

SÜREÇ KONTROLE GİRİŞ

1.1 SÜREÇ KONTROL

1.1.1 Giriş

Süreç (işlem) kontrolü temel kavramını açıklayabilmek için öncelikle süreç kontrol ilkelerinin genel olarak açıklanması gerekir.

1.1.2 Süreç Kontrolün Tanımı

Süreç kontrolle ilişkili işlemler her zaman doğada var olmuştur. “Doğal” süreç kontrolünü yaşayan bir organizma için önemli bazı iç fiziksel özellikleri düzenleyen işlem olarak tanımlayabiliriz. Doğal düzenleme örnekleri olarak vücut sıcaklığı, kan basıncı ve kalp atış ritmi gösterilebilir.

Eski insanlar yaşamlarını sürdürebilmek için dış çevrelerindeki bazı parametreleri düzenleme gereksinimi duydular. Bu düzenleme “yapay” süreç kontrolü olarak tanımlanabilir. Bu tip süreç kontrolde parametrelerin gözlenmesi, istenen değerle karşılaştırılması ve parametrenin istenen değere mümkün olduğu kadar yaklaştırılması gerekir.

İnsanlar otomatik düzenleme yordamlarını daha verimli ürünlerin üretimine veya malzemenin işlenmesine uygunlaştırmayı öğrendiklerinde “süreç kontrol” terimi daha yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Bu yordamların otomatik olmasının nedeni bir sürecin düzenlenmesi için insan müdahalesine gerek duyulmamasıdır.

Endüstride üretilen son ürünün belirli tanımlanmış özelliklerinin bulunması gerekmektedir. Bu özellikler ürünün üretilmesindeki tepkime koşullarına ve işlemlere dayanmaktadır. Ürünün istenen özellikleri taşımalarını sağlamak amacıyla bu koşullar ve işlemlerin doğruluğunun sağlanması amacıyla kontrol edilmesine **süreç kontrol** denir.

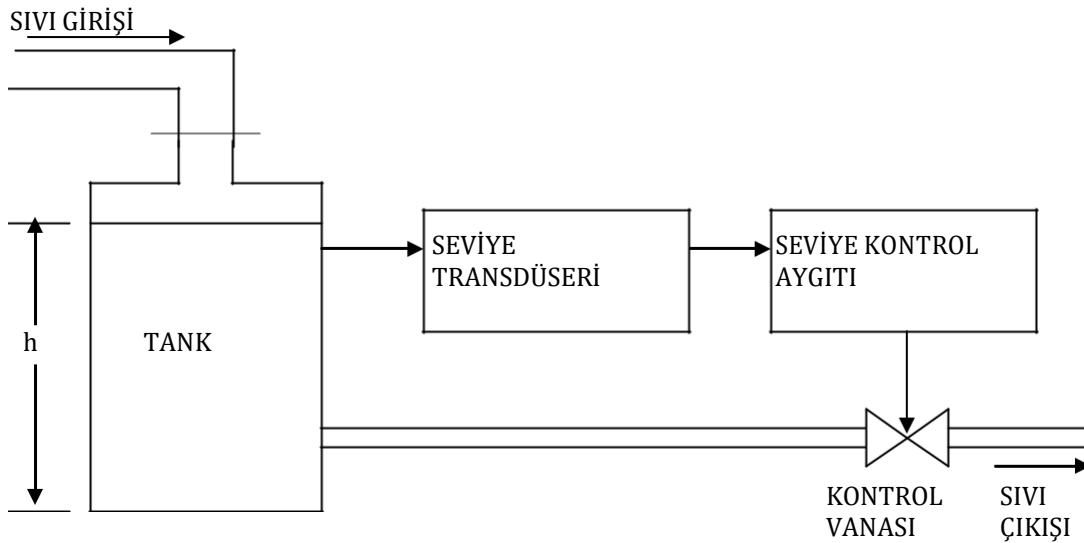
Endüstriyel süreçlerin pek çoğu üretim sürecindeki bir veya daha fazla değişkenin denetlenmesiyle otomatikleştirilebilir. Bu süreç değişkenleri konum, sıcaklık, basınç, seviye, akış, kuvvet, hız, ivme titreşim, kalınlık, ağırlık veya hacim olabilir. Süreç değişkeni ne olursa olsun bunu kontrol etme ilkeleri aynıdır.

Şekil-1.1’deki kontrol sisteminde birer seviye algılayıcı, kontrol aygıtı ve kontrol vanası tank içindeki sıvı seviyesini kontrol etmek için kullanılmış ve süreç kontrolün temel özelliklerini tanımlamak için örnek olarak verilmiştir.

Bu kontrol sisteminin amacı akışkan seviyesini tankın tabanından belirli bir yüksekliğinde tutmaktır. Tanka sıvı akış hızının kontrolsüz olduğunu varsayıyoruz. Herhangi bir değişkenin denetimindeki ilk basamak bu değişkenin ölçülmesidir. Elektronik denetim sistemindeki bir transdüser değişkeni ölçer ve ölçümü bir elektrik işareti olarak çıkışına aktarır. Bu amaçla kullanılan seviye transdüseri tanktaki akışkan seviyesini sezinleyen ve ölçen bir cihazdır. Bir süreci denetlemek için istenen sonucu da bilmemiz gerekir. Bu *kontrol set noktası*dır; örneğin, tanktaki seviye ayarı.

Seviye kontrol aygıtı ölçümü değerlendirir, istenen set noktası ile karşılaştırır ve bir seri düzeltici çıkış üretir. Vana çıkış borusundaki akışkan debisini kontrol eder.

Şekil 1.1 Bir süreç kontrol örneği



Bir kontrol sistemindeki herhangi bir noktada ölçülen değişken ve süreç set noktası bir araya getirilip karşılaştırılmalıdır. Bu noktaya *toplama noktası* denir. Karşılaştırmanın sonucu bir *hata işareti* üretilir. Hata işareti basit bir aç-kapa (on-off) işareti olabilir veya gerekli düzeltme miktarını belirtir. Sıvı seviyesi kontrol set noktasının

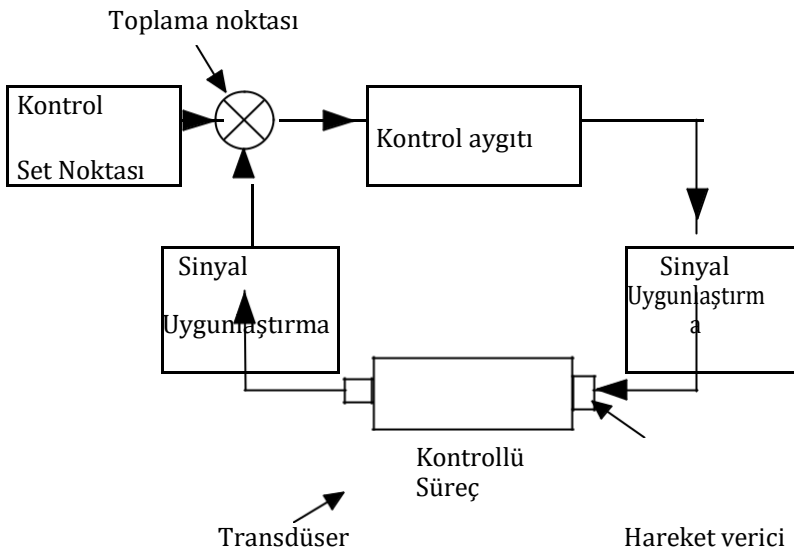
altına düştüğünde, kontrol aygıtı kontrol vanasına bir aç-kapa tipi hata işareti üretir. Hata işareti süreci kontrol set noktasına daha yakınlaştıracak şekilde ayarlama yapma kararını veren kontrol aygıtının girişine uygulanır.

Süreç kontroldeki son basamakta değişkeni kontrol set noktasına daha yaklaştıracak ayarlama işi yapılır. Hareket verici sistemin kalanının denetlediği işi gerçekleştirir. Seviye transdüseri kontrol vanasına bir kapat işareti gönderdiğinde, vana kapanarak sıvı seviyesini artırır. Bu örnekte, kontrol vanası aracılığıyla sıvı seviyesi ayarlanmaktadır. Bu *işlemlenen değişkendir*: Seviye kontrol set noktasına ulaştığında yapılan ölçme sonucu kontrol aygıtı kapat işaretini göndermeyi durduracak ve vananın belirli oranda açılmasını sağlayacaktır.

1.1.3 Süreç Kontrol Sisteminin Elemanları

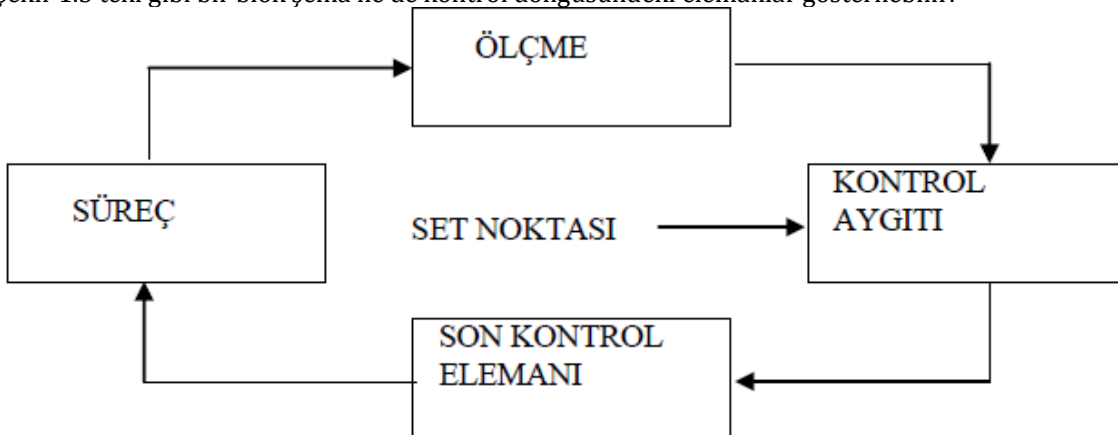
Şekil-1.2'de blok şema şeklinde süreç kontrol elemanlarının hepsi ve işaretin akış yönü gösterilmektedir. (Tüm kontrol sistemleri Şekil-1.2'deki tüm elemanları içermeyebilir.) Şekil otomatik süreç kontrolün bir kapalı döngü sistem olduğunu göstermektedir. Transdüser kontrollü değişkeni ölçer ve bir geribesleme işareti üretir. Sinyal uygunlaştırma kısmında yükselteçler, gürültüye karşı filtreler, gerilim-akım, frekans-gerilim çeviriciler, veya vuruş-şekillendirici devreler bulunabilir. Sinyal uygunlaştırıcının çıkışı kontrol set noktası ile karşılaştırmanın yapıldığı toplama noktasına beslenir. Kontrol aygıtı kontrollü değişkeni ayarlayıp ayarlamama, ne kadar miktarda ve ne kadar sürede ayarlama yapılacağı konusunda karar verir.

Kontrol aygıtının çıkışı kontrollü değişkeni değiştirmek için işlenmesi gerekebilen bir kontrol işaretidir. Burada vuruş şekillendirme, gerilim/akım ya da akım/basınç dönüşümü ve anahtarlama bulunabilir. İşlenmiş kontrol işareti daha sonra süreç değişkenini değiştiren hareket vericiye gönderilir. Transdüser şimdi değişikliğin etkilerini kontrol aygıtına bildirir ve işlem yinelenir.



Şekil 1.2 Süreç kontrol elemanları

Bir süreç kontrol sisteminde dört ana eleman bulunmaktadır: süreç, ölçme, değerlendirme ve kontrol. Şekil-1.3'teki gibi bir blok şema ile de kontrol döngüsündeki elemanlar gösterilebilir.



Şekil 1.3 Süreç kontrol döngüsü blok şeması

1.1.3.1 Süreç

Genelde, bir işlem herhangi bir üretim serisi ile ilgili malzeme ve donanımın birleşiminden oluşmaktadır. Endüstride süreç sözcüğü bir ürünün üretilmesi ya da geliştirilmesini sağlayan bir seri işlem olarak tanımlanır.

Şekil-1.1'deki örnekte, akışkan seviyesine göre kontrol edilecek süreç sıvı, tanka giren ve çıkan sıvı debisi ve tankın boyutları gibi değişkenleri içerir. Bir işlemde pek çok dinamik değişken bulunabilir ve bütün bu değişkenleri kontrol etmek gerekebilir.

Kimya endüstrisinde, örneğin benzin gibi bir son ürünü elde etmek için yapılan işlemlere süreç denilmektedir. Gıda endüstrisinde, yenilebilir ürünlerin elde edilmesi amacıyla hammaddenin işlenmesi işlemleri de süreç olarak adlandırılmaktadır.

1.1.3.2 Ölçme

Bir süreçteki dinamik değişkeni kontrol edebilmek için değişken hakkında bilgiye gerek vardır. Genelde ölçüm, değişkenin elektriksel gerilim ya da akım gibi analog işarete dönüştürülmesi anlamına gelir. Bir dinamik değişkenin ilk ölçümünü yapan ve enerji dönüşümünü elektriksel işaret olarak yapan aygıt bir **transdüser**dir.

Transdüserler seviye, sıcaklık, basınç, debi ve analitik tipler olarak sınıflandırılabilir. Herhangi bir ölçümün sonucu dinamik değişkenin süreç denetim döngüsündeki diğer elemanlar tarafından gereksinilen oransal bilgiye dönüştürülmesidir.

1.1.3.3 Değerlendirme

Süreç kontrol serisinde değerlendirme aşamasında ölçüm incelenir ve yapılması gereken düzeltici hareket belirlenir. Döngünün bu kısmına **kontrol aygıtı** adı verilir. Değerlendirme ya manuel olarak bir işletmeci tarafından ya da otomatik olarak elektronik sinyal işleme, bir bilgisayar veya tüm bunların birleşimi tarafından yapılabilir.

Kontrol aygıtına hem dinamik değişkenin ölçüm sonucu, hem de işlevini yerine getirebilmesi için değişkenin istenen değeri girilmelidir. Dinamik değişkenin bu istenen değerine set noktası (SN) denir. Değerlendirme, ölçüm ve set noktasının karşılaştırılması ve denetlenen değişkeni set noktasına getirmek için gerekli işleme karar verilmesinden oluşmaktadır. Bu, süreç kontrol döngüsünün temelidir.

1.1.3.4 Son Kontrol Elemanı

Bir süreç kontrol döngüsündeki son eleman sürece doğrudan etki eden bir aygıttır. Bu eleman kontrol aygıtından aldığı girişi sürece etkiyecek oransal bir işleme dönüştürür. Süreç endüstrisinde çoğu durumda bu son kontrol elemanı süreçteki akışkan debisini ayarlayan bir kontrol vanasıdır. Elektrik motorları ve pompalar da son kontrol elemanlarıdır.

1.1.4 Bir Kontrol Sisteminin Temel Gereksinimleri

Bir kontrol sisteminin başlıca gereksinimi oldukça kararlı olmasıdır. Yanıt hızı yüksek olmalı ve bu yanıt uygun bir sönümlenme özelliği göstermelidir. Bir kontrol sistemi sistem hatasını ya sıfırlamalı ya da sıfıra yakın bir değere düşürebilmelidir.

1.1.4.1 Sönümlenme: Denetim Sürecinin İnce Ayarı

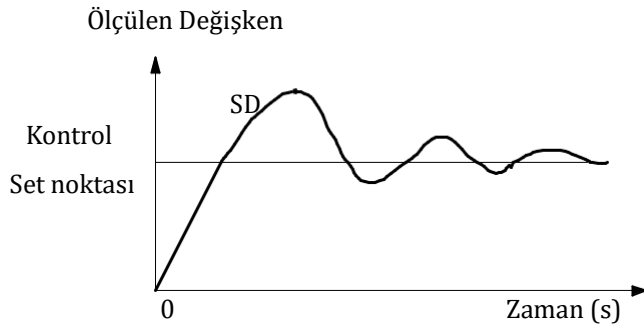
Eylemsizlik ilkesine göre hareketsiz bir cisim hareketsiz kalmaya eğilimlidir, hareket halindeki bir cisim ise hareketine devam etmeye eğilimlidir. Hiç bir fiziksel süreç anında tam hıza yanıt veremez ya da anında duramaz. Her süreç belli bir miktar eylemsizliğe sahiptir ki bu da kontrol süreci üzerinde istenmeyen bir etkiye neden olabilir.

Sönümlenmeyi açıklayabilmek için dc motorun hızını denetleyen bir sistemi inceleyelim. Motorun çıkış miline motor hızıyla doğru orantılı dc çıkış gerilimine sahip bir tako üretici bağlıdır. Bu gerilim, motoru süren akımın vuru genişliğini denetlemek için kullanılır. Vuru genişliği ne kadar uzun olursa, motor o kadar hızlı döner. Motorun çok yavaş döndüğünü varsayalım.

Tako üreticiden alınan düşük çıkış kontrol aygıtının vuru genişliğini arttırmasına neden olarak motorun hızlanmasını sağlayacaktır. Motor set noktası hızına eriştiğinde, kontrol aygıtı vuru genişliğini ayarlamak suretiyle yanıt verecektir, ancak daha önceki kontrol işaretlerinden dolayı, hala ivmeleniyor olacaktır. Kütesinden dolayı, düzentecek etkisi (eylemsizlik) motorun kısa bir süre daha çok hızlı dönmesine neden olacaktır. Kontrol aygıtı vuru genişliğini daha da azaltarak yanıt verecek ve motorun momentumu yenildiğinden motor yavaşlamaya başlayacaktır. Motor çok yavaş bir hız ile çok hızlı bir hız arasında bir süre gidip gelecektir. Bu bir sönümsüz ya da az sönümlü (devirli) bir yanıttır.

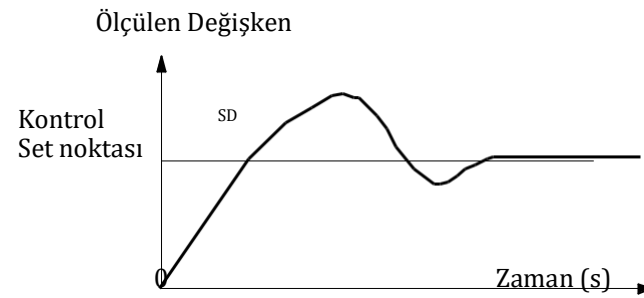
Şekil-1.4'teki az sönümlü yanıt eğrisi bir sistemin ya set noktası ya da kontrollü değişkendeki değişime verdiği yanıtı göstermektedir. Sistemdeki değişimle değişimin düzeltilmesi arasındaki zamana *yanıt süresi* denir. Set noktası ve gerçek sistem arasındaki fark *sürekli durum hatası*dır.

Tasarım sırasında sistemin istenen set noktasına ulaşma yeteneği iyileştirilebilir. Bir sayısal sistemde daha karmaşık bir yazılım ile sistemin salınma eğilimini yenebilir. Bunun yapılıp yapılmaması genellikle yararlarına karşı maliyet temeli üzerine kararlaştırılır.

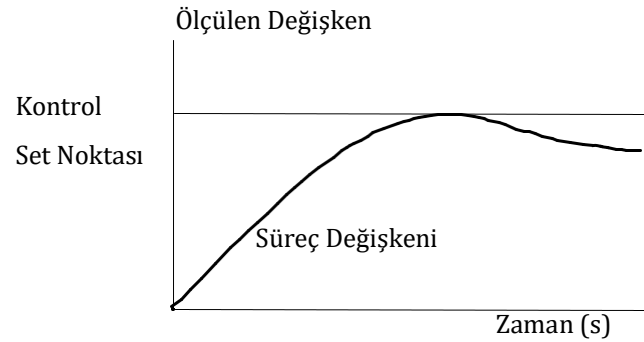


Şekil 1.4 Devirli bir yanıt eğrisi

Şekil 1.5'te farklı derecelerde sönümlenmeye sahip sistemlerin yanıt eğrileri bulunmaktadır. Kritik sönümlü sistem yanıtı doğruluk ve yanıt süresi arasında en iyi uyuşmayı sağlar. Aşırı sönümlü sistem yanıtı doğruluktaki çok az kazanç için çok yavaştır; ancak aşmanın kabul edilemez olduğu yerlerde kullanılabilir.



(a) Kritik sönümlenme



(b) Aşırı sönümlenme

Şekil 1.5 Kritik sönümlenme ve aşırı sönümlenme yanıt eğrileri

1.1.4.2 Sistem Hatası

Sistem hatası, kontrollü değişken set noktası değeri ve süreç değişkeni arasındaki farkın ölçüsüdür ve

$$e(t) = SD(t) - SN(t) \quad (1-1)$$

eşitliğiyle ifade edilir.

$e(t)$ = zamanın işlevi olarak sistem hatası

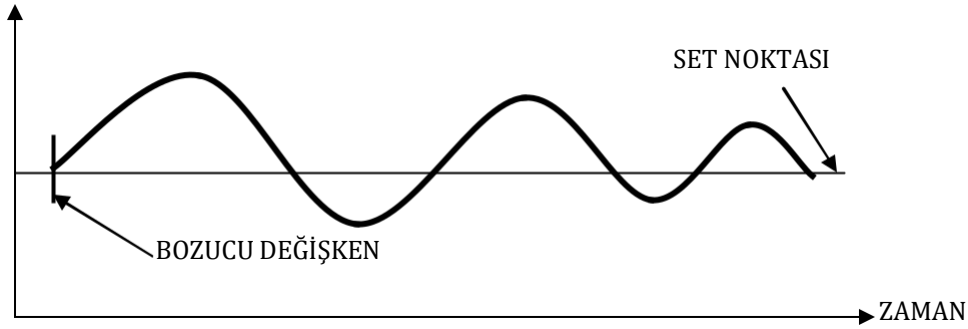
$SD(t)$ = zamanın işlevi olarak süreç değişkeni

$SN(t)$ = zamanın işlevi olarak set noktası

1.1.4.3 Sistem Yanıtı

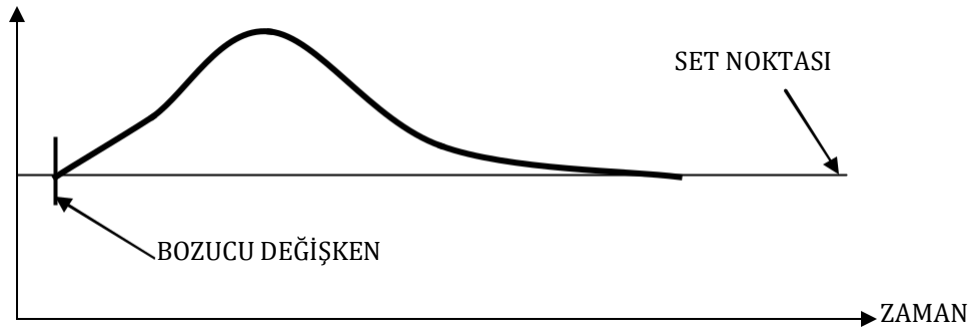
Bir kontrol döngüsünün esas amacı debi, sıcaklık, seviye gibi dinamik süreç değişkenini bir set noktasında tutmaktır. Sistem yanıtı, bir kontrol döngüsünün kontrol edilen süreç değişkeninde bir değişikliğe neden olan bozucu değişkenden kurtulma yeteneğidir. Sistem yanıtı az sönümlü, aşırı sönümlü ve kritik sönümlü olmak üzere üç genel özellik göstermektedir. Şekil-1.6'da bir bozucu değişkenden sonra set noktası civarında salınan süreç değişkeninin az sönümlü yanıt eğrisi görülmektedir. Şekil-1.7'de ise, kontrol sisteminin salınım olmadan süreç değişkenini çalışma noktasına getirdiği aşırı sönümlü yanıt eğrisi görülmektedir.

SD (SÜREÇ DEĞİŞKENİ)



Şekil 1.6 Bozucu değişkenden sonra sistemin devirli yanıt eğrisi

SD (SÜREÇ DEĞİŞKENİ)



Şekil 1.7 Bozucu değişkenden sonra sistemin aşırı sönümlü yanıt eğrisi

Bir süreç kontrol sistemi set noktasındaki değişikliği izleyerek ya devirli, ya aşırı sönümlü yada kritik sönümlü bir yanıt üretecek şekilde ayarlanabilir. Şekil-1.6'daki devirli yanıt eğrisinde, süreç değişkeninin gerçek değeri yeni set noktasını aşar ve sonra dengeye ulaşmadan önce bu nokta civarında salınır. Şekil-1.7'deki aşırı sönümlü yanıt eğrisinde, süreç değişkeni set noktasını hiçbir zaman aşmaz veya salınmaz, fakat yavaşça yeni set noktasına ulaşır.

Algılayıcı

Herhangi bir fiziksel büyüklüğü, örneğin hidrostatik akış basıncını orantılı olarak bir başka fiziksel büyüklüğe, (çoğunlukla elektriksel) çeviren cihazların genel adıdır. Girişte ilk aşamada kullanılan dönüştürücülere, algılayıcı ve hissedici anlamına gelen sensör adı verilmektedir. şekil 1.1’de ölçme kontrol sisteminin fonksiyonel blok diyagramı görülmektedir. Algılayıcı olarak da adlandırılan giriş dönüştürücüsünde, ışık şiddeti, yer değişimi, sıcaklık, manyetik alan veya PH değerleri gibi fiziksel veya kimyasal birimler elektrik veya elektronik sinyallerine dönüştürülür. Yani bir giriş dönüştürücü de enerji taşıyan sinyal elektriksel olmayan sinyal biçiminden, elektriksel bir biçime dönüştürülür.



Şekil 1.1: Ölçme ve kontrol sisteminin fonksiyonel blok diyagramı

Son olarak çıkış dönüştürücüsünde elektrik sinyali tekrar elektriksel olmayan bir sinyale dönüştürülür. Bu dönüştürme işlemi de bir dönüştürücü yani transduser ile yapılır. Dönüştürülen bu sinyal beş duyu ile algılanabilir. Örneğin, monitör veya display’de sinyal ışınım enerjisi ile ve hoparlörde mekanik (akustik) enerji ile taşınır.

Dönüştürücüler ve dönüştürücü etkilerinin 6x6’lık bir matrisle gösterilmesi mümkündür. Dönüştürücünün girişindeki sinyalin biçimi dikey sütunlarla ve çıkış sinyal biçimleri de yatay satırlarda gösterilmiştir. Çapraz olarak karşılık gelen kutular modifiyerleri göstermekte olup tanıma göre giriş ve çıkış sinyalleri aynı biçimdedir, örneğin ışınım’dan ışınım’a enerji dönüşümü optik filtre ile yapılmaktadır (Tablo 1.1). Aynı matris dönüştürücülerde kullanılan fiziksel ve kimyasal etkiler içinde yapılabilir. Tablo 1.2’de görülmekte olan etkilerin çoğu kendiliğinden üreten dönüştürücülerin yapımına izin verir ve diğer etkiler ise modülasyonlu dönüştürücülere öncülük eder.

Giriş→ Çıkış↓	Işınım	Mekanik	Isıl	Elektrik	Manyetik	Kimyasal
Işınım	Optik filtre	Gölay hücre dedektörü	Solar metre	Güneş hücresi		Foto grafik işlem
Mekanik	Çakmak taşı	Dişli kutusu		Elektrik jeneratörü		
Isıl	Sıcaklığa duyarlı LCD	Bimetal	Isı değişimi	Isıl çift		
Elektrik	LED	Hoparlör	Soğutucu eleman	Mosfet	Sargı	Batarya
Manyetik	Manyete optik modülatör	Manyetik debriyaj	Adiyabatik anti manyetizer	Hall levhası	Manyetik devre	
Kimyasal	Kandil	Patlarlı motor	Gaz sobası	PH ölçüm hücresi		Kimyasal işlem

Tablo 1.1: Sinyal ve enerji dönüşüm aygıtlarını gösteren 6x6 matris

Giriş→çıkış↓ (ok çiz)	Işınım	Mekanik	Isıl	Elektrik	Manyetik	Kimyasal
Işınım	Foto luminesans	Işınım basıncı	Işınım ısısı	Foto-iletken	Foto-manyetik	Foto-kimyasal
Mekanik	Foto elastik etki	Korunumlu moment	Sürtünme ısısı	Piezo elektrik	Manyeto strictiv	Basınçla indüklenen patlama
Isıl	Akkor flaman	Isıl genleşme	Isı iletimi	Seebeck etkisi	Curie-weiss kanunu	Endo termik reaksiyon
Elektrik	İnject luminesans	Piezo elektrik	Peltier etkisi	Pn jonksiyon etkisi	Amper kanunu	Elektroliz
Manyetik	Faraday etkisi	Manyeto sertlik	Etting-hausen etkisi	Hall etkisi	Manyetik indüktans	
Kimyasal	Kimyasal lumin.	Patlama reaksiyonu	Exo termik reaksiyon	Volta etkisi		Kimyasal reaksiyon

Tablo 1.2: Sinyal ve enerji dönüşüm etkilerini gösteren 6x6 matris

Kullanım Alanları

Algılayıcılar ve dönüştürücüler fiziksel ortam ile endüstriyel amaçlı elektrik/elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görür. Bu cihazlar endüstriyel işlem sürecinde kontrol, koruma ve görüntüleme gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Pozisyon, seviye ve yer değişimi ölçümü, canlı ve hareket detektörlerinde, hız ve ivme ölçümü, kuvvet ve gerinim, basınç, akış, akustik, nem, ışık vb. büyüklükleri algılayıp dönüştürme işleminde kullanılır.

1.3. Çeşitleri

1.3.1. Algılanacak Enerji Türüne Göre Sınıflandırma

Algılama türüne göre sınıflandırma:

- Biyolojik
- Kimyasal
- Elektrik, manyetik veya elektromanyetik dalga
- Isı ve sıcaklık
- Mekanik yer değiştirme
- Radyoaktiflik, radyasyon

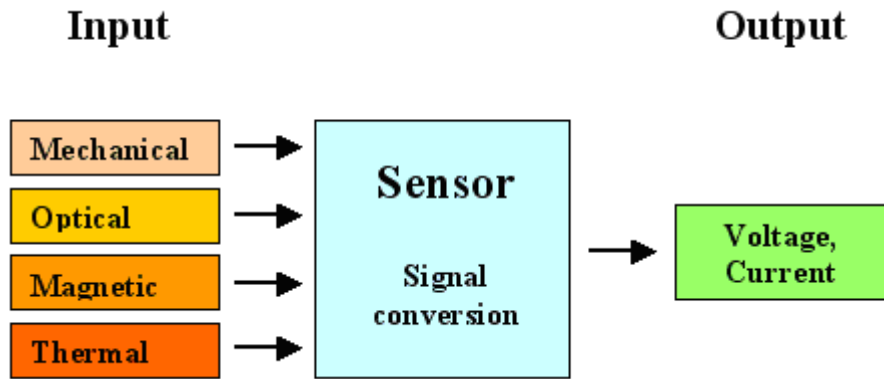
Çevirme metoduna göre sınıflandırma:

- **Biyolojik**
 - Biyokimyasal transformasyon
 - Test organizması üzerindeki etkiler
 - Spektroskopi
 - Diğer
- **Kimyasal**
 - Kimyasal transformasyon
 - Elektrokimyasal prosesler
 - Spektroskopi
 - Diğer
- **Fiziksel**
 - Termoelektrik
 - Termoelastik
 - Termooptik

- Fotoelektrik
- Fotomanyetik
- Fotoelastik
- Piezo elektrik
- Piroelektrik
- Magnetoelektrik
- Diğer

Sensör & Transdüser

Fiziksel ortam değişikliklerini (ısı, ışık, basınç, ses, vb.) algılayan elemanlara “sensör”, algıladığı bilgiyi elektrik enerjisine çeviren elemanlara “transdüser” denir. Günlük hayatımızda ısı, ışık, basınç ses gibi büyüklükler var olup bunların etkilerini duyu organlarımızla algılar, varlıklarından haberdar oluruz. Bu fiziksel büyüklükleri insanlar gibi algılayan ve bu algılama sonucunda gerekli ekipmanları devreye sokan ve çıkartan elemanlar sensörler ile transdüserlerdir.



- **Algılayıcıları birbirinden farklı birçok sınıfa ayırmak mümkündür. Ölçülen büyüklüğe göre, çıkış büyüklüğüne göre, beslenme ihtiyacına göre sınıflara ayrılırlar.**

Besleme gerilimine göre sensörler iki farklı yapıda incelenirler. Bunlar, pasif sensörler ve aktif sensörlerdir.

Pasif Sensörler(Passive Sensors):

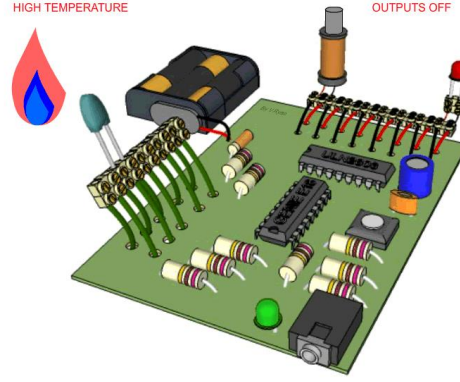
Sinyal üretebilmek için dışarıdan harici hiçbir güç kaynağına ihtiyaç duymayan fiziksel yada kimyasal değerleri istenilen çıkış değişkenine dönüştürebilen sensörlerdir. Bu pasif sensör çeşitlerine en basit örnek ise buton ve anahtardır. Bunlardan farklı olarak potansiyometre, limit anahtarları, ısı sensörleri (PTC ve NTC), basınç sensörleri, LDR, fototransistörler, fotodiyotlar ve mikrofönler örnek olarak söylenebilir. Bu sensörlerin çalışması için harici hiçbir enerjiye ihtiyaç yoktur. Bu sensörler sadece giriş değişkenlerini ölçerek tepki verirler.

Aktif Sensörler(Active Sensors):

Sinyal üretebilmesi için dışarıdan harici bir güç kaynağına ihtiyaç duyan sensörlere aktif sensör denilir. Bu sensörlerin en önemli özelliklerinden biri düşük sinyalli ölçmelerde kullanılmasıdır. Bundan dolayı oldukça hassas ölçüm yapabilirler.

Aktif sensörler, ürettiği sinyal türüne göre; Analog veya Dijital sinyal çıkışı vermektedirler. Dijital olarak 0 yada 1 çıkışını vermektedirler.

Çıkış sinyali analog olan sensörler ise gerilimsel yada akımsal çıkış verebilirler. Gerilim sinyali olarak genellikle 0-5V arasında bir gerilim vermektedirler. Akım sinyali olarak ise genellikle 4-20mA arası bir çıkış vermektedirler.



Pasif Algılayıcılar

1. Anahtar tipi Algılayıcı
 - Kontak Algılayıcı
 - Limit Algılayıcı
2. Işık Algılayıcı
3. Dirençsel pozisyon Algılayıcı
4. Potansiyometre
5. Piezoelektrik Film Algılayıcı
6. Sıcaklık Algılayıcı
7. Basınç Algılayıcı

Aktif Algılayıcılar

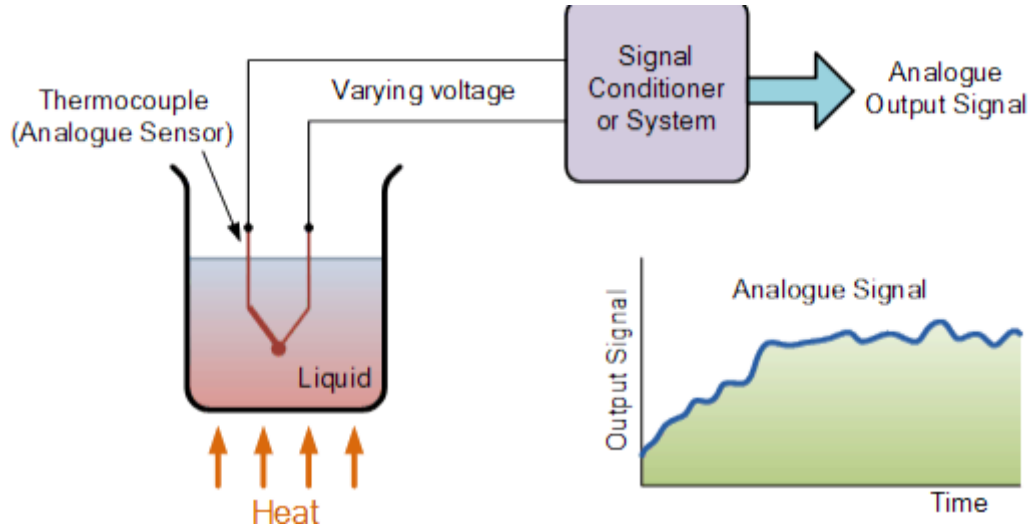
1. Şaft Pozisyon Algılayıcıları
2. Infra Red (IR) Algılayıcı
3. Yakınlık Algılayıcı
4. Ultrasonik Uzaklık Algılayıcı

Çıkış büyüklüklerine sensörler analog ve dijital sensörler olmak üzere iki türde incelenir.

Analog Sensörler (Analogue Sensors):

Analog çıkış sinyali veren sensörlerdir. Örneğin termokuplun sıcaklığını arttırdıkça çıkışından elde edilen gerilim artmaktadır.

Thermocouple kullanarak analog sinyal çıkışı elde etme

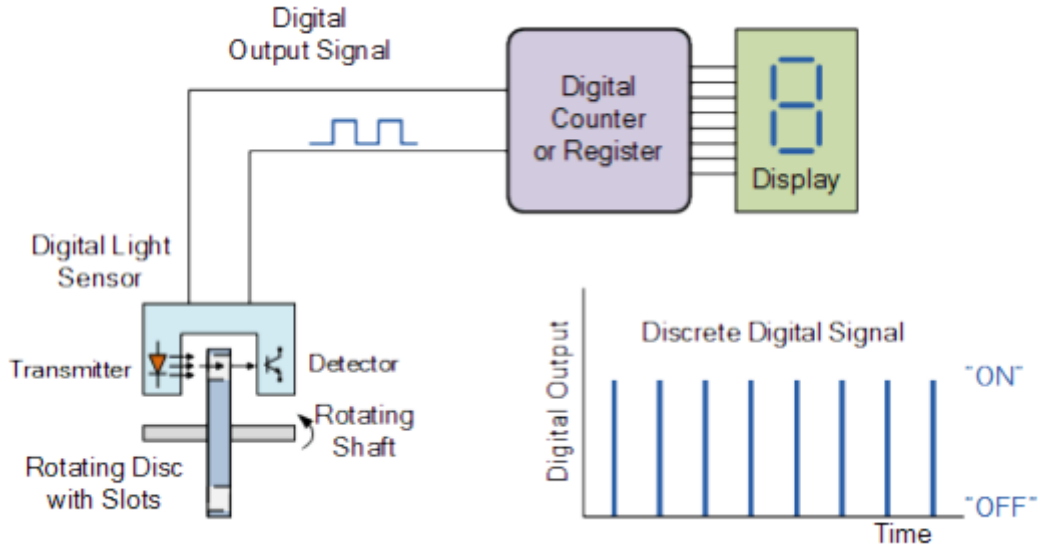


Analog sensörlerin çıkışındaki sinyaller mikro-volt (μV) ve milli-volt (mV) çok küçük değerlerde olabilir. Bu sinyaller yükselteç devreleriyle artırılabilir. Mikrodenetleyicilerde analog sinyalleri işlemek için ADC(analogue-to-digital converters) modülü bulunur.

Dijital Sensörler (Digital Sensors)

Dijital sensörler lojik "1" ve lojik "0" olmak üzere BINARY çıkış sinyali verirler.

Dijital ışık sensörü ile sayıcı



Dedektör çıkışından elde edilen dijital sinyal dijital sayıcıya verilerek displayde sayma işlemi gerçekleştirilir.

Sensörler, giriş büyüklüklerine göre altıya ayrılırlar. Aşağıda bu sensör çeşitleri ve algılama özelliklerini inceleyebilirsiniz.

- Mekanik sensörler (*Uzunluk, alan, miktar, kütleli akış, kuvvet, tork, basınç, hız, ivme, pozisyon, ses dalga boyu ve yoğunluğu*)
- Termal sensörler (*Isı akışı ve sıcaklık*)
- Elektriksel sensörler (*Voltaaj, akım, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon, elektrik alanı, frekans*)
- Manyetik sensörler (*Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik*)
- Işıma sensörleri (*Yoğunluk, dalga boyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme*)
- Kimyasal sensörler (*Yoğunlaşma, içerik, oksidasyon/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı*)
- Bu sensör çeşitleri kendi içlerinde de farklı şekillerde bulunurlar.

SENSÖRLER: TANIMLAR VE TERİMLER

2.2 SENSÖRLERİN BAŞARIMINI BELİRLEYEN

PARAMETRELER

Sensörlerin başarımını belirleyebilmek ve çeşitli sensörler arasından seçim yapabilmek için kullanılan bazı parametrelerin tanımlanması gerekmektedir.

2.2.1 Aralık (Range)

Bir enstrümanın aralığı giriş ya da çıkışındaki minimum ve maksimum değerler ile ifade edilir. Örneğin bir transdüserin giriş aralığı süreç değişkeninin minimum ve maksimum değerleri ile SD_{min} ile SD_{max} arasında tanımlanır. Çıkış aralığı ise, ölçülen değişkenin minimum ve maksimum değerleri ile $ÖD_{min}$... $ÖD_{max}$ biçiminde tanımlanır.

2.2.2 Açıklık (Span)

Açıklık minimum ve maksimum aralık değerleri arasındaki farktır. Örneğin bir transdüserin giriş açıklığı, $SD_{max} - SD_{min}$ ve çıkış açıklığı $ÖD_{max} - ÖD_{min}$ şeklinde hesaplanır.

2.2.3 Duyarlık (Sensitivity)

Bir enstrümanın girişindeki birim değişime karşı gösterdiği yanıt yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Transdüserler için ise, ölçülen niceliğin bir birimlik değişiminde çıkış değerindeki değişim olarak tanımlanır. Dolayısıyla, girişindeki en küçük bir değişimi çıkışına algılanabilecek büyüklükte bir değişim olarak aktarabilen transdüserin duyarlılığı yüksektir.

2.2.4 Doğruluk (Accuracy)

Ölçülen değer beklenen değerle ne kadar bağdaştığını gösteren bir ölçüdür. Beklenen (teorik) değer ile ölçülen değer arasındaki fark ise “hata” olarak tanımlanır. Aslında doğruluk, yüzde olarak transdüserin en fazla ne kadar hata yaptığını ifade eder.

2.2.5 Doğrusallık (Linearity)

Bir transdüserin karakteristik eğrisinin bir doğruya ne kadar yakın olduğunu gösteren bir ölçüdür. İdealde, karakteristik eğrinin bir doğruyu izlemesi beklenir, ancak algılayıcıların doğasında bulunan ve onları doğrusallıktan uzaklaştıran özellikleri bulunmaktadır. Bu nedenle, bir transdüser ideal doğrudan sapmalar gösterir. Yüzde olarak tanımlanan doğrusallık, transdüserin ideal doğrudan en fazla ne kadar sapıldığını belirtir.

2.2.6 Yinelenebilirlik (Repeatability)

Aynı koşullar altında, aynı transdüser ile, aynı değişkenin değerinin ölçülmesinde alınan çeşitli sonuçların birbirine yakınlığı olarak tanımlanır. Bir transdüserin yalnızca yinelenebilirliğinin iyi olması yeterli değildir. Aynı zamanda doğruluğunun da yüksek olması gerekir ki, bu da “bileşik doğruluk” olarak tanımlanır. Yinelenebilirlik süreç kontrol sistemlerinde kullanılan algılayıcılar ve transdüserler için son derece önemlidir.

2.2.7 Çözünürlük (Resolution)

Bir değer ölçülmesinde kademelerin belirtilmesinde kullanılan bir terimdir.

2.2.8 Hassasiyet (Precision)

Tam veya kesin olarak tanımlanmış ya da ifade edilmiş olma niteliğidir.

2.2.9 Histeresiz (Hysteresis)

Histeresiz, ölçülen değişkenin değerinin süreç değişkeninin daha önceki değerinin artırılması veya azaltılması yoluyla geçerli değerine ne kadar yaklaştığının ölçüsüdür.

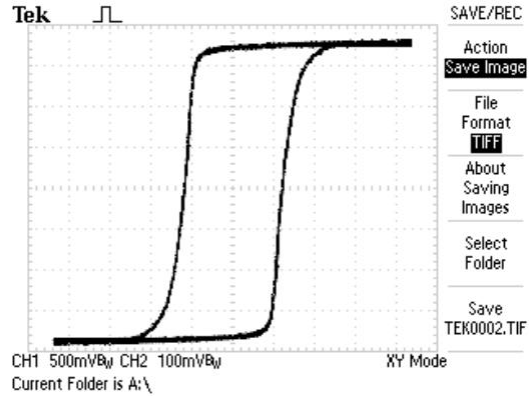
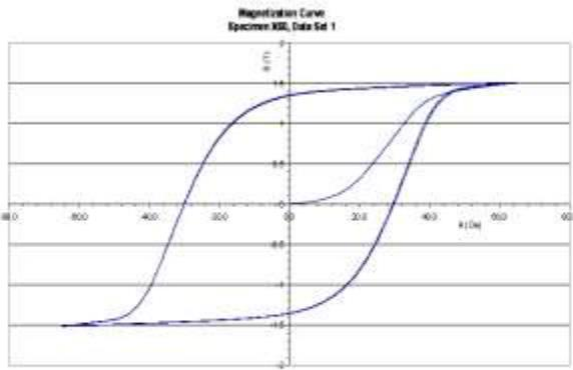
Bir ölçme enstrümanının karakteristik eğrisi giderek artan ve sonra giderek azalan süreç değişkeni değerleri için çıkış sinyallerinin değerleri kaydedilerek çizilirse, aynı süreç değişkeni değeri için çıkış sinyallerinin birbiriyle uyuşmadığı gözlenebilir. Artan ve azalan yöndeki karakteristik eğri arasındaki en fazla sapma histeresiz olarak adlandırılır.

Histeresiz, bir sistemin durumunun, etken parametrelerde meydana gelen ani değişikliklere birden değiştirilememesi, sistemin yakın geçmişteki durumuna duyarlı olmasıdır. Transformatörlerde örneğin, birincil sargıda meydana gelen bir gerilim/akım değişikliği, trafo nüvesinin içerisindeki elektromanyetik alanı hemen değiştirilebilmesini engeller; nüve, mıknatıslandığı için yakın geçmişteki durumunu korumak isteyecektir. Hemen her şeyde olduğu gibi bazen istenen bazen de istenmeyen bir etkidir; trafolarda güç kaybına neden olurlarken sabit diskler, kasetlere bilgi depolayabilmemiz histeresiz sayesinde.

Genelde manyetik/elektromanyetik sistemler için kullanılsa da bir çok başka histeresiz türü daha vardır. Örneğin, formu bozulan elastik bir cisim de elastik histeresiz gösterir. Örneğin, histeresiz bir basınç algılayıcı malzemenin esneklik özellikleri ve tasarım ilkelerine bağlıdır. Teknik ölçümler ve ayarlama ile kompanse edilebilir.

Elektronikte de bir büyüklüğü belli eşik değerleri için kontrol etmek istiyorsanız histeresiz etkileri gösteren schmitt trigger gibi devreler kullanılabilir.

Ferromanyetik cisimlerin içerlerinde belirli manyetik alanlar (domain) bulunmasından kaynaklanan manyetik histeresizin Şekil 1.1'deki gibi tipik bir eğrisi vardır. Ferromanyetik bir cisim, belli bir eşik değerine kadar mıknatıslanırsa, üzerine etkiyen elektromanyetik kuvvet kaldırılrsa bile mıknatıslanma özelliğini korur. Cismi tekrar eski haline getirmek için tekrar bir dış alan uygulanması gerekir. Bu durum grafiklerde aralarında mesafe bulunan iki integral işaretinin uçlarından birleştirilmiş haline benzer bir kapalı alan yaratır ki genelde histeresizi göstermek için bu şekil kullanılır; schmitt trigger devrelerinin simgesi de bu şekildedir.

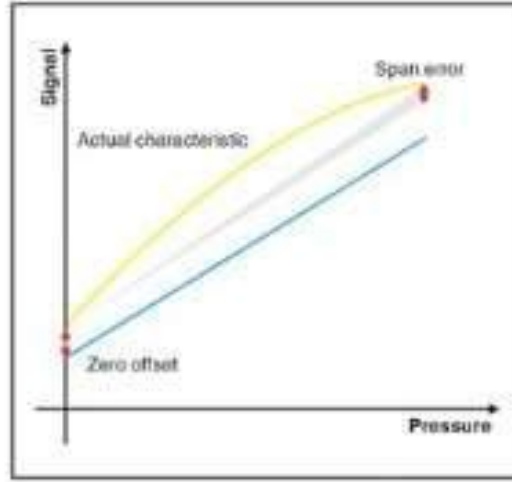


manyetik akı yoğunluğu, H: magnetomotive force

2.2.10 Yaşlanma ve Çevresel Etkiler

Transdüserlere ait tanımlanan teknik özellikler standart çalışma koşulları altında (standart ortam sıcaklığı, nem, uygulanan sabit gerilim, koşullandırılmış sabit hava basıncı, vb.) kalibrasyonu yeni yapılmış bir enstrüman için verilmektedir. Transdüserlerin tanımlanan doğruluk, doğrusalık, duyarlık gibi özellikleri çevresel koşullardan olumsuz yönde etkilenir. Transdüserlerde kullanılan malzemenin zamanla bozulması ile de bu özelliklerde geçici ve kalıcı olarak değişiklikler oluşur. Her iki etki de bir doğrusalıktan sapma hatası olan sıfır kayması (sıfır hatası) ve/veya duyarlıktaki değişim (açıklık hatası) olarak ortaya çıkar (Şekil 1.2).

Çevresel etkiler genel olarak bir çevresel değişmeden ileri gelen hatanın yüzdesi olarak tanımlanır.



Örneğin, bir diferansiyel basınç transduceri statik basınçtan etkilenir.

Sıfır ve açıklık kayması

2.2.11 Ölü Zaman (Dead Time)

İki ilgili hareket arasındaki gecikmedir. Örneğin, bir buharlı su ısıtma (eşanjör) sisteminde sıcaklık sensörü eşanjörden 3m uzakta yerleştirilmiş olsun. Eşanjör içindeki suyun boru içindeki akış hızı 3m/s ise, ölü zaman 1s'dir. Yani, eşanjörden çıkan suyun sıcaklığı değiştikten 1s sonra algılanmaktadır. Ölü zaman genellikle zaman sabiti ve diğer gecikmelerle birlikte bulunduğundan belirlenmesi güç bir faktördür.