

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

AKIŞ ÖLÇÜMÜ

Ankara, 2010

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ	3
1.1. Akış Türleri	4
1.2. Akış Profili	5
1.3. Hareket Eden Akışkanın Enerjisi	5
1.3.1. Potansiyel Enerji	5
1.3.2. Kinetik Enerji	6
1.3.3. Basınç Enerjisi	6
1.3.4. İç Enerji	6
1.3.5. Toplam Enerji	6
1.4. Akış Ölçümünde Kullanılan Standartlar ve Ölçüler	6
1.5. Diferansiyel Basınç Aygıtları	8
1.5.1. Orofis Plaka (Delik Levha)	8
1.5.2. Venturi Tüpü	10
1.5.3. Lüle (Boru)	12
1.5.4. Dall Tüpü	13
UYGULAMA FAALİYETİ	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	19
2. ELEKTRONİK AKIŞ ÖLÇÜMÜ	19
2.1. Elektromanyetik Akış Ölçümü	19
2.2. Ultrasonik Akış Ölçümü	20
2.3. Salınan Akış Ölçümü	22
2.4. Kütle Akış Ölçerler	23
2.4.1. Gerçek Kütle-Akış Ölçme Yöntemleri	24
UYGULAMA FAALİYETİ	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
MODÜL DEĞERLENDİRME	29
CEVAP ANAHTARLARI	30
KAYNAKÇA	31

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0364
ALAN	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
DAL/MESLEK	Endüstriyel Kontrol Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Akış Ölçümü
MODÜLÜN TANIMI	Çeşitli enstrümanlar kullanarak akışı çeşitli endüstriyel ortamlarda ölçebilme becerisinin kazanıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Seviye Ölçümü modülünü almış olmak.
YETERLİK	Akış ölçmek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Akışı doğru olarak ölçebileceksiniz. Amaçlar: 1. Diferansiyel basınç sistemleri kullanarak akış ölçümünü doğru olarak yapabileceksiniz. 2. Elektriksel direnç kullanarak akış ölçümünü doğru olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Süreç Kontrol Laboratuvarı Donanım: DP/CELL, elektronik akış ölçer, akış ölçüm seti, multimetre, güç kaynağı.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her faaliyetin sonunda ölçme soruları ile öğrenme düzeyinizi ölçeceksiniz. Araştırmalarla, grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarla öğretmen rehberliğinde ölçme ve değerlendirmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Nehirlerin yazın az, baharda coşkun aktığını biliriz peki ne kadar su akar sizce?

Bakın size bir fıkra anlatayım. Bana da babam anlatmıştı. Küçüktüm hiç unutmam, bu fıkradan sonra her şeyi ölçmeye karar vermiştim.

Bizim oralardan (Anadolu'dan) bir genç askere İstanbul'a gitmiş, askerliğini yapmış şanı şerefi ile köyüne dönmüş. Kahvede hoş sohbet başlamış;

Daha önce hayatında deniz görmemiş bir genç sormuş: "Be kardeş hele anlat deniz nasıldır ne kadardır?"

Askerden dönen genç düşünmüş taşınmış demiş ki: "Deniz denen sudur yani gölmeç. Ne kadara gelince, emmimgilin koca kazan ile kırkbuçuk su alır."

Fıkra bu ya koca deniz kırk buçuk kazan su eder mi? En doğrusu ölçmektir. Ölçmek ama doğru ölçmektir.

İçme suyu, drenaj, atık sular, sıvı hidrokarbonlar, petrol ürünleri, nafta, etilen, bütan, benzen gibi kimyasal kirletici olmayan her türlü sıvının ölçülmesi endüstride büyük önem taşır. Evlerde kullandığımız suyun faturası bu ölçmelerle ortaya çıkar. Benzinlikte yakıt alırken yine akış ölçülerek miktar hesaplanır. Ya dereler ırmaklar onların akışları ölçülür. Ölçülmesi de gerekir.

Sizler de bu modülün sonunda umuyorum ki artık akışkanları ölçebilir duruma geleceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Diferansiyel basınç sistemleri kullanarak akış ölçümünü doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

- Akış ölçümünün endüstrideki önemini araştırarak akış ölçer üretici firmaların bazılarını tespit ediniz.
- Evinizdeki su sayacının çalışma ilkesini araştırınız.
- Benzinliklerde kullanılan akış ölçerlerin çalışma ilkesini araştırınız.

1. AKIŞ ÖLÇÜMÜ

Akışın ölçümü, malzemenin bir yerden bir yere taşınmasına gereksinme gösteren herhangi bir işlemde kullanılan bir yöntemdir (örneğin; yakıtın bir karayolu tankerinden bir garaj deposuna kütleli aktarılması). Ölçüm, bir malzeme akışının niceliğini belirtmek için ya da bir akış debisi oluşturmak ve onu kontrol altında tutmak için kullanılır. Çoğu üretimlerde fabrika verimi akışın ölçülebilme ve hassas olarak kontrol altında tutulabilmesine bağlıdır. Bununla beraber bir akış ölçüm düzeni uygulanacaksa, bu ölçüm düzeni üretime ya da ölçülecek gereçeye uygun ve aynı zamanda yeterli olmalıdır.



Şekil 0.1: Akış ölçümü yapılan Çeşitli alanlar

Çoğu kez denilir ki, ideal akış ölçer; temini kolay, ucuz, mutlak hassasiyete sahip, sonsuz defa tekrarlanabilir ve sonsuza dek tamir ve bakışa gereksinme duymadan çalışır olmalıdır. Üzülerek belirtelim ki, her ne kadar bazı imalatçılar varlığını iddia etseler bile, henüz böyle bir aygıt mevcut değildir. Ancak son yıllarda bilinen sistemlerde birçok geliştirmeler yapılmakta ve çağdaş teknikleri kullanan yeni ürünler devamlı olarak piyasaya sürülmektedir. İdeal akış ölçer, gerçekte çok uzak olmayabilir. Bu nedenle potansiyel kullanıcılar, her zamandan çok şimdi ellerindeki sistemlerden haberdar olmak, onlardan yararlanmak zorundadırlar.

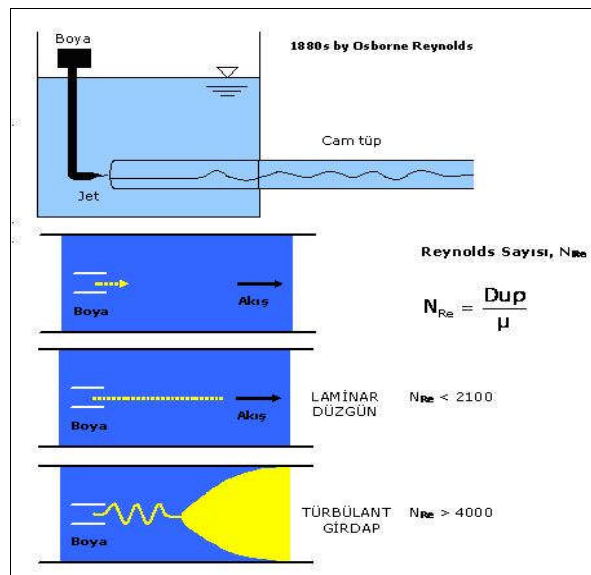
1.1. Akış Türleri

Akışın hızına göre akış çeşitlendirilir. Bu türler, laminar (Düzenli) ve türbülanslı (girdaplı) akıştır.

Bir akışkan içinde laminar akış, doğal bir olay olup en iyi olarak örnekle tanımlanır. Reynolds bu konu üzerinde çok çalışmıştır. Şekil 1.2. laminar akışın prensibini göstermektedir.

Hız, büyüklük ve yün olarak akışkanın her noktasında aynıdır (Sadece laminar akış için doğrudur.).

Düz bir cam boru içerisinde akan bir miktar su içerisine, bir miktar boyanmış sıvı lifi sokulmuştur. Tüm akışkan taneciklerinin akış yolu, boru duvarına paralel olacaktır. Bu nedenle boyanmış sıvı, sanki boru içerisinde başka bir boru varmış gibi, bir doğru üzerinde hareket edecektir. Ancak bu durum hız ve viskoziteye bağlıdır ve hız arttıkça bir noktaya (kritik hız) erişilir. Bu nokta boyanmış sıvının dağılmaya ve taşıyıcı sıvıya karışmaya başladığı görülür. Bu noktada sıvı taneciklerinin hareketi boru duvarlarına tam paralel değil, enine (çapraz) bir hıza sahiptir.



Şekil 0.2: Reynolds deneyi gösterimi

Akış modelinin bu biçimine türbülanslı akış denir. Özetleyecek olursak, kritik hızın altındaki hızlar için akış laminer olarak tanımlanır; kritik hızın üstündeki hızlar için ise akış türbülanslı olarak tanımlanır. Bu durum pratikte en yaygın görülen durumdur.

Reynolds bu verileri boyutsuz bir biçimde formüle etmiştir:

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

Burada, Re Reynolds sayısı, D tesisatın geçit çapı, v hız, ρ akış yoğunluğu, μ akışkanın mutlak viskozitesidir. Eğer Reynolds sayısı 2000'den küçük ise, borular içinde sıvı akışının laminer ve eğer 4000'den büyük ise türbülanslı olması beklenir. Bu değerler arasındaki bölge kritik bölgedir. Eğer sistemler aynı Reynolds numarasına sahip ve geometrik olarak benzer iseler, dinamik benzerliğe sahip oldukları söylenir.

1.2. Akış Profili

Borunun çapı boyunca hız değişir ve dağılım, sistemin hız profili olarak tanımlanır. Laminer akış için hız profili karakter olarak paraboliktir ve tüpün merkezinde hız, ortalama hızın 2 katıdır. Türbülans akış için, yeterince düzgün boru akışından sonra akış profili tam anlamıyla oluşur. Tüpün merkezindeki hızın 1.2 katıdır ve bu değer, hassas akış ölçülerine uygun olup tercih edilen durumdur.

1.3. Hareket Eden Akışkanın Enerjisi

Evrensel akış formüllerinde Reynolds sayısının kullanımına geçmeden önce, hareket eden akışkanın enerjisinin hangi biçimlerde tanımlandığına göz atmakta yarar vardır. Hareket eden bir akışkanla ilişkili ana enerji tipleri şunlardır:

- Potansiyel enerji ya da potansiyel yükseklik
- Kinetik enerji
- Basınç enerjisi
- Isı enerjisi

1.3.1. Potansiyel Enerji

Bu, akışkanın konumu ya da herhangi sabit bir düzeyin üstündeki yüksekliği nedeniyle sahip olduğu enerjidir. Örneğin yoğunluğu ρ , kg/m³ olan 1m³ akışkan, ρ , kg'lık bir kütleyle sahip olacaktır ve bu kütle yerçekimi ivmesi (g) 9,81 m/s² olan bir noktada tutabilmek için 9,81 ρ , N'luk bir kuvvete gereksinim olacaktır. Dolayısıyla eğer bu su kütlesi herhangi bir referans düzeyinden Z (m) daha yüksekte ise, yüksekliği nedeniyle 9,81 ρ , Z joule'luk enerjiye sahip olacaktır.

1.3.2. Kinetik Enerji

Bu, bir akışkanın hareketi nedeniyle sahip olduğu enerjidir. Yoğunluğu ρ_1 olan $1m^3$ akışkan, $v_1 m/s$ 'lik bir hızda $\frac{1}{2} \rho_1 v_1^2$ 'lik bir kinetik enerjiye sahip olacaktır.

1.3.3. Basınç Enerjisi

Bu, bir akışkanın basıncı nedeniyle sahip olduğu enerjidir. Örneğin, $v_1 m^3$ lük bir hacme ve $\rho_1 N/m^2$ 'lik bir basınca sahip bir akışkan $\rho_1 v_1$ joule'luk bir basınç enerjisine sahip olacaktır.

1.3.4. İç Enerji

Akışkan, sıcaklığı nedeniyle de enerjiye sahip olacaktır (yani ısı enerjisi). Eğer viskozite biçiminde akmaya engel bir direnç varsa, iç enerjinin diğer biçimleri ısı enerjisine dönüştürülmüş olacaktır.

1.3.5. Toplam Enerji

Bir akışkanın toplam enerjisi E şu denklemlerle verilmiştir:

Toplam enerji (E) = potansiyel enerji+ kinetik enerji+ basınç enerjisi+ iç enerji

$$E = P.E + K.E + B.E + I.E \quad (1.2)$$

1.4. Akış Ölçümünde Kullanılan Standartlar ve Ölçüler

Akış ölçümünde doğru sonuçlar elde etmek ve bunların sürekliliğini korumak için, akış ölçümlerini onaylanmış referans ölçüm standartları ile düzenli olarak karşılaştırmak gerekir. Buradan referans "standardın" da doğru olması gerektiği anlaşılır, aksi halde hatalı ölçümler yapılacaktır. Referans "standardın" doğruluğuna ek olarak, uluslararası kabul edilmiş temel bir standarda izlenebilirliğin sağlanması ihtiyacı da aynı ölçüde öneme sahiptir.

Bu konuyla ilgili olarak TSE tarafından yayınlanan aşağıda sıralanmış standartlar mevcuttur.

TS No/Ad

[TS EN 24006](#) 03.09.1996

Kapalı Kanallarda Akışkan Debinin Ölçülmesi-Terimler ve Semboller

[TST EN 24006 \(Öncelikli 5*\)](#)

Kapalı sistem kanallarda akışkan hızının ölçülmesi- Terimler, tarifler ve semboller

[TS EN 24185](#) 27.12.2004

Borulardaki sıvı akışının ölçülmesi - Tartma metodu

[TS EN 29104](#) 22.01.2002

Borularda Akışkan Akışının Ölçümü- Sıvılar İçin- Elektromanyetik Debi Ölçerin Performansını Değerlendirme Metotları

[TS EN ISO 5167-1](#) 03.09.1996

Basınç Farkı Ölçerleri İle Akışkan Debinin Ölçülmesi Bölüm 1: Tam Akışlı Dairesel Kesitli Kanallar İçine Sokulan Orifis Levheleri, Mozullar ve Venturi Tüpleri

[TS 7014](#) 02.05.1989

Kapalı Kanal ve Borularda Soğuk Su Debinin Ölçülmesi Soğuk İçme Suyu Ölçü Aletleri-Birleşik Ölçü Aletleri Yerleştirme Kuralları

[TS 7550](#) 31.10.1989

Kapalı Kanal ve Borularda Soğuk Su Debinin Ölçülmesi Soğuk İçme Suyu Ölçü Aletleri-Birleşik Ölçü Aletleri-Özellikler

[TS EN ISO 5167-1](#) 28.01.2004

Basınç Farkı Ölçerleri İle Akışkan Debinin Ölçülmesi Bölüm 1: Tam Akışlı Dairesel Kesitli Kanallar İçine Sokulan Orifis Levheleri, Mozullar ve Venturi Tüpleri

[TS EN ISO 5167-2](#) 28.01.2004

Dairesel Kesitli Kanallarda Farklı Basınç Cihazları İle Akımın Ölçülmesi - Bölüm 2: Orifin Levhalar

[TS EN ISO 5167-4](#) 28.01.2004

Dairesel Kesitli Kanallarda Farklı Basınç Cihazları İle Akımın Ölçülmesi - Bölüm 4: Venturi Tüpleri

[TS 7253](#) 17.05.1989

Akışkanla Tam Dolu Daire Kesitli Borularda Orifis Plakaları, Lüleler (Nozul) ve Venturi Tüpleri ile Akışkan Debinin Ölçülmesi

[TS EN ISO 9300](#) 03.09.1996

Kritik Akış Venturi Nozulları İle Gaz Debinin Ölçülmesi

[TS EN 13220](#) 16.04.1999

Tıbbi gaz boru hattı sisteminin uç ünitelerine bağlamak için akış- sayaç cihazları.

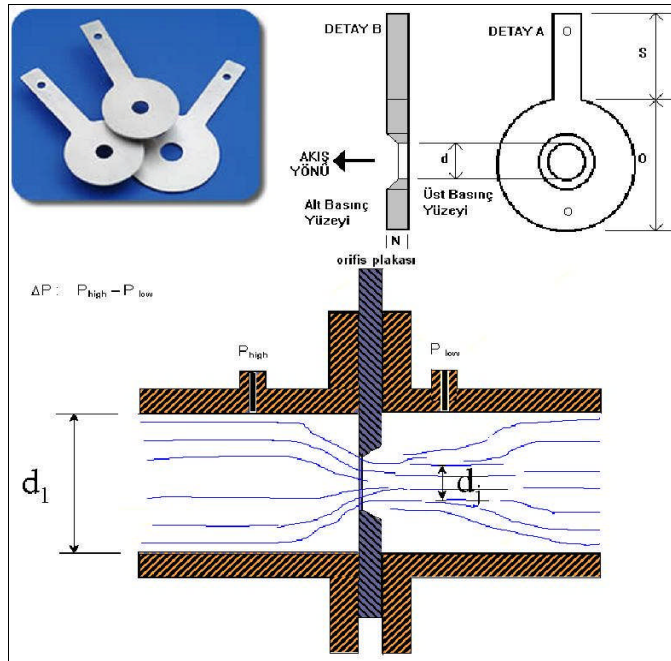
[TS EN 24185+AC](#) 03.09.1996

Kapalı Kanallarda Akışkan Debinin Ölçülmesi-Ağırlık Metodu

1.5. Diferansiyel Basınç Aygıtları

Borularda akan akışkanların ölçülmesinde kullanılan en yaygın teknik, boru hattındaki daralmanın neden olduğu basınç düşüşünü kullanırız. Bu sınıftan bir akış ölçer normal olarak diferansiyel basınç (basınç farkı) oluşturacak bir ana elemanı ve bu basınç farkını ölçecek ikincil elemanı içerir. İkincil eleman işlevsel olarak bir basınç çeviricisidir (DP/CELL). En yaygın diferansiyel basınç aygıtları şunlardır: Orifis (delik levha), venturi tüpü, lüle (boru), Dall tüpü, değişken orifisli ölçü cihazı, Rotametre, Gilflo elemanı ve hedef akış ölçü aleti.

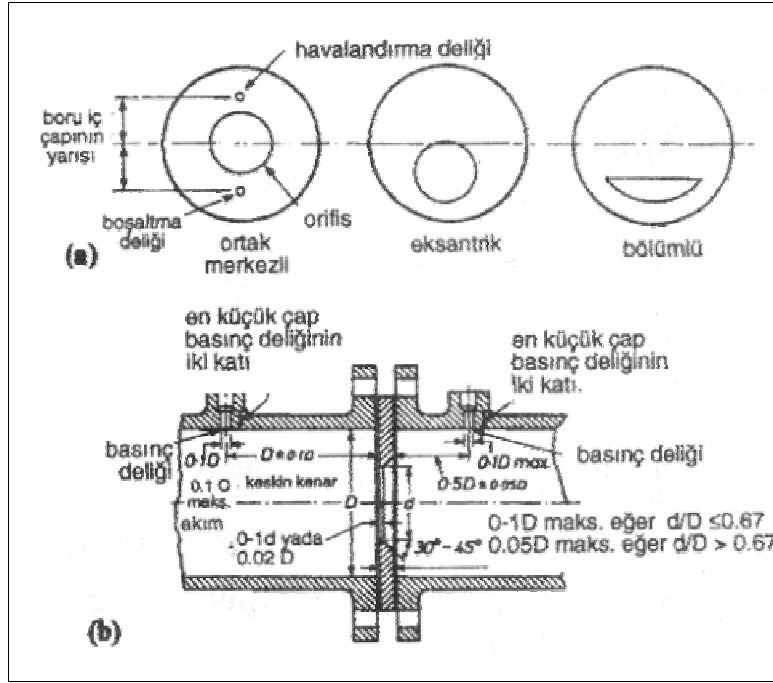
1.5.1. Orifis Plaka (Delik Levha)



Şekil 1.3: Orifis delikli levha prensip gösterimi

En basit biçimiyle bu plaka, merkezinde belli boyutlarda yuvarlak bir delik açılmış çelik levhadan oluşur. Buna merkezi delik levha denir. Bu levha normal olarak boru donanımında birbirine eklenecek iki boru flanş yüzeyleri arasında monte edilerek sıkıştırılır.

Donanımda oluşabilecek katı tanecikleri birikimi ve hava boşlukları oluşumunu önlemek için levhada bir boşaltma ve bir de havalandırma deliği vardır. Basınç farkı (diferansiyel basınç), boru donanımında delik levhanın her iki tarafında uygun yerlere yerleştirilmiş basınç muslukları yardımı ile ölçülür. Bunlar uygulamaya bağlı olarak, değişik yerlere (örneğin dirsek, D ve D/2 ya da flanş musluklar) yerleştirilebilir. Hatasız uygulama için "BS 1042 Part 1 1964"e başvurulmalıdır.



Şekil 1.4: (a) Orofis plaka tipleri (b) merkezci orofis plakası, D ve D/2 muslukları ile flanş yüzeyleri arasına monte edilmiş. (British Standarts İnstitution (BSI)'ın izni ile.)

Bu tip delik levha (orifis levha) kirli ya da viskoz sıvıların ölçümünde karşılaşılan zor durumların üstesinden gelmekte yeterli değildir. Aynı şekilde su buharı ve gazların akışlarında oluşan yoğunlaşmaların giderilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu sorunların giderilmesi için şekil 1.4(a)'da gösterildiği gibi bölümlü ya da merkezkaç delikli levha biçimlerinde değişik dizaynlar kullanılmaktadır.

Bölümlü delik, katı tanecikleri yüzer şekilde (süspansiyonlar) içeren sıvıların ölçülmesi için bir metodu olası kılar. Bu levha, boru kesitinin üst kısmını kapatacak şekilde biçimlendirilmiştir. Kesitin alt kısmı ise, katı parçacıkların geçebileceği şekilde açıktır. Böylece katı parçacıkların yığılması önlenmiş olur.

Merkezkaç delikli levha, gaz akışı ölçümlerinde sıvı yoğunlaşmalarının var olduğu ya da sıvı akışının ölçümünde erimemiş gazların bulunduğu tesisatlarda kullanılır. Bu aynı zamanda boru hatlarının boşaltılmasının gerektiği durumlara da uygundur.

Delikli levhanın değerlendirilmesi:

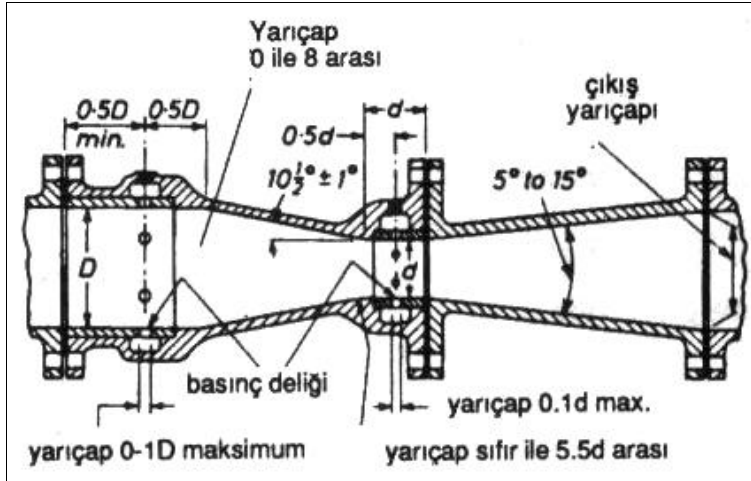
Avantajları:

- Doğal olarak kullanımı kolay
- Hareketli parçalar yoktur
- Uzun süre güvenilir
- Ucuz

Dezavantajları:

- Karekök ilişkisi
- Kısmı oranı zayıf
- Montajda hassas işlem gerekli
- Giderilmesi olanaksız basınç düşüşü

1.5.2. Venturi Tüpü



Şekil 1.5: Venturi tüpü

Klasik venturi tüpünün esas yapısı şekil 1.5'te gösterilmiştir. Bu; silindirik bir giriş kısmı, arkasından boğaza doğru daralan bir geçit; silindirik bir boğaz ve genişleyen bir çıkış kısmından oluşur. Tüm özellikler kaynak "BS 1042 Part 1 1964"de bulunabilir. İlgili detay burada tekrarlanmıştır:

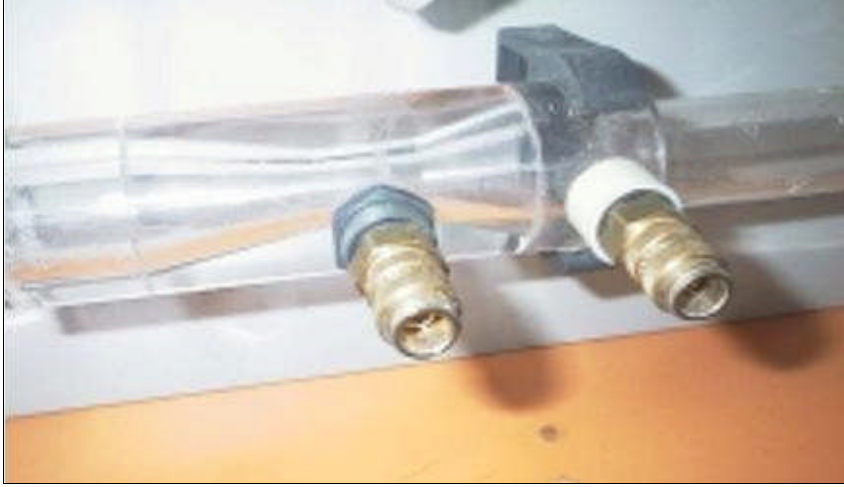
Uygulamada akışkan, daralan geçit içinden geçer, hızı artar ve giriş ile boğaz arasında basınç farkına neden olur. Bu basınç farkı, orifis levhada olduğu gibi kontrol edilir.

Basınç alıcılarının (musluklarının) yeri kaynak tarafı basınç alıcısı, borunun silindirik giriş kısmında, daralan geçide 0,5 D uzaklıkta ve akış tarafı basınç alıcısı ise, boğazda daralan kesite 0,5 D uzaklıkta (akış tarafında) yerleştirilmiştir. Basınç alıcılar, rasgele tıkanmalara neden olmayacak biçimde boyutlandırılmalıdırlar.

Basınç alıcıları genelde tek bir delik biçiminde değil, eşit aralıkla ve birbirleriyle içsel bilezik biçiminde birleştirilmiş delikler şeklindedir. Buna bazen piezometre bileziği de denir.

Bunun avantajı, ölçme kısmında gerçek ortalama basınç değerini vermesidir.

Venturi katı parçacıklarının çok olduğu uygulamalarda ya da basınç düşüşünün yüksek düzeyde giderilmesinin istendiği uygulamalarda kullanılır. Venturi, yapısı nedeniyle basınç kaybı düşük bir cihaz olup, enerji kayıplarını önemli ölçüde azaltır.



Şekil 1.6: Venturi tüpünün uygulaması

Venturi tüpünün değerlendirilmesi

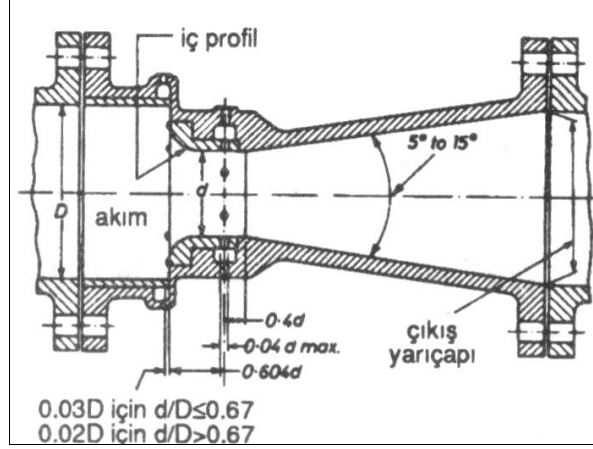
Avantajları:

- Kullanımı kolay
- Basınç düşüşü az
- Yüksek katı içeriğine karşı az hassas
- Uzun süre güvenilirlik
- Hareketli parçası yok

Dezavantajları:

- Pahalıdır
- Kareköklü basınç-hız ilişkisi
- Kısmi oranı zayıf
- Montajda hassas işlem gerekli

1.5.3. Lüle (Boru)

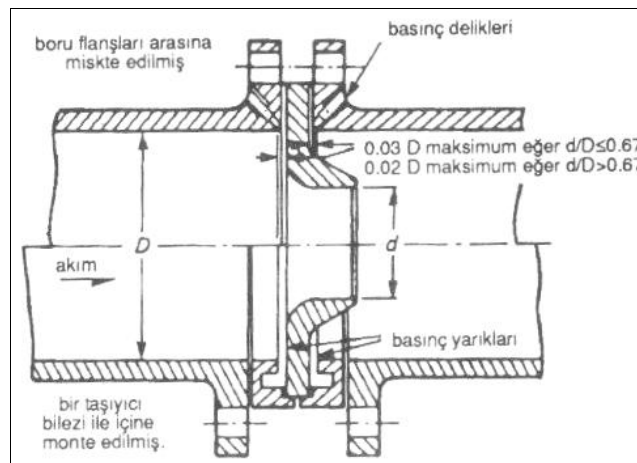


Şekil 1.7: Venturi Lülesi

Venturi etkisi de, diğer birçok ucuz sistemlerde kullanılır. En yaygını ise venturi lülesidir.

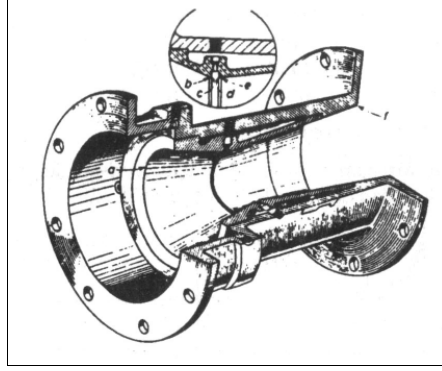
Venturi Lülesi: Venturi lülesi aslında, kısaltılmış bir venturi tüpüdür. Giriş konisi çok daha kısadır ve kıvrılmış bir profili vardır. Giriş basınç musluğu giriş konisinin ağzına; alçak basınç musluğu ise şekil 1.7’de görüldüğü gibi minimum kesit düzlemine yerleştirilmiştir. Çaptaki bu azalma, akış lülesinin içinde kararlı bir hal alır.

Akış Lülesi: Toplam boy yine önemli miktarda azaltılmıştır. Giriş konisine çan şekli verilmiştir ve çıkış konisi yoktur. Bu, şekil 1.8’de gösterilmiştir. Akış lülesi, viskos sıvıları için uygun değildir ama diğer uygulamalar için standart venturi tüplerine oranla çok daha ucuzdur. Diğer taraftan, giriş konisinin düzgünlüğü nedeniyle, lüle debi için daha düşük bir m değeri kullanılabilir. Bu nedenle daha yüksek hızlı akışkanlara uygun olup, basınç düşüşü aynı m sayısına sahip orifis levhanıne oranla daha düşüktür.



Şekil 1.8: Akış Lülesi

1.5.4. Dall Tüpü



Şekil 1.9: Dall tüpü

Dall tüpü, venturi tüpünün bir diğer çeşidi olup, normal venturi tüpüne oranla yüksek bir basınç farkı ama daha düşük bir basınç kaybı verir. Şekil 1.9’da tipik bir Dall akış tüpünün kesitini göstermektedir. Dall tüpü, kısa, düz bir giriş kısmı, daralan bir geçit kısmı dar bir boğaz halkası ve genişleyen kısa bir iyileştirme konisinden oluşmaktadır. Tüm cihaz yaklaşık boru çapının iki katı uzunluğundadır.

Dall tüpünün kısaltılmış bir tipi, Dall orifisi ya da Dall bileziği de mevcuttur. Uzunluğu boru çapının sadece 0,3’ü kadardır.

Basınç kaybı: Şu ana kadar tartışılan basınç farkına dayalı tüm cihazlar, değişik düzeylerde yerine getirilemez basınç kaybına neden olurlar. İşlemlerde bu kayıpları en düşük düzeyde tutmak avantajlıdır.

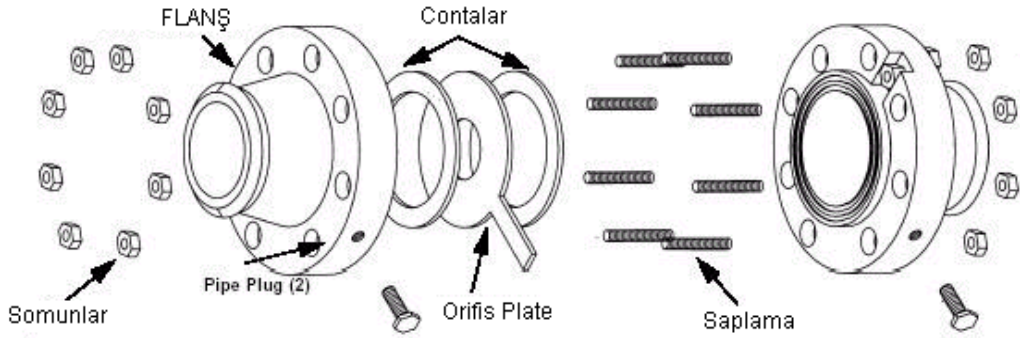
Montaj koşulları: Daha önce belirtildiği gibi basınç farkına göre çalışan cihazların montaj istekleri oldukça kritiktir. Ana elemanların olabildiğince dirsek, vana ve kısıcılar gibi engellerden uzak monte edilmesi önemlidir. Bu şartlar detaylı olarak "BS 1042 Part 1 1964"de sıralanmıştır.

Fark basınç esasına dayalı akış ölçerler TSE tarafından TS1423 ve TS 1424 numaralı standartlarla belirlenmiştir.

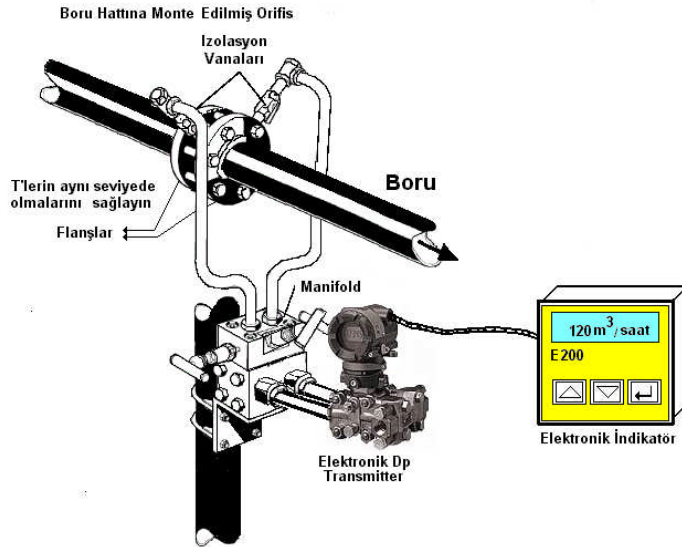
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

- Orifis Plate şekilde görüldüğü gibi hatta monte edilir. Boru ikiye ayrılarak iki adet flanş kaynatılır. Flanşlar arasına orifis yerleştirilir. İki adet grafit conta konarak yüksek basınçlarda kenarlardan akışkan sızması önlenir. Son olarak saplamalar karşidan karşıya iki flanş deliklerinden geçirilerek, somunla sıkılarak boru hattı birleştirilir.



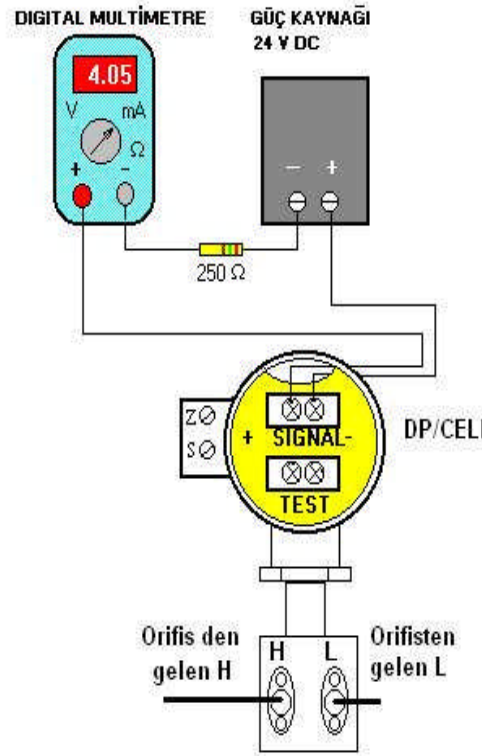
- Orifis Plate'nin Elektronik Fark Basınç Transmitterine Bağlanması: Orifis plate, boru hattı üzerinde flanşlar arasına yerleştirildikten sonra, flanşların üzerindeki deliklere ½ inçlik karbon çeligi borular bağlanarak ölçümü yapılacak olan transmittere bağlanır. Bu borunun yüksek basınçlı çıkışı transmitterin Hi yazan tarafına, düşük basınçlı tarafı ise Lo yazılı tarafla birleştirilir.



- Burada kullanılan Manifold Transmitterin sıfır ayarını yapmak veya bakım için devreden sökülmesinde buhardan izole edilmesi gibi pek çok vazife görür. Transmitter two wire denilen bağlantı yöntemiyle yani hem 24 Vdc besleme

hemde proses değişkenlerini akım şeklinde iletecek Standart 4 – 20 mA akımı bu iki kablo vasıtasıyla Panelde montajlı bulunan bir indikatöre yada Kontrolöre değer gönderir. Operatör okuduğu değere göre isterse Loop üzerinde bulunan Pnomatik Kontrol Vanasını açtırıp veya kapatarak debi geğişini değiştirebilir. Bu işlemi Manuel yapabileceği gibi Kontrolöre bir set değeri yazarak boru içindeki çıkışın bu set etrafında salınmasını otomatığe bağlayabilir yani işlemleri kontrolöre bırakabilir.

- Elektronik Tip DP/CELL'li Boru İçinde Akan Debiyi Ölçmek İçin Kalibre Edilmesi: Yukarıda belirttiğimiz boruda içindeki akışkanı ölçmek için hatta seri bağlı bir başka debimetre ile burudan akışkan akmaz iken DP/CELL'le sıfır ayarı yapılır. Borudan maksimum sıvı akarken ise diyer debimetreden miktar okunur ve DP/CELL'e span ayarı yapılır.
- DP/CELL'in kalibrasyonu için aşağıdaki düzenek hazırlanır.
- Zero ayarı: Borudan su akmadığı zaman DP/CELL çıkışını 4mA' re ayarlayınız.
- Span ayarı: Borudan maksimum su akarken DP/CELL çıkışını 20mA' re ayarlayınız.
- Artık DP/CELL'limiz kalibre edilmiştir. Bundan sonra size %debiyi miktara çevirmek kalacaktır.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Orifis plate'i boruya yardımcı malzemeler kullanarak monte ediniz.➤ Boruyu su dönüşüm havuzuna bağlayınız.➤ Orifis plate'in basınç çıkışlarını DP/CELL'e bağlayınız.➤ DP/CELL'i ayarlayıp % cinsinden debiyi ölçünüz.➤ Su miktarını ayarlayarak debiyi değiştiriniz.➤ Debiyi miktara dönüştürecek hesaplamayı yapınız.➤ Sonuç raporu hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hazır montajlı bir sistem var ise onu kullanmayı tercih ediniz.➤ Devridaim pompası bulunan bir dönüşüm havuzu kullananınız.➤ Mekanik montaj bitmeden ve sızdırmazlık testi yapmadan DP/CELL'e enerji vermeyiniz.➤ Borudan Su akamaz iken DP/CELL'in sıfır ayarını yapınız.➤ Borudan maksimum su akar iken DP/CELL'in span ayarını yapınız.➤ Boru çapını kullanarak maksimumda sıvı miktarını ölçekli kap yardımı ile ölçünüz.➤ % debiyi miktara dönüştürünüz.➤ Aldığınız sonuçları rapor halinde yazınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. Aşağıdakilerden hangisi akışın sahip olduğu enerjilerde değildir?
 - A) Potansiyel
 - B) Kinetik
 - C) Basınç
 - D) Isı
2. Akışın olabilmesi için gereken dış etken nedir?
 - A) Yerçekimi
 - B) Sıcaklık
 - C) Basınç
 - D) Kimyasal enerji
3. Basınç farkını akıma çeviren alete ne denir?
 - A) DP/CELL
 - B) Akış ölçer
 - C) c) Ağırlık ölçer
 - D) d) Sensör
4. Venturi tüpü akışı ne tür fiziksel büyüklüğe çevirir?
 - A) Akış ölçümü
 - B) Kuvvet
 - C) İvme ölçümü
 - D) Fark basınç
5. Aşağıdakilerden hangisi Orifis levhanın avantajıdır?
 - A) Kısmi oranını
 - B) Ucuz
 - C) Hassas montaj
 - D) Basınç kaybı
6. Orifis levha hangi tür akışkanın ölçümünde kullanılmaz?
 - A) Su
 - B) Buhar
 - C) Kum
 - D) Doğalgaz
7. Aşağıdakilerden hangisi Venture tüpünün istenmeyen tarafıdır?
 - A) Hareketli parçası yok
 - B) Basınç düşüşü
 - C) Katı güvenliği
 - D) Kısmi oranı

8. Lüle tüpü hangi esasa dayalı akış ölçümü yapar?
- A) Basınç farkı
 - B) Ağırlık
 - C) Hız
 - D) Isı
9. Diferansiyel basınç oluşturan akış ölçerlerin en büyük dezavantajı nedir?
- A) Basınç kaybı
 - B) Hız kaybı
 - C) Pahalı
 - D) Kullanımı zor
10. DP/CELL'in çıkışı Akış yokken kaç mA'ye ayarlanır?
- A) 10mA
 - B) 4mA
 - C) 20mA
 - D) 0mA

DEĞERLENDİRME

Soruların tamamını doğru olarak çözebildiyseniz bir sonraki faaliyete geçiniz.
Çözümlerinizi yanlış ya da eksik ise ilgili bilgiyi tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Elektriksel direnç kullanarak akış ölçümünü doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

- Elektromekanik akış ölçerleri araştırınız.
- Coriolis ivmesinin ne olduğunu araştırıp sınıfa getiriniz.
- Elektronik akış ölçerlerin nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Evinizde kullanılan mekanik su sayacını elektronik göstergeli su sayacı yapmak için gerekli düzeneği çiziniz.
- Elektronik akış ölçer üreten firmaların internet sitelerini bularak sınıfa getiriniz.

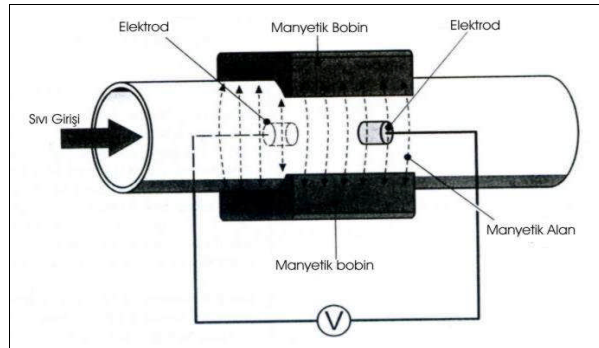
2. ELEKTRONİK AKIŞ ÖLÇÜMÜ

Bu kategorideki akış ölçerler ya elektronik esastır ya da ana uyarlama bir elektronik cihaz yardımı ile olmaktadır.

Bu kısımda tartışılan akış ölçerler son 5 yıl içinde çok önemli geliştirmelerden geçmişlerdir, ve açıklanan teknikler akış ölçme uygulamalarında gelişen bir alanı oluşturmaktadır. Bu teknikler elektromanyetik akış ölçerler, ultrasonik akış ölçer, salınımlı akış ölçerler ve çapraz korelasyon tekniklerini içerir.

2.1. Elektromanyetik Akış Ölçümü

Elektromanyetik akış ölçümü faraday kanununu esas alır. Elektromanyetik akış ölçer sıvıyı iletken olarak kullanır.



Şekil 2.3: Manyetik alan akış ölçümü

Şekil 2.1’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 iletir, elektrotlarda ölçü aletine sinyal gönderecektir. Ölçü aletinin almış olduğu sinyalle göstermiş olduğu değişim, akış hızının değişimi ile lineer bir değişim gösterecektir.



Şekil 2.4: Çeşitli mekanik yapılarda elektromanyetik akış ölçerler

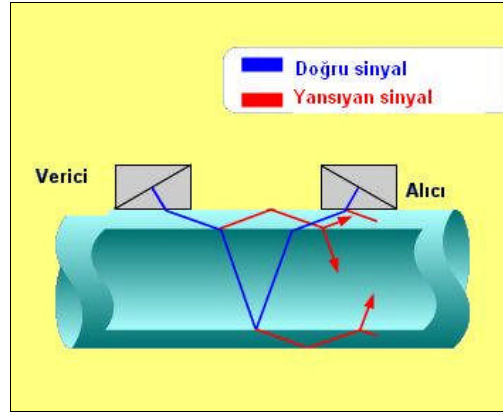
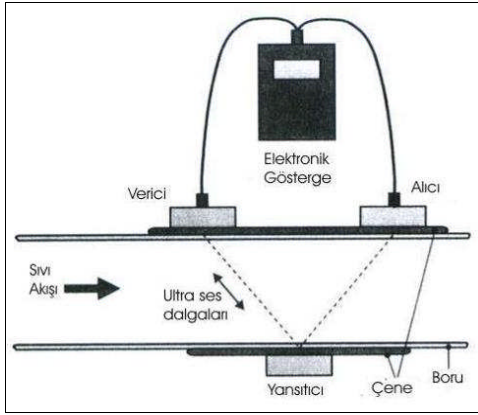
Uygulama alanı: Elektromanyetik akış ölçerler kirli sıvılar, hamurlar, asitler, ince çamurlar ve alkaliler gibi çok çeşitli sıvıların ölçümüne uygundur. Doğruluk; sıcaklık, basınç, viskozite, yoğunluk ya da iletkenlikteki değişkenliklerden hemen hemen etkilenmez. Ancak iletkenliğin 1microhm/cm.'den büyük olması zorunludur.

Kurulması: Ana eleman boru donanımında herhangi bir yere takılabilir, ancak akış ölçerin yatay monte edilmesine dikkat etmek gereklidir.

2.2. Ultrasonik Akış Ölçümü

Şekil 2.3’te 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 değişmektedir. Bu değişim direkt sıvı akışı ile ilgilidir. Verici ile alıcı arasındaki değişim süresi akış hızıyla lineer bir değişim göstermektedir.

Bu değişim 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 çift yönlü ölçebilmesi, herhangi bir basınç düşümüne sebep olmaması bir avantajdır. Ultrasonik akış ölçümü gazlarda kullanılamamaktadır.



Şekil 2.5: Ultrasonik akış ölçerin prensip gösterimi

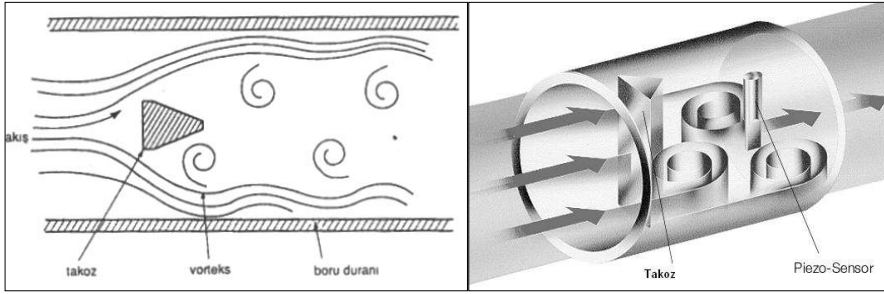


Şekil 2.6: Ultrasonik Akış ölçerin çeşitli kullanım alanları

Ultrasonik akış ölçerler elektriki bir sinyal taşımadığından parlama ve patlama etkisi oluşturmazlar. Bu özelliklerinden dolayı gerek petrokimya ürünlerinin akışının ölçülmesi gerekse yanıcı ve parlayıcı gazların ölçülmesinde çokça kullanılırlar. Günümüzde üretilen sensörler bu işi oldukça yüksek çözünürlükte yapma imkânı sağlamaktadır. Nehirlerin akış hızlarının ölçülmesinde yapılan özel savaklar yardımı ile ultrasonik akış ölçerler kullanılmaktadır.

2.3. Salınan Akış Ölçümü

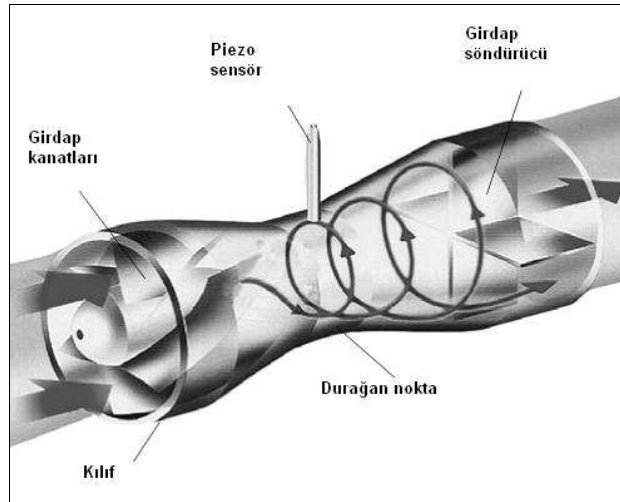
Bu sınıfa giren akış ölçerlerin çalışma prensibi şu gerçeğe dayandırılmıştır: Eğer akış içerisinde geometrik yapısı bilinen bir takoz yerleştirilirse, akışkan önceden belirlenebilir bir çeşit salınıma başlayacaktır. Salınımın derecesi akış hızı ile ilişkilidir. Salınımın frekansı akışkanın hızı ile doğru orantılıdır. Bu sınıfa ait iki ana ölçü cihazı, vorteks atlatmalı akış ölçer ve girdap akış ölçerdir.



Şekil 2.7: Salımlı akış ölçümünde vorteks esası

Vorteks akış ölçer: Bu tip akış ölçer şu prensip üzerine çalışır. Eğer bir takoz (yani akış hatları olmayan cisim) akış çizgisine yerleştirilirse akış çizgileri (vortisler) birbirinden uzaklaşır ya da takozdan atlar. Prensip şekil 2.5'te çizgilerle gösterilmiştir.

Vorteksler karışık olarak, takozun her iki tarafına dağılırlar. Dağılımın hızı akış hızı ile doğru orantılıdır. Eğer takoz boru hattının merkezine yerleştirilirse vorteks dağılımının hızı akış debisinin bir ölçüsü olacaktır.



Şekil 2.8: Salımlı akış ölçümünde Girdap esası

Vorteks akış ölçerler gaz ve sıvı ölçmelerinin her ikisinde de kullanılır. Bu akış ölçerler Reynould sayısı, gazlar için 2x103 ile 1x105 arasında ve sıvılar için 4x103 ile 1,4x105 arasında olacak şekilde geniş uygulama alanlarına sahiptir. Cihaz çıkışları, akışkanın yoğunluğu, sıcaklığı ve basıncından bağımsızdır. Ölçülen debinin doğruluğu kısma oranı 20:1'den fazla olacak şekilde geniş bir aralıkta yüzde ± 1 'dir.



Şekil 2.9: Çeşitli yapıda Salımlı akış ölçerler (ABB)

Girdap ölçer: Akışkanın salınan doğasına bağlı bir diğer akış ölçerdir. Akan sıvı içine, kıvrılmış giriş kanatçıkları yoluyla, teğetsel bir bileşen veren, bir girdap sokulur. Başlangıçta dönen akışkanın eksenini ölçü cihazının merkez çizgisidir. Fakat dönen akışkan genişleticiye girince, dönme ekseninin doğrultusunda bir değişim meydana gelir ve hızın en yüksek olduğu bölgenin cihaz eksenini etrafında dönmesine neden olur. Bu da frekansı hacimsel debi ile orantılı bir salınım ya da dönme eksenini üretir. Sabit bir akış kaynağı tarafından ısıtılan bir boncuk termistörden ibaret olan algılayıcı ani hız değişimlerini orantılı elektrik palsine çevirir. Üretilen pals sayısı hacimsel debi ile doğrudan orantılıdır.

Girdap ölçerinin çalışma aralığı, özel uygulamalara bağlı olmakla beraber genelde sıvılar için 25mm çap ve 3,5-4,0litre/dakikalık debiden başlayarak 300mm çap ve 1700-1300litre/dakikalık debiye kadar olanlar vardır. Doğruluk derecesi yüzde ± 1 tekrarlanabilirlikle debinin yüzde $\pm 0,25$ 'idir.

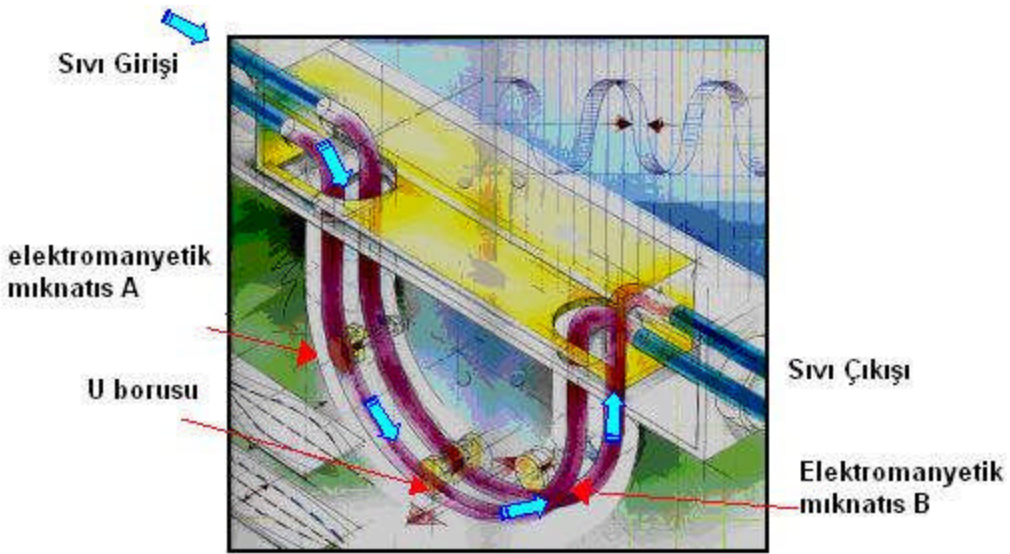
2.4. Kütle Akış Ölçerler

Kütleli debi ölçümlerinin hacimsel debiye göre bazı avantajları olabilir. Örneğin basınç sıcaklık ve özgül ağırlığın göz önünde bulundurulması zorunlu değildir. En zor ve kaçınılması gereken durum, gaz/sıvı, gaz/katı ya da sıvı/katı gibi iki fazlı karışımların beraberce aynı boruda akmalarıdır. İki faz ayrı hızlarda ve hatta ayrı doğrultularda hareket ediyor olabilir.

Ölçme yöntemleri iki ana başlık altında toplanabilir: gerçek kütle debisi ölçümü ve kütle debisi ölçümü. Birincisinde ölçülen değişken kütle akış debisiyle doğrudan ilişkilidir. İkincisinde ise hacimsel debi ve akışkan yoğunluğu ölçülür ve kütleli debi elde etmek için birleştirilirler. Hacimsel debi ve yoğunluk ölçmeleri başka yerde tartıldıklarından burada sadece kütle akışı ele alınacaktır.

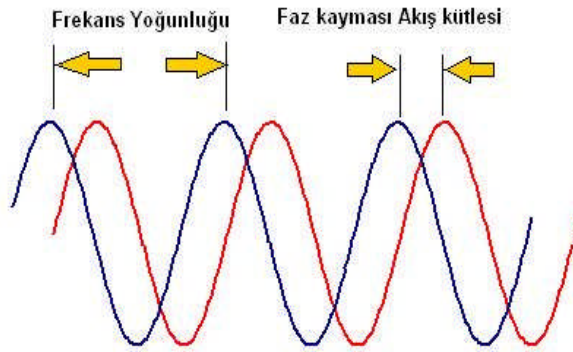
2.4.1. Gerçek Kütle-Akış Ölçme Yöntemleri

(a) **Akışkan-momentum yöntemi:** Açısal momentum. Bu tip cihaz ayrı eksenel şaftlı iki türbinin cihaz gövdesine yerleştirilmesi ile oluşur. Kaynak tarafındaki türbin sabit hızda döndürülür ve içinden geçen akışkana girdap hareketi kazandırır. Bu hareket akış tarafındaki ikinci türbine erişince girdap şeklinde dönmekte olan akışkan bu türbini de döndürmeye çalışır. Hâlbuki bu türbinin hareketi bir ayar yayı yardımı ile durdurulmuştur. Cihaz o şekilde yapılmıştır ki, akışkan akış tarafındaki türbini terk ederken tüm açısal hızı yok edilir ve türbini uygulanan tork kütleli akış ile orantılı olur. Bu tip cihazlar gazlar ve sıvıların her ikisi içinde yüzde ± 1 doğruluk derecesi ile kullanılabilir.



Şekil 2.8: Kütle akış ölçer

(b) **Jiroskop/coriolis kütle akış ölçeri:** Bu sınıftaki kütle akış ölçerleri, kütle debisinin bir ölçüsü olarak, akışkanın, bir Coriolis* ivmesinin etkisi altında tutulduğu zaman geliştirdiği momenti kullanır.



Şekil 2.9: Coriolis etkisiyle oluşan pals şekli

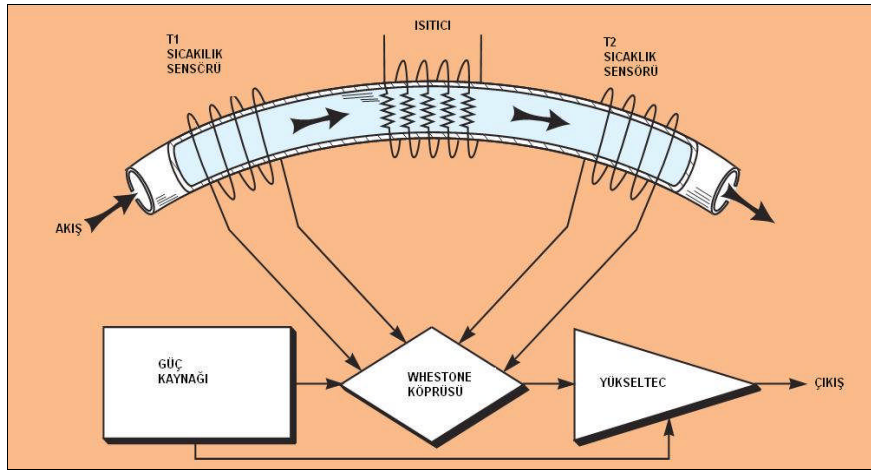
Cihaz bir U borusu ve bir akort çatalının karşıt parçalarını oluşturacak biçimde T şekli

verilmiş bir yaprak yaydan oluşmaktadır. Akort çatalının tahriki için bir elektro-mıknatıs kullanılmıştır. Böylece boru içinden akan her parçacık Coriolis tipinde bir ivmenin etkisi altında olacaktır. Ortaya çıkan kuvvet U borusunda, boru malzemesinin pekliği ile ters ve kütle debisi ile doğru orantılı, bir açısız yer değişimine neden olacaktır. Bu hareket U borusuna karşılıklı takılmış optik dönüştürücüler tarafından alınır. Çıktı bir pals olup, kütle akış debisi ile orantılıdır.

Bir osilatör sayaç pals genişliğini sayılara çevirir ve gösterim amacına uygun bir çıktı haline sokar.

Bu tip cihazlar, yüzde $\pm 0,5$ 'den daha doğru olarak, sıvı ve gaz akışlarının ölçümünde kullanılabilir.

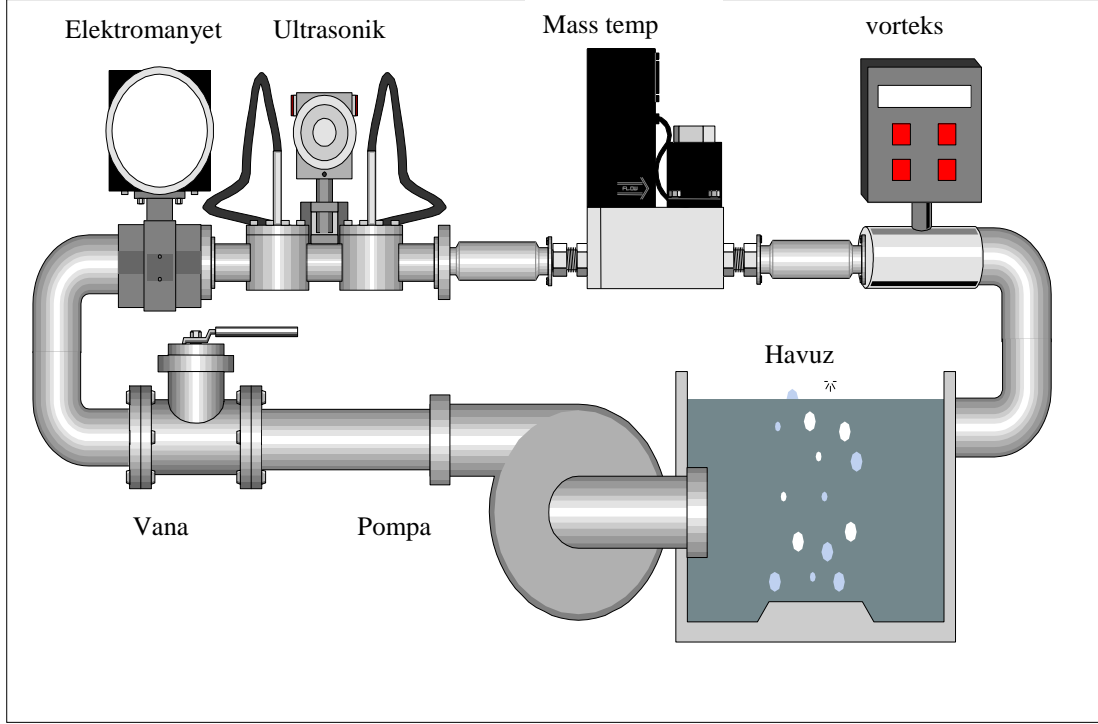
Termik kütleli akış ölçer: Bu çeşit kütleli akış ölçer, bir akış borusu, bir kaynak tarafı ve bir akış tarafı sıcaklık algılayıcısı ve bir ısı kaynağından oluşur (Şekil 2.10). Sıcaklık algılayıcıları işlevsel olarak Wheatsston köprüsünün aktif kollarıdır. Bunlar, ısı kaynağından eşit uzaklıkta monte edilmiştir. Böylece boruda akış yok ise her biri kaynaktan aynı nicelikte enerji alacak ve köprü dengede olacaktır. Ama artan akış ile akış tarafındaki algılayıcı kaynak tarafındakine göre giderek artan oranda daha fazla ısı alacak ve köprüde dengesizliğin oluşumuna neden olacaktır. Sıcaklık farklı kütleli akış debisi ile orantılı olacaktır. Köprü bunu potansiyel farka dönüştürmektedir.



Şekil 2.10: Termik Küresel Akış Ölçer

Bu tip kütleli debi ölçerler çok yaygın olarak, gaz akışlarının ölçülmesine uygulanmaktadır. Ölçmeler, $2,5 \times 10^{-1}$ - 5×10^{-3} kg/s'lik geniş debi aralığında yüzde ± 1 doğrulukta yapılabilmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ



Şekil 2.101: Uygulama faaliyeti akış şeması

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Elektronik Akış Ölçeri Su dönüşüm havuzuna bağlayınız.➤ Elektronik Akış Ölçerin Elektriksel bağlantısını yapınız.➤ Su miktarını ayarlayarak Debiyi değiştiriniz.➤ % cinsinden debiyi ölçünüz.➤ Debiyi miktara dönüştürecek hesaplamayı yapınız.➤ Sonuç raporu hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hazır montajlı bir sistem var ise onu kullanmayı tercih ediniz.➤ Devridaim pompası bulunan bir dönüşüm havuzu kullanınız.➤ Elinizde var olan bütün Akış ölçerleri yukarıdaki gibi seri bağlayınız.➤ Mekanik bağlantılar bitiminde sızdırmazlık kontrolü yapınız.➤ Elektronik akış ölçerleri $\pm 20\text{mA}$ akım döngüsüne bağlayınız.➤ Su miktarının vana yardımı ile değiştirerek akış ölçerlerin çıkışlarını ölçünüz ve kaydediniz.➤ Ölçtüğünüz debiyi miktara çeviriniz.➤ Aldığınız sonuçları rapor halinde yazınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak bu faaliyette kazandığınız bilgileri ölçünüz

1. Aşağıdakilerden hangisi akışkanın iletken olmasını gerektiren akış ölçer çeşitidir?
A) Vorteks
B) b)Mass
C) Kütlesele
D) Elektromanyetik
2. Ultrasonik akış ölçerler hangi fiziksel niceliği kullanır?
A) Hız
B) Sıcaklık
C) Basınç
D) Ses dalgası
3. Boruya giriş sıcaklığı ile borudan çıkış sıcaklığı arasındaki farkı kullanarak akış ölçen cihaz hangisidir?
A) DP/CELL
B) Kütlesele akış ölçer
C) Vorteks akış ölçer
D) Ultrasonik akış ölçer.
4. Boru içine yerleştirilen engel tarafından oluşan dalgacıklar esasına dayalı ölçme yapan cihaz hangisidir?
A) Vorteks akış ölçer
B) Elektromanyetik akış ölçer
C) Ultrasonik akış ölçer
D) Mass
5. Yanıcı ve patlayıcı kimyasalların ölçülmesinde hangi akış ölçer kullanılır?
A) Ultrasonik akış ölçer
B) Elektromanyetik akış ölçer
C) Mass akış ölçer
D) Vorteks akış ölçer
6. Hamurun akışını ve miktarını ölçmede hangi akış ölçer kullanılmalıdır?
A) Ultrasonik akış ölçer
B) Elektromanyetik akış ölçer
C) Mass akış ölçer
D) Vorteks akış ölçer

7. Çamurlu ve Kirli bir suyun akışının ölçümünde hangi tür akış ölçer kullanılmalıdır?
A) Ultrasonik akış ölçer
B) Elektromanyetik akış ölçer
C) Mass akış ölçer
D) Vorteks akış ölçer
8. Bir sulama kanalına özel savak yapılarak ve hangi tür akış ölçer kullanarak ölçüm yapılabilir?
A) Mass akış ölçer
B) Vorteks akış ölçer
C) Ultrasonik akış ölçer
D) Elektromanyetik akış ölçer
9. Akışkanın yoğunluğu basıncı ve sıcaklığından etkilemeden ölçüm yapan akış ölçer nedir?
A) Mass akış ölçer
B) Vorteks akış ölçer
C) Ultrasonik akış ölçer
D) Elektromanyetik akış ölçer
10. Coriolis ivmesi prensibinden yararlanılarak yapılan akış ölçerlerin genel adı nedir?
A) Ultrasonik akış ölçer
B) Elektromanyetik akış ölçer
C) Mass akış ölçer
D) Vorteks akış ölçer

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Modülde yaptığınız uygulamaları tekrar yapınız. Yaptığınız bu uygulamaları aşağıdaki tabloya göre değerlendiriniz.

Aşağıda listelenen kriterleri uyguladıysanız EVET sütununa, uygulamadıysanız HAYIR sütununa X işareti yazınız.

Değerlendirme Kriterleri	Evet	Hayır
Akışı tarif edebilir misin?		
Diferansiyel basınç aygıtlarını kullanabiliyor musun?		
Orifis plate'i kullanarak akış ölçebiliyor musun?		
Venture tüpünü kullanarak akış ölçebiliyor musun?		
Elektromanyetik akış ölçeri kullanabiliyor musun?		
Kütlesel akış ölçümü yapabiliyor musun?		
Salınım esaslı akış ölçümü yapabiliyor musun?		

DEĞERLENDİRME

Hayır, cevaplarınız var ise ilgili uygulama faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tümü evet ise bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	A
3.	A
4.	D
5.	B
6.	C
7.	D
8.	A
9.	A
10.	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	D
3.	B
4.	A
5.	A
6.	A
7.	B
8.	C
9.	B
10.	C

KAYNAKÇA

- <http://myo.mersin.edu.tr/UZAK/TP/EndOto/>
- <http://atlas.cc.itu.edu.tr>
- E.A.PAR, **Endüstriyel Kontrol El Kitabı Cilt 1 Transdüserler**, M.E.B., İstanbul, 2002
- NOLTİNGK B.E., **CİHAZ TEKNOLOJİSİ 1 Mekanik Aletler**, M.E.B., Eskişehir, 1994
- UYTUN E., **Balgat Anadolu Teknik Lisesi Ders Notları**