

Orifis, Nozul ve Venturi Tip Akışölçerler

Bu tür akışölçerlerde, akışta kısıtlama yapılarak yaratılan basınç farkı (fark basınç), Bernoulli denkleminde işlenerek akış miktarı hesaplanır.

Bernoulli denkleminin kullanıldığı akış ölçüm metodlarında akış yönüne göre kısıtlama öncesi basınç, kısıtlama sonrasında daha büyüktür. Bu tür akışölçerler boru hattına monte edilen kısıtlama ekipmanına (venturi tüp, orifis, nozul vs.) göre isimlendirilirler.

Öncelikle Bernoulli denklemini açıklamamız gerekir:

Bernoulli Denklemi ve Akışölçerler

Akışın yatay düzlemde olduğu durumlarda (veya dikey kot farkının ihmal edilebildiği durumlarda) Bernoulli denklemi aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$p_1 + 1/2 \rho v_1^2 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2 \quad (1)$$

burada

p = basınç

ρ = yoğunluk

v = akış hızı

Dikey düzlemdeki akışlarda (1) nolu denkleme h_1 ve h_2 ilave edilmelidir.

Akış hızı profilinin homojen olduğu varsayılarak kısıtlama öncesi ve sonrasında akış sürekliliği denklemi bize aşağıdaki ifadeyi verir:

$$q = v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (2)$$

burada

q = akış miktarı

A = akış alanı (kesit alanı)

(1) ve (2) nolu denklemler birlikte çözüldüğünde ve $A_2 < A_1$ kabul edildiğinde "ideal" denklem bulunur.:

$$q = A_2 [2(p_1 - p_2) / \rho(1 - (A_2 / A_1)^2)]^{1/2} \quad (3)$$

Belli bir (A) kesit alanından akan akışkanın debisi (akış miktarı), yaratılan basınç farkına $p_1 - p_2$ göre bulunur.

Gerçek akış miktarı her zaman teorik hesaplanan değerden %2 ile %40 arasındaki bir oranda küçüktür. Bunun sebebi akış kısıtlayıcısının geometrisidir.

Deşarj (debi) sabiti ile ideal denklem (3) aşağıdaki şekilde yazılır:

$$q = c_d A_2 [2(p_1 - p_2) / \rho(1 - (A_2 / A_1)^2)]^{1/2} \quad (3b)$$

burada

$$c_d = \text{deşarj (debi) sabiti}$$

Deşaj (debi) sabiti c_d , kısıtlayıcının giriş ve çıkışındaki kesit alanlarının oranına bağlıdır.

$$\text{Alan oranı} = A_{vc} / A_2$$

burada

$$A_{vc} = \text{"vena contracta" alanı}$$

Vena Contracta kısıtlama ekipmanının kesit alanının en küçük olduğu bölgeye verilen isimdir. Burada akış hızı maksimuma çıkar. Burada akışkanın akıcılığı (viskozite) etkisi ise boyutsuz bir sayı olan Reynolds Sayısı Re ile gösterilir.

Bernoulli ve süreklilik denklemlerine göre "vena contracta" alanında akış hızı en yüksek ve basınç en düşük seviyededir. Ölçüm aparatından sonra hız kısıtlamadan önceki seviyesine düşer. Basınç ise kısıtlamadan kaynaklanan basınç kaybından dolayı öncekinden biraz daha düşük seviyede kalır.

Denklem (3) çaplara çevrildiğinde:

$$q = c_d \pi/4 D_2^2 [2(p_1 - p_2) / \rho(1 - d^4)]^{1/2} \quad (4)$$

burada

$$D_2 = \text{orifis, venturi veya nozzle iç çap}$$

$$D_1 = \text{Boru çapı (gidiş ve dönüş)}$$

$$d = D_2 / D_1 \text{ çap oranı}$$

$$\pi = 3.14$$

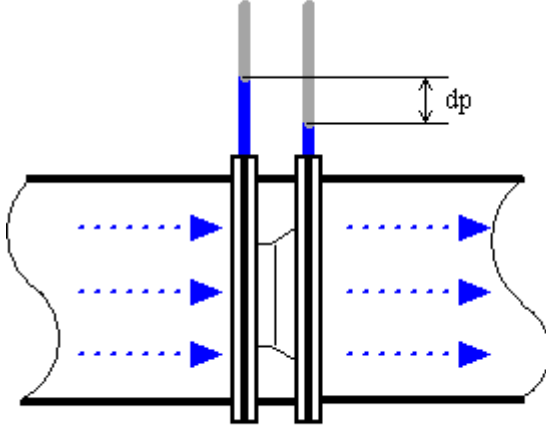
Denklem (4) akışkanların yoğunlukları ile çarpılarak kütleli akış miktarı aşağıdaki şekilde bulunur:

$$m = c_d \pi/4 D_2^2 \rho [2(p_1 - p_2) / \rho(1 - d^4)]^{1/2} \quad (5)$$

Gazlarda kütleli debi (akış miktarı) bulunurken, basınç düşümü ve yoğunluktaki değişim dikkate alınmalıdır. Yukarıdaki formül basınç ve yoğunlukta küçük değişimler var ise kullanılmalıdır.

Orifice Plakası

Orifis plakası, içine delik açılmış düz bir metalden ibarettir. Orifisin üzerinde giriş kısmından yüksek, çıkış kısmından alçak basıncın alındığı basınç ağzları bulunur. Basınç ağzlarının yerleşimi endüstride 3 ayrı şekilde olmaktadır. Bunlar en yaygın kullanılanlardır. Orifis katsayısı için bu basınç ağzlarının yerleşimi çok iyi bilinmelidir.



- Flanş yerleşimi – Orifisin giriş kısmından 1 inch uzaklıktan yüksek basınç, çıkış kısmından 1 inch uzaklıktan düşük basınç ağız alınır.
- Vena contracta yerleşimi - Girişten 1 boru çapı uzaklıktan yüksek basınç (gerçekte içerde) ve orifis plaka yüzeyine göre 0.3 ila 0.8 boru çapı uzaklıktan çıkış tarafından düşük basınç ağız alınır.
- Boru yerleşimi – Nominal boru çapının 2.5 katı mesafeden giriş tarafından yüksek basınç, 8 kat mesafeden çıkış tarafından düşük basınç ağız alınır.

Deşarj (debi) sabiti - c_d - alan oranı ve reynolds sayısının değişimi ile değişmektedir. Deşarj sabiti - c_d - 0.60 değeri standart olarak kabul edilebilir, ancak düşük reynolds sayılarında bu değeri değiştirmek gerekecektir. Bu konuda aşağıdaki tablo kullanılmalıdır.

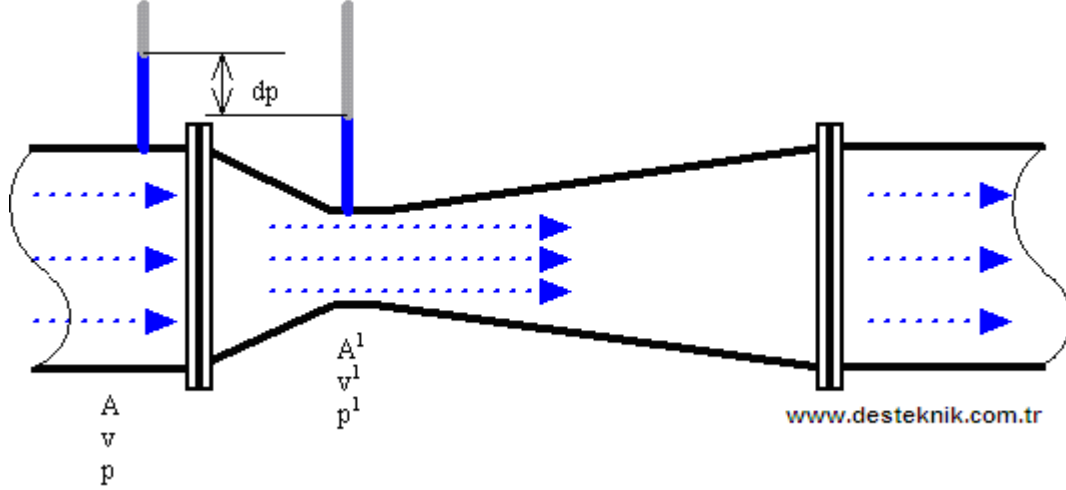
Deşarj Sabiti c_d	Reynolds Sayısı - Re			
Çap Oranı $d = D_2 / D_1$	10^4	10^5	10^6	10^7
0.2	0.60	0.595	0.594	0.594
0.4	0.61	0.603	0.598	0.598
0.5	0.62	0.608	0.603	0.603
0.6	0.63	0.61	0.608	0.608
0.7	0.64	0.614	0.609	0.609

Orifis plakasında oluşacak basınç kaybı alan (çap) oranına bağlıdır. Örneğin 0.5 alan oranı için çıkıştaki basınç girişin % 70-75 i oranına düşer.

- Orifis plakası, temiz, kirli sıvılar hatta bazı çamurlu akışkanlar için bile kullanılabilir.
- Aralık oranı (Rangeability) 4 e 1 dir.
- Basınç kaybı orta seviyededir.
- Tipik hassasiyet, tam ıskalanın %2 ile %4 ü kadardır.
- Viskozite etkisi yüksektir.
- Maliyeti düşüktür.

Venturi

Venturi metrede akışkan, 15-20° konik bir yapıya sahip venturi tüpünden geçer. accelerated through a converging cone of angle and the pressure difference between the upstream side of the cone and the throat is measured and provides the signal for the rate of flow.



Akışkan , açısı (5-7°) olan giriş konisinden geçtiği anda sahip olduğu kinetik enerji basınç enerjisine dönüşür. Burada bir "vena contracta" bölgesinden söz edilmez. Çünkü akış çıkışta minimum düzeydedir.

Yüksek basınç ve enerji geri kazanım olanağı venturi tüple akış ölçümünü sadece çok küçük basınçların olduğu akışlarda uygun hale getirir.

Deşarj Sabiti $c_d = 0.975$ standart olarak kullanılabilir, fakat bu değer reynolds sayısının küçük olduğu durumlarda fazlaca değişir.

Basınç geri kazanımı venturi tüpünde orifis plakasına göre daha fazladır.

- Venturi tüpü temiz, kirli sıvılar hatta bazı çamurlu akışkanlar için bile kullanılabilir.
- Aralık oranı (Rangeability) 4 e 1 dir.
- Basınç kaybı düşüktür.
- Tipik hassasiyet, tam ıskalanın %1'i kadardır.
- Boru çapının 5 ila 20 katı kadar düz hatlarda uygulanabilir.
- Viskozite etkisi yüksektir.
- Maliyeti orta seviyededir.

The Nozzle

Nozzles used for determining fluid's flowrate through pipes can be in three different types:

- **The ISA 1932 nozzle** - developed in 1932 by the International Organization for Standardization or ISO. The ISA 1932 nozzle is common outside USA.
- **The long radius nozzle** is a variation of the ISA 1932 nozzle.
- **The venturi nozzle** is a hybrid having a convergent section similar to the ISA 1932 nozzle and a divergent section similar to a venturi tube flowmeter.

Deşarj Sabiti C_d	Reynolds Sayısı - Re			
Çap Oranı $d = D_2 / D_1$	10^4	10^5	10^6	10^7
0.2	0.968	0.988	0.994	0.995
0.4	0.957	0.984	0.993	0.995
0.6	0.95	0.981	0.992	0.995
0.8	0.94	0.978	0.991	0.995

- Akış nozulu hem temiz hem de kirli sıvılar için kullanılabilir.
- Aralık oranı (Rangeability) 4 e 1 dir.
- Basınç kaybı orta seviyededir..
- Tipik hassasiyet, tam ıskalanın %1 ila %2 seviyesindedir.
- Boru çapının 10 ila 30 katı kadar düz hatlarda uygulanabilir.
- Viskozite etkisi yüksektir.
- Maliyeti orta seviyededir.