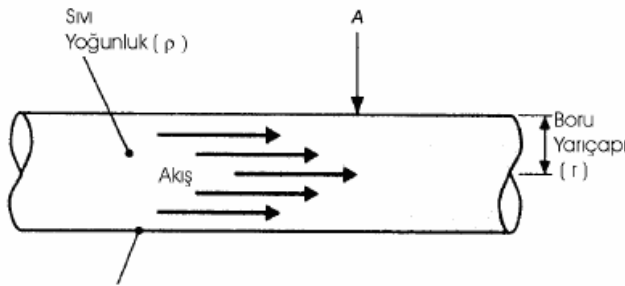


1- AKIŞKAN VE AKIŞ ÖZELLİKLERİ

Akış, bir akışkanın bir hat boyunca sürekli olarak hareketidir. Akışkanlar maddenin    hali şeklinde (Katı, Sıvı, Gaz) olabilir. Suyun nehirde akışı, Petrol veya gazın bir boru hattından akışı, Havanın nefes olarak ci erlere alınıp verilmesi, Helezonlarla tahılların taőınması akış sistemlerine birer örnektir.

Akış  l t m  için bilinmesi gereken önemli fiziksel büyüklükler; akışkanın birim zamanda akan hacimsel olarak miktarı (Hacimsel debi [m^3/sn]), birim zamanda akan kütlesel olarak miktarı (Kütlesel debi [kg/sn]) ve birim zamanda kat etmiő olduğu yol (Hız [m/sn])dur.

Bir boru içerisindeki akışı inceleyecek olursak;



Şekil 1.1. Borularda akış

Akışın A kesitindeki  l t m ;

A kesitinde birim olarak [m^3/sn] veya [lt/sn] ölçtüm.

A kesitinde birim olarak [kg/sn] ölçtüm

A kesitinden geçen sıvının hızının [m/sn]  l t m .

Direkt hacimsel veya kütlesel ölçtüm, ölçtüm işlemini sonlandırır. Bazı  l t mlerde hacimsel veya kütlesel  l t mlerin zorluğundan dolayı veya alternatif bir ölçtüm sistemi olarak hız  l t m  kullanılır. Hız  l t m n n yapıldığı yer in kesiti bilinece i için çeőitli matematiksel iőlemlerle hacimsel veya kütlesel debiler bulunabilir.

Şekil 1.1. de, A bölgesindeki hacimsel debi, bu bölgedeki kesit alanı (πr^2 [m^2]), ve sıvının hızı ([m/sn]) ile çarpımı ile bulunabilecektir. Eğer akan sıvının yoğunluğu (ρ [kg/m^3]) biliniyorsa, Hacimsel debi ile yo unlu un çarpımı bize kütlesel debiyi verecektir.

$$Q_v = A \cdot v$$

$$Q_v = \pi r^2 \cdot v \text{ [m}^2 \cdot \text{m/sn] [m}^3\text{/sn]}$$

$$Q_m = Q_v \cdot \rho \text{ [m}^3\text{/sn} \cdot \text{kg/m}^3] \text{ [kg/sn]}$$

$$Q_v = \text{Hacimsel Debi [m}^3\text{/sn]}$$

$$Q_m = \text{Kütlesel Debi [kg/sn]}$$

$$A = \pi r^2 = \text{Birim kesit alanı [m}^2]$$

$$v = \text{Hız [m/sn]}$$

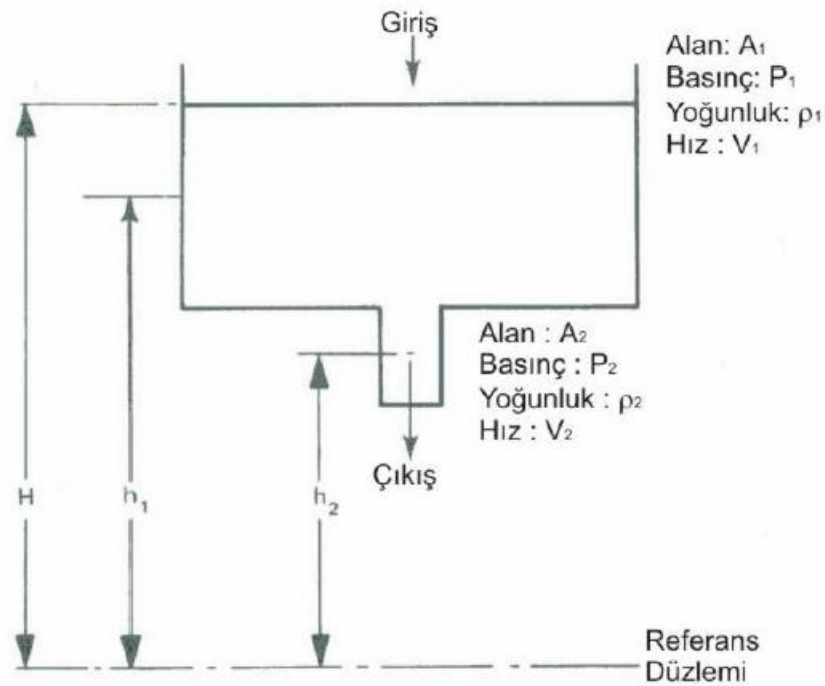
BASINÇ ENERJİSİ – POTANSİYEL ENERJİ – KİNETİK ENERJİ

Durgun bir sıvının akışı bir basınç etkisi uygulayarak oluşturulduğu için akan sıvılar bir basınç enerjisine sahiptir.

Basınç P [paskal] veya $\text{[N/m}^2]$, Hacim V $\text{[m}^3]$ olarak ifade edilirse, Basınç enerjisi;

$$\text{Basınç Enerjisi} = P \cdot V \text{ [N/m}^2 \cdot \text{m}^3] \text{ [Nm]} \text{ olacaktır.}$$

Şekil 1.2. de görüldüğü gibi geniş bir alandan akan sıvı, dar bir alandan geçerek yoluna devam etmektedir.



Şekil 1.2. Borulardaki Enerji Dengesi

Borudaki enerji kayıplarını düşünmezsek, boru girişindeki enerji, doğrudan boru çıkışına da iletilmesi gerekir.

Boru girişindeki toplam enerjiyi inceleyecek olursak; üç enerjinin etkisi altında olduğunu görürüz.

$$E_{\text{Toplam}} = \text{Potansiyel Enerji} + \text{Kinetik Enerji} + \text{Basınç Enerjisi}$$

$$E_{\text{Toplam}} = m_1 h_1 g + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + P_1 V_1$$

m_1 = Birim kütle

h_1 = Referans düzlemi ile sıvının ağırlık merkezinin yükseklik ölçüsü.

v_1 = Giriş borusundaki sıvının hızı

P_1 = Borunun üst kısmındaki sıvı basıncı.

V_1 = Birim kütlenin hacmi

Bu toplam enerji boru çıkışına da doğrudan iletileceğine göre;

$$E_{\text{Toplam}} = m_2 h_2 g + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + P_2 V_2$$

m_2 = Birim kütle

h_2 = Referans düzlemi ile sıvının ağırlık merkezinin yükseklik ölçüsü.

v_2 = Çıkış borusundaki sıvının hızı

P_2 = Borunun çıkış kısmındaki sıvı basıncı.

V_2 = Birim kütlenin hacmi

☛ Enerji yoktan var edilemez, varolan enerji yok edilemez. (Bernoulli Teoremi)

Enerjinin yoktan var edilemeyeceği veya varolan enerjinin yok edilemeyeceği prensibine dayanarak (Bernoulli Teoremi); Bu iki enerji aynı değere sahip olacağı için giriş ve çıkış enerjileri birbirine eşitlenirse;

$$m_1 h_1 g + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + P_1 V_1 = m_2 h_2 g + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + P_2 V_2$$

Bu eşitlik yapılan sadeleştirmelerle ;

$$h_1 - h_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad \text{şeklini alacaktır.}$$

☛ Sıvı akışkanlar sıkıştırılmazlar.

Sıvı akışkanların sıkıştırılmaz özelliğine dayanarak, boru içerisindeki akışkan kesit ne kadar değişirse değişsin, boru içerisine birim zamanda giren akışkan miktarı aynı zaman diliminde boruyu terk edecektir.

$$Q_1 = Q_2$$

Q_1 = Sıvının boru giriş debisi

Q_2 = Sıvının boru çıkış debisi

$$Q = A \cdot v \text{ [m}^2 \text{ m/sn] [m}^3 \text{/sn]}$$

A = Akışkanın aktığı kanal kesiti [m²]

v = Akışkanın hızı [m/sn]

Q = Akışkanın debisi [m³/sn]

Giriş ve çıkış debileri değişmediğine göre;

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_1 = \frac{A_2 v_2}{A_1}$$

Burada bulunan v_1 hız değeri Bernoulli teoreminde yerine yazılırsa;

$$h_1 - h_2 = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

$$h_1 - h_2 = \frac{v_2^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] \text{ şeklini alacaktır.}$$

Denklemden görüleceği gibi bir kesitteki akışın hızı, kesitlerin ve referans düzlemine göre kot farklarının bilinmesi ile bulunabilmektedir. Hızın bilinmesi de, Debi denkleminde yerine yazılarak hacimsel veya kütesel olarak debinin bulunması demektir.

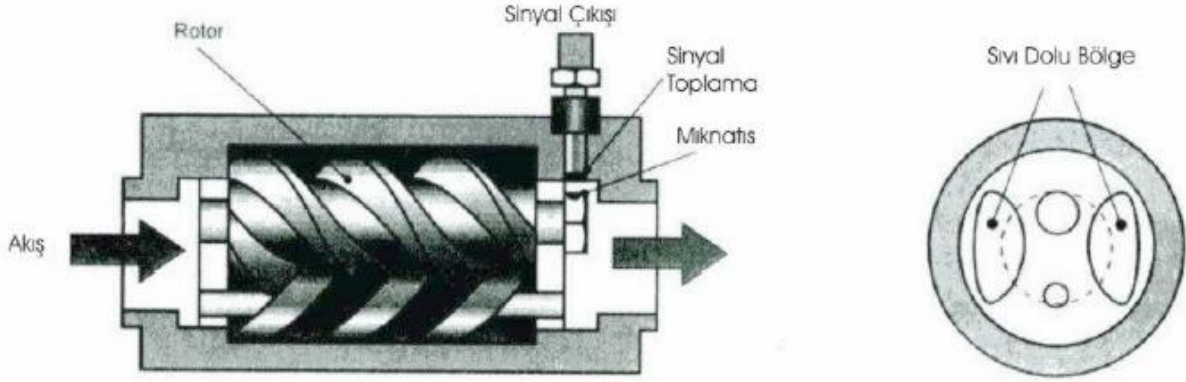
2- HACİMSEL AKIŞ ÖLÇÜMÜ

a) Helisel vidalı akış ölçerler

Bir boru arasına yerleştirilen ölçü aleti Şekil 2.1. helisel vida şeklinde bir rotora sahiptir. Ölçü aletinin giriş çıkışlarına yataklanmış olan bu helisel rotor, sıvı akışkanın etkisi ile dönmekte ve helis aralarına dolan sıvı çıkışa doğru ötelenmektedir. Çalışma prensibi aynı kıyma makinelerine benzemektedir. Helis adımı (hatve) ve helis aralarının hacimsel değeri bilindiği için, bu değer her bir rotor dönüşünde, her bir helisin hacim miktarı kadar sıvı çıkışı yapacaktır.

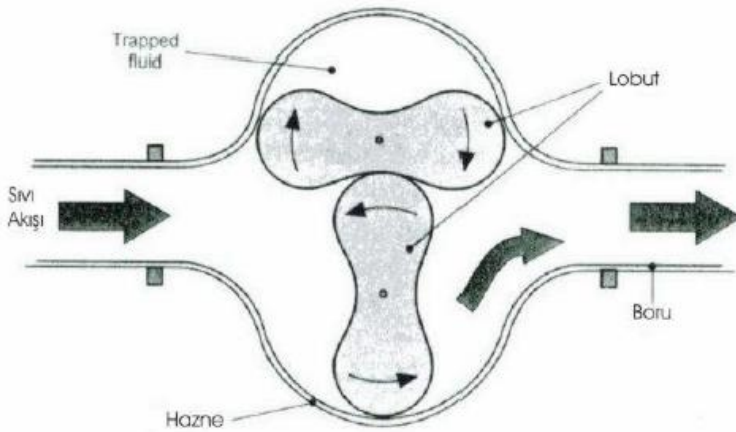
Şaft üzerine yapıştırılan bir mıknatıs ve stator üzerindeki hissedici ile toplam devir adedi tespit edilecektir. Her bir devirdeki hacim miktarı ile toplam devir sayısı çarpılarak toplam akış miktarı ölçülmüş olacaktır.

Mekanizma olarak pahalı bir sistem ve akışkanın basınç düşümüne sebep olmasına karşın, farklı tip sıvıların ölçülmesi ve farklı akış miktarlarına uyumlu olması nedeniyle endüstride kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. Helisel Vidalı Akış Ölçer

b) Döner lobe akış ölçer

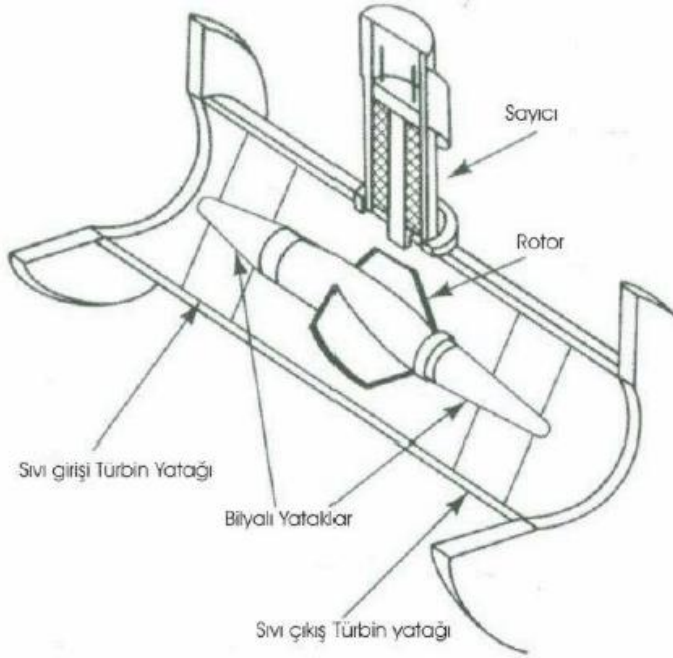


Şekil 2.2. Döner lobe akış ölçer

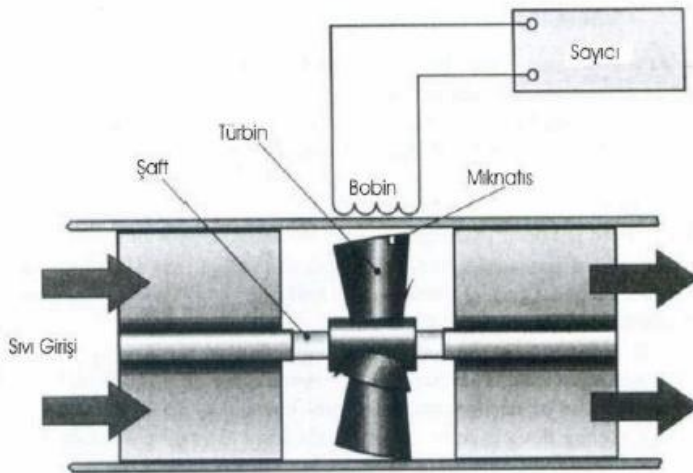
Şekil 2.2. de görüldüğü gibi lobe'lar saat yönünde dönmektedir. Her bir lobe yapmış olduğu devirde bir miktar hacimde sıvıyı dış kabı ile arasında sıkıştırmaktadır. Dönen lobe sıkıştırmış olduğu sıvıyı dışarı gönderirken diğer lobe aynı miktarda sıvıyı sıkıştırmaktadır. Sıvı akışı sürdüğü müddetçe lobe'lar sürekli belirli hacmi sıkıştırıp çıkışa itecektir. Her bir devirde gönderilen akışkan miktarı hacimsel olarak

bellidir. Lobe'ların devir sayısı da ölçülerek toplam akış miktarı bulunur. Sistem bir ölçü aleti olarak petrol ürünlerinin ölçülmesinde kullanılabileceği gibi bir pompa gibi çalışması da mümkündür. Lobe'ların herhangi bir tanesine bağlanacak bir numarator, optik algılayıcı veya elektriksel bir transducer bize çıkış devrini kolayca ölçecektir.

c) Türbin akış ölçer



Şekil 2.3. Türbinmetre



Şekil 2.4. Türbinmetre devir ölçümü

Türbinmetreler hem hacimsel akış miktarı hem de akışkanın akış hızını ölçerler. Sıvı akışı türbinin dönmelerini sağlar (Şekil 2.3.). Sıvı akışının hızı ile türbinin dönme hızı birbirleri ile doğru orantılıdır.

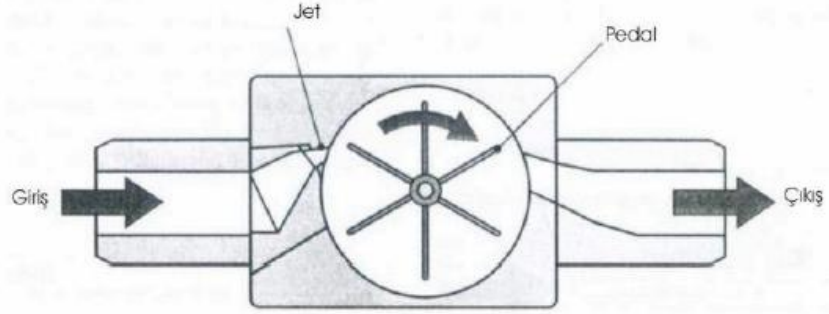
Türbin kanatlarından birine yerleştirilecek bir mıknatıs ve boru dışına yerleştirilecek bir bobin ile türbinin devir sayısı belirlenir (Şekil 2.4.). Mıknatısın bobin üzerindeki yapmış olduğu her bir pals sayıcıya iletilerek devir sayısı bulunur.

Türbinmetreler yüksek hassasiyete ve duyarlılığa sahip olmasına karşılık, türbin giriş çıkışlarında basınç düşümüne neden olur. Pahalı bir sistemdir. Hassasiyet ve duyarlılık, türbinin dönme

kolaylığına bağlıdır. Türbinin dönme kolaylığı, sıvı ile türbin kanatları arasındaki sürtünmenin azlığına, şaftın ve bilyaların dönme rahatlığına bağlıdır. Çok düşük akış oranlarında türbinmetreden alınacak ölçüm algılamasında düşme dolayısıyla ölçüm hassasiyetinde bozulmalar olacağından verimli bir ölçüm yapılamayacaktır.

d) Çark sistem akış ölçer

Boru içerisinde akmakta olan sıvı bir nozuldan geçirilerek sıvıya hız kazandırılır. Hız kazanan sıvı çarkın kanatlarına çarparak çarkı çevirmeye başlar (Şekil 2.5.). Giriş ve çıkış esnasında çark içerisindeki sıvı miktarı bellidir. Her bir çark dönüşü hacimsel olarak belli miktarda sıvıyı dışarı

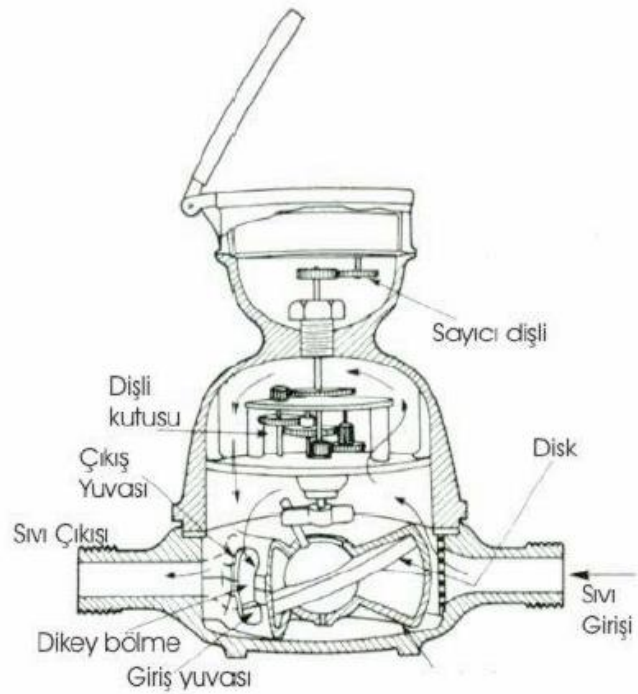


Şekil 2.5. Çark sistem akış ölçümü

atmaktadır. Çarkın dönme miktarı ile bir devirdeki akışkan miktarının çarpımı bize toplam geçen akışkan miktarını verecektir. Daha önceki konularda anlatıldığı gibi çark şaftına bağlanacak olan bir numaratör, mağnetik, veya optik devir okuyucu toplam devir miktarını belirleyecektir. Nozuldan dolayı bir basınç düşümü mevcuttur. Türbin, lobe gibi akış ölçüm metotlarına göre daha ucuzdur.

e) Diskli sayaçlar

Evlerimizde kullanmış olduğumuz sayaç tipidir. Şekil 2.6. da görüldüğü gibi disk yalpalı bir hareket yaparak, her bir tam dönüşünde belirli bir hacimde sıvıyı girişten alıp çıkışa göndermektedir. Sıvının akış hızına veya geçen debi miktarına göre hareketi artan veya azalan disk bu salınım miktarını üst kısmında bulunan dişli çark sistemine iletmekte ve diskin her bir salınımı diskin iletmiş olduğu akışkan miktarınca dişliçarklarda işlem görmektedir. Dişli çarkların dişli oranları ve en üstte bulunan numaratör, birim zamandaki diskin iletmiş olduğu hacim miktarını göstermektedir.



Şekil 2.6. Diskli sayaçlar

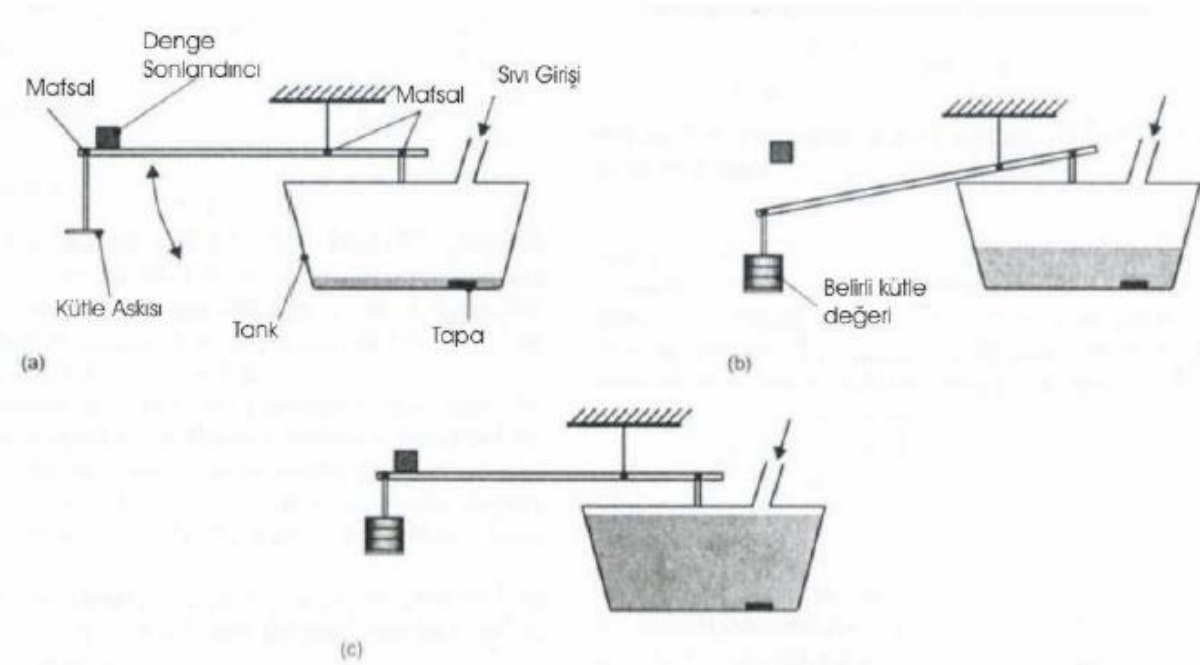
3- KÜTLESEL AKIŞ ÖLÇÜMÜ

a) Kuvvetler dengesi ile kütleli ölçüm

Bu tip ölçümlerde kullanılan en basit yöntem akışkan miktarını direkt ölçmektir. Bir sokak sütçüsünün 1 kg diye verdiği süt (aslında verilen 1 lt süt $\neq$ 1kg süt#) yanlış bir ölçüm de olsa kütleli bir ölçümdür.

Şekil 3.1. de yerçekimi kuvveti etkisinde ortasından asılarak dengelenmiş bir çubuğun bir tarafına ölçülmesi gereken ağırlık, diğer tarafına da ölçülecek sıvının kabı konulmaktadır. Kabin içerisine dolan sıvı, ölçülmek istenen karşı ağırlığın değerine ulaştığında çubuk dengelenecek ve bir sensöre temas ederek kütleli olarak akış işlemini sonlandıracaktır. Kap içerisinde akışkan seviyesi azaldığında tekrar sistemin dengesi bozulacak, sensör bir değer okuyamayacağı için kap tekrar dolmaya başlayacaktır.

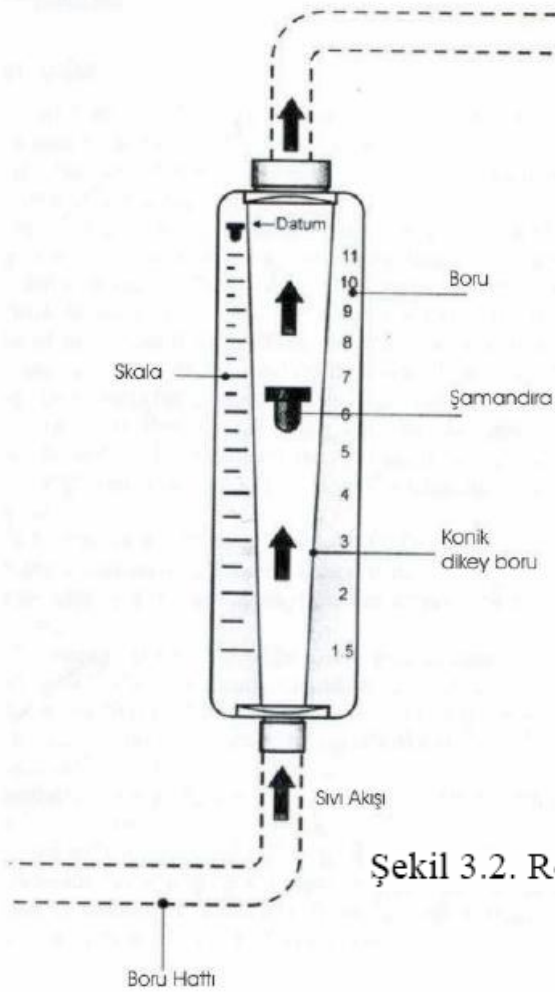
Sıvının yoğunluğu belli ise hesap yoluyla kütleli ölçüm, diğer hacimsel ölçümlerin yanında pek tercih edilmese de, hacimsel ölçüm olarak ta ifade edilebilir.



Şekil 3.1. Kütleli akış ölçümü

b) Değişken alanlı akışmetre (Rotometre)

Şekil 3.2. de görüldüğü gibi cam bir tüp skalalandırılmış içerisine bir şamandıra yerleştirilmiş düzenden ibarettir.



Şekil 3.2. Rotametre

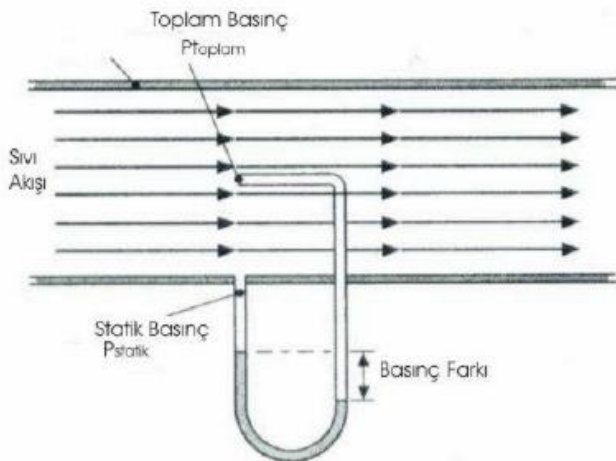
Şamandıra yüzeyine sıvı akışkanın yapmış olduğu basınç etkisi ile cam tüp içerisinde, yukarı doğru kaldırma prensibine dayanır. Şamandıranın kalkmış olduğu yükseklikteki skala değeri, cam tüp ile şamandıra arasından geçen akışkan miktarını, birim zamanda geçen kütle miktarı (gr/sn) olarak göstermektedir. Ölçü aletinin yapımında ; skala aralıkları, sıvının kaldırma kuvveti, şamandıranın ağırlığı, kullanılan sıvının ne olduğu, cam tüpün hacimsel değişimi, şamandıranın yüzey alanı gibi faktörler dikkate alınarak tasarım yapılmıştır. Rotametreler hem sıvı hemde gaz için kullanılmaktadır. Çalışacak zemine dikey olarak yerleştirilirler.

Ölçümün sıhhatli olması için, şamandıranın ölçüm esnasında yüzeylere herhangi bir sürtünme yapmaması veya sıvı geçişini engelleyecek dirençler göstermemesi gerekmektedir.

4- HIZ ÖLÇÜM METODU İLE AKIŞ ÖLÇÜMLERİ

a) Pitot boru ile hız ölçümü

Bir boru veya kanal içerisindeki hız ölçümünü bulmak için kullanılan aletlerden biriside Pitot borulardır. Pitot boru Şekil 4.1. de gösterildiği gibi boru merkezine, boru ağzı akış yönüne ters olacak şekilde yerleştirilmiş ve diğer ucu da boru yüzeyine yerleştirilmiş bir U manometre düzeneğidir. Boru merkezinde Toplam basınç değerini, boru yüzeyinde ise Statik Basınç değerini ölçüp manometrede fark basıncını göstermektedir.



Şekil 4.1. Pitot boru ile sıvının hız ölçümü

Pitot –statik boru hem sıvı hem de gaz akışları için kullanılabilir. Hassas ölçüm sonuçları verir. Düşük akışkan hızlarında da ölçüm yapar. Fark basıncını Bourdon göstergesine bağlayarak, göstergenin hız ölçümüne kalibre edilmesi ile de hız ölçümü yapılabilir.

$$v = \sqrt{\frac{2(P_{toplam} - P_{statik})}{\rho}}$$

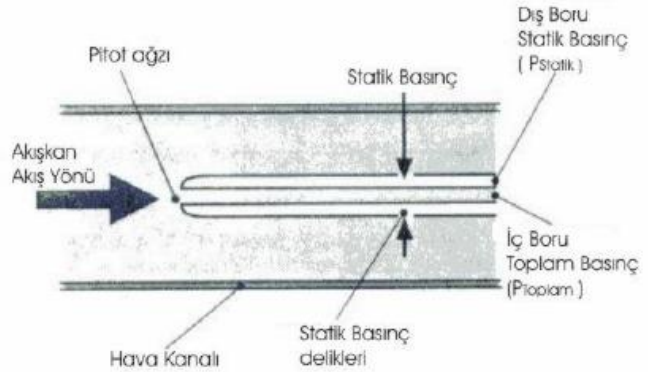
P_{toplam} = Toplam Basınç

P_{statik} = Statik Basınç

ρ = Sıvının yoğunluğu

Yukarda verilen denklemde pitot boru ile fark basıncı bulunduğundan sonra, değerler yerine konduğunda kolayca akışkanın hızı bulunabilmektedir. Boru kesiti de bilindiğine göre; boru içerisinden geçen akış miktarı, hacimsel debi, daha önceki anlattığımız konulardaki gibi rahatlıkla bulunacaktır.

Şekil 4.2. de görülen pitot boru ise gazların akışı için özel hazırlanmış bir akış ölçerdir. İççe yerleştirilmiş bir boru düzeniğinin iç tarafındaki borudan toplam basıncı, dış tarafındaki borunun yan yüzeyine açılmış deliklerden de Statik basıncı ölçecektir. Bu basınç değerlerini U tipi bir manometre ile basınç farkı şeklinde ölçerek, yukarda verilen formülle veya özel hazırlanmış, fark basınçlarını direkt hıza çevirecek bir transducerle akış hızını ölçecektir.



Şekil 4.2. Pitot boru ile hava hızı ölçümü

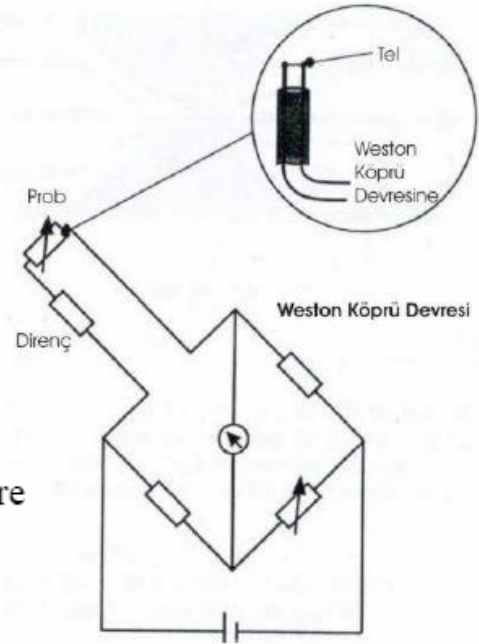
Bazı düzgün olmayan veya gazların sıkışabilirlik özelliğinden dolayı kanal içerisinde lineer dağılmayan hava hızları, hava debisini bulmakta yanlış sonuçlar meydana getirebilir. Bu gibi durumlarda, kanal içerisinde aynı kesitte, kanalın değişik yerlerinde alınacak birden fazla hız ölçümü ve bu hızların ortalama değeri bize o kanaldaki hacimsel debiyi daha sıhhatli bulmamızı sağlayacaktır.

b) Anemometre

Anemometreler gaz ölçümleri için kullanılırlar. Çalışma prensibi, sensör olarak bir telin, sıcaklığın etkisi ile üzerindeki direnç değişimini, transducer olarak elektronik devreye aktarması esasına dayanır. (Şekil 4.3.) Kendisinin bağlanmış olduğu elektronik devrede (Wheatstone Köprüsü) gerilim farkı oluşturur. Göstergede bu gerilim farkı sıcaklık değişimi olarak algılanır.

Kullanılan telin özelliğine göre çok geniş akış ölçümü aralığına sahiptir. Telin çok hassas olması nedeniyle ölçü aleti iyi muhafaza edilmelidir. Pitot borulara göre çok pahalı bir sistemdir.

Sensörü türbin şeklinde olan anemometrelerde vardır. Bu anemometreler, gaz hızını, türbinin devir sayısını ölçerek bulur.

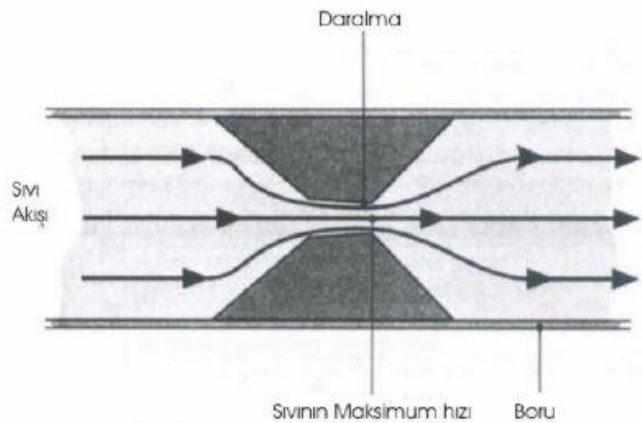


Şekil 4.3. Anemometre

c) Kısılma etkisi

Şekil 4.4. de görüldüğü gibi, borulardaki akış ölçümlerinde, boru çapındaki daralma etkisi ile akışkanın akış hızını değiştirmek mümkündür. Bu konumda akışkanın hızı artmakta basınç değeri düşmektedir.

Sıvıların sıkıştırılmaz özelliğinden dolayı; Kısılma yapılan kesit öncesi basınç değeri ve hızın bilinmesi, kesit alanının ve kesit bölgesindeki basıncın bilinmesi, matematiksel ifadeler neticesinde, akışkanın hızı ve akış miktarının bilinmesi demektir (Bernoulli Teoremi – Debi formülü).



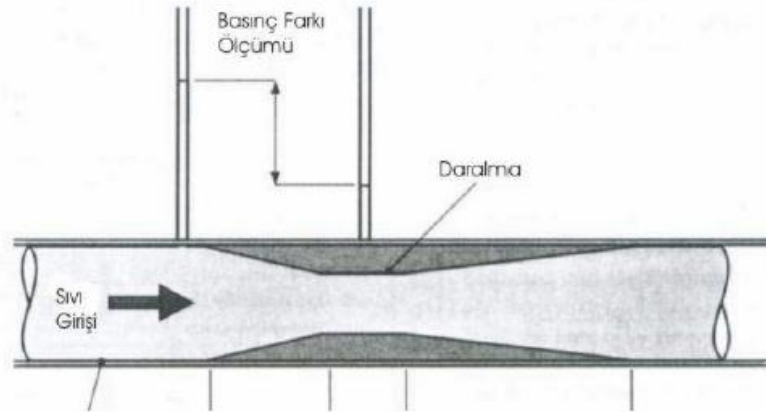
Şekil 4.4. Borularda kısılma etkisi

Kısılmanın yapıldığı birçok metot vardır.

- Ventüri metodu kısılma
- Orifis metodu kısılma
- Nozul metodu kısılma
- Ventüri-Nozul metodu kısılma

d) Ventüri boru hız ölçümü

Özel hazırlanmış ventüri boru, ölçümü yapılacak sıvı akışkanın aktığı boruya bağlanır. Boru içerisinden akan akışkan ventüri boruya geldiğinde (Şekil 4.5.) daralan bir kesit alanına girer. Bu daralmanın eğimi, sıvı akışının akış özelliğini değiştirmez. Daralma kısmında kısa bir paralel akıştan sonra, ventüri çapı tekrar tatlı bir eğimle genişleyerek boru çapına ulaşır. Burada ventürinin amacı, boğaz kısmında akışkana hız kazandırmak ve buradaki basınç değerini düşürmektir. Diğer nozul ve orifis tipi akış ölçüm sistemlerine göre konstrüksiyon imalatının pahalı olması dezavantajdır. Ayrıca ölçüm için daha uzun bir alan ister. Avantajlı yönü ise; basınç düşümü diğer sistemlere göre daha az ve diğerlerinin kullanılmadığı sıvı ölçümlerinde rahatlıkla çalışabilir olmasıdır.



Şekil 4.5. Ventürimetre

Ventürimetre ile ölçüm işlemi;

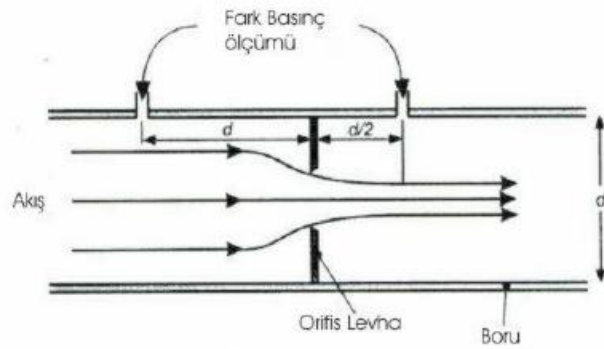
Giriş ve boğaz kısımlarındaki basınç farkı direkt akış ile ilgilidir. Buradaki basınç ölçümleri bir piezometre, manometre, veya diğer basınç göstergeleri ile ölçülebilir.

Akış hızı direkt basınç farkı ile orantılı olduğu için, gösterge, direkt hız, hacimsel debi veya kütleli debi olarak kalibre edilebilir.

e) Orifis akış lm

Borulardaki akış ölçümü için, boru içerisine yerleştirilmiş içi delik bir levha ile akışa engel olunması ve akışın daha küçük çaplı bir delikten geçmeye zorlanması ilkesine dayanır. Şekil 4.6. da grld gibi, sıvı akışı orifis levhadan geçerken, orifise giriş ve çıkışında bir basınç farkı oluşturur. İdeal lm için basınç değerleri, kısılmanın yapıldığı orifisten önce "d" kadar uzaklıkta, orifisten sonra "d/2" kadar uzaklıkta ölçülmelidir. d/2 mesafesi o bölgede maksimum basınç oluştuğu için gereklidir. lm yapılan noktada sıvı akışı ölçüm yapılan yere paraleldir.

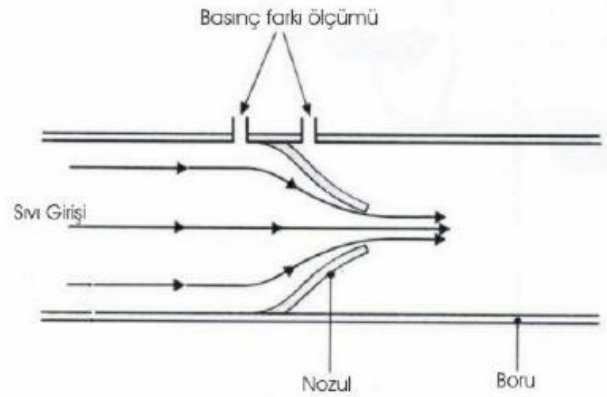
Bu iki noktadaki basınç değerlerine göre akış oranı tespit edilir. Hem gaz hem de sıvıların ölçümünde kullanılabilir. Orifis levhadan dolayı aşırı basınç kaybı yapar. Maliyetinin ucuz olması dolayısıyla yaygın kullanım alanına sahiptir.



Şekil 4.6. Orifis levha akış ölçümü

f) Nozul akış ölçümü

Şekil 4.7. de grld gibi orifis levha akış lme benzemektedir. Orifis levha akış ölçümü gibi yüksek bir basınç dm yapmamaktadır. Nozul boyunun yeterince kısa olması, ventüri boruya göre daha kısa montaj imkanı sağlamaktadır. Basınç lm noktaları sıvı girişi olarak hemen nozul girişinde, ve sıvı ıkıı olarak ta nozul bağlantı noktasının hemen yanında yer almaktadır. Nozul hem gaz hemde sıvılarda kullanılmaktadır. Hassas lm yapılabilmektedir.

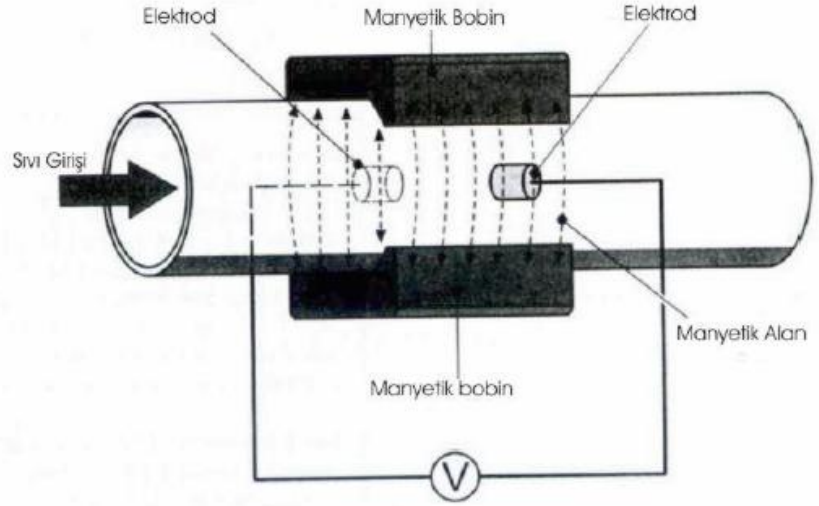


Şekil 4.7. Nozul akış ölçümü

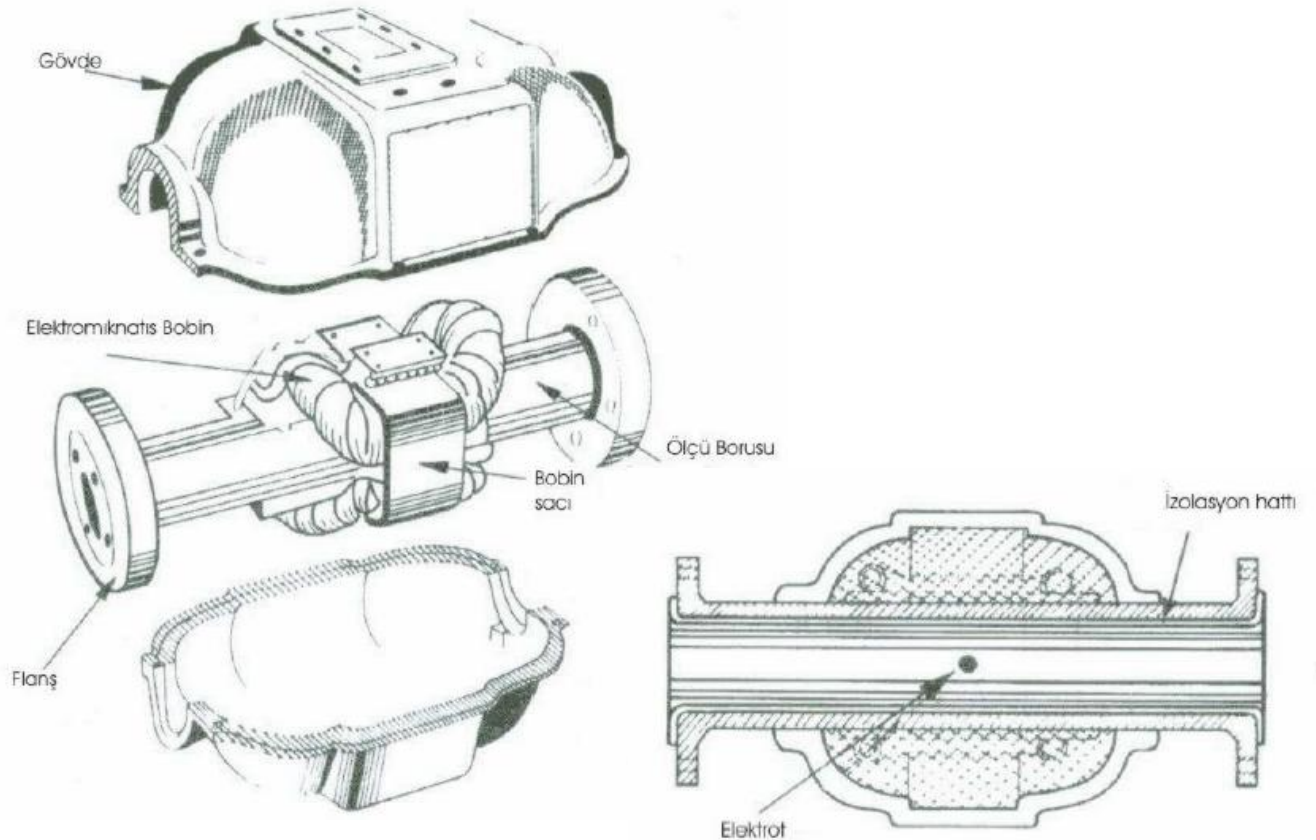
5- ELEKTROMAGNETİK AKIŞ ÖLÇÜMLERİ

Elektromanyetik akış ölçümü faraday kanununu esas alır. Elektromanyetik akış ölçer sıvıyı iletken olarak kullanır. Şekil 5.1. de görüldüğü gibi, elektromanyetik akış ölçer seri bağlı iki bobine sahiptir. Bobin enerjilendiği zaman, sıvı etrafında akım etkisi ile bir manyetik alan oluşacaktır. Boru kenarına iki iletken elektrot sıvı akışına ve manyetik alana dik olarak yerleştirilmiştir. Boru içerisindeki sıvı akışkanın hız değişimi, manyetik alanda etki yaparak, değişimi elektrotlara iletecek, elektrotlarda ölçü aletine sinyal gönderecektir. Ölçü aletinin almış olduğu sinyalle göstermiş olduğu değişim, akış hızının değişimi ile lineer bir değişim gösterecektir.

Şekil 5.2 de Manyetik alan akış ölçümünün kesit resimleri görülmektedir.



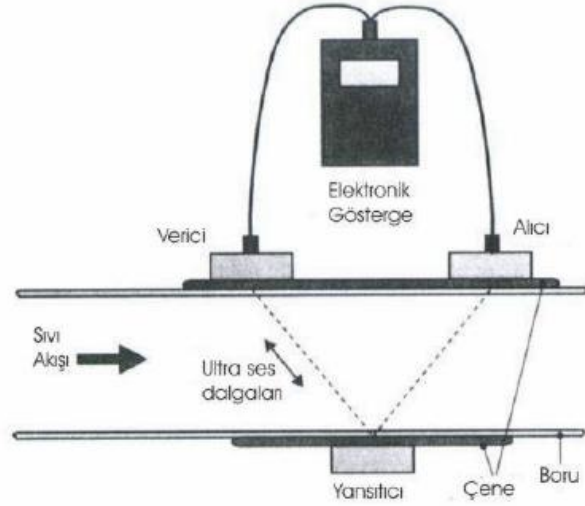
Şekil 5.1. Manyetik alan akış ölçümü



Şekil 5.2. Manyetik alan akış ölçümü

6- ULTRASONİK AKIŞ ÖLÇÜMÜ

Şekil 6.1. de görüldüğü gibi borunun bir kenarından ses dalgaları boru içerisine açılı bir şekilde gönderilmekte, yansıtıcıdan bu dalgalar yansıtılarak gönderilme açısına uygun bir toplama açısı ile alıcıda toplanmaktadır. Boru içerisinden sıvı akışının akmasıyla, vericiden gönderilen ses dalgaları ile alıcının algılaması arasında geçen süre değışmektedir. Bu değışim direkt sıvı akışı ile ilgilidir. Verici ile alıcı arasındaki değışim süresi akış hızıyla lineer bir değışim göstermektedir. Bu değışim göstergede akış hızı olarak kalibre edilir. Pahalı olmasına karşılık hassas ve kullanışlı bir cihaz olması, Birçok sıvı ile iletken, veya iletken olmayan, kullanılabilir olması, Akışı ift yönlü ölçebilmesi, herhangi bir basınç düşümüne sebep olmaması bir avantajdır. Ultrasonik akış ölçümü gazlarda kullanılamamaktadır.



Şekil 6.1. Ultrasonik akış ltm

Ek formüller

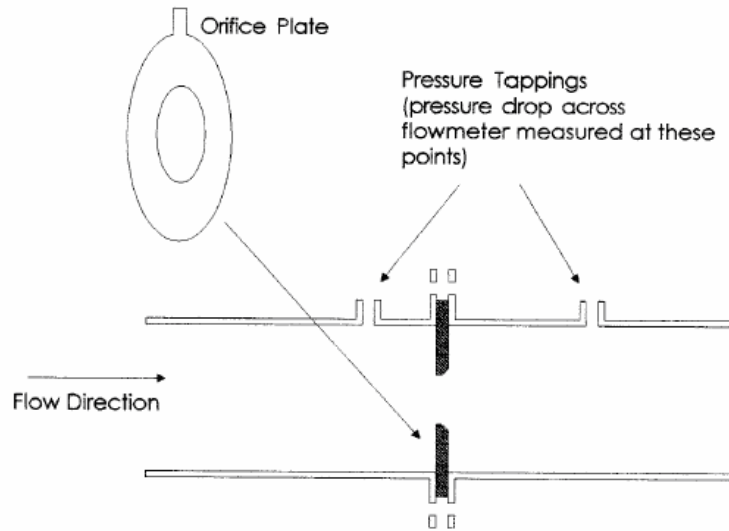


FIGURE 28.4 A square-edged orifice plate flowmeter.

$$Q = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \epsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}} \quad (28.6)$$

where ρ = Density of the fluid upstream of the orifice plate

d = Diameter of the hole in the orifice plate

β = Diameter ratio d/D , where D is the upstream internal pipe diameter

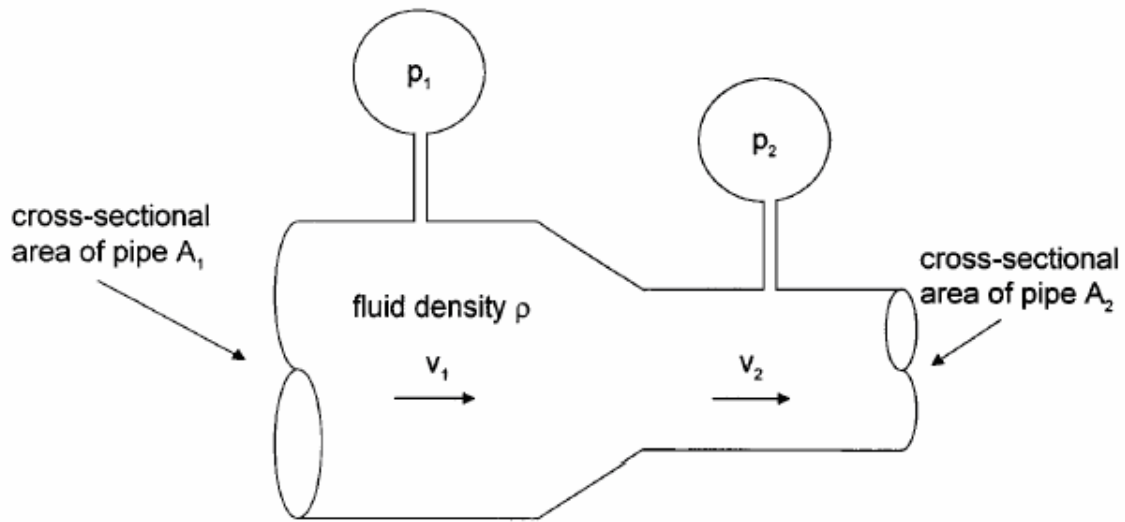


FIGURE 28.3 Using a restriction in a pipe to measure fluid flow rate.

$$v_1 A_1 \rho = v_2 A_2 \rho \quad (28.4)$$

Rearranging Equation 28.4 and substituting for v_2 in Equation 28.3 gives:

$$Q = v_1 A_1 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}} \quad (28.5)$$

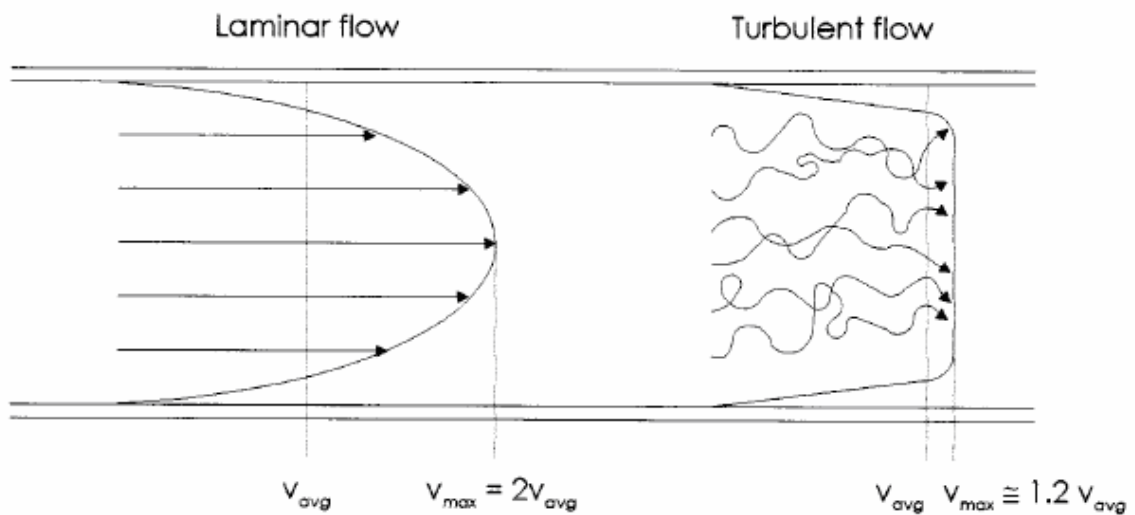


FIGURE 28.1 Velocity profiles in laminar and turbulent flow.