rotary Piston	Limitli	Limitli	Hayır	Hayır	Limitli	Limitli	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
4	Türbin	Evet	Limitli	Limitli	Evet	Limitli	Limitli	Evet	Evet	Limitli	Hayır	Limitli	Limitli
5	Vortex	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
6	Elektromanyetik	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet
7	Ultrasonik	Hayır	Evet	Limitli	Evet	Limitli	Limitli	Limitli	Evet	Hayır	Hayır	Limitli	Limitli
8	Coriolis	Limitli	Limitli	Hayır	Hayır	Limitli	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Limitli	Hayır	Limitli
9	Termal	Evet	Hayır	Limitli	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
10	Tracer (parçacık izleyici)	Limitli	Evet	Limitli	Evet	Limitli	Limitli	Limitli	Hayır	Limitli	Hayır	Limitli	Limitli

a) Teknik özellikler ve performans açısından debimetre seçimi (Tablo 2.2):

Debimetrenin teknik özellikleri ve performansı değerlendirilirken;

- Doğruluk,
- Tekrarlanabilirlik,
- Lineerite,
- Minimum ölçülebilen debinin maksimumuna oranı,
- Basınç düşüşü,
- Çıkış sinyali karakteristiği,
- Algılama süresi,
- Belirsizlik,

gibi kriterler göz önünde bulundurulur.

Tablo 2.2. Debimetre seçimindeki teknik özellik ve performans faktörleri

Grup	Debimetre tipi	Lineerite (%)	Tekrarlanabilirlik (%)	Ölçüm Aralığı (Q <sub>max</sub> :Q <sub>min</sub> )	Max. debide basınç düşüşü <sup>1)</sup>	Ölçülen parametre	Veri alma süresi (minimum)	Doğruluk
1	Orifiz	*	*	3 veya 4:1	3-4	Debi	*	Orta
2	Rotametre	±2,0	±0,5	10:1	3	Debi	1 s	Düşük
3	Rotary Piston	±0,5	±0,2	10 veya 250:1	4-5	Toplam hacim	0,5 s	Yüksek
4	Türbin	±0,5	±0,02	10:1	3	Debi, toplam hacim	10 ms	Yüksek
5	Vortex	±1,0	±0,5	4 veya 40:1	3	Debi	0,5 s	Orta
6	Elektromanyetik	±0,5	±0,1	10 veya 100:1	1	Debi	0,2 s	Orta
7	Ultrasonik	±0,5	±0,5	10 veya 300:1	1	Debi	5 ms	Orta
8	Koriolis	±0,2	±0,2	10 veya 100:1	2-5	Debi	Çeşitli	Yüksek
9	Termal	±2,0	±0,5	10 veya 500:1	2	Debi	2 s	Orta
10	Tracer (parçacık izleyici)	Veri yok	Veri yok	1000:1	1	Hız	Bilinmiyor	Orta

\*Kullanılan diferansiyel basınç dönüştürücüsüne bağlı, <sup>1)</sup> 1 düşük ; 5 yüksek

b) Akışkan özellikleri (Tablo 2.3):

Akışkan özelliklerine göre yapılan seçim aşamasında;

- Akışkanın debi aralığına,
- Sıcaklığına,
- Basıncına,
- Yoğunluğuna,
- Viskozitesine,
- Kimyasal özelliklerine,
- Yüzey gerilmesine,
- Sıkışabilirliğine,
- Gerçek gaz etkilerine,
- Aşındırıcılık derecesine,
- Diğer fazların oranına,
- Diğer bileşenlerin oranına,

dikkat edilir. Bu özellikler, akışkanın geçeceği hatta ve debimetrede kullanılan malzemenin özelliklerini belirlemede de önemlidir.

Tablo 2.3. Akışkan özelliklerine göre debimetre seçimi

Grup	Debimetre tipi	Minimum Reynolds değeri	Maximum Basınç (bar)	Sıcaklık (°C)		Gaz (G) veya Sıvı (S)	İki Faz için uygunluk	Viskoz sıvılar için uygunluk
				Min	Max			
1	Orifiz	3*10 <sup>6</sup>	400	yok	650	G, S	Hayır	Limitli
2	Rotametre	Bilinmiyor	700	-80	400	G, S	Hayır	Evet
3	RotaryPiston	1*10 <sup>6</sup>	170	-40	170	S	Hayır	Evet
4	Türbin	1*10 <sup>6</sup>	400	-268	530	G, S	Hayır	Limitli
5	Vortex	2*10 <sup>6</sup>	260	-200	430	G, S	Mümkün	Limitli
6	Elektromanyetik	1*10 <sup>6</sup>	300	-60	220	S	Mümkün	Hayır
7	Ultrasonik	5*10 <sup>6</sup>	200	-200	250	G, S	Mümkün	Hayır
8	Koriolis	1*10 <sup>6</sup>	400	-240	400	G, S	Hayır	Limitli
9	Termal	Bilinmiyor	300	0	100	G, S	Hayır	Hayır
10	Tracer(parçacık izleyici)	1*10 <sup>6</sup>	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Bilinmiyor	G, S	Mümkün	Limitli

c) Hatta bağlanma ve bakım özellikleri (Tablo 2.4):

- Konum,
- Akış yönü,
- Giriş ve çıkış tarafında olması gereken düz boru mesafesi,
- Hattın boru çapı,
- Servis durumu,
- Yerel titreşimlerin etkisi,
- Vanaların yerleşimi,
- Elektriksel bağlantılar,
- Aksesuar tedarigi (Ör. filtre, akış doğrultucu, sıcaklık ve basınç dönüştürücü),
- Zararlı atmosfer,
- Düzenli olmayan veya kesikli akışın etkisi v.b.

debimetre seçimi yaparken önemli parametrelerdendir.

d) Çevresel koşulların durumu (Tablo 2.5):

- Ortam sıcaklığı,
- Nem,
- Güvenlik faktörü,
- Ortam basıncı,
- Çevreden gelen elektriksel gürültülerin etkisi,

debimetreden debimetreye farklılık gösterebilmektedir. Bu yüzden, kullanacağımız çevrenin şartlarına da uygun bir debimetre seçmemiz gerekir.

Tablo 2.4. Hatta bağlama koşullarına göre seçim kriterleri.

Grup	Debimetre tipi	Konum	Tek veya çift yönlü	Tavsiye edilen düz giriş hattı uzunluğu	Tavsiye edilen düz çıkış hattı uzunluğu	Filtre ihtiyacı	Boru çapı aralığı (mm)
1	Orifiz	Y, DY, DA, E	T, Ç	20D	5D	Hayır	6-2600
2	Rotametre	DY	T	0D	0D	Tavsiye edilebilir	2-600
3	Rotary Piston	Y, DY, DA, E	T	0D	0D	Evet	6-1000
4	Türbin	Y, DY, DA, E	T, Ç	20D	5D	Tavsiye edilebilir	5-600
5	Vortex	Y, DY, DA, E	T	10D	5D	Hayır	12-200
6	Elektro manyetik	Y, DY, DA, E	T, Ç	5D	2D	Hayır	2-3000
7	Ultrasonik	Y, DY, DA, E	T, Ç	10D	5D	Hayır	4-3000
8	Koriolis	Y, DY, DA, E	T, Ç	0D	0D	Hayır	6-150,
9	Termal	Y, DY, DA, E	T	bilinmiyor	bilinmiyor	Tavsiye edilebilir	2-300
10	Tracer (parçacık izleyici)	Y, DY, DA, E	T, Ç	Uygulanabilir değil	Uygulanabilir değil	Hayır	50-10000

\*Y: Yatay, DY: Dikey Yukarı, DA: Dikey Aşağı, E: Eğimli, D: Debimetre çapı

Tablo 2.5. Çevresel etkilere göre seçim kriterleri

Grup	Debimetre tipi	Sıcaklık Etkisi*	Güvenlik Faktörü	Su ve patlama korumalı versiyon	Elektromanyetik veya radyo frekans gürültüsü etkisi*
1	Orifiz	4	#	#	½
2	Rotametre	3	Mevcut	Mevcut	1
3	Rotary Piston	4	Mevcut	Mevcut	1/3
4	Türbin	3	Mevcut	Mevcut	4
5	Vortex	2	Mevcut	Mevcut	4
6	Elektromanyetik	1	Mevcut	Mevcut	3
7	Ultrasonik	¾	Mevcut değil	Mevcut	4
8	Koriolis	1	Mevcut	Mevcut/mevcut değil	4
9	Termal	4	Mevcut	Mevcut	2
10	Tracer (parçacık izleyici)	1	Gerekli değil	Gerekli değil	1

\*1: düşük-5. Yüksek, #Diferansiyel basınç ölçümüne bağlı

e) Ekonomiklik (Tablo 2.6):

- Satın alma fiyatı,
- Bağlantı masrafı,
- Operasyon masrafı,
- Tamir masrafı,
- Kalibrasyon masrafı,
- Cihazın ömrü,
- Yedek parça fiyatları ve ulaşılabilirlik,
- Pompalama gücü ve basınç yüksekliği kaybı,
- Teknik optimizasyon bilgilerine göre,

seçimdeki son eleme yapılabilir.

Tablo 2.6. Ekonomiklik yönünden seçim kriterleri [2]

Grup	Debimetre tipi	Satın alma fiyatı	Bağlanma masrafı	Kalib rayon masrafı	Operasyon masrafı	Tamir masrafı	Yedek parça fiyatları
1	Orifiz	Düşük	Yüksek	Düşük	Orta	Düşük	Düşük
2	Rotametre	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
3	Rotary Piston	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Yüksek
4	Türbin	Orta	Orta	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek
5	Vortex	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
6	Elektromanyetik	Orta	Orta	Orta	Düşük	Orta	Orta
7	Ultrasonik	Orta	Düşük	Orta	Düşük	Orta	Düşük
8	Koriolis	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta	Orta
9	Termal	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek	Orta
10	Tracer (parçacık izleyici)	Düşük	Düşük	Uygulanabilir değil	Yüksek	Düşük	Orta

### 3. SONUÇLAR

Bütün bu tablolardan da görüldüğü gibi, herbir debimetrenin farklı özellikleri vardır. Kullanılacak yere göre debimetrenin özelliklerini belirledikten sonra, yukarıda verilen değerlendirme kriterlerine göre sırası ile elemeler yapılarak hangisinin uygun olduğu kararlaştırılabilir. İlk olarak, debisi ölçülecek akışkanın cinsine göre ayırım yapıp, hatta kullanılacak akışkanın sıcaklığı, basıncı ve debi aralığı göz önüne alınarak ikinci bir eleme yapılmalıdır. Daha sonra belirsizlik, tekrarlanabilirlik, basınç düşüşü gibi performans özellikleri dikkate alınmalıdır. Bağlantı koşulları da oldukça önemlidir: Kullanılacak hattın boru çapı, boru hattının sayaca gelene kadar ve sayacıtan çıktıktan sonraki düz uzunluğu çoğu debimetre için göz ardı edilemeyecek bir özelliktir. Bağlama pozisyonunun da daha sonraki tamir, kalibrasyon gibi işlemler için, debimetrenin hat-tan kolay ayrılmasına izin verir şekilde olması lazımdır. Debimetrenin yerleştirildiği yerin, çevresel özellik-lerinin debimetre için herhangi bir problem yaratıp yaratmayacağı da kontrol edilmelidir. En son olarak da, alış fiyatı ve kullanım masrafları yönünden değerlendirmeler yapıp, son karar verilecektir.

Sonuç olarak, bir sistem dizayn edilirken, dizayn safhasının en başında debimetre seçiminin özenli bir şekil-de yapılması gereklidir. Aksi takdirde, montaj ve ölçüm esnasında zor durumlar ile karşılaşılabilceği gibi, yatırım da boşa yapılmış olacaktır.

### KAYNAKLAR

- [1] British Standard Institution, "Selection and application of flowmeters for the measurement of fluid flow in closed conduits", British Standard BS 7405: 1991, British Standard Institution, London, 1991.
- [2] NEL, 3 day course on "Basic Principles and practice of flow measurement" eğitim dökümanı, National Engineering Laboratory, Glasgow, 18-20 May 1999, Lecture No 18.
- [3] Lipták, Bela G., "Flow Measurement", Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1993, sy. 5-16.