

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYON  
TEKNOLOJİLERİ**

**PLC İLE SİSTEM TASARIMI  
523EO0326**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. SENSÖRLER .....	3
1.1. Sensörler Hakkında Temel Bilgi .....	3
1.2. Sensör Tanımı .....	3
1.3. Sensörlerin Kullanımı .....	5
1.3.1. Haricî ve Dâhilî Sensörler .....	5
1.3.2. Temaslı ve Temassız Sensörler .....	6
1.4. Sensörlerin Seçimi ve Karakteristikleri .....	6
1.5. Sensörlerin Nesnelere Algılanması .....	7
1.5.1. Mikro Anahtarlar .....	8
1.5.2. Fotosel Anahtar .....	9
1.5.3. Yaklaşım Anahtarı .....	11
1.5.4. Görme Sensörü .....	14
1.5.5. Harekat Mesafesini Algılayan Sensörler .....	14
UYGULAMA FAALİYETİ .....	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	21
2. Aktüatörler .....	21
2.1. Alternatif Akım Motorları .....	22
2.1.1. İndüksiyon Motoru .....	23
2.2. Doğru Akım Motoru .....	23
2.3. Servo Motor .....	24
2.3.1. DC Servo Motor .....	26
2.3.2. AC Servo Motor .....	27
2.4. Adım Motoru (Step Motor) .....	28
2.4.1. Yapısı ve Teorisi .....	29
2.4.2. Adım Motoru çeşitleri .....	29
2.4.3. Adım Motoru Sürme Çeşitleri .....	30
2.4.4. Adım Motoru ve Servo Motorun Genel Özellikleri .....	32
2.5. Pnömatik ve Hidrolik Aktüatörler .....	32
2.5.1. Silindir .....	32
2.5.2. Yön Kontrol Valfi .....	34
2.5.3 Pnömatikte Semboller .....	35
UYGULAMA FAALİYETİ .....	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	39
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	41
CEVAP ANAHTARLARI .....	42
KAYNAKÇA .....	43

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0326</b>
<b>ALAN</b>	<b>Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>PLC İle Sistem Tasarımı</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül sistem tasarımın çözümlerine yönelik bilgi ve becerilerin verildiği bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	PLC’de Haberleşme modülünü almış olmak
<b>YETERLİK</b>	PLC’de sistem tasarımı yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> PLC’de sistem tasarımı yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. PLC’de sensör bağlantısını doğru olarak yapabileceksiniz. 2. PLC’de aktüatör bağlantısını doğru olarak yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Donanım:</b> PLC devre elemanları, sensörler, sensör katalogları, elektropnömatik deney seti, asenkron motor, servo motor
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

PLC’de sistem tasarımı dersi ile endüstriyel otomasyon teknolojileri alanında gerekli olan devre tasarımı ve devre tasarımında kullanılan elemanların özelliklerine yönelik bilgi ve teknolojiye ait temel yeterlilikleri kazanacaksınız.

Günlük hayatta sıkça kullandığımız aktüatör ve sensörleri tanıyacak ve doğru bir şekilde kullanabileceksiniz. Ayrıca tasarımda kullanılan devre elemanlarının yapısal özellik ve büyüklüklerinin ne olduğunu, aralarındaki ilişkileri kavrayacaksınız.

Bu modülü başarılı bir şekilde tamamladığınızda elektrik elektronik teknolojisi alanında sistem tasarımına ait problemleri çözebileceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Sensör yapılarını öğrenip bağlantılarını, arayüz devrelerini ve sensör seçimini doğru olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, iş yerlerinde ve günlük hayatta kullanılan sensörlerin çeşitlerini, yapılarını araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. SENSÖRLER

Sensör, makinenin hareketi için gerekli olan bilgiyi sezme yeteneğine sahip olan elemandır. İnsanoğlu göz ve kulak gibi duyu organlarına sahiptir ve bu organları kullanarak çevresinde nelerin olduğunu, kendisine neyin yakın olduğunu anlayabilir. Böylece tehlikelerden uzak durmak ve gerekli olan tedbirleri almak mümkün hâle gelir. Makineler de insanoğlunun duyu organlarının yerine farklı sensörlere sahiptir.

### 1.1. Sensörler Hakkında Temel Bilgi

Ardışık kontrolde cisimlerin yer değiştirmesi, hızı, hızlanması gibi fiziksel olaylar kontrol edilir. Cisimlerin fiziksel değişimi, sensörler ile voltaj ya da akım değişikliği olarak kendini gösterir. Bu bölümde sinyal konfigürasyonu, sensör seçimi gibi konular açıklanacaktır.

### 1.2. Sensör Tanımı

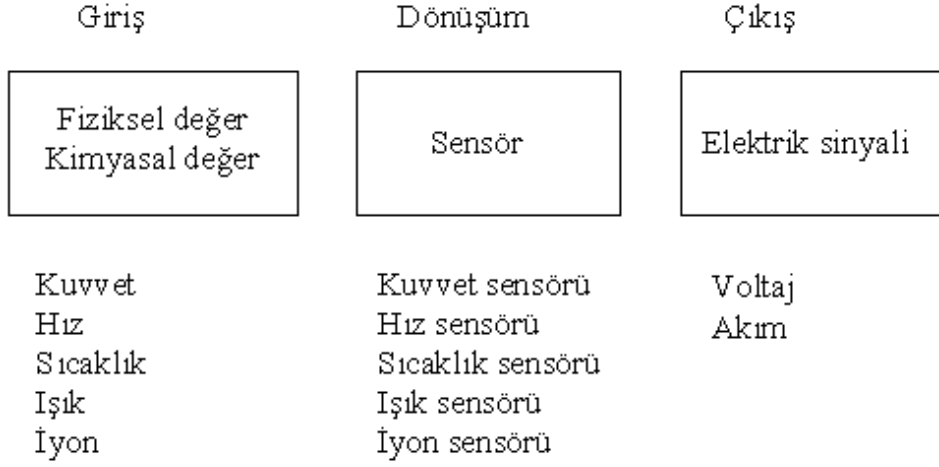
Göz, kulak, deri, burun, dil insanoğlunun duyu organlarıdır ve bu duyu organları ile görür, duyar, dokunur, koklar ve tat alır. İnsanoğlu bu duyu organları ile şekli, rengi, ışığı, sesi, basıncı, sıcaklığı, kokuyu ve tadı hisseder. Duyu organlarının güzel bir şekilde kullanımı ile kişisel davranışlar kontrol edilir. Sensörler, insanoğlunun duyu organlarına benzer, mekanik hareket için gerekli olan bilgilerin elde edilmesinde ve değiştirilmesinde son derece önemli bir yere sahiptir. Aşağıdaki tablo insanoğlunun duyu organları ile sensörler arasındaki karşılaştırmayı göstermektedir.

<b>Duyu Organı</b>	<b>Sensör</b>	<b>Tespit Etme Şekli</b>	<b>Çevirme Teorisi</b>	<b>Sensör Aygıtı</b>
<b>Göz</b>	Foto sensör	Işıklandırma	Fotosel çeviri	Kadmiyum sülfür Foto transistör Foto diot
<b>Kulak</b>	İşitme sensörü	Ses basıncı	Piezo elektrik çeviri	Piezoelektrik element Piezo direnç elementi Mikrofon
<b>Deri</b>	Basma sensörü	Basınç	Basınç ile yer değiştirme – Elektrik enerjisi üretimi teorisi	Piezoelektrik element Değişme miktarı
	Dokunma sensörü	Dokunarak ya da dokunmadan	Açık – Kapalı kontak	Mikro anahtar
	Sıcaklık sensörü	Sıcaklık	Termoelektrik çeviri	Direnç – Sıcaklık sensörü Isıl çift (Thermocouple) Termistör (Thermistor)
	Nem sensörü	Nem oranı	Molekül çekme	Seramik nem sensörü
<b>Burun</b>	Gaz sensörü	Gaz konsantrasyonu	Molekül çekme	Yarı iletken gaz sensörü Seramik gaz sensörü
<b>Dil</b>	Tat sensörü	İyon Enzim Mikrop	Yük ayırma (iyon seçicilik) Kimyasal reaksiyon (iyon seçicilik) Mikrop enzimlerini yok etme	İyon sensörü Enzim sensörü Mikrop sensörü

**Tablo 1.1: Duyu organları ve sensörler**

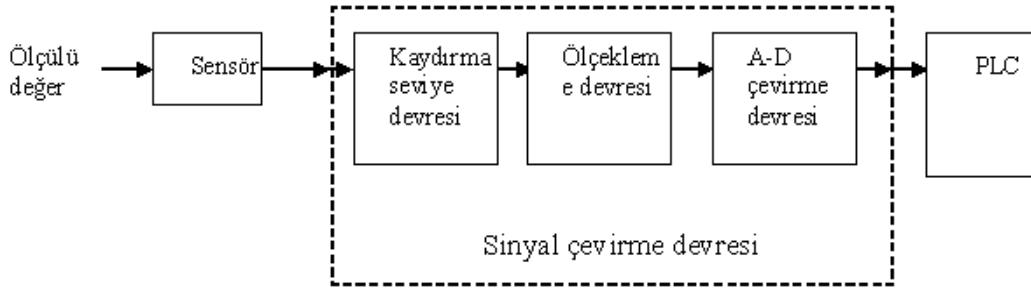
Sensör, fiziksel ya da kimyasal bir değeri aşağıdaki gibi başka bir sinyale dönüştüren elemandır. Genellikle dönüştürülen sinyal türü, gerilim ve akım gibi elektrik sinyalidir.





PLC ve bilgisayarda tutulan veriler, “0” ve “1” gibi binary numaralardır. Fakat sensörden çıkan sinyal formunun binary olması gerekli değildir. Bu analog bir veridir. Bu yüzden, sensör, direkt olarak PLC’ye bağlanamaz. Sensörü PLC’ye bağlamak gerektiği durumda, sensörün analog olan verisi, dijital veriye çevrilir, bundan sonra bağlantı gerçekleştirilir.

Sinyal çevirme işlemi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



## 1.3. Sensörlerin Kullanımı

### 1.3.1. Haricî ve Dâhilî Sensörler

Robot, montaj işleminde kullanıldığında montaj yapılacak parçaların şeklini, türünü ve karakteristiğini tanımalıdır. Aynı zamanda robot, kolunun pozisyonunu, bükülme açısını da tanımalıdır. Makine, dışarıdan bilgileri toplayarak kendi kendini kontrol edebilir. Aynı zamanda kendi iç durumu ile bilgileri de bilir. Bu bilgilerin elde edilmesinde kullanılan sensörlere dâhilî ve haricî sensörler adı verilmektedir.

### 1.3.2. Temaslı ve Temassız Sensörler

Sensörler, algılayacağı fiziksel değişimi temaslı veya temassız hissetmesine göre ikiye ayrılır.

#### 1.3.2.1. Temaslı Sensörler

Ölçülü nesneden sinyal alındığında bu sinyal, sabitlenen sensörün ve temas edilen nesnenin pozisyonunu anlamada kullanılır. Temaslı sensörler, çevrenin etkisini güçlkle alır ve mutlak dönüşümü gerçekleştirir. Bir kez ayarlandıktan sonra yeniden ayarlanmasına gerek yoktur (üretimde olduğu gibi). Bunlar faydalı noktalarıdır. Bunun yanında eğer nesnenin yeri normal yeri değilse temaslı sensörlerin dezavantajları da vardır.

#### 1.3.2.2. Temassız Sensörler

Bu, nesneye doğrudan değil de dolaylı yünden temas ile sinyal alma şeklindedir. Temaslı sensör ile kıyaslandığında çevrenin etkisini almada dezavantajlarının olduğu görülür. Fakat nesnenin durumu rahatsız edilmez. İş içinde ayarlama yapmak da gerekmez. Yüksek sıcaklık ölçmede kullanılan bir tür termometre olan pirometre, bu tür temassız sensöre örnek gösterilebilir. Ortamdaki ışık ve elektromanyetik dalgayı ölçmede kullanılır. Diğer bir tür sensör olarak da yayılan ışığı, ses üstü dalgayı, elektromanyetik dalgayı (radar gibi) olarak nesnenin pozisyonunu ve hızını ölçmeye yarayan sensörler gösterilebilir. Aşağıdaki tabloda bu sensörlerin avantajları ve dezavantajları görülmektedir.

Yük işlemi: Sensör ile neslerin durumunun değiştirilmesi

Konu	Temaslı Sensör	Temassız Sensör
Çevrenin etkisi	Çok fazla	Az
Yük işlemi	Çok fazla	Az
Kurma esnekliği	Sabit	Bağımsız
Ayarlama	Üretimde	Kurmada

Tablo 1.2: Temaslı ve temassız sensörlerin avantaj ve dezavantajları

### 1.4. Sensörlerin Seçimi ve Karakteristikleri

Çok farklı türlerde ve değişik çalışma karakteristiklerine sahip sensörler vardır, kullanma amacına en uygun cevabı veren sensör hangisi ise o seçilmelidir.

İlk olarak amaca ulaşmak için hissedilecek içeriğin ne olduğuna karar verilmelidir. Bundan sonra gerekli olan sensör seçilmelidir. Sensör seçiminde aşağıdaki tablo kullanılabilir.

<b>Ölçme aralığı</b>	Türüne bağlı olarak her bir sensörün kendine ait ölçme aralığı vardır. Genelde geniş ölçme aralığına sahip olan sensörün doğruluğu yüksek değildir.
<b>Toplam doğruluk</b>	Genelde, ölçülen değer ve hata miktarı, her bir ölçmede değişir. Doğruluk, hata miktarının limit değerini geçmediğini işaret eder.
<b>Belirleme</b>	Belirleme, ölçülecek değerın okunabilen en küçük değişimidir.
<b>Hassasiyet</b>	Giriş değerinin çıkış değerine oranına hassasiyet denir.
<b>Çevresel karakteristik</b>	Sensörün yerleştirildiği her bir yerden alınacak etki, çevresel karakteristik olarak adlandırılır.
<b>Frekans karakteristiği</b>	Giriş, frekans türlerinden biri olduğunda çıkış değerinin değişimi frekans karakteristiği olarak adlandırılır (sinüs dalgasının değişmesi gibi).
<b>Geçici karakteristik</b>	Geçici karakteristik, giriş sinyalinde bir değişiklik olması durumunda sensör çıkışı bunu izleyecektir. Çıkış karakteristiği, giriş değerinin ani değişimi esnasında olmaktadır.
<b>Reproducibility</b>	Aynı giriş değerine karşı sürekli aynı çıkış değerinin verilmesi "reproducibility" olarak adlandırılır. Reproducibility'nin yüksek değerinde olması, sensörün kaliteli olduğunu gösterir. Fakat gerçekte her zaman aynı giriş için aynı çıkış elde edilemez. Çıkışın aynı yönde kayması durumunda bu durum sürüklenme (drift) olarak adlandırılır.
<b>Histerezis (Hysteresis)</b>	Aynı giriş değerine rağmen bu etki ile giriş değeri artıyor ve çıkış değeri de azalıyor ise bu durumdaki çıkış değeri "hysteresis" olarak adlandırılır.
<b>Doğrusallık</b>	X girişi ile Y çıkışı doğrusal bir hattı gösterdiği durumda doğrusaldır. Doğrusal bir hattı göstermediği durumda ise X ile Y arasındaki ilişki de doğrusal değildir.

**Tablo 1.3: Sensör seçiminde değerlendirme konusu**

Sensörün konulacağı yer, en önemli unsurlardan biridir. Örneğin, sensörü çok fazla titreşimin bulunduğu bir alana set etmek gerekirse sadece sensörün titreşime karşı korumalı olması yetmez, bunun yanında mümkün olduğu kadar sensörün konulacağı yerin de titreşime karşı koruması sağlanmalıdır.

Uygun bir sensörü seçmek için ölçme alanına, genel doğruluğuna, kararlılığına dikkat etmek gerekir fakat bunun yanında kabul edilebilir değerler arasında olması, çevresel karakteristikleri, yaşam ömrü ve sağlamlığı da en az diğer faktörler kadar önemlidir.

## 1.5. Sensörlerin Nesnelere Algılaması

Robot kol, önceden belirlenmiş bir hareket alanına sahiptir. Eğer robot kol, bu hareket alanının dışına çıkmaya çalışacak olursa sınır anahtarlarının bu alanı farketmesinden dolayı robot kolu çalıştıran motorlar duracaktır. Eğer robotun hareket alanı içinde insan olduğu görme sensörü (foto sensör) tarafından algılanırsa hareket yine durdurulacaktır.

Sensörlerin nesnelere algılaması, tehlikelerden korunmak ve otomasyona geçebilmek amaçları ile kullanılmaktadır.

Aşağıdaki sensörler, nesnelere algılamak için kullanılmaktadır.

- Mikro anahtar (Micro switch)
- Foto elektrik anahtar (Photoelectric switch)
- Yaklaşım anahtarı (Proximity switch)
- Görme sensörü (Foto sensör)

## 1.5.1. Mikro Anahtarlar

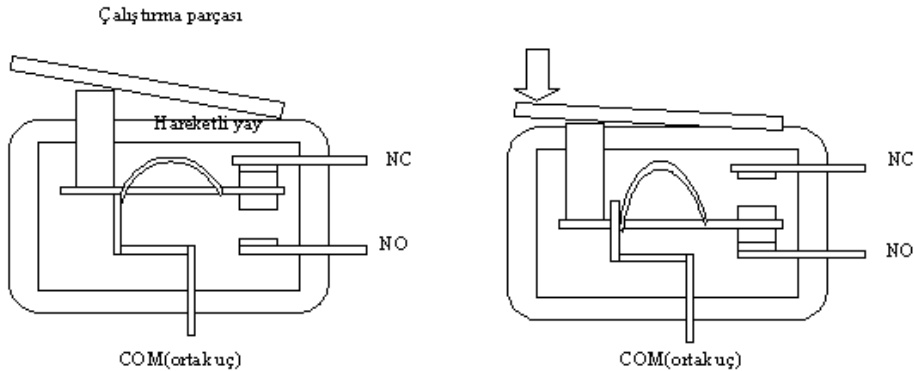
### 1.5.1.1. Yapısı

Mikro anahtar, elektrik devresini açmak ve kapatmak için kullanılan küçük boyutlu bir anahtardır. Mikro anahtarlarda kontaklar arasındaki mesafe çok küçüktür ve açma – kapama işlemi ani olarak gerçekleştirilir. Kontaktörlerin konumu mekanik temas ile değişir.



Şekil 1.1: Mikro anahtarlar

Aşağıdaki şekil, kontakların ani değişimini göstermektedir. Mekanik temas olmadığı durumda COM ile NC kontaktları irtibatlıdır. Mikro anahtara mekanik temas gerçekleştiğinde hareketli kontak NO kontakına temas eder (COM ile NO kontakları irtibatlanır.). Kontaktörlerin açılıp kapanma hızı, mikro anahtara yapılan mekanik temasın hızına bağlı değildir.

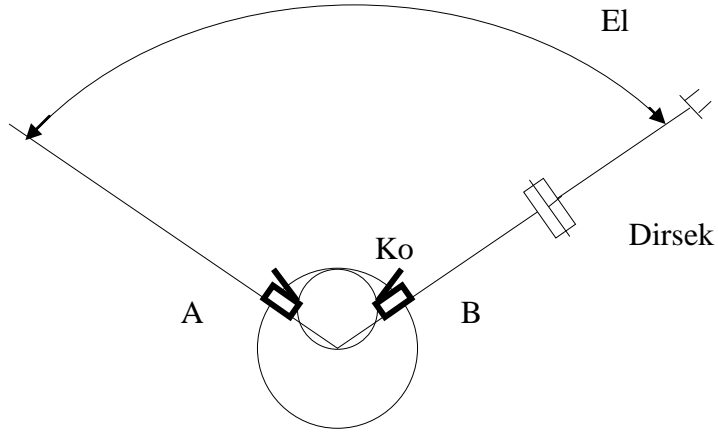


Şekil 1.2: Ani hareket mekanizması

### 1.5.1.2. Kullanımı

Aşağıdaki şekilde robot kolun hareket alanının 120 derece olduğu belirtilmiştir. Bunun gibi mikro anahtarda da bir limit noktası vardır. Mikro anahtarın çalıştırma parçasına robot kolun hareketinden dolayı baskı uygulandığında mikro anahtarın kontakları konum değiştirecektir ve böylece sinyal de gönderilmiş olacaktır. Bu gönderilen sinyal sayesinde motor duracaktır. Belirtilen bölge içinde robot güvenli bir şekilde işlem yapabilecektir.

Hareket aralığı 120°



Şekil 1.3: Mikro anahtar uygulaması

A ve B mikro anahtarları ile robot kolun hareket sınırları belirlenir.

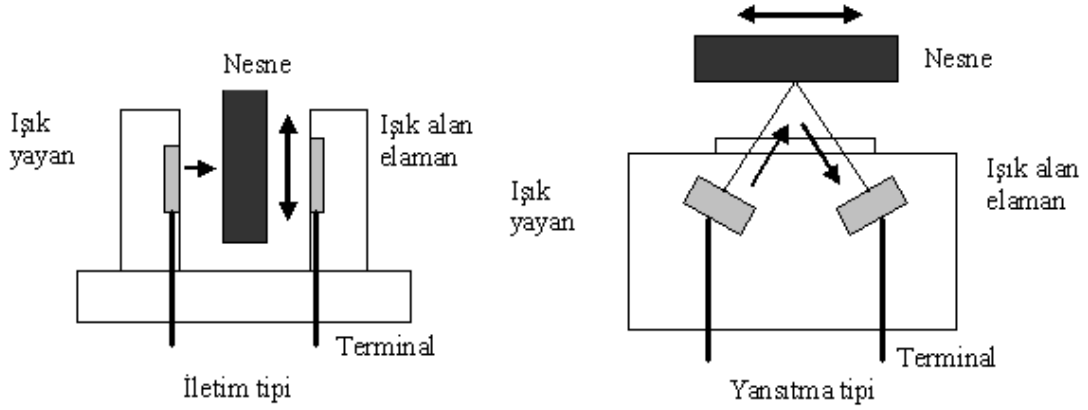
### 1.5.2. Fotosel Anahtar

#### 1.5.2.1. Yapısı

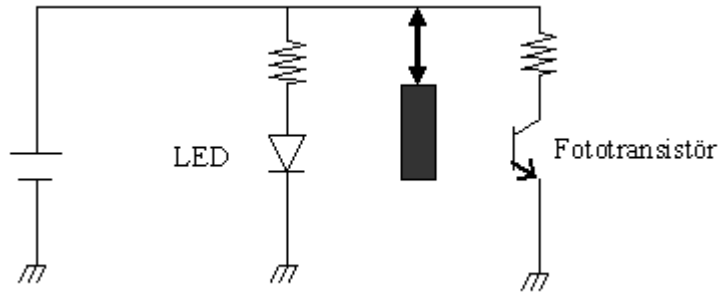
Fotosel anahtar, ışık yayan ve ışık alan elemanlardan oluşan, nesnelere algılamak için kullanılan kontaklı bir anahtardır. Hızlı cevap verme, uzun ömürlü olma ve yüksek güvenilirlik gibi karakteristiklere sahiptir. Otomasyon için emek kazanımı gerekir.

Fotosel anahtarın ışık yayan ve ışığı alan elemanlarının arasına herhangi bir nesne girecek olursa bu nesne tarafından ışık yansıtılacaktır ama bu ışık miktarı normal duruma göre değişiklik gösterecektir. Bu değişime göre fotosel anahtar nesnenin varlığını, pozisyonunu, durumunu algılayacaktır.

Aşağıdaki şekil, iletim tipi fotosel anahtarın teorisini, yansıtma tipi fotosel anahtarın teorisini ve elektrik devresini gösterir.



**Şekil 1.4: Fotosel anahtarın çalışma teorisi**



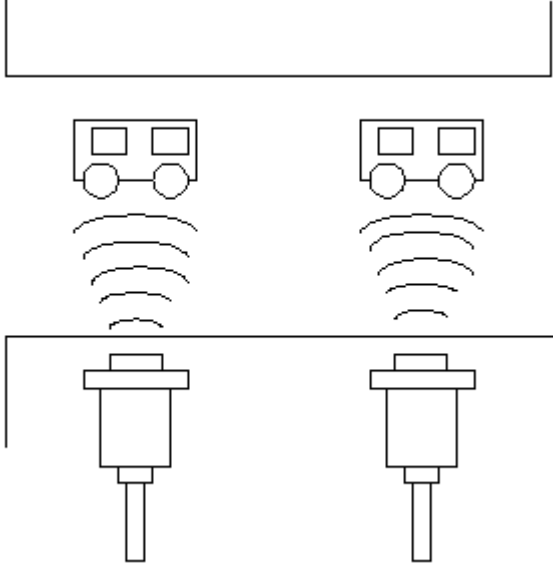
**Şekil 1.5: Fotosel anahtarın elektrik devresi**

### 1.5.2.2. Kullanımı

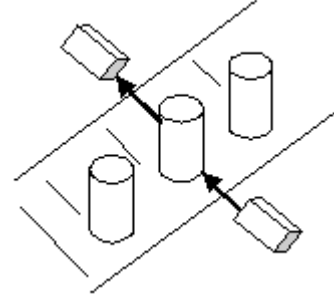
Fotosel anahtar kullanırken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Fotosel anahtar ve güç devresi için yapılacak kablolar, aynı boru içinde yapılmamalıdır (Fotosel anahtara ait kablodaki sinyal küçüktür ve güç hattındaki enerjinin manyetik alanından etkilenip bozulabilir, bu nedenle ayrı boru içinden yapılan kablolama ile götürülmelidir.).
- Fotosel anahtarı aşağıdaki alanlara koymaktan kaçınılmalıdır.
- Çok tozlu ve aşındırıcı gaz bulunduran ortamlar
- Su ve yağ sıçrama ihtimali olan yerler
- Güneş ışığı gibi direkt olarak çok fazla ışığa maruz kalan yerler
- Fotosel anahtar, izin verilen gerilim ve sıcaklık değerleri içinde kullanılmalıdır.
- Fotosel anahtar, monte edildiği yerden gevşeyecek olursa ışık odaklaması kayacaktır. Titreşime karşı önlem alınmalıdır.

Aşağıdaki şekiller fotosel anahtarın kullanımına örnek olarak verilmiştir. Şekil 1.6, yansıtma tipi sensör ile geçen arabaları sayan bir sistemi gösterir. Şekil 1.7, iletim tipi sensör ile sıvı miktarını algılamaya dönük bir sistemi göstermektedir.



Şekil 1.6: Yansıtma tipi sensör



Şekil 1.7: İletim tipi sensör

### 1.5.3. Yaklaşım Anahtarı

Yaklaşım anahtarı, dolaylı olarak kontakları ON ve OFF yaptırılan elektronik bir sensördür. Mekanik anahtarlar ile kıyaslandığında yüksek hız, uzun ömür, yüksek güvenilirlik, sudan etkilenmeme ve patlamaya karşı koruma gibi avantajlara sahiptir.

Sensörler çalışma teorilerine göre yüksek frekanslı salınım tipi, kapasitif tip, manyetik tip ve fotosel tipi olmak üzere sınıflandırılabilir. Genelde yaklaşım anahtarı olarak yüksek frekanslı salınım tipi ve kapasitif tip sensörler kullanılmaktadır.

#### 1.5.3.1. Yüksek Frekanslı Salınım Tip Sensörler (Endüktif Sensörler)

Aşağıdaki şekil bu tipteki sensörün blok diyagramını gösterir.



**Şekil 1.8: Endüktif sensör blok diyagramı**

Salınım devresindeki salınım bobini, algılama bobini olarak iş görür. Bobinin yakınında metal nesne olmadığı zaman salınım meydana gelecektir. Metal nesne bobine yaklaştığında ise bu nesne üzerinde, elektromanyetik endüksiyondan dolayı kısa devre akımı dolaşacaktır. Bu sebeple salınım bobininin empedansı artacaktır, böylece salınım da duracaktır. Bu şekilde sensör, yanında metal nesnenin olup olmadığı tanımlanabilecektir.

\* Cymoscope (Makine veya gerece ait elektrik dalgasını algılamaya yarayan devre)



**Şekil 1.9: Yüksek frekanslı salınım tipi sensörler**



### 1.5.3.2. Kapasitif Tip Sensörler

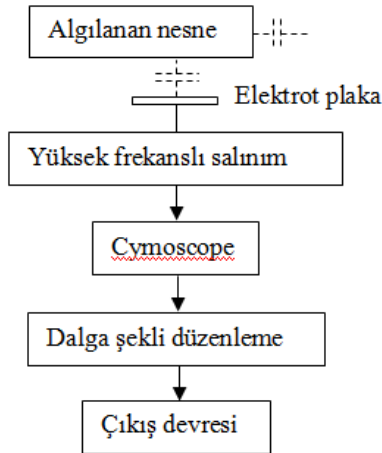
Yandaki şekil kapasitif sensörün blok diyagramını göstermektedir.

Kapasitif tip yaklaşım anahtarı, yüksek frekanslı salınım devresi sayesinde yüksek frekanslı elektrik alanı üretebilir [Birkaç yüz kilo hertzden (Khz) birkaç mega hertze (Mhz) kadar]. Bu yüksek frekanslı elektrik alanı, elektrot plaka aracılığı ile yayılır. Eğer salınım aralığı standart seviyeyi aşarsa kapasitif yaklaşım anahtarı çalışacaktır.

Plastik, kâğıt, ağaç ve bazı sıvılar gibi yalıtkan gereçler de bu tür yaklaşım anahtarları ile algılanabilir.



Şekil 1.10: Kapasitif Sensör



Şekil 1.11: Kapasitif Sensör Blok Devresi

## 1.5.4. Görme Sensörü

Görme sensörü, görüntü bilgisini algılayabilir. Görüntü elemanı olarak yarı iletken kullanılarak yapılan CCD (charge couple device) kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknolojisi, bilgisayar teknolojisi ile birlikte gelişmiştir. Görüntü sensörü ile cisimlerin şekli, boyutu, adedi vb. bilgiler algılanabilir.

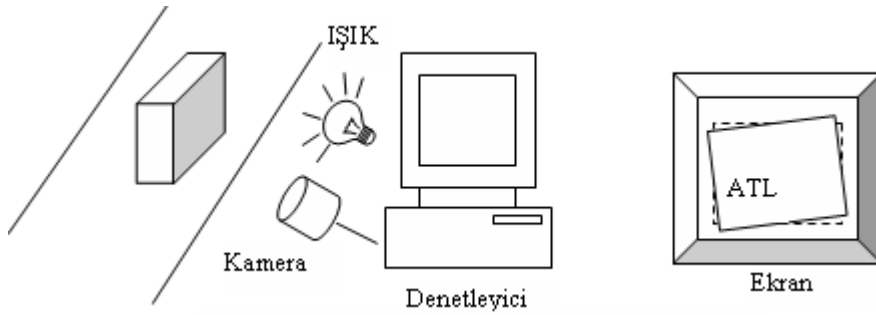
### 1.5.4.1. Yapısı

Görme sensörü, aşağıdaki elemanların birleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

- Denetleyici
- Kamera
- Işık kaynağı
- Monitör

### 1.5.4.2. Uygulaması

Aşağıdaki şekil, kusurlu pozisyonda olan yani eğik duran etiketin algılanmasında kullanımını gösterir.



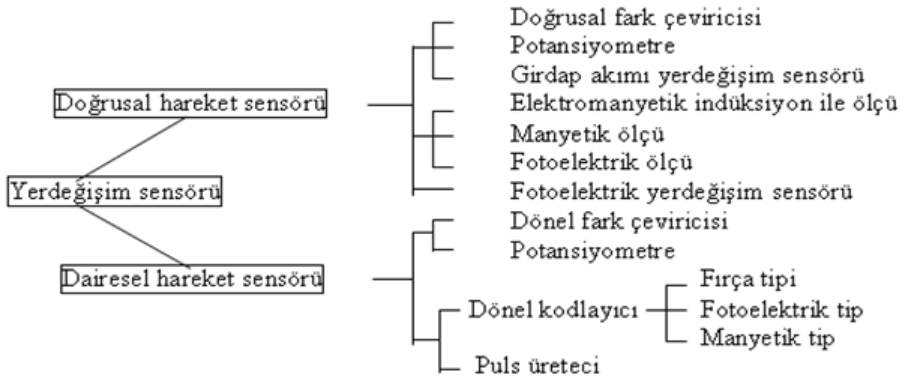
Şekil 1.12: Görme sensörünün yapısı

## 1.5.5. Harekat Mesafesini Algılayan Sensörler

Hareket mesafesi ile ilgili tam bir tanım yoktur. Fakat pozisyonu, hızı, ivmeyi, gücü ve basıncı işaret eder. Bu bölümde, hareket mesafesini algılayan sensörler incelenecektir.

### 1.5.5.1. Yer Değişim Sensörü

Mekanik donanımların kontrolünde hareket miktarı veya nesnenin pozisyonunun hassasiyetle belirlenmesi önemlidir. Bu amaçla yer değişim sensörü kullanılabilir. Yer değişim sensörü, doğrusal hareket sensörü ve dairesel hareket sensörü olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

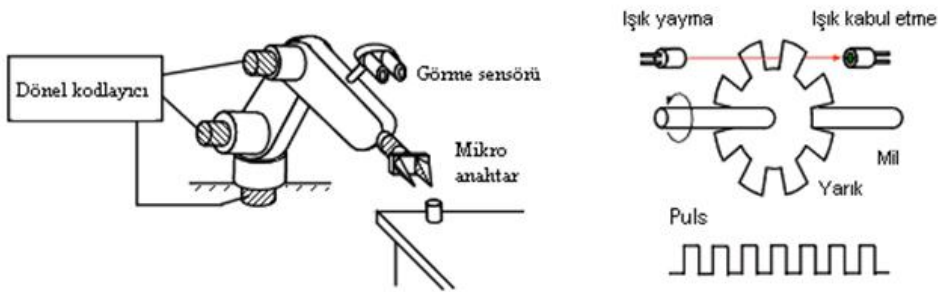


Şekil 1.13: Yer değişim sensörünün sınıflandırılması

### 1.5.5.2. Dönel Kodlayıcı (Rotary encoder)

Aşağıdaki şekilde olduğu gibi robotun hareketlerini kontrol etmek için bazı tür sensörler vardır.

Robot, her ekseninde motora sahiptir. İstenilen noktalara tam olarak varabilmek için bu motorların çok iyi bir şekilde kontrol edilmesi gerekir. Motorların dönme açısını ve açısal hızını algılamak için sensör olarak dönel kodlayıcılar kullanılır. Dönel kodlayıcı ile ayrıca dönüş yönü, başlangıç noktasına göre olan açı, diskin sensöre olan uzaklığı gibi bilgilere de ulaşılabilir. Dönel kodlayıcı, dönen mil üzerine doğrudan yerleştirilir. Dönme açısı, dönel kodlayıcı üzerinde bulunan dar aralıktan geçen kızılötesi ışın sayısı ile algılanır. Dönme açısının farkı sayesinde açısal hız da algılanabilir.



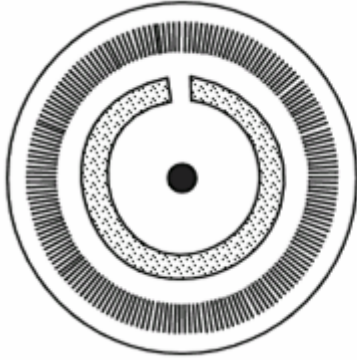
Şekil 1.14 : Dönel kodlayıcı

### ➤ Yapısı ve teorisi

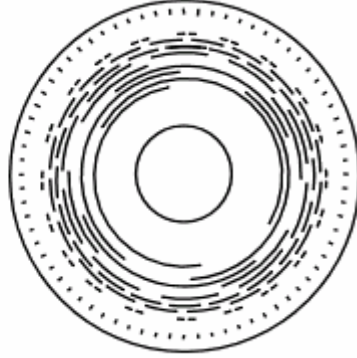
Fotoelektrik tip dönel kodlayıcı çıkışına göre; tam kodlayıcı (absolute encoder) ve artışı kodlayıcı (incremental encoder) olarak belirtilir. Tam kodlayıcıda başlangıç noktası, ana cetvelin isteğe bağlı bir yerindedir ve bu noktadan itibaren dönme açısı, çıkıştır.

Artışlı kodlayıcıda bir noktadan diğer noktaya dönme açısı çıkıştır. Genel olarak endüstriyel alanda artışı kodlayıcılar kullanılır.

Aşağıdaki şekiller tam kodlayıcı ve artışı kodlayıcı için dönme diskini göstermektedir. Artışı kodlayıcılarda dönme açısını ve açısal hızı algılayabilmek için sinyal işleme gerekir. Tam kodlayıcı her aı için bir aralığa sahiptir ve aynı zamanda bu aralıkları algılar. Böylece tam kodlayıcı, dönme açısının dijital değerini herhangi bir sinyal işlemeye gerek duymadan doğrudan elde edebilir.



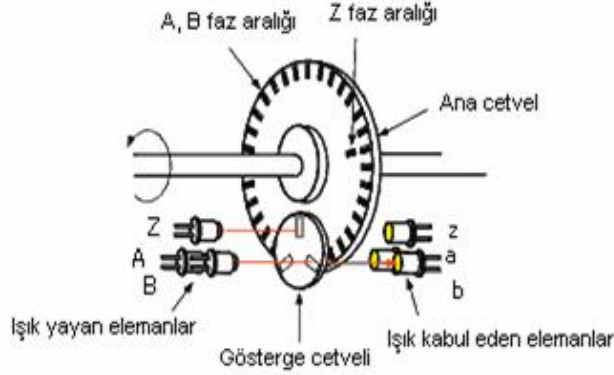
şekil 1.15: Artışı kodlayıcı



şekil 1.16: Tam kodlayıcı

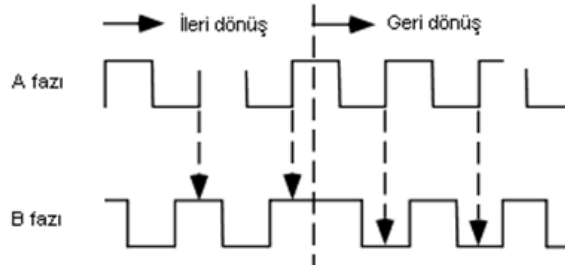
Tam kodlayıcının çok pahalı olmaması, kullanım açısından tercih edilmesine sebep olmaktadır. Artışı kodlayıcılar günlük endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır.

Aşağıdaki şekil, artışı tip kodlayıcının yapısını göstermektedir. Işık yayma elemanı olan A, B, Z ve işık kabul etme elemanı olan a, b, z birbirlerine karşılıklı olarak bir eksen üzerine yerleştirilir. Gösterge cetveli sabit disk olarak ana cetvel ise dönel disk olarak bir yapı içine yerleştirilir. Işık yayan elemanlar sürekli olarak işık verir fakat işık kabul eden elemanlar, sadece gösterge cetveli aralığı, ana cetvel aralığı ve işık ekseni birbirleri ile üst üste çakıştığı zaman işığı kabul edebilir.



**Şekil 1.17: Artışlı tip kodlayıcı yapısı**

Yarıklara sahip olan ana cetvel, ışık yayan eleman "A" ve ışık kabul eden eleman "a" arasında döndürülür. A ışık yayma elemanının ışığı, gösterge cetveli ve ana cetvelin aralığı aynı hizada olması durumunda gönderilen ışık, ışık kabul eden "a" elemanı tarafından algılanır ve çıkış elde edilir. Fakat aynı çıkış, ters yönde dönüşte de alınabilir. Bu nedenle B ışık yayma elemanı ve b ışık kabul etme elemanı da ters yöndeki dönüşü algılamak için konulmalıdır. B ışık yayma elemanı, A fazına karşı 1 / 4 adım kaydırılarak set edilmelidir. Böylece "b" faz çıkışı, "a" fazına göre 1 / 4 devir kaydırılmış olarak elde edilir. B fazının durumu, A fazının yükselen kenarından itibaren kontrol edilir. A fazı ve B fazını kullanarak sadece dönme açısı ve açısal hız elde edilebilir. Gerekliğinde Z fazı da kullanılarak diskin pozisyonu belirlenebilir.



**Şekil 1.18: Dönüş yönü algılama**

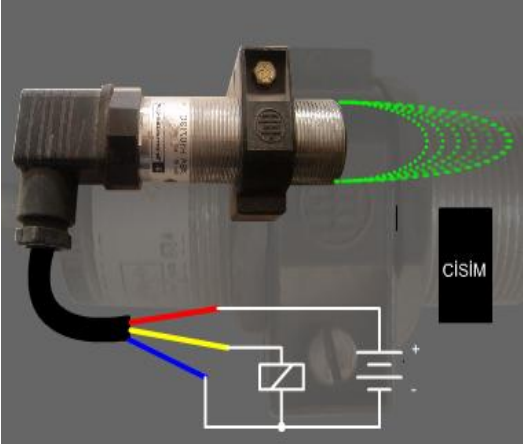
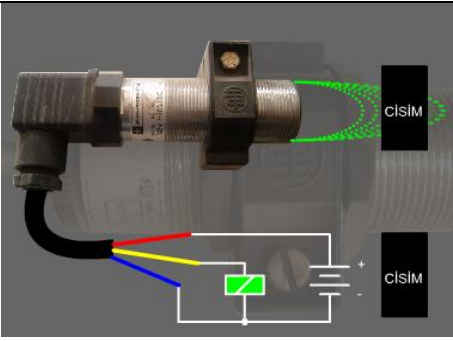
### ➤ Karakteristiği

Dönel kodlayıcı, algılama yöntemine göre fırça tipi, fotoelektrik tip ve manyetik tip olarak üretilmektedir. Fotoelektrik tipi dönel kodlayıcı daha çok kullanılmaktadır. Fotoelektrik tip dönel kodlayıcının avantajları şunlardır:

- Yüksek kararlılık
- Yüksek doğruluk
- Yüksek frekans cevap karakteristiği
- Uzun ömürlülük

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yaklaşım sensörlerinden olan endüktif sensörün devreye bağlantısını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaklaşım sensörleri en kolay bulunan sensör çeşitleri olduğu için değişik tip ve markada sensörler temin edilerek yandaki şekil elde edilebilir.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre şemasına göre gereksinim duyulan alet ve gereçleri seçerek deney masası üzerinde uygun konumda yerleştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kullanacağınız sensörün çalışma gerilimi ve yük akımını öğreniniz.</li><li>➤ Bütün anahtar ve butonlar ölçümden önce kapalı durumda olmalıdır (özellikle “output” butonu).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devre şemasına göre kablolarla bağlantıları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bağlantılar ve ayarlar bütün grup üyeleri tarafından kontrol edildikten sonra öğretmeninizi çağırınız.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerilim kaynağını çalıştırınız ve çıkış geriliminin “0 V” olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ “Output” butonuna basınız ve çıkış gerilimini ayar düğmesi yardımıyla yükseltiniz. Çıkış gerilimi istenen değerine gelinceye kadar devrede beklenmeyen bir durum olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Rölenin enerjilenip enerjilenmediğini kontrol ediniz.</li><li>➤ “Output” butonuna basarak çıkış geriliminin “0 V” olmasını sağlayınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Sensörler ile ne kontrol edilir?
  - A) Yaklaşım
  - B) Dönme açısı
  - C) Hız
  - D) Hepsi
2. Gözle fark edebildiğimiz değişikliği hangi sensör tipi ile algılayabiliriz?
  - A) Mikro anahtar
  - B) Termistör
  - C) Mıknatıs
  - D) Foto transistör
3. Fiziksel ya da kimyasal bir değer değişimini gerilim veya akım türünde sinyallere çeviren devre elemanı nedir?
  - A) Dönüştürücü
  - B) Elektrik motoru
  - C) Sensör
  - D) A/D modül
4. Aşağıdaki sensörlerden hangisi temaslı sensördür?
  - A) Fotosensör
  - B) Yaklaşım sensörü
  - C) Mikro anahtar
  - D) Ultrasonik sensör
5. Denetleyici, kamera, ışık kaynağı ve ekran hangi sensör tipinin elemanlarıdır?
  - A) Mikroswitch
  - B) Görme sensörü
  - C) Yaklaşım sensörü
  - D) Termistör
6. Dönme açısını ve hızını algılamak için ne tip sensörler kullanılmalıdır?
  - A) Dönel kodlayıcı
  - B) Yaklaşım sensörü
  - C) Mikro anahtar
  - D) Fototransistör

7. Yağlı kirli ve tozlu ortamlarda çalışan sensörlerde oluşacak etkilerden dolayı algılama zayıflar ve üretimde hatalar oluşur. Bu hataları engellemek için hangi tip sensör çeşidi kullanılır?

- A) Görme sensörü
- B) Yaklaşım sensörü
- C) Fotosel
- D) Mikro anahtarlar

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. ( ) Bütün sensörlerin çalışma gerilimi 24 voltur.

9. ( ) Plastik, kâğıt, ağaç ve bazı sıvılar gibi yalıtkan gereçler kapasitif tip yaklaşım anahtarları ile algılanabilir.

10. ( ) Metal tür gereçler endüktif tip yaklaşım sensörleri ile algılanabilir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

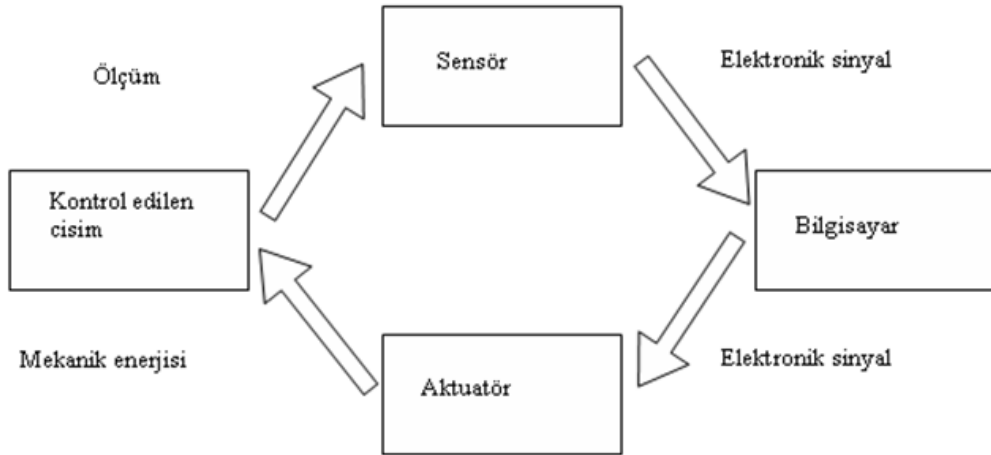
Sensör yapılarını öğrenip bunların bağlantılarını, arayüz devrelerini ve sensör seçimini doğru olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, iş yerlerinde ve günlük hayatta kullanılan aktüatör çeşitlerini, bunların yapılarını araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. AKTÜATÖRLER

Aktüatörler, değişik enerji çeşitlerini mekanik enerjiye dönüştüren araçlardır. Mekatronik sistemlerde ürün veya cismin kontrol edilmesi için sensörden alınan bilgilerin bilgisayarda işlenmesi, işlenerek bilgisayardan alınan bilgilerin de çıkış kısmında aktüatör elemanına aktarılması gerekir. Bu işlemlerin açıklandığı çalışma döngüsü aşağıdaki gibidir.

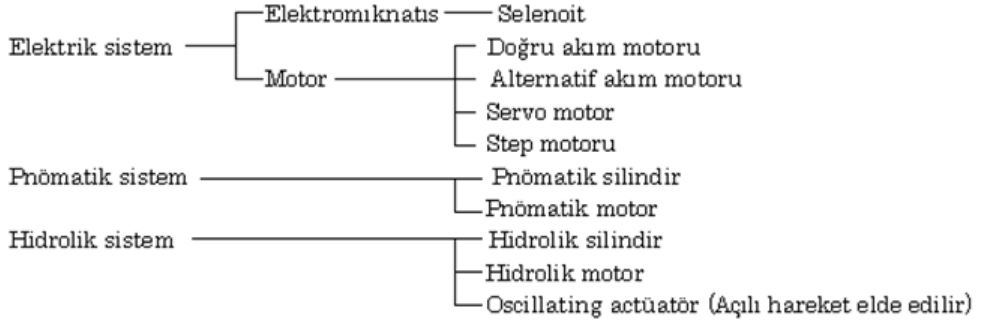


Şekil 2.1: Mekatronik sistemlerde çalışma döngüsü

Elektrik, enerji kaynağı olarak çok fazla kullanılmaktadır. Elektrik enerjisinin manyetik etkisi ile çalışan ve dairesel hareket formu meydana getiren elektrik motoru tipik bir aktüatördür.

Ardışık kontrolde hava basıncı ve yağ basıncı gibi enerji kaynakları da kullanılmaktadır. Doğrusal harekete sahip olan ve hava ya da yağ basıncı ile çalışan pnömatik ve hidrolik silindir de bir tür aktüatördür.

Aktüatörler kullandıkları enerji kaynaklarına göre elektrik sistem aktüatörü, pnömatik sistem aktüatörü ve hidrolik sistem aktüatörü olarak sınıflandırılabilir. Aşağıdaki şekilde bu sınıflandırma gösterilmektedir.

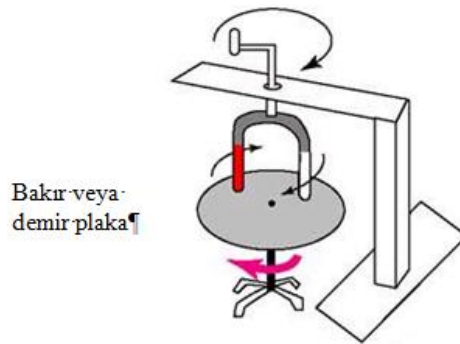


Şekil 2.2: Aktüatörlerin enerjiye göre sınıflandırılması

## 2.1. Alternatif Akım Motorları

Alternatif akım, zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen bir akımdır. 1824 yılında Fransa’da bir fizikçi olan Arago, alternatif akım ile bir diskin dönebildiğine dair teoriyi keşfetti.

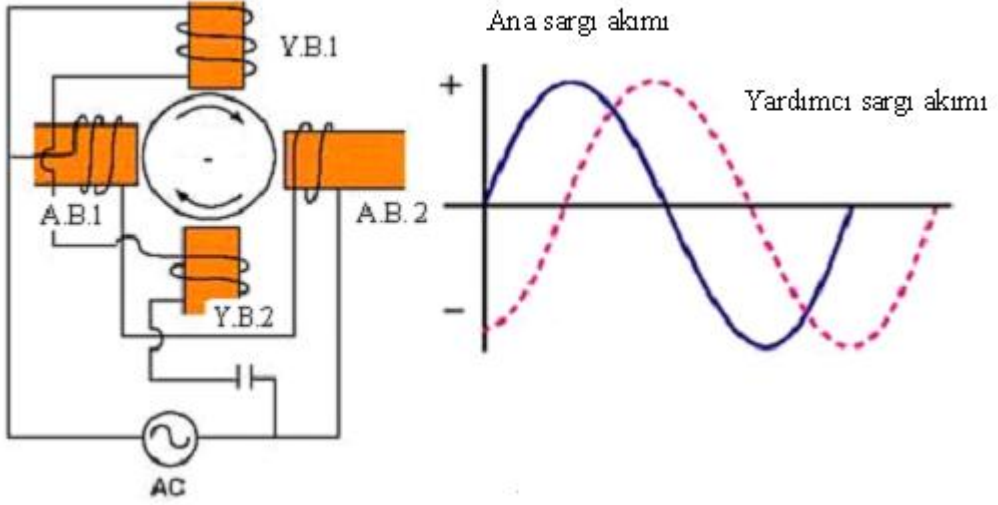
Aşağıdaki şekilde bakır ya da alüminyumdan yapılmış olan disk, üzerinde bulunan mıknatısın etkisine bağlı olarak dönmektedir. Mıknatıs döndürüldüğünde disk üzerinde indüksiyon akımı dolaşır. İndüksiyon akımının manyetik alanı, mıknatısın manyetik alanı ile etkileşerek diskte dönme hareketini oluşturur. Bu dönme hareketi, elektrik motorlarının da teorisini oluşturur.



Şekil 2.3: Manyetik alanın etkisi ile dönme olayı

### 2.1.1. İndüksiyon Motoru

İndüksiyon motoru, yukarıda anlatılan indüksiyon teorisinin bir uygulamasıdır. Enerji olarak alternatif akım kullanılır ve bu motorun dönme kuvveti, ana bobin ve yardımcı bobinlerin birbirlerine uyumlu bir şekilde yerleştirilmesi sayesinde elde edilir.



Şekil 2.4: İndüksiyon motorunun yapısı

Rotor, ana ve yardımcı akım arasındaki faz gecikmesi sayesinde döner. İndüksiyon motoru genellikle vantilatör, buzdolabı, çamaşır makinesi gibi elektrikli ev gereçlerinde kullanılır. Dönme kuvveti, manyetik alanı oluşturmak için uygulanan akım ile kontrol edilebilir. Bu motorlar, hızlı tepkili güce sahip değildir ama kolay yapı ve uzun ömür gibi avantajlara sahiptir. Sarsıntısız dönme hareketini elde edebilmek için bu motorlar en az 4 kutuplu olarak üretilmelidir.

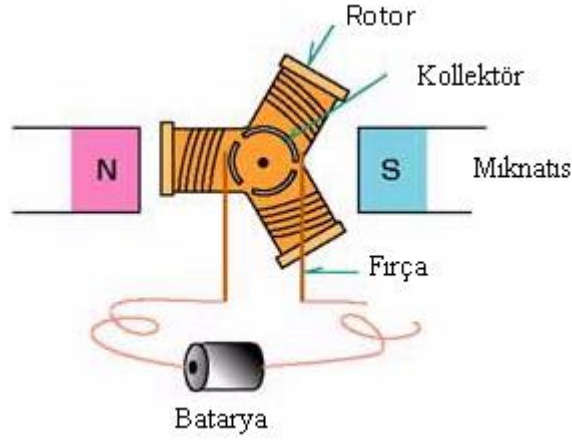
### 2.2. Doğru Akım Motoru

Doğru akım, alternatif akımdaki gibi gerilimin zamana bağlı olarak yön ve değer değişimi karakteristiğine sahip değildir. Bu nedenle motorda doğru akımı kullanmak için alternatif akımın oluşturulması gerekir. Doğru akım motoruna enerji, fırçalar ve kollektörler yardımı ile verilir. Fırçalar ve kollektör doğru akımın alternatif akıma çevrilmesi rolüne sahiptir. Fırçalar sayesinde dönme kuvvetini elde etmek için gerekli olan manyetik kutuplar yaratılır. Bu motorlar manyetik kutup sayısına bağlı olarak 2 kutuplu motor, üç kutuplu motor olarak adlandırılır.

Normalde 2 kutuplu bir motor ile sarsıntısız bir dönme hareketi elde edilemez. Çünkü manyetik kutuplar birbirlerini itmesi için  $180^\circ$  açı ile yerleştirilmişlerdir. Sarsıntısız bir dönme hareketi elde etmek için manyetik kutuplar birbirlerine  $120^\circ$  açı yapacak şekilde

yerleştirilmelidir. Bu sebeple doğru akım motoru denilince en az üç kutuplu bir motor akla gelmelidir.

Aşağıdaki şekil, kutuplu bir motorun prensip şemasını göstermektedir. Rotor döndürüldüğü zaman kollektör de döndürülür ve manyetik güç değişir. Eğer manyetik kutup sayısı artırılırsa alternatif akım motorunda olduğu gibi sarsıntısız dönme hareketi elde edilebilir. Fakat yapısının karmaşık olmasından dolayı bu işlem motor maliyetini oldukça artıracaktır.



Şekil 2.5: 3 kutuplu motorun prensip şeması

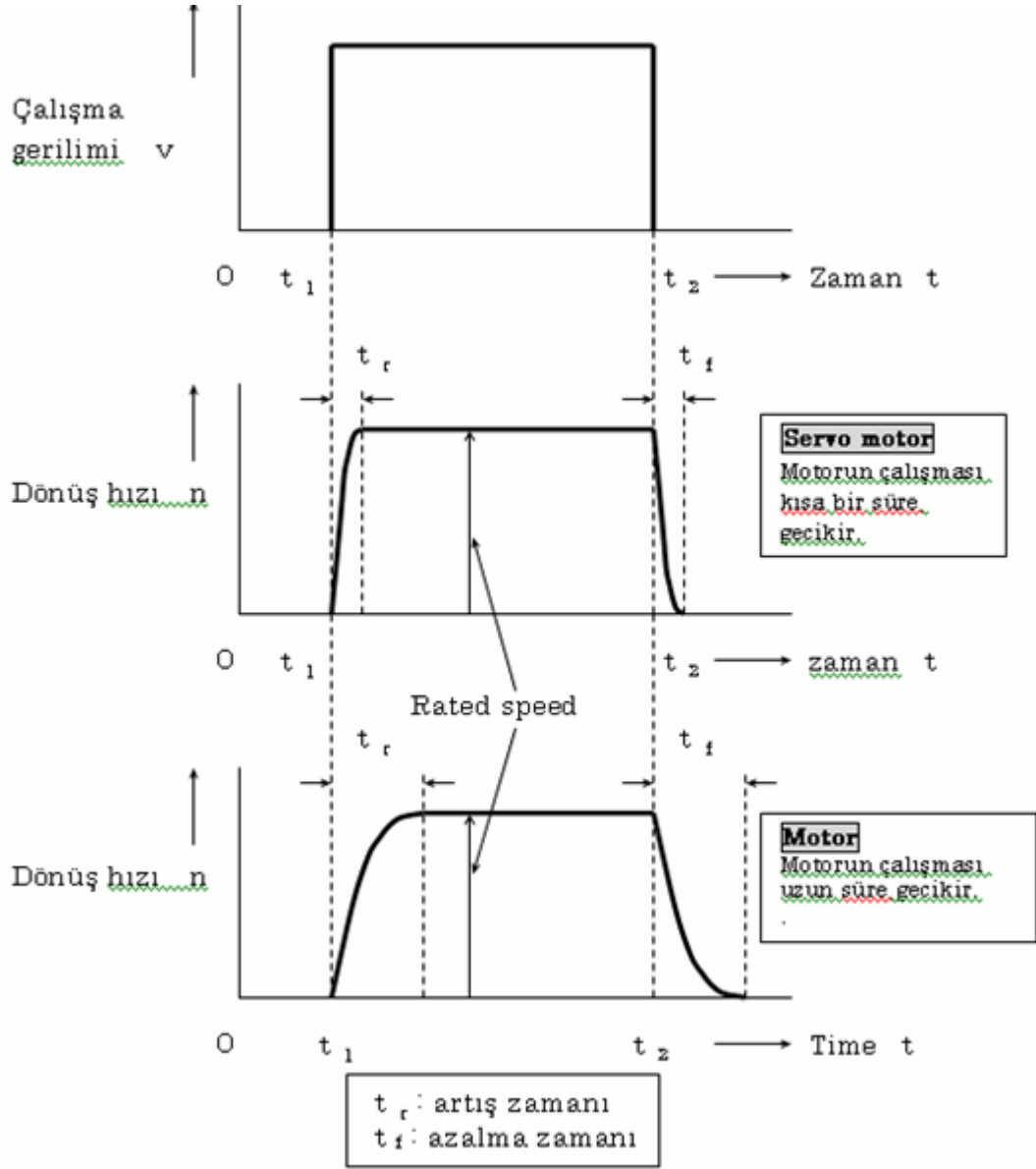
### 2.3. Servo Motor

Servo mekanizma, geri beslemeli kontrol sistemi olarak tanımlanır. İsteğe bağlı olan değişiklikleri elde etmek için hedeflenen değer izlenir. Servo mekanizmada pozisyon ve hız kontrol edilir, bu mekanizmayı yönlendirmek için kullanılan motor da servo motor olarak adlandırılır. Motorun uygulanan gerilim değerlerine göre hızlanma ve kalkınma anında aşırı yüke verdiği cevap göz önüne alındığında servo motor standart motorlara göre aşağıdaki özellikleri gösterir.

- Şekil 2.6'da görüldüğü gibi hızlanma ve yavaşlama cevap süresi kısadır.
- Motorun sık sık çalıştırılması, durdurulması, frenlenmesi, devir yönünün değiştirilmesi ve düşük hızda döndürülmesi mümkündür.
- Dönüş yönlerinin karakteristikleri arasında bir fark yoktur.

Servo motor, başlama ve durma işlemlerini sıklıkla tekrar ettiği için hızlı ivmelenme ve yavaşlama gereklidir. Bu nedenle ataleti sağlayabilmek için rotor çapı küçük, yüksek dönme momentini sağlayabilmek için ise eksen boyu uzun olarak yapılır.

Servo motorlar kullandıkları enerjiye göre; doğru akım servo motoru ve alternatif akım servo motoru olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.6: Motorların tepki karakteristikleri

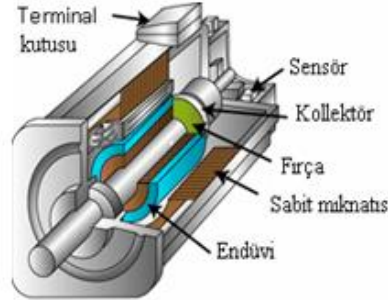
### 2.3.1. DC Servo Motor

Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi DC servo motorda manyetik alanı elde etmek için sabit mıknatıs kullanılmıştır. Motorun ana parçası stator adı verilen ve sabit manyetik alanın olduğu kısımdır. Dönme hareketinin meydana geldiği rotor ise çoklu bobinlerden meydana gelir ve bu bobinler bir kollektör ile güç kaynağına bağlanır. Kollektör etrafında bakır şeritler olan bir silindirdir. Karbon fırçalar da bobine elektrik vermesi için DA güç kaynağını kollektöre bağlar.

Doğru akım servo motorları küçük ve hafif olduğu gibi tepki hızları iyidir. Bununla birlikte çıkış güç değerleri yüksek olduğu için NC tezgâhlarda, endüstriyel robotlarda, yazıcı, tarayıcı gibi bilgisayar çevre birimlerinde ve iş makinelerinde kullanılır.

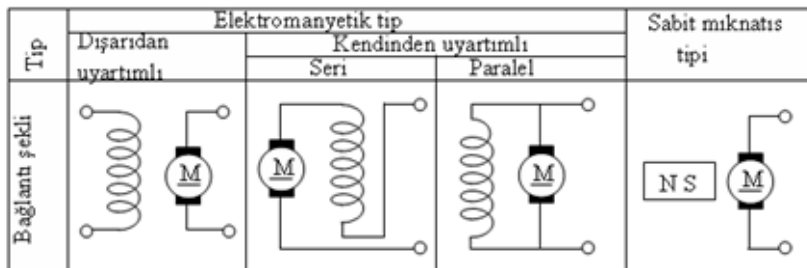
Bununla birlikte bu motorların fırça ve kollektörlü yapılarından dolayı sık sık arızalanması ve onarımın zaman alması sakıncalı taraflarıdır.

Bu motorları diğer DA motorlardan ayıran özellik, üzerinde motor hızını, dönüş yönünü veya dönüş açısını kontrol etmeye yardımcı olan sensör sistemi bulunmasıdır. Takometre dinamosu ve frekans jeneratörü sensörü dönüş hızını ve dönüş yönünü belirlemek için kullanılır. Buna örnek olarak dönel kodlayıcı cihazı gösterebilir.



Şekil 2.7: DC servo motor

Şekil 2.8’de sabit mıknatıslı ve elektromanyetik bobinli motorların temel yapısı görülmektedir.



Şekil 2.8: DC Servo motorların bağlantı şekilleri

Rotor ve statordaki bobin bağlantılarına göre DA servo motorlar seri veya paralel uyarımlı olarak sınıflandırılır. Büyük güçlü motorlarda elektromanyetik tip stator kullanılır. Küçük motorlarda ise sabit mıknatıs tip stator vardır. Bu tip statorların boyutlarının küçük ve hafif olması ayrıca mıknatıslarının sabit olmasından dolayı mekatronik sistemlerde kullanımı oldukça yaygındır.

DA servomotorun devir yönünü değiştirmek için servo motor devresindeki gerilim kaynağının polaritesini değiştirmek gerekir.

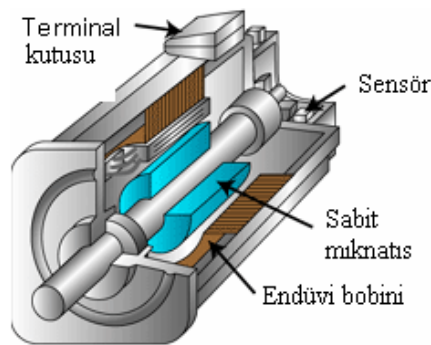
### 2.3.2. AC Servo Motor

DC servo motorların kullanımlarının zorluğu nedeniyle AC servo motorlar geliştirilmiştir. Temel olarak indüksiyon motoru ve senkron motor AC servo motor olarak kullanılabilir.

AC servo motor olarak genelde rotoru sabit mıknatıstan yapılan ve 2 ya da 3 fazlı, fırçasız motorlar kullanılır. Bu motorların kontrol edilmesinde de özel yönlendirme geçişleri kullanılır. AC servo motorun IM (indüksiyon motor) ve SM (synchronous –anuyumlu-motor) olmak üzere iki tipi vardır. SM tipi AC servo motorlar, aşağıdaki nedenlerden fabrika otomasyonunu da içeren ardışık kontrollerde üstünlük sağlamaktadır.

IM tipi AC servo motorların elektrik enerjisinin kesilmesi durumunda sabit mıknatıs kullanılmadığından dinamik olarak frenlenmesi mümkün değildir.

IM tipi AC servo motorlar genellikle büyük güçlü motor gerektiği durumda kullanılır (7.5 kW ve üzeri). Çünkü bu motorlar yüksek hızı, büyük momenti karşılayabilir ve sağlam bir yapıya sahiptir.



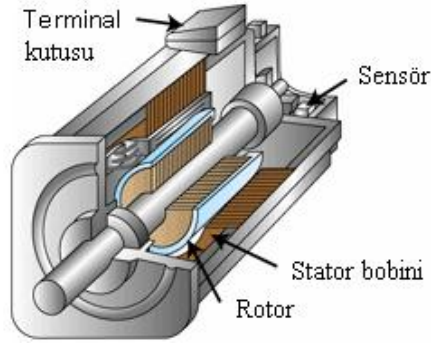
Şekil 2.9: AC servo motor (SM tipi)

- **Üstünlükleri (SM tipi)**
  - Bakım gerektirmez.
  - Kötü koşullarda kullanılabilir.
  - Momentleri yüksektir.

- Elektrik enerjisi kesildiği sürece de dinamik frenleme yapmak mümkündür.
- Küçük ve hafif yapılabilir.

➤ **Kusurları**

- Servo amplifikatör (yükseteç) DC motordan daha karmaşıktır.
- Motor için bire bir uygun servo amplifikatör kullanılmalıdır.
- Sabit manyetik alanın gücü zamanla azalır.



Şekil 2.10: AC servo motor (İM tipi)

➤ **Üstünlükleri (İM tipi)**

- Bakım gerektirmez.
- Kötü koşullarda kullanılabilir.
- Yüksek moment ve hıza sahiptir.
- Büyük kapasitelerde yüksek verimliliğe sahiptir.
- Yapıları sağlamdır.

➤ **Kusurları**

- Elektrik enerjisi kesildiği zaman dinamik frenleme yapmak mümkün değildir.
- Karakteristiği sıcaklığa göre değişiklik gösterir.

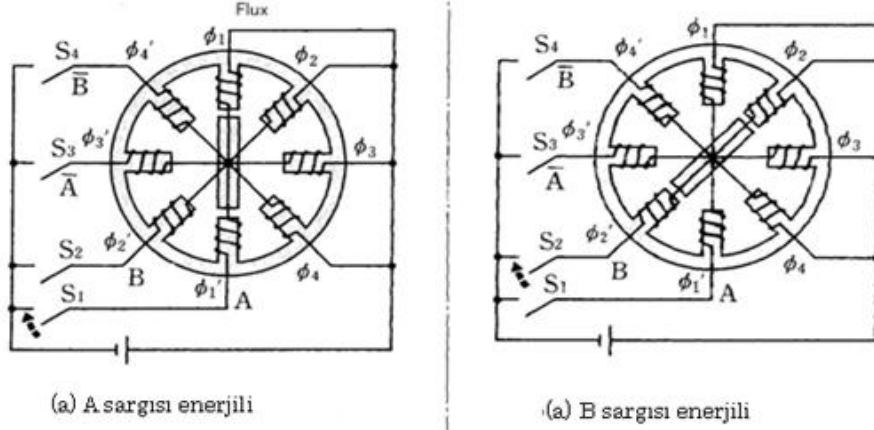
## 2.4. Adım Motoru (Step Motor)

Step motoru, girişine verilen puls sinyali ile dönen motordur. Eğer girişe bir kez puls sinyali verilirse motor, sadece bir adım dönecektir. Giriş sinyali sayısı ile dönme açısını derece olarak belirlemek mümkündür. Giriş sinyali, motora belirli bir frekansta uygulanırsa sürekli bir dönme hareketi elde edilir. Dönme hızı, uygulanan sinyalin frekansı ile orantılıdır.

Step motorların diğer motorlardan en büyük farkı, geri besleme kontrolüne (feedback control) gerek kalmaksızın istenilen açıda hareket ettirilebilmesidir. Bu nedenle pozisyon kontrolüne yönelik çalışmalarda step motorun kullanılması daha uygundur. Fakat step motorlar, AC servo motorlara göre daha az hassasiyete sahiptir.



## 2.4.1. Yapısı ve Teorisi



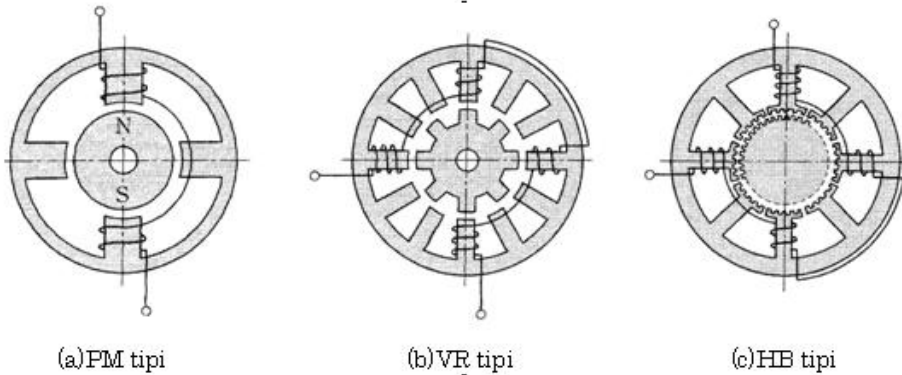
Şekil 2.11: Adım motorunun yapısı

Stator, çok sayıda elektromıknatıs kullanılarak yapılmıştır. Rotor ise sabit mıknatıstan yapılmıştır. Aynı zamanda enerjilendirilen bobin sayısı, faz (phase) sayısı olarak adlandırılır. 3 fazlı olması durumunda 3 fazlı; 5 fazlı olması durumunda da 5 fazlı step motor denilebilir.

Stator sargılarına sıra ile enerji verilmesi, rotorda dönme hareketinin oluşumunu sağlar. Step motorlar için sürücü (driver) devre kullanılır. Sürücü devreye uygulanan her sinyalde bir faza karşılık gelen adım kadar rotor döner. Sinyalin sürekli olması, rotorda da sürekli dönme hareketini sağlar.

## 2.4.2. Adım Motoru çeşitleri

Adım motorları, PM tipi (sabit mıknatıslı), VR tipi (değişken relüktanslı) ve HB tipi (kompund) olarak sınıflandırılır. Şekil 2.12 bu motorların yapılarını göstermektedir.



Şekil 2.12: Adım motorlarının çeşitleri

### 2.4.2.1. PM Tipi

Rotor, silindir biçiminde sabit mıknatıs yapısındadır ve stator bobinleri içindedir. Stator bobinlerinin oluşturduğu elektromanyetik alandaki itme ve çekme kuvvetleri ile döner. Motor adımlarının açısı  $7,5 - 90^\circ$  arasındadır. Tork değerleri düşük olduğu için bilgisayar çevre birimlerinde kullanılır.

### 2.4.2.2. VR Tipi

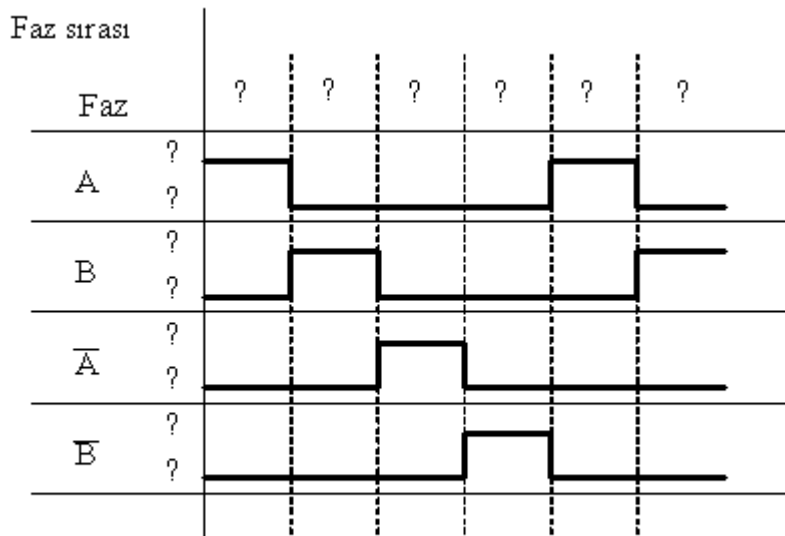
Rotor ve stator yapıları yumuşak demirden yapılmış dişli çark şeklindedir. Bu sebeple rotor ve stator arasındaki hava aralıkları değişkenlik gösterir. Geniş hava aralığında manyetik direnç (relüktans) fazla, dar hava aralığında ise manyetik direnç azdır. Rotorun manyetik direnci az olan bölgeye kayarak dönmesi bu motorların en önemli özelliğidir. Adım açıları  $0,9-15^\circ$  arasındadır ve tork değerleri çok yüksek olmamakla beraber yüksek hızlarda cevap süreleri oldukça kısadır.

### 2.4.2.3. HB Tipi

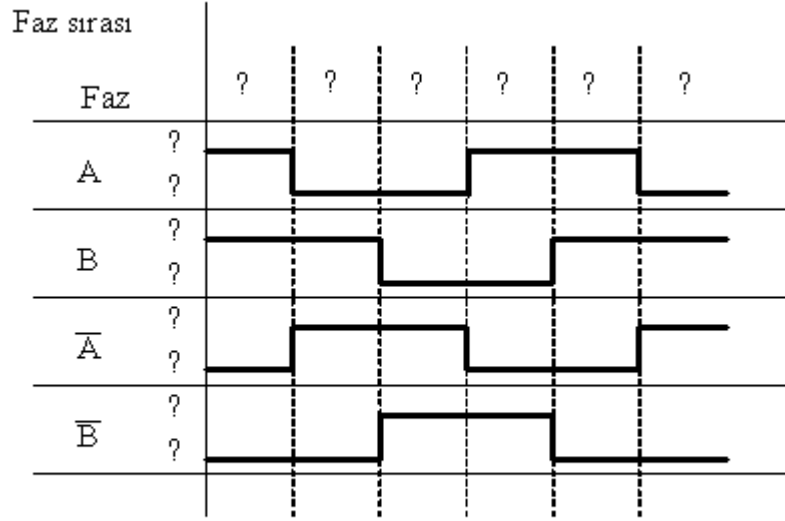
Kompund adım motorları PM ve VR tiplerinin özelliklerini taşır. Adım açıları  $0,9 - 7,5^\circ$  ve tork değerleri yüksektir. Bu nedenle kullanım alanları geniştir.

## 2.4.3. Adım Motoru Sürme Çeşitleri

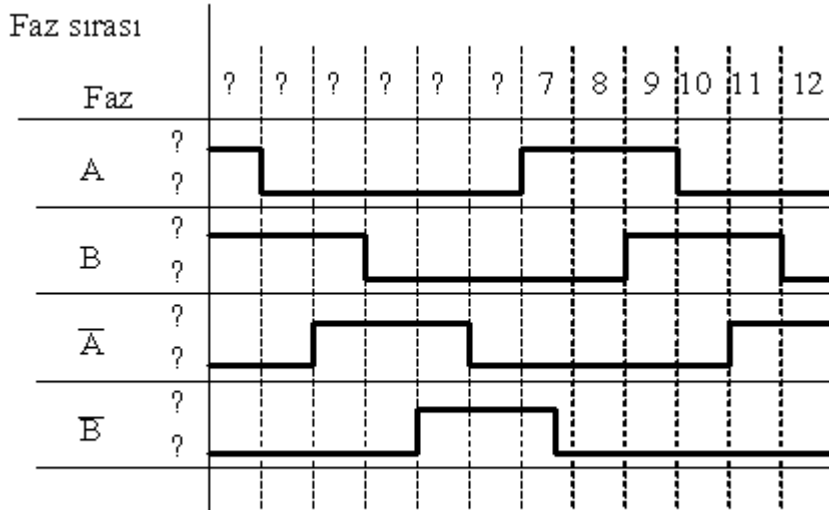
Şekil 2.13'te 1 fazlı, 2 fazlı, 1 ve 2 fazlı sürme metotlarına ait akış diyagramları görülmektedir.



(a) 1 fazlı sürme metodu



(b) 2 fazlı sürme metodu



(a) 1 – 2 Fazlı sürme metodu

**Şekil 2.13: Adım motoru sürme metotları**

Adım motorunu döndürmek için her sargıyı sıra ile bir defa  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow$  yönünde enerjilendirmek gerekir. Ters yönlü dönüş için bu işlem  $4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow$  şeklinde olacaktır.

## 2.4.4. Adım Motoru ve Servo Motorun Genel Özellikleri

Motor çeşidi	Özellikleri	Kullanım alanları	
DC servo motor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tepki hızı yüksektir.</li><li>• Yapıları küçük ve hafiftir.</li><li>• Yüksek çıkış gücüne sahiptir.</li><li>• Kollektör ve fırça sistemi bakım gerektirir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• NC tezgâh</li><li>• Endüstriyel robot</li><li>• Bilgisayar çevre birimleri</li><li>• Büro makineleri</li><li>• Ses cihazları</li><li>• Görüntü sistemleri</li></ul>	
AC servo motor	SM tipi servo motor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kollektör üzerindeki fırça yerine konumlandırma sistemi kullanılır.</li><li>• Kutupların manyetik konumlarını algılayan sensör sistemi gereklidir.</li><li>• DC servo motor ile benzer çıkış değerlerine sahiptir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• NC tezgâh</li><li>• Endüstriyel robot</li></ul>
	IM tipi servo motor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yapıları sağlamdır.</li><li>• Tamir ve bakımları kolaydır.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• NC tezgâh (Ana hareket sisteminde)</li></ul>
Adım motoru	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dönüş açısı giriş sinyal değerine göre değiştirilir.</li><li>• Sonsuz döngü kontrolü ile sürülebilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Büro makineleri</li><li>• Bilgisayar çevre birimleri</li></ul>	

## 2.5. Pnömatik ve Hidrolik Aktüatörler

Aktüatörlerde mekanik hareket meydana getirmek için pnömatik veya hidrolik silindir ve basınç motoru kullanılır.

### 2.5.1. Silindir

Silindir, pnömatik ve hidrolik enerjiyi mekanik harekete çeviren aktüatördür. Esnek hareketler için sıkıştırılabilirlik özelliğine sahip olan havalı silindirler kullanılır. Büyük güç gerektiren hareketlerde sıkıştırılma özelliği bulunmayan hidrolik silindirler kullanılır.

Silindir, silindir şeklinde bir gövde ve içinde hareket eden pistondan oluşur. Pistonun hareketi piston mili ile doğrusal hareket ettirilmek istenen donanıma aktarılır. Akışkanın silindire girdiği ya da çıktığı yer, port olarak adlandırılır. Aşağıdaki şekilde basınçlı akışkan port A'dan içeriye doğru akacak olursa piston sağa doğru bastırılır ve hareket eder. Aynı akışkan port B'den dışarıya doğru akar. Aksine, basınçlı akışkan port B'den içeriye doğru akarsa bu durumda piston sola doğru bastırılır ve hareket eder, aynı akışkan port A'dan dışarıya doğru akar.

Pistonun kuvveti  $F$  (N) aşağıdaki formül ile ifade edilir.

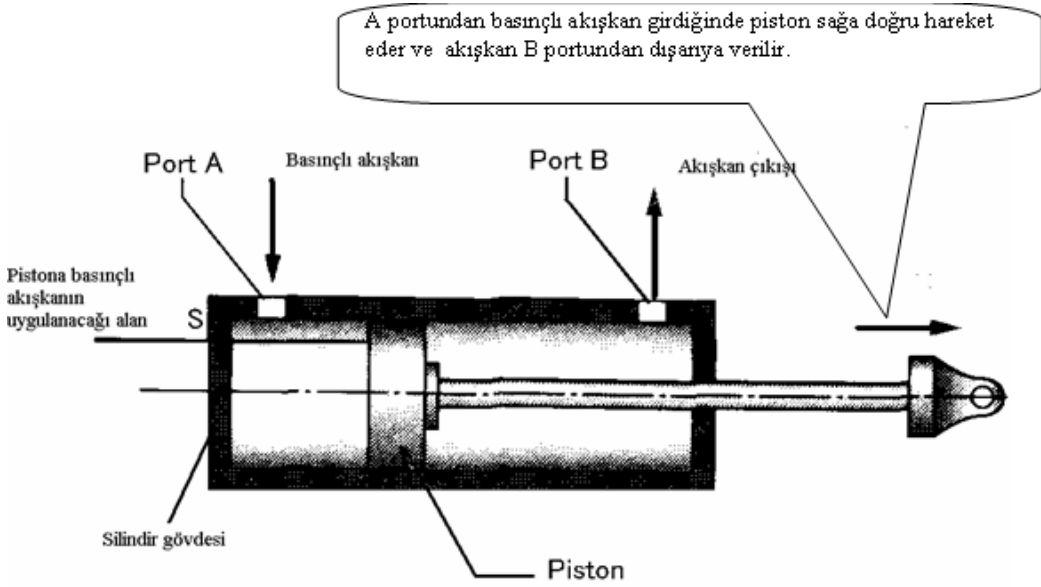
$$F = P \times S$$

$P$  (N) : Akışkan basıncı

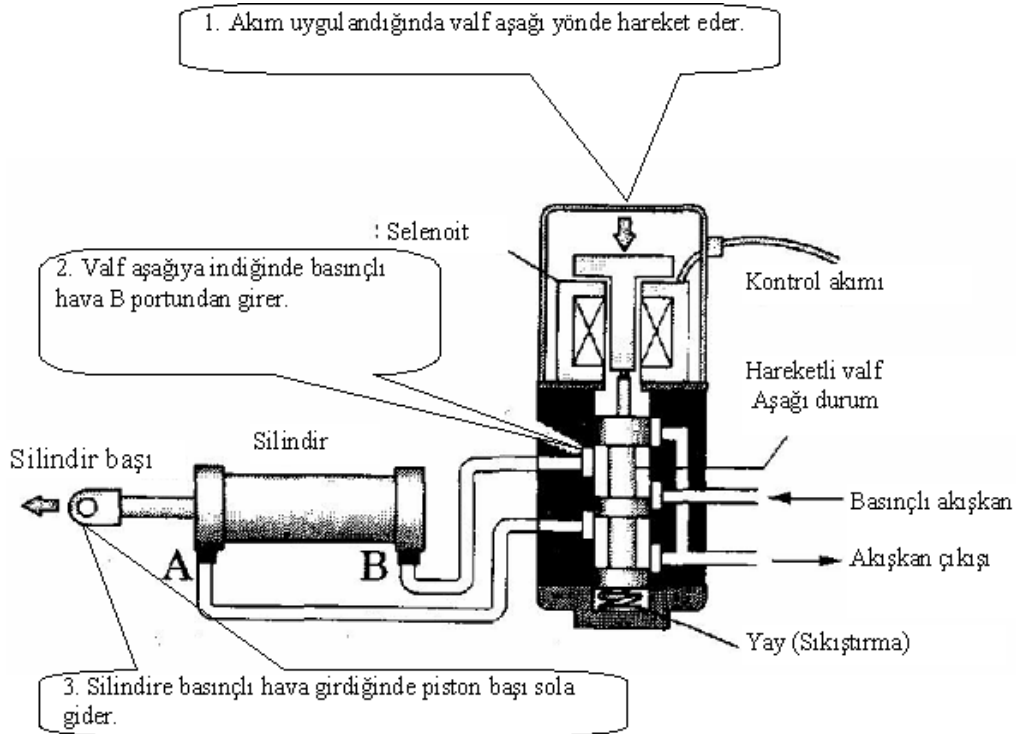
$S$  ( $\text{mm}^2$ ) : Pistona basınçlı akışkanın uygulanacağı alan

Piston hareketinin hızı, pistondan çıkan akışkanın miktarını değiştirmek sureti ile ayarlanabilir.

Aktüatörlerde mekanik hareket meydana getirmek için pnömatik silindir ve hava basıncı motoru kullanılır.



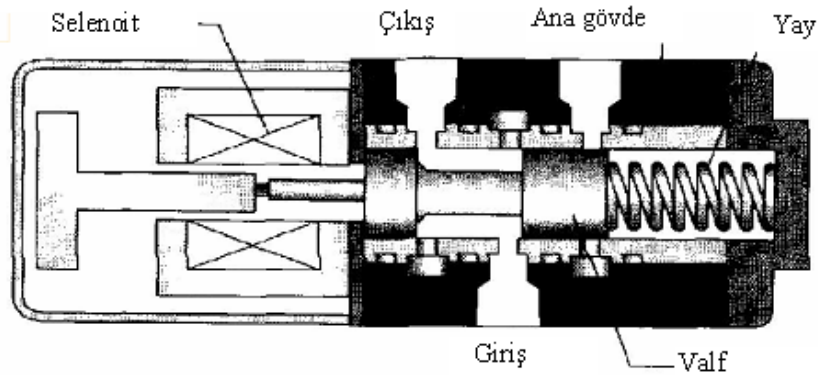
Şekil 2.14: Pistonun yapısı



Şekil 2.15: Silindirin çalışması














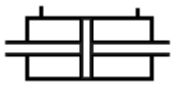
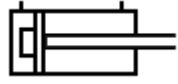

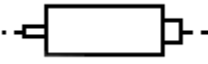










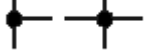
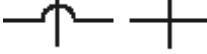

### 2.5.2. Yön Kontrol Valfi







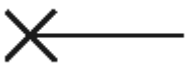


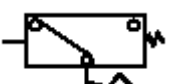

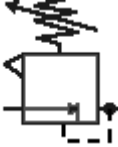
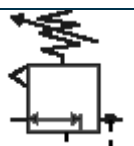
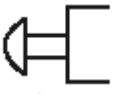
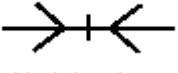
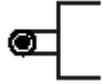

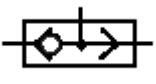
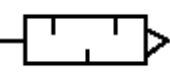








Yön kontrol valfi, silindir hareketini yönetmek amacıyla akışkan yönünü kontrol eden bir tür valftir. Genelde gövde ve valf kısımlarının birleşmesinden oluşturulmuştur. Valf, elektromanyetik olarak işletilir ve elektrikle otomatik olarak çalıştırılır. Selenoit (elektromanyetik) olarak işletilen valf, elektromanyetik kontrollü valf olarak adlandırılır. Küçük tipteki ve düşük basınçla çalışan selenoit valfleri kontrol etmek için doğru akım, daha büyük güç ve basınçlar için ise alternatif akım kullanılır.



Şekil 2.16: Elektromanyetik kontrol valfi

## 2.5.3 Pnömatikte Semboller

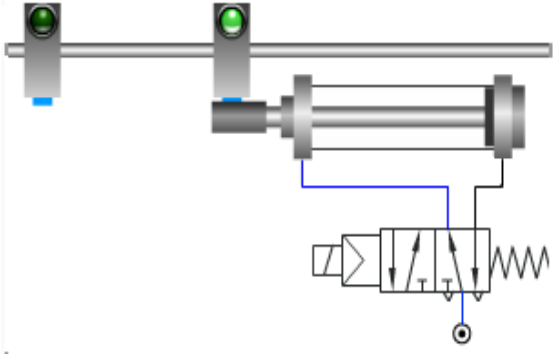
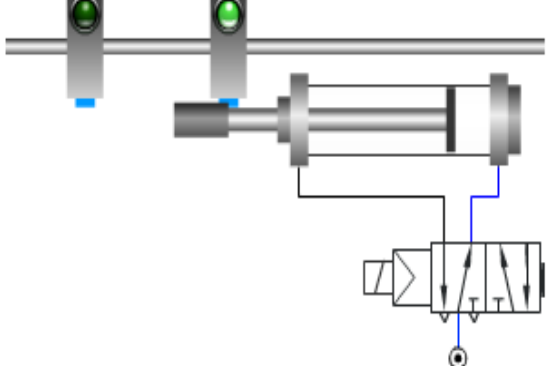
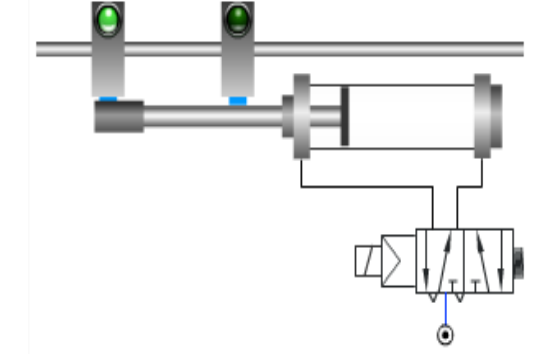
		
2/2 valf; 2 yollu, 2 pozisyonlu	3/2 valf; 3 yollu, 2 pozisyonlu	4/ valf; 4 yollu, 2 pozisyonlu
		
4/3 valf; 4 yollu, 3 pozisyonlu	5/2 valf; 5 yollu, 2 pozisyonlu	5/3 valf; 5 yollu, 3 pozisyonlu
		
Akümlatör	Filtre	Tek yönlü sabit debili hava motoru
		
Çift yönlü sabit debili hava motoru	Yay yüklemeli tek yönlü valf	Sabit debili kompresör
		
Yay dönüşlü tek etkili silindir	Çift taraflı piston kollu silindir	Çift etkili silindir
		
Çift yönde ayarlanabilir yastıklamalı, çift etkili silindir	Diferansiyel basınç	Akış yönü
		
Eksoz veya control hattı	Filtre veya düzenleyici	Filtre (otomatik boşaltmalı)
		
Filtre (elle boşaltmalı)	Kısma valfi	Esnek hat
		
Tek yönlü kısma valfi (ayarlı)	Akış ölçme	Kol kumandalı
		
Hat bağlantısı	Hat çıkışması	Yağlayıcı

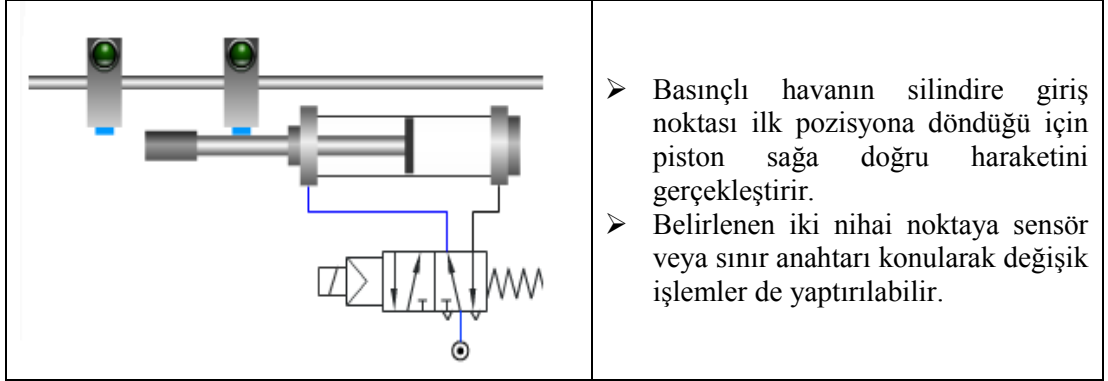
 Genel kontrol	 Bir baypas akış yolu ve iki kapalı yol	 Bir akış yolu
 Ayakla kumandalı (pedal)	 Haricî pilot basınç	 Dâhilî pilot basınç
 Kapatılmış yol	 Piston veya pozisyon gösterme pini	 Pnömatik
 Basınç hareketli elektrikli anahtar	 Manometre	 Ayarlanabilir basınç ayar valfi (Tahliyesiz)
 Ayarlanabilir basınç ayar valfi (Tahliyeli)	 Buton kumandalı	 Hızlı bağlantı
 Makara kumandalı	 Mafsals makara kumandalı	 Veya valfi
 Susturucu	 Anahtarlama konumları kare olarak gösterilir	 iki yollu
 Tek bobbin kumandalı	 yay kumandalı	 Kapalı konum
 Vakum pompası	 Ayarlanabilir kısma valfi	 İki yollu ve biri kapalı



## UYGULAMA FAALİYETİ

Belirlenen iki nokta arası piston kontrolü yapınız.

	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yönlendirme valfleri ve çift etkili silindirler en kolay bulunan aktüatör çeşitleri olduğu için değişik tip ve markada çıkış elemanı temin edilerek yandaki şekil elde edilebilir.</li><li>➤ Kullanacağınız yönlendirme valfinin çalışma gerilimi ve silindirin çalışma basınçlarını öğreniniz.</li><li>➤ Bütün anahtar ve butonlar deneyden önce “off” durumda olmalıdır (özellikle “output” butonu).</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bağlantılar ve ayarlar bütün grup üyeleri tarafından kontrol edildikten sonra öğretmeninizi çağırınız.</li><li>➤ Yönlendirme valfi enerjilendirilerek konum değiştirmesi temin edilir. Basınçlı hava pistonun diğer tarafından iletilerek pistonun hareketi sağlanır.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Piston sol tarafta belirlenen noktaya gelince valfin enerjisi kesilir. Yayın da etkisi ile valf ilk konumuna geri döner.</li></ul>



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi aktüatörü tanımlar?
  - A) Silindir
  - B) Adım motoru
  - C) Valf
  - D) Hepsi
2. Hava basıncı motoru tarafından sıkıştırılan hava, toz ve diğer yabancı maddeler nedeni ile kirlenir. Bu durumu en aza indirmek için pnömatik sistemlerde ne kullanılır?
  - A) Silindir
  - B) Valf
  - C) Şartlandırıcı
  - D) Komprosör
3. Pnömatik sistemlerde tüm devre için gerekli hava basıncını elde etmek için ne kullanılır?
  - A) Basınç dengeleme valfi
  - B) Komprosör
  - C) Sensör
  - D) Valf
4. Dönüş hızı ve yönü, çıkış değerleri verilen sinyal değerlerine göre hassas bir şekilde hangi tip aktüatör ile değiştirilebilir?
  - A) Adım motoru
  - B) Servo motor
  - C) DC motor
  - D) Bir fazlı AC motor
5. Girişine uygulanan sinyal değerine göre dairesel hareket elde edilen aktüatör aşağıdakilerden hangisidir?
  - A) AC motor
  - B) DC motor
  - C) Silindir
  - D) Adım motoru

6. Pnömatik sistemlerde akışkan yönünü kontrol eden aktüatör hangisidir?

- A) Kompresör
- B) Basınç ayar valfi
- C) Yön kontrol valfi
- D) Basınç sıralama valfi



7. Yukarıdaki sembol neyi ifade eder?

- A) Susturucu
- B) VE valfi
- C) Kısma valfi
- D) Filtre

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. ( ) Bütün aktüatörlerin çalışma gerilimi 24 voltur.

9. ( ) Pnömatik sistemlerde akışkan olarak hidrolik yağ kullanılır.

10. ( ) Aktüatör; hava basıncını, yağ basıncını veya elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür ve bu enerji dairesel veya doğrusal hareket olarak alınır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Algılayıcıları tanımlayabildiniz mi?		
2. Algılayıcıları kullanım yerlerine göre seçebildiniz mi?		
3. Algılayıcı çeşitlerine göre arayüz devresi tasarlayabildiniz mi?		
4. Algılayıcılardan gelen sinyalleri dijitale dönüştürebildiniz mi?		
5. Gerektiğinde istenenlere göre algılayıcıları bağlayabildiniz mi?		
6. Direnç üzerindeki gerilim değerini ölçebildiniz mi?		
7. Alternatif akım motorlarını devreye, arayüzlere bağlayabildiniz mi?		
8. Pnömatik devre elemanlarını tanıyabildiniz mi?		
9. Temel pnömatik devreyi kurabildiniz mi?		
10. İstenen şartlara göre seçenek oluşturabildiniz mi?		
11. Valf seçimlerinde uygunluk durumlarına uyabildiniz mi?		
12. Adım motorlarını sürebildiniz mi?		
13. Servo motorları (AC ve DC'ye göre) tanıyabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

## KAYNAKÇA

- CROSER P., F. ÇEVİK, **Pnömatik Temel Seviye**, TP101 Festo-Didactic, İstanbul 1990.
- OKUBO T. , K. ÖNEY, **Ardışık Kontrol Tejnolojisi**, ETOGM-JICA, İzmir, Ağustos, 2005.