

T.C  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

## ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

### FABRİKA OTOMASYON-1

ANKARA 2007

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. İNVERTER .....	3
1.1. Yarı İletken Güç Aygıtları .....	4
1.2. İnverter Kavramı .....	4
1.3. İndüksiyon Motorlarının Temel Karakteristikleri .....	5
1.3.1. İnverter Sürücüsünün Motor Karakteristiği .....	8
1.4. İnverterlerin Hızlandırma ve Yavaşlatma Karakteristikleri ve Prensipleri .....	9
1.4.1. İnverterlerin Biçimi .....	9
1.4.2. İnverterin Özellikleri .....	9
1.4.3. Üç Fazlı Alternatif Akım (Üç Fazlı İnverter) .....	11
1.4.4. İnverter Kontrol Sistemleri .....	11
UYGULAMA FAALİYETİ .....	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	21
2. SERVO MEKANİZMALAR .....	21
2.1. Servo Motorlar .....	22
2.2. Enkoderler .....	25
2.2.1. Arttırmalı Tip Enkoderler .....	25
2.2.2. Mutlak Enkoderler .....	26
2.3. AA Servo Motor Uygulama Alanları .....	26
2.3.1. Taşıma Alanları .....	27
2.3.2. Uzun Malzeme İle Rulolu Çalışma .....	28
2.3.3. Gıda Üretim Ünitesi .....	29
2.3.4. Yarı İletken Üretimi .....	29
2.3.5. Enjeksiyon Makinesi .....	31
2.3.6. Elektronik Eleman Üretimi .....	31
2.4. Servo Sistemin Yapısı ve Teorisi .....	32
2.5. Servo Mekanizmasındaki Kapalı Kontrol Döngüleri .....	33
2.6. Kontrol Modları .....	34
2.6.1. Pozisyon Kontrol Modu .....	34
2.6.2. Hız Kontrol Modu .....	35
2.6.3. Tork Kontrol Modu .....	36
2.7. Servo İle İnverterin Karşılaştırılması .....	37
2.7.1. Tanımı ve Uygulaması .....	37
2.7.2. İnverterin Temel Yapısı .....	38
2.7.3. İnverterden Servoya Dönüşüm .....	39
UYGULAMA FAALİYETİ .....	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	49
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	50
CEVAP ANAHTARLARI .....	52
KAYNAKÇA .....	53

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0332</b>
<b>ALAN</b>	<b>Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Mekatronik Teknisyenliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Fabrika Otomasyon-1</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Motorları sürmek için kullanılan aygıtları kullanma becerisinin verildiği öğrenim materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ardışık Kontrol Teknolojisi dersini tamamlamış olmak.
<b>YETERLİK</b>	Sürücü kartları ile ilgili motorların hareketini sağlamak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç:</b> Fabrika Otomasyon’da kullanılan motorları istediği şartlarda hatasız olarak çalıştırabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. İnverterleri hatasız olarak devreye alabileceksiniz. 2. Servo motorları hatasız olarak devreye alabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> FA laboratuvarı <b>Donanım:</b> PLC katalogları, İnverter kataloğu, servo motor ve sürücü kataloğu, otomasyon malzeme katalogları, Servo motor ve inverter deney seti, el takımları
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Her faaliyetin sonunda ölçme soruları ile öğrenme düzeyinizi ölçeceksiniz. Araştırmalarla, grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarla öğretmen rehberliğinde ölçme ve değerlendirmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Motor kontrolü Fabrika Otomasyon sisteminin en önemli konularından birisidir. Bu modül sonunda, Fabrika Otomasyon (FO) sisteminde kullanacağımız servo motor ve bunun sürücüsü ile inverter ve indüksiyon motoru hakkında bilgi sahibi olacaksınız. Bu sistemlerin kendilerine göre çok sayıda avantajları vardır. Bunlardan birkaçını şu şekilde sıralayabiliriz.

İndüksiyon motorunun kontrolünün normal şehir şebeke frekansı ile yapılması durumunda motorun torkunda bir değişiklik yapamayız. Özellikle yükün sürekli değişiklik gösterdiği durumlarda sabit bir torkla motoru çalıştırmak oldukça zordur. İnverter ile motorun torku yüke göre değiştirilebilir.

Öte yandan motorun çalışma hızı da yine inverter ile sabitlenebilir. Özellikle otomasyon sisteminde birbirinden bağımsız motorların aynı hızda çalışması istenir. Bu senkronizasyon sağlanmazsa sistemden çıkan üründe ciddi hatalar oluşabilir.

Daha ötesinde, bir motorun hızının istenilen hıza ulaşma süresi veya çalışılan hızdan hızın sıfıra düşme süresini ayarlamak için de inverter kullanılır.

Otomasyon sistemlerinin önemli bir konusu da pozisyon kontrolüdür. Pozisyon kontrolü denilince akla gelen en ideal motor servo motordur. Servo motorlar yapısal olarak enkoder içerdiklerinden motorun hızı, dönüş yönü, torku ve konumu çok hızlı bir şekilde belirlenir.

Özellikle konumlandırmanın önemli olduğu yerlerde (CNC, ROBOT, ENJEKSİYON MAKİNESİ, MEDİKAL ELEKTRONİK vs..) makinelerde servo motorlar kullanılmaktadır.

Bir servo motoru sisteminize yerleştirdiğinizde, sistemde hata oluşma riski yok denecek kadar azdır. Bu modülde servo motorları yapısal olarak tanıyabilecek ve çok sayıda uygulama yapabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

İnverterleri hatasız olarak devreye alabileceksiniz.

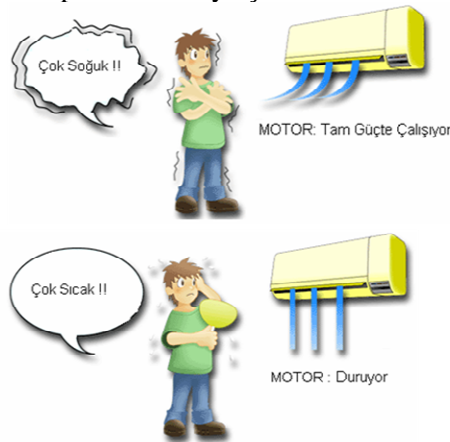
## ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

- Bu faaliyette daha önceki modüllerde kullandığımız motor tiplerini tekrar gözden geçiriniz. Bunların dışında kullanılan indüksiyon motoru ve servo motorun yapısı hakkında araştırma yapınız.
- İndüksiyon ve servo motorlarının sanayide kullanım alanlarını araştırınız.

## 1. İNVERTER

Son zamanlarda geliştirilen elektrikli ev aletlerinde, sistemin verimliliği açısından inverter denilen cihaz sıkça kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise motorun hızını istenilen değerde ayarlayabiliyor olmasıdır. Örneğin çoğu klimada inverter mevcuttur. Klimalarda güç elemanı olarak motor kullanılır. Klimanın çalışma sıcaklığı istenilen sıcaklık değerine ayarlandığında ortam sıcaklığı bu değerde sabit tutulmalıdır. Eğer klima sisteminin çalışması Açma – Kapama esasına göre çalışacaksa (Bunun anlamı, klima tam güçte çalışacak ya da hiç çalışmayacaktır.) aşağıdaki problem ortaya çıkacaktır.



Şekil 1.1: İnvertersiz klima

Eğer klima motorunun hızı ortam sıcaklığı ile orantılı olarak değiştirilecek olursa ayarlanan sıcaklık değeri her zaman sabit kalacaktır.



**Şekil 1.2: İnverterli klima**

İnverter, bir motorun hızının kontrolünü serbestçe, sürekli ve randımanlı olarak değiştiren bir cihaz olarak tanımlanabilir.

Endüstriyel inverter örneğinde, kontroldeki hedefimiz sonsuz döngülü indüksiyon motorudur (3 Fazlı). Bu konu indüksiyon motorunda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

## 1.1. Yarı İletken Güç Aygıtları

Çoğu yarı iletken güç aygıtları inverterler ile kullanılırlar. Bu tür aygıtların farklı fonksiyonlara sahip olması, özelliklerinin değişik olması ve kullanma metotlarının kendi özelliklerine göre olmasından dolayı tasarım metotları ve inverter yapıları farklıdır. Genellikle yarıiletken aygıtlar uzun ömürlü olurlar. Ancak aşırı akım ve gerilim değerlerine karşı dayanacakları kapasiteleri küçüktür. Dolayısıyla, motorları güvenli şekilde kullanmak için dikkat edilmesi gereken nokta akım koruma devreleri ile sürücü devreleridir. Bunlar kullanılmadığı takdirde çalışmada hata ya da sistemde kırılma oluşur.

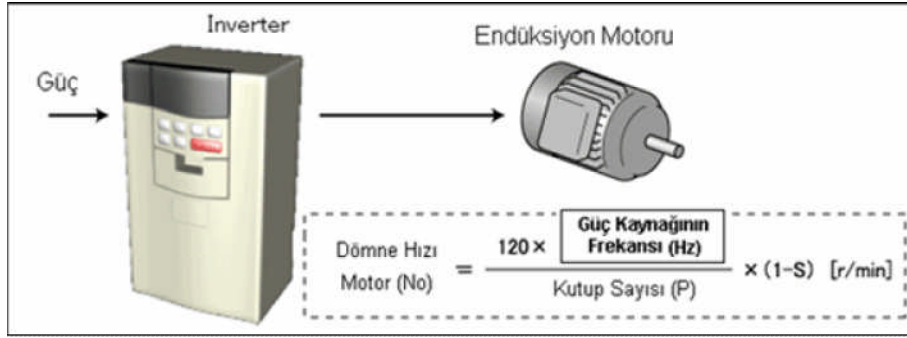
Gelişmiş cihazlar hızlı çalışma şartlarında çalıştırılabilirler. Yüksek gerilimlere dayanıklı, yüksek akımda ve hızda çalışabilen cihazlar geliştirilmektedir. Ayrıca sistemin güvenliği için koruma devreleri de ilave edilmiştir. Sistemin birleştirilip basit bir yapıya sokulması işlemleri yavaş yavaş geliştirilmektedir. Bunun ötesinde, gücü sürme koruma teknikleri ile izolasyon teknikleri de inverter sisteme ilave olarak eklenmiştir

## 1.2. İnverter Kavramı

Bir motorun dönüş hızı, bu motoru besleyen güç kaynağının frekansı ve bu motordaki kutup sayısına bağlıdır. Motordaki kutup sayısı donanımla ilişkili olduğundan dolayı değiştirilmesi, sökülüp çıkartılması oldukça zordur. Öte yandan eğer şebekeden gelen elektriğin frekansı değiştirilirse motorun dönüş hızı da istenilen oranda ayarlanmış olacaktır. Güç üreten santrallerdeki elektriğin frekansı 50Hz'dir.

İnverter, istenilen frekansı elde etmek için kullanılan bir aygıttır. Aşağıdaki hesaplama dikkatle bakmak gerekir.





Şekil 1.3: İverter ve indüksiyon motoru

**Eş zamanlı dönme hızı:** (N0)

**Kutup Sayısı:** (P) Bu motorun üzerindeki mekanizmadan öğrenilebilir.

**Kayma:** (S) Normalde bu kayma seçilen dönüş hızına göre 0.003 ile 0.005 arasındadır.

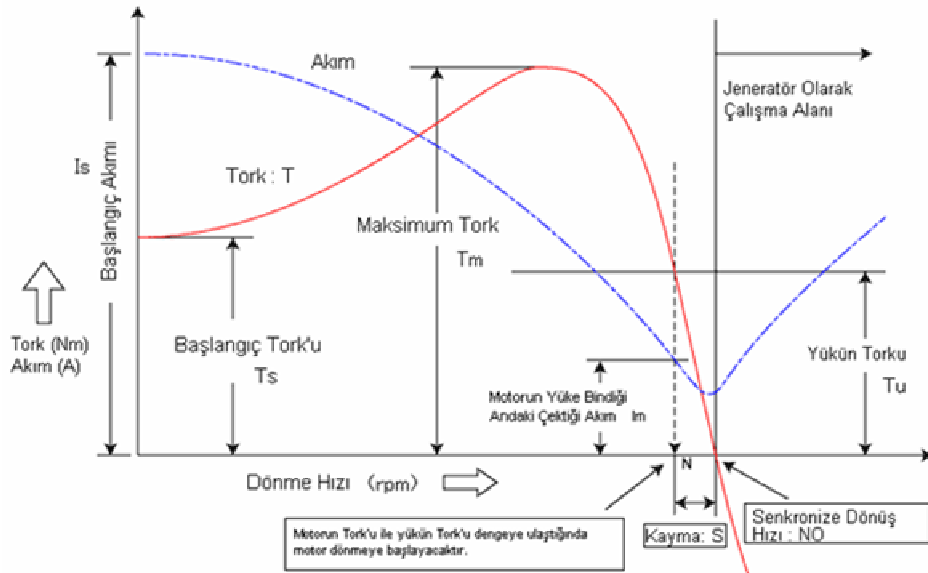
### 1.3. İndüksiyon Motorlarının Temel Karakteristikleri

#### ➤ “Dönme Hızı” – “Tork” – “Akım” Karakteristiği

İndüksiyon motorunun iki çeşit karakteristiği vardır. Birincisi “Dönüş Hızı – Tork” ilişkisi, diğeri ise “Dönüş Hızı – Çekilen Akım” ilişkisidir. Alttaki grafikte indüksiyon motorunun torkunun ve akımının dönüş hızına göre değişim grafiği verilmiştir. Motor enerjilendirildiğinde başlangıçtaki durumu, istenilen hıza ulaşma zamanı ve istenilen hızda çalıştığı andaki sabit hızı gibi halleri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.

Motora uygulanan akımın en fazla olduğu yer “başlangıç” durumudur ve çekilen akım bu andan sonra azalacak ve dönüş hızı ise artacaktır. Tork ise dönüş hızı arttığı sürece artacaktır ve dönüş hızının belirli bir değeri aştığı anda tork düşüşe geçecektir. Motora bağlanan yükün torku ile motorun çıkış torku dengeye ulaştığında, motor sabit hızda dönecektir. Motora o andaki çekmesi gereken akım değeri uygulanacaktır.

Motora bağlı yükün değişmesiyle gereksinim duyulan tork değişir. Bununla birlikte motorun çektiği akım ve dönüş hızı değişecektir. Söz konusu olan bu durumdan indüksiyon motorunun temel karakteristik eğrisini çıkarabiliriz.



Şekil 1.4: İndüksiyon motordaki dönüş hızı, akım ve tork ilişkisi

Değiştirilen Parametreler	Sistemin Hız Değişkeni	Özellikleri	Motorun İsmi
Frekans (f)	İnverter	Dönme hızının değiştirilmesi eş zamanlı gerçekleştirilir.	
Kutup Sayısı (p)	Kutup sayısının değiştirilmesi	Dönüş hızının değiştirilmesi adım adım gerçekleştirilir.	Kutup değişimli motorlar
Sapma (S)	İkinci direnç kontrolü	Harici direnç kullanılmasından dolayı ısı kaybı çok fazla olur.	Ayarlı rotor tipinde motorlar

Tablo 1.1: İndüksiyon motorunun parametreleri

### ➤ İndüksiyon Motorunun Dönüş Hızı

Yük torkü devreye girdiğinde, kutup sayısı ve güç kaynağının frekansı motorun dönme hızını etkiler. Bu olay aşağıdaki formülle gösterilmiştir.

$$N = \frac{120 \times \text{Frekans [Hz]}}{\text{Kutup Sayısı } P} (1 - S) \quad [r/min]$$

→ Senkronize Dönüş Hızı
→ Kayma

### ➤ İndüksiyon Motorunun Tork Oranı

Motorun dönme halindeki gücüne tork denir. Genelde lineer hareketlerde “N” olarak isimlendirilir. Ancak motorun dönme durumunda ise Tork, dönüş gücünün sebebiyle “Nm” şeklinde isimlendirilir. Motorun Tork’unun oranı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\text{Tork Oranı } T_M = 9550 \times \frac{\text{Güç Oranı } P \text{ [kW]}}{\text{Dönüş Hızı Oranı } N \text{ [r/min]}} \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

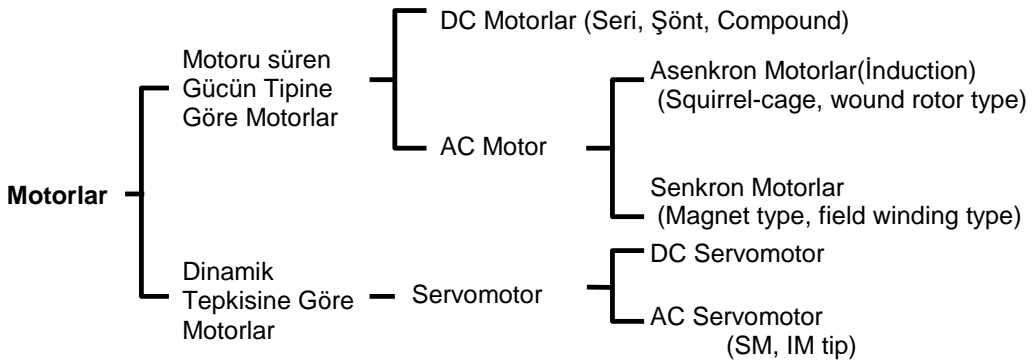
### ➤ Sapma

Motora yük bağlandığı zaman, motorun dönme hızı belirli oranda azalacaktır. Dönme hızındaki bu açısız kayma “Sapma” olarak isimlendirilir. Bu sapma oranı aşağıdaki formülle orantılı olur.

$$\text{Sapma } S = \frac{\text{Senkronize Dönüş Hızı } N_0 - \text{Dönüş Hızı } N}{\text{Senkronize Dönüş Hızı } N_0} \times 100 \text{ [ \% ]}$$

- Başlangıç durumunda kayma %100 dür. (Dönme Hızı 0). (Normalde bu olay “Kayma 1” diye tanımlanır.)
- İnverter yardımıyla frekans yavaş yavaş artırılır. Bu durumda sapma azalır.
- Genelde motora yüklenildiğinde bu sapma %3 ile %5 arasında değişir.
- Yük torku artırıldığı zaman kayma oranı ve motorun çektiği akım da artacaktır.
- Sapmanın negatif olduğu durumda dönme hızı (N), senkronizeli dönme hızından (N<sub>0</sub>) daha fazladır. (N>N<sub>0</sub>)

### Motor Çeşitleri



Şekil 1.5: Motor çeşitleri

### 1.3.1. İnverter Sürücüsünün Motor Karakteristiği

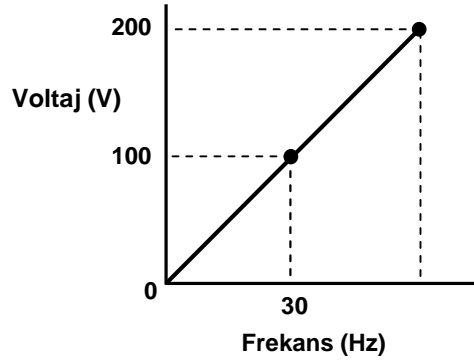
Aşağıdaki formül manyetik akı, gerilim ve frekans arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

$$\text{Manyetik Akı} \propto \frac{\text{Voltaj (V)}}{\text{Frekans (Hz)}} = \text{Sabit}$$

**Örnek 1.1:** Hız yarı yarıya düştüğü zaman yukarıdaki eşitlikte görüldüğü gibi inverter çıkış voltajı ve frekansı ayarlanır. Sonuçta manyetik akı sabit kalacaktır.

$$\frac{V}{f} = \frac{200(\text{V})}{60(\text{Hz})} = \frac{100(\text{V})}{30(\text{Hz})} = \text{Sabit}$$

Gerçek çalışmada, motordaki gerilimin düşmesini karşılamak için inverterin düşük frekanstaki gerilimi %150 ile %200 arasında artırılmalıdır.



Şekil 1.6: inverterin gerilim frekans ilişkisi

İnverterin çıkış gerilimi güç kaynağının çıkış gerilimini aşamaz. Bundan dolayı 50Hz ve 60Hz frekans aralığında, sabit çıkış voltajı elde edilir.

Aşağıdaki eşitlik motorun üzerine düşen gerilim( V ), motorun frekansı ve torku arasındaki ilişkiyi görmek mümkündür.

$$\text{Tork } T = K \times \frac{V}{f} \times I$$

K: Sabit Sayı    I : Akım    V: Gerilim    F:Frekans    T: Tork

Yukarıdaki eşitlikte, akımın aynı olduğu durumda sadece frekans değiştirilirse ters orantıdan dolayı torkun azaldığı görülür.

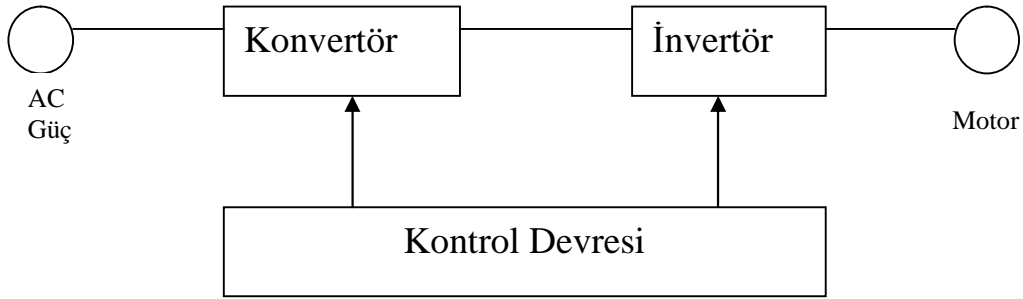
K sabit sayıdır. Yükün değiştiği durumda akım değişir. Dolayısıyla motorun gerilimi değişir. Manyetik akının sabit kalması için V/f oranının sabit kalması istenir. İnverter bu

durumda devreye girer. Gerilimin değiştiği oranda frekansın da değiştirerek manyetik akıyı sabitler. Dolayısıyla motorda sabit bir Tork elde edilir. Buna sabit çıkış alanı adı verilir.

## 1.4. İnverterlerin Hızlandırma ve Yavaşlatma Karakteristikleri ve Prensipleri

### 1.4.1. İnverterlerin Biçimi

Motorların değişik hızlarda sürülmesi işleminin, şebeke frekansından alınan 50Hz veya 60Hz'lik sinyallerin farklı frekanslara çevrilip AA gücün tekrar elde edilmesi şeklinde gerçekleşir. Bu işlem aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. İnverter bloğunda konvertör bloğu mevcuttur. Sinyali düzgünleştirici bölümler yine bu bölümde sinyal DA sinyaline çevilirken kullanılırlar. Kontrol devresi DA sinyali istenilen frekansta AA sinyale çeviren ana devrenin bileşenlerini kontrol eder. AA den CD'ye çeviren güç redresörüne konvertör ve DA den AA'e çeviren kısma ise inverter adı verilmektedir. Genel amaçlı inverterlerde her ne kadar konvertör bulunsa da bunlar inverter olarak isimlendirilir.



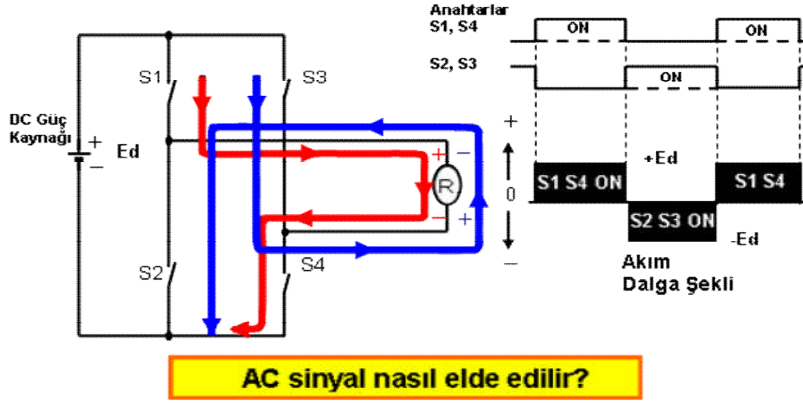
Şekil 1.7: İnverterin yapısı

Yukarıda açıklandığı gibi inverterin ana devresi iki güç dönüştürme ünitesinin birleştirilmesinden oluşmuştur. İnverter içersinde kullanılan bu bölümler arasında karakteristik yönünde büyük farklılıklar vardır. Aşağıdaki açıklamada inverterin ve konvertörün özel prensipleri açıklanmıştır.

### 1.4.2. İnverterin Özellikleri

- AA güçten DA güç elde etme metodu(Tek fazlı inverterin çalışma prensibi)

İnverter DA gücü AA güce çeviren bir ünedir. Aşağıdaki tek fazlı alternatif akım devresi üzerinde örnek yaparak bu konuyu açıklamaya çalışalım.



Şekil 1.8: İnverterin yapısı

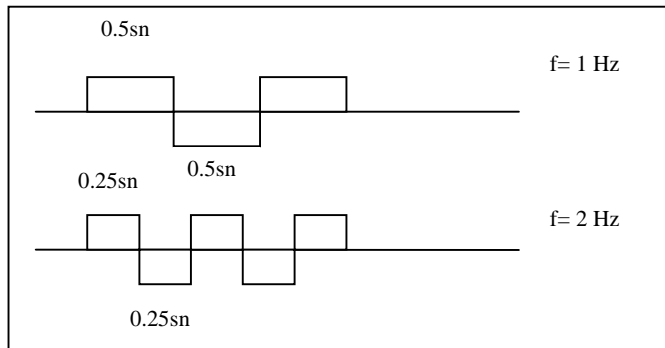
DA gücün AA güce çevrim işlemi gerçekleştirilmiştir. Alternatif akım DA güç ünitesine bağlanmış dört adet anahtarla elde edilmektedir.

$S_1$  ve  $S_4$  anahtarları ON yapıldığında akım yönü kırmızı yönde olacaktır.  
 $S_2$  ve  $S_3$  anahtarları ON yapıldığında akım yönü mavi yönde olacaktır.

Dolayısıyla  $S_1$  ve  $S_4$  ile  $S_2$  ve  $S_3$  anahtarların açılıp kapanmasıyla yük uçlarında alternatif bir gerilim oluşacaktır. Yük üzerinden her iki yönde akım geçişi sağlanacaktır.

➤ **Frekans değiştirme Metotları**

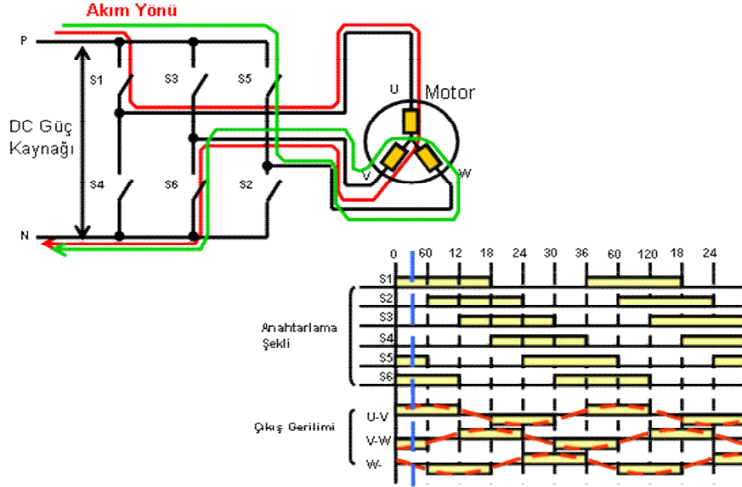
Anahtarların ON-OFF olma durumlarının zamanları değiştirilerek frekans ayarı yapılabilir. Genellikle anahtarların ON ve OFF olma süreleri aynıdır. 1 sakıldaki ON-OFF süresinin toplamından çalışma frekansını ayarlayabiliriz.  $f = 1 / t_0$  Hz



Şekil 1.9: İnverterin frekans çevrimi

### 1.4.3. Üç Fazlı Alternatif Akım (Üç Fazlı İnverter)

Şekil 1.10'da basit bir 3 fazlı alternatif inverter görülmektedir.



Şekil 1.10: Üç fazlı inverter

### 1.4.4. İnverter Kontrol Sistemleri

Değiştirilebilir hız kontrolü yapan inverter ile indüksiyon motorunun karakteristiğine göre çıkış gerilimi ve frekansı kontrol edilir. Yükün karakteristiği ve çalışma hızı, kontrolü etkileyen parametrelerdir. İnverter kontrol sistemindeki en önemli nokta, voltajın ve frekansın motorun çalışma karakteristiğine uygun olarak ayarlanmasıdır.

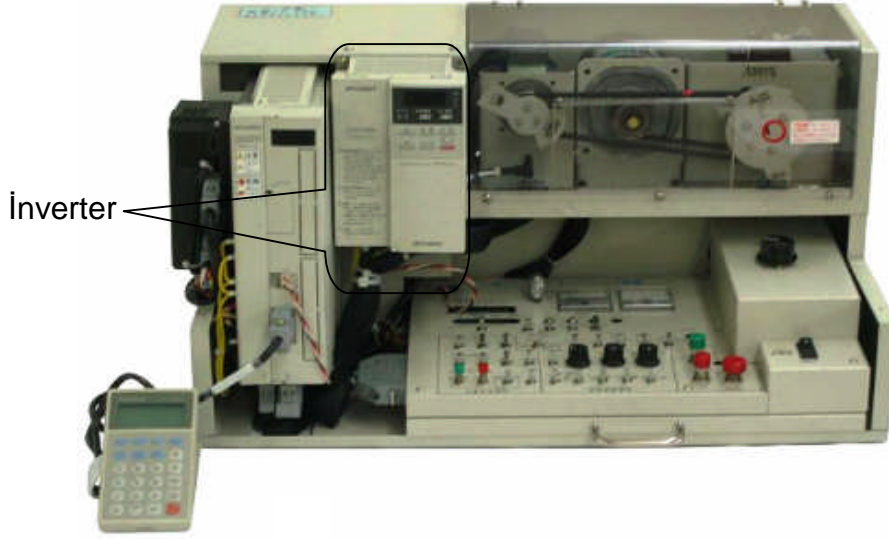
İnverter kontrol sistemi kısaca aşağıdaki şekilde sınıflanır.

- V/f (Voltaj/frekans) kontrol
- Sapma frekansı
- Vektör kontrol

Yukarıdaki özelliklerin dışında performansı etkileyen faktörler ürünün fiyatı, ayarlanabilme özelliğinin kolay yapılabilir olmasıdır. Bunun dışında farklı özellikleri de vardır. Temel inverter kontrollü indüksiyon motor uygulamalarının çoğunda V/f kontrol sistemi kullanılır. Bunun temel amacı daha fazla enerji tasarrufu sağlamak ve bakımın sürdürülebilir olmasını sağlamaktır. Mikroişlemci ve dijital kontrolün geliştirilmesi ile vektör kontrol teorisinin ilerlemesi sonucunda son yıllarda, DA motor uygulamaları gibi yüksek düzeyli uygulamalarda vektör kontrolü de benimsenmiştir.

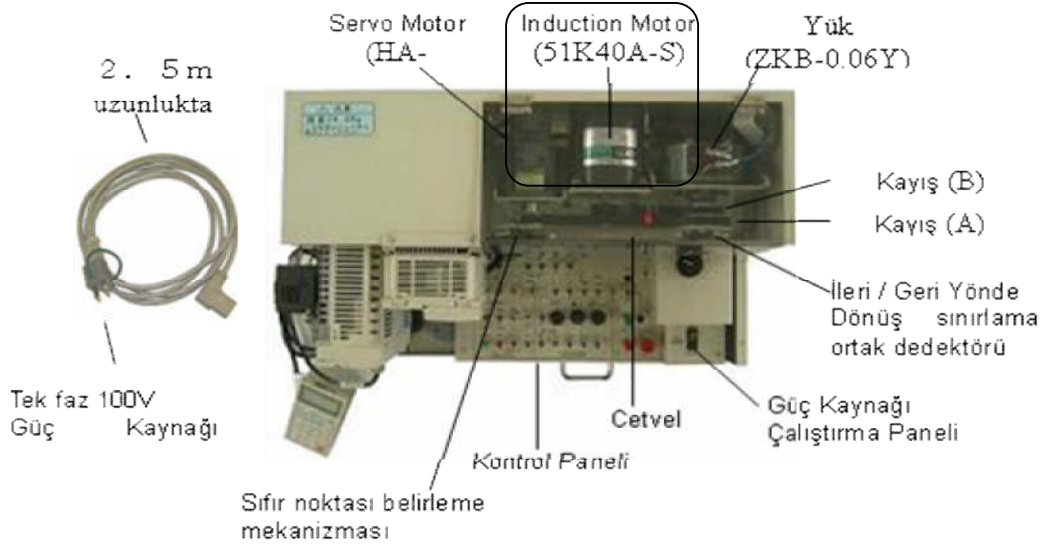
## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki sorulara ilişkin uygulama faaliyetini yapınız.



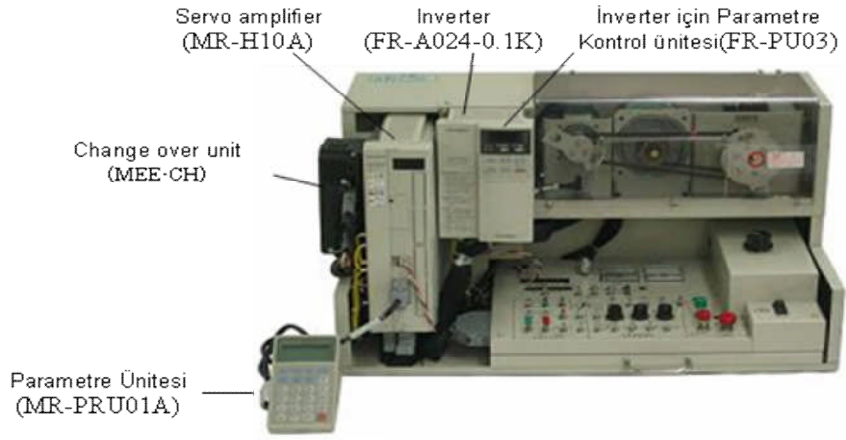
Şekil 1.11: AC Servo Inverter: Type KD-15S1

Uygulamalarımızı yukarıda resmi olan deney seti üzerinde yapacağız. Öncelikle deney seti üzerindeki bölümleri anlamamız gerekir.

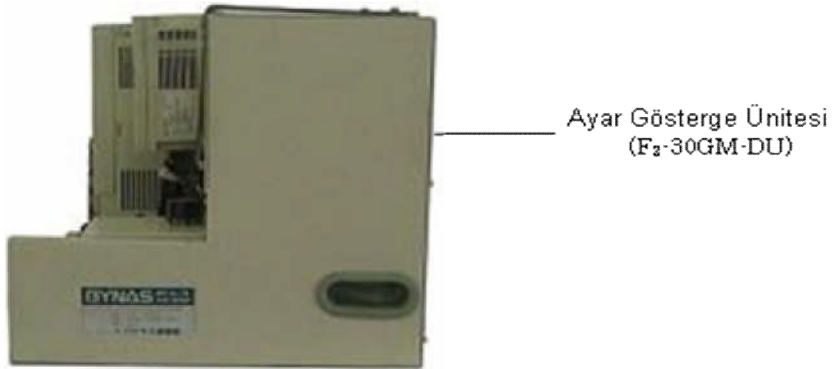


Şekil 1.12: Üstten görünüm

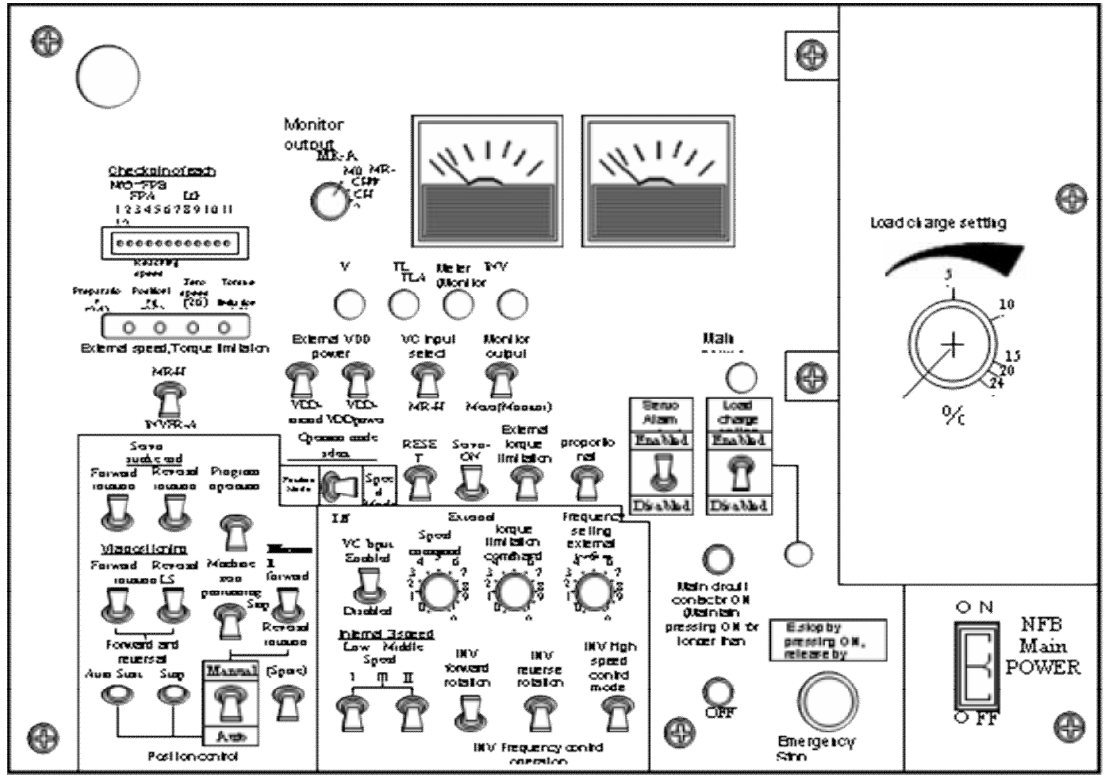




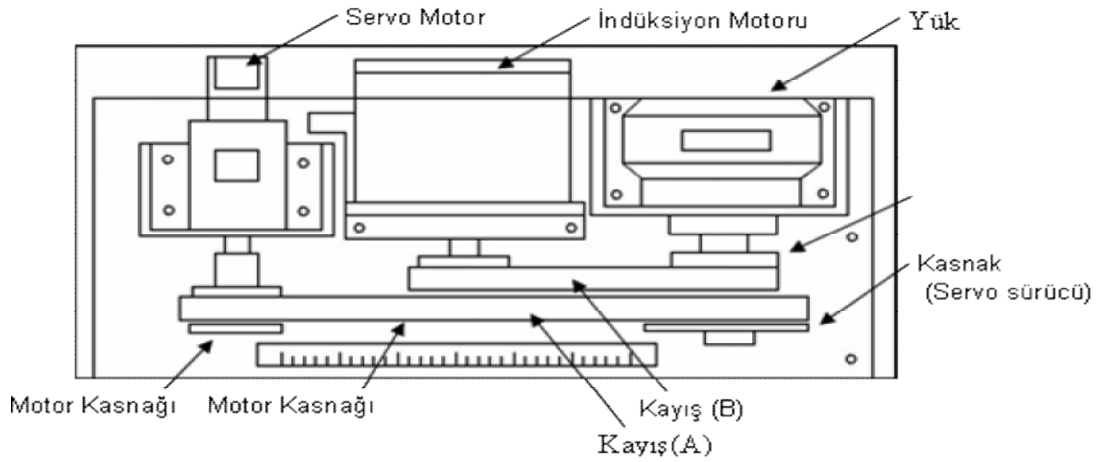
**Şekil 1.13: Önden görünüm**



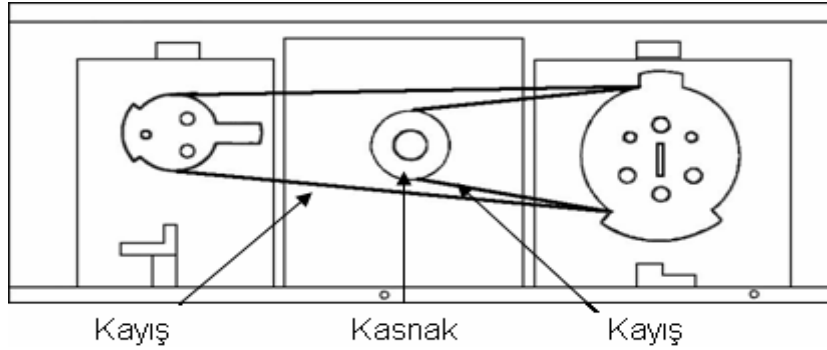
**Şekil 1.14: Sağ taraftan görünüm**



Şekil 1.15: Kontrol paneli görünümü



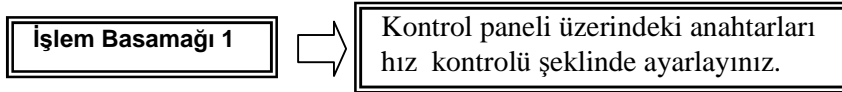
Şekil 1.16: Mekanik bölümün üstten görünümü



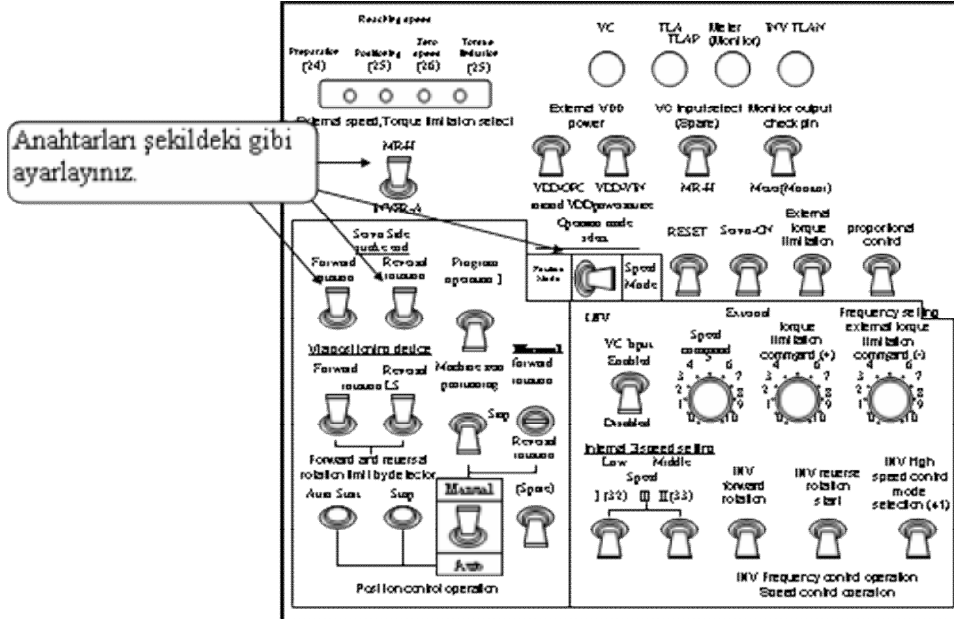
Şekil 1.17: Mekanik bölümünün önden görünümü

### İşlem Basamakları

Panel üzerindeki anahtarlar ile çalışma şartlarına uygun başlangıç ayarları yapılır.



### Hız kontrol işlemi



Şekil 1.18: Başlangıç ayarları

İşlem Basamağı 2



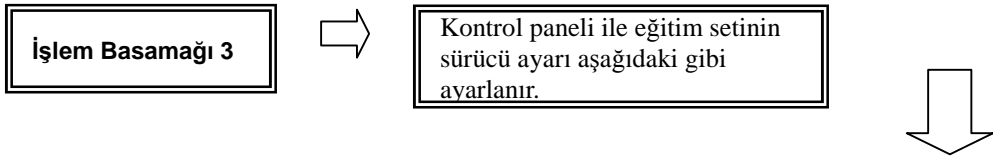
Ana Güç Kaynağı  
açılır (NFB anahtarı)

Parametre Ayar Listesi

	No	Acronym	Title	Screen Display (MRT-PRU)	Control Mode	Initial Value	Training Set Value	Unit
Basic Parameter	0	<input type="checkbox"/> MSR	Motor Series	0 MTR ser.	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T		0003	
	1	<input type="checkbox"/> MTY	Motor Type	1 MTR type	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T		053	
	2	<input type="checkbox"/> STY	Servo Type	2 ServoType	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0002	
	3	<input type="checkbox"/> STO	Functional Option 1	3 Function1	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000	
	4	CMX	An electronic gear molecule	4 E-gear-N	P		273	
	5	CDV	An electronic gear denominator	5 E-gear-D	P	1	50	
	6	INP	In-Position Zone	6 INP zone	P	100	100	pulse
	7	PG1	Position Control Gain 1	7 POS.gain1	P	70	150	rad/sec
	8	PST	Positional Speed-Adjust Time Constant	8 P-time-C	P	3	3	ms
	9	SC1	Speed Command 1	9 Speed 1	S,T	100.0	100.0	r/min
	10	SC2	Speed Command 2	10 Speed 2	S,T	500	500.0	r/min
	11	SC3	Speed Command 3	11 Speed 3	S,T	1000	1000.0	r/min
	12	STA	Acceleration Time Constant	12 Acc.time	S	0	0	ms
	13	STB	Deceleration Time Constant	13 Dec.time	S	0	0	ms
	14	STC	S-Letter Time Constant	14 S time-C	S	0	0	ms
	15	TQC	Torque Command Time Constant	15 T time-C	T	0	0	ms
	16	TLT	Torque Control Time Constant	16 TL time-C	P <input type="checkbox"/> S	0	0	ms
	17	MOD	Analog Monitor Output	17 Moni-sel	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0001	0203	
	18	<input type="checkbox"/> DMD	Display Mode Option	18 Disp-sel	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000	
19	<input type="checkbox"/> BLK	Parameter Block	19 Pr. block		0000	000E		
Extension Parameter	20	<input type="checkbox"/> OP1	Functional Option 2	20 Function 2	P <input type="checkbox"/> S	0001	0001	
	21	<input type="checkbox"/> OP2	Functional Option 3	21 Function 3	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0003	
	22	<input type="checkbox"/> OP3	Functional Option 4	22 Function 4	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000	
	23	FFC	Forward Gain	23 FF gain	P <input type="checkbox"/> S	0	0	%
	24	CM1	An electronic gear molecule 2	24 E-gear-N2	P	1	1	
	25	CM2	An electronic gear molecule 3	25 E-gear-N3	P	1	1	
	26	CM3	An electronic gear molecule 4	26 E-gear-N4	P	1	1	
	27	ERZ	Error Excess Alarm Level	27 AL52level	P	80	80	kpulse
	28	STD	Secondary Acceleration Time	28 Acc.time2	S	0	0	ms
	29	STE	Secondary Deceleration Time Constant	29 Dec.time2	S	0	0	ms
	30	SC4	Speed Command 4	30 Speed4	S,T	100.0	100.0	r/min
	31	SC5	Speed Command 5	31 Speed5	S,T	200.0	200.0	r/min
	32	SC6	Speed Command 6	32 Speed6	S,T	500.0	500.0	r/min
	33	SC7	Speed Command 7	33 Speed7	S,T	1000.	1000.0	r/min
	34	ZSP	Zero Speed	34 Zero SPD	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0 50	50	r/min
	35	VCM	10V Comm. Rotational Speed	35 Speed/10V	S		3000	r/min
	36	<input type="checkbox"/> VCA	VC Speed Command Average	36 VC Averag.	S	1	1	
	37	TLC	Analog torque order maximum output	37 Torque/8V	T	100	100	%
	38		Reserved	38 Torq-com.		20	20	
	39	<input type="checkbox"/> ENR	Detection vessel output pulse	39 PLGout dv	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	1	1	
40	TLL	Internal torque control 1	40 TQ limit 1	P <input type="checkbox"/> S	100	100	%	
41	<input type="checkbox"/> IP1	Input Signal Option 1	41 DI Sel.1	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000		
42	<input type="checkbox"/> IP2	Input Signal Option 2	42 DI Sel.2	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000		
43	<input type="checkbox"/> OP4	Reserved	43 Function5	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000		
44	<input type="checkbox"/> OPC	Output Signal Option	44 DO Sel.	P <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T	0000	0000		

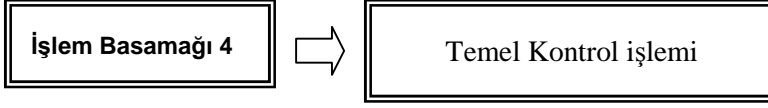
	No	Acronym	Title	Screen Display (MRT-PRU)	Control Mode	Initial Value	Training Set Value	Unit
Extension Parameter	45	MVC	Machine Speed Conversion Constant	45 M-Speed	P□S□T	1.0000	1.0000	
	46	□MOA	Pre-Alarm Data Option	46 ALM memo	P□S□T	0001	0001	
	47	VCO	VC Offset	47 VC Offset	S,T	0	0	mV
	48	TPO	TLAP Offset	48 TLAPofset	P□S□T	0	0	mV
	49	TNO	TLAN Offset	49 TLANofset	P□S□T	0	0	mV
	50	MO1	MO1 Offset	50 M01 offset	P□S□T	0	0	mV
	51	MO2	MO2 Offset	51 M02 offset	P□S□T	0	0	mV
	52		Reserved	52 SIO sel		0000	0000	
	53	MBR	Magnetic Brake Sequence Output	53 BRKtiming	P□S□T	100	100	ms
	54	TL2	Internal torque control 2	54 TQ limit 2	P□S	100	0	%
	55		Reserved	55 V-limit		0.0	0.0	
	56	DIF	DI signal filter	56 model cut	P□S□T	0000	0	
	57		Reserved	57 PID droop		0	0	
	58	GD2	Motor Load Inertia Moment Ratio	58 Inertia	P□S	2.0	13	□
	59	NCH	Machine Resonance Suppression Filter	59 N-filter	P□S□T	0	0	
	60	PG2	Position Control Gain 2	60 Pos.gain2	P	25	150	rad/s
	61	VG1	Speed Control Gain 1	61 V-gain 1	P□S	1200	750	rad/s
	62	VG2	Speed Control Gain 2	62 V-gain 2	P□S	600	3000	rad/s
	63	VIC	Speed Integration Adjust	63 V-int com	P□S	20	100	ms
64	VDA	Speed Differentiation Adjust	64 V-int cut	P□S	980	980		
□	65		Built-in Option Parameter					
	□							
	79							

Şekil 1.19: Parametre ayar değerleri



<b>Hız Kontrol işlemi</b>	Güç kaynağı ON pozisyonuna getirildiğinde 2 Numaralı başlangıç parametre değeri pozisyon kontrolden hız kontrole ayarlanmalıdır. Bu sebeple parametre değerini 0000 dan 0002'ye şeklinde değiştiriniz. FNB güç kaynağını bir kere daha kapayıp açınız.
---------------------------	--

Anahtar ayarları ve tüm parametre girişleri yapıldıktan sonra sistem hız kontrol mekanizması olarak ayarlanmış olacaktır. Bundan sonra kontrol inverterde olacaktır. Aşağıdaki adımları sırasıyla uygulayınız.



➤ **3 temel hız fonksiyonunu aşağıda belirtilen adımlarla ayarlayınız.**

- **Kontrol panelinin giriş çıkış anahtarlarını aşağıdaki şekilde kontrol ediniz.**

1.Servo ON→2.Normal Start ON→3.Speed 1 →4.Speed 2 →5. Speed 1  
→ 6.Normal Start → 7. Reverse Start ON → 8. Reverse Start ON

**Hız ayarlama tablosu**

Anahtar Pozisyonları		Pr No	Hız komutu durumu
Speed-I	Speed-II		
ON	OFF	9	100 r/m
OFF	ON	10	500 r/m
ON	ON	11	1,000 r/m
OFF	OFF		VC giriş aktif

(Not) Pr = Parametre

**Şekil 1.20: Örnek Hız Ayar Değerleri**

- **Hız değerinin değiştirilmesi ve değişikliği durumunun gözlenmesi**

No 9,10,11 Temel parametre ayarlarını Şekil1.23 deki şekilde değiştiriniz. Daha sonra durumu hız göstergesinden gözleyiniz.

9 numaralı parametre 1r/m olarak değiştirildiğinde motorun hızı 100r/m den 1r/m ye düşecektir.

➤ **VC girişinden hız ayarının yapılması**

1 ve 2 numaralı hız kontrol anahtarları OFF durumuna alınır. VC giriş aktif edilir. Bu işlem aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilir.

\*VC Switch Enable ON→\*Normal StartON→\*External Command Knob Adjust (Hızdaki değişikliği kontrol ediniz)

➤ **Diğer parametre fonksiyonlarının ayarlanarak kontrol edilmesi**

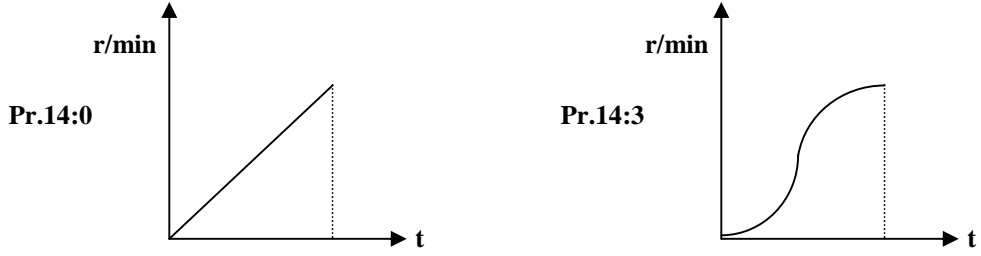
- **Acceleration / Deceleration zaman ayarlama parametrelerinin kontrolü**

12 ve 13 numaralı parametreleri aşağıdaki şekilde ayarlayınız ve sonuçları sistemi çalıştırarak kontrol ediniz.

(Örnek) → saniye →  
saniye

- **S-Letter Time Constant parametresinin ayarlanması**

14 numaralı parametreyi ayarlayınız ve sistemi çalıştırınız.



Şekil 1.21: S- Letter Time Constat Parametre

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Motorun dönme hızı motora uygulanan gücün frekansı ile doğru orantılıdır.
2. Motorun dönme hızı motorun kutup sayısı ile doğru orantılıdır.
3. Aşağıdaki tabloda Frekans hesapları doğru olarak doldurulmuştur.

No. of Poles (P)	No. of Coils per Phase	Power Supply Frequency (f)	
		50 Hz	60 Hz
2	1	3000	3600
4	2	1500	1800
6	3	1000	1200
8	4	750	900

4. Seri, Şönt ve Compund motor bir AA motor çeşididir.
5. V/f oranının sabit tutulması manyetik akıyı sabitler.
6. Motorun hızının 0 dan istenilen hıza yükselirken ki geçen zaman decleration time olarak adlandırılır.
7. Acceleration time hızın sıfıra düşmesi için geçen süre ile ilgilidir.
8. İnverter DA gücü AA güce çeviren bir ünitedir.
9. Motorun hızı arttıkça çektiği akım düşer.
10. Motorun hızı arttıkça torkunda bir müddet artma devam eder.

## 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.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Servo motorları hatasız olarak devreye alabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce;

- Kapalı kontrol döngüsü ne demektir. Araştırınız?
- Servo mekanizmada kullanılan döngü çeşitleri neler olabilir. Araştırınız?
- Servo mekanizmanın sanayide kullanıldığı yerler hakkında bilgi toplayınız?
- Servo motoru kontrol etmek için hangi aygıtlar kullanılır. Araştırınız?

## 2. SERVO MEKANİZMALAR

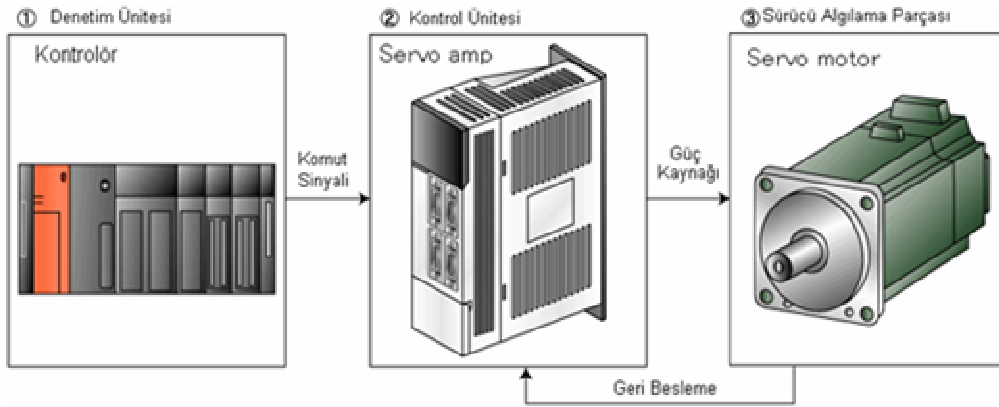
Servo-Mekanizma etimolojide “Servus” olarak söz edilmektedir. “Servus” Latince köle anlamına gelmektedir. İstenilen gösterge değerlerine göre hareket eden bir kontrol mekanizmasıdır. Servo Mekanizma yüksek kararlılıkta çalışabilmek için çalışma şartlarını daima kendi kendine kontrol eden bir mekanizmaya sahiptir. Geri Besleme Kontrol kısmı, istenilen çalışma şartlarının dışına çıktığı zaman çalışır. Kontrolde en önemli nokta, Geri Besleme ünitesinden gelebilecek en küçük fark sinyallerine sistemin cevap vermesidir. Bunun için geliştirilmiş çeşitli kontrol mekanizmaları vardır. PID kontrol gibi... (Promation-Integrated-Derivative)

### Tanım:

Servo Mekanizma opsiyonel değişiklikleri takip edip aksaklıkları gideren bir kontrol sistemidir. Pozisyon ve yön kontrol değişkenlerinin ayarlanmasıyla motor istenilen şartlarda çalıştırılır.

Servo-Mekanizma aşağıdaki tabloya göre sınıflanabilir.

Kumanda Bölümü	Komut sinyali bir işlem için sinyal gönderir.
Kontrol Bölümü	Gelen komutlara göre motoru sürer.
Sürme ve Algılama Bölümü	Kontrol edilecek aygıtı sürer ve durumu analiz eder.



**Şekil 2.1: Servo mekanizma**

Hidrolik veya Pnömatik gibi bir takım mekanizmalar vardır. Ama günümüzde elektrikli tip olan mekanizmalar bakımları kolay olmasından dolayı en popüler olan mekanizmalardır. Elektrikli tiplerden AA Servo Motor, Fabrika Otomasyon sisteminde özellikle kontrolün çok hassas olduğu sistemlerde en çok tercih edilenidir.

Servo motorun arka kısmına, motorun dönme açısını, dönme yönünü ve dönüş hızını kontrol etmesi için "enkoder" monte edilmiştir. Enkoderden alınan bu bilgiler daha sonra Servo Amplifikatör Katına (Kontrol Kartına) geri besleme olarak gönderilir. Enkoderler hakkında ayrıntılı bilgi (Kod Çözücüler) 1.2.2 nolu ünite anlatılmıştır.

AA Servo motor 1980'li yıllarda geliştirilmiştir. FO sisteminde hızı ayarlanabilen ana elemanlardan biri olduğu için nümerik kontrol ya da robot sistemlerinin vazgeçilemez bir elemanı olmuştur.

1990'lardan sonra verimliliğinin fazla olması sebebiyle çok yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Hidrolik sistemlerden elektrik sistemine geçişin ana sebebi de budur.

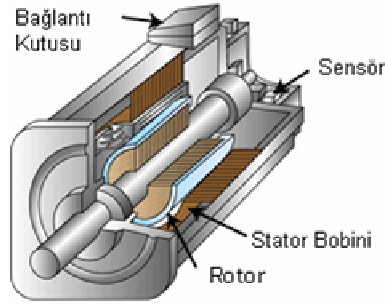
Günümüzde mobil teknolojisinde olduğu gibi enformasyon teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak, kullanım alanları hızla artmaktadır. Örnek olarak yarı iletkenlerde, elektronik parçalarda, likit kristal ünitelerinde v.b yerlerde kullanılmaktadır.

## 2.1. Servo Motorlar

Genel kullanım olarak 3 çeşit Servo Motor kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi Senkronizasyonlu Motor (SM), diğeri indüksiyonlu motor ve bir diğeri de DA Servo motordur.

Fabrika Otomasyon (FO) sisteminde genelde küçük ve orta büyüklükte Servo Motorlara ihtiyaç duyulur. Aşağıdaki bazı sebeplerden dolayı SM Tip AA Servo Motor en yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bakım yapmak kolay	DA Servo Motor için komütatörün bakımının düzenli olarak yapılması gerekir.
Çevresel	Fırçalarda oluşan sürtünmeden ortaya çıkan tozdan dolayı DA Servo motor temiz koşullarda çalışması gereken yerlerde kullanılamaz.
Elektrik kesildiğinde dinamik durdurma	AA Servo Motorda sabit miktarda kullanılmamasından dolayı elektrik gücünün kesilmesi ile birlikte dinamik durdurma yapılamamaktadır.



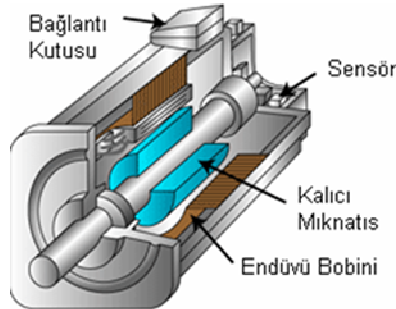
Şekil 2.2: AC Servo motor (IM type)

➤ **Avantajları**

- Bakım masrafı yüksek değildir.
- Çevre koşullarının kötü olduğu yerlerde dahi kullanılabilir.
- Yüksek hız ve büyük Tork elde edilebilir.
- Verimliliği yüksek kapasiteleri büyüktür.
- Yapıları esnek değildir.

➤ **Dezavantajları**

- Elektrik kesildiğinde dinamik olarak frenleme yapmak imkansızdır.
- Çalışma karakteristiği sıcaklıkla değişir.



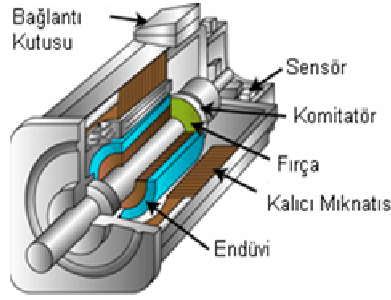
Şekil 2.3 : AC Servo Motor (SM tipi)

➤ **Avantajları**

- Bakım masrafı yüksek değildir.
- Çevre koşullarının kötü olduğu yerlerde dahi kullanılabilir.
- Büyük Tork istenilen yerlerde kullanılır.
- Elektrik gücü kesildiğinde Dinamik olarak frenlemek mümkündür.
- Boyutları küçük ve hafiftir.

➤ **Dezavantajları**

- Servo amplifikatör DC motordan daha karışık bir yapıya sahiptir.
- Her bir motora karşılık bir Servo Amplifikatör gereklidir.
- Manyetik mıknatışlığını zamanla azalabilir.



Şekil 2.4: DC Servo motor

➤ **Avantajları**

- Elektrik gücü kesildiğinde dinamik olarak durdurmak mümkündür.
- Servo amplifikatör basit bir yapıya sahiptir.
- Düşük kapasitelilerin fiyatı ucuzdur.
- Yüksek Güç oranı vardır.

➤ **Dezavantajları**

- Komütatörünün bakımının düzenli olarak yapılması gerekir.
- Fırçalarında sürtünmesinden oluşan toz nedeniyle hijyenik şartların gerektirdiği alanlarda kullanılamaz.
- Komütatörlü olmasından dolayı yüksek hız ve yüksek Tork sağlanamaz.

Senkronizasyonlu tip motorda sabit mıknatıs bulunurken indüksiyon tip motorda sabit mıknatıs kullanılmamaktadır. Bu durum AA Servo Motoru diğerlerinden ayıran büyük bir faktördür. Fırçalı DA Servo Motor ve komütatör karakteristiğine sahiptir.

Günümüzde çok düşük hızda ve büyük Tork'ta çalışan, direkt olarak sürülen (Direct Drive (DD)) tipinde sistemler geliştirilmiştir. Bu gelişme yarı iletken işlemcilerin, robot ve robot kolların vs. bulunmasıyla başlamıştır.

## 2.2. Enkoderler

Enkoderler mutlak enkoderler ve arttırmalı enkoderler diye çalışma şekillerine göre iki sınıfta gruplanabilirler. Son dönemlerde mutlak enkoderler sıkça kullanılmaktadır. Bu tip enkoderlerde elektrik gücü kesildiğinde dahi son konumun bilgisi kaybolmaz. Dolayısıyla her elektrik kesintisinde sistemin sıfır noktasına geri alınması işlemi zorunluluk olmaktan çıkmıştır.

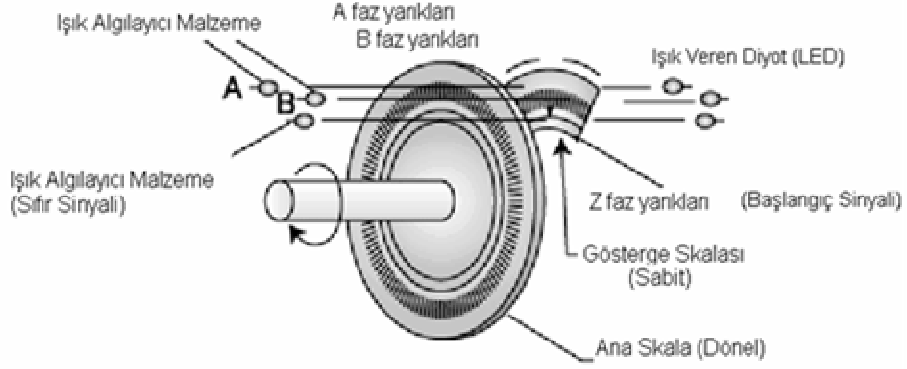
Mutlak enkoderler motorun dönüş sayısını ve pozisyonunu direkt olarak belirlerler. Belirlenen bilgiler mutlak olarak yedekleme hafızasına kaydedilirler. Bir sonraki tablo enkoderlerin fonksiyonlarının farkını gösteriyor. Sonraki resim ise yapısını gösteriyor.

Maddeler	Arttırmalı Enkoder	Mutlak Enkoder
Çıkış	Disk istenilen konuma gelinceye kadar dönerken elde edilen darbeler çıkışa aktarılır. Darbe değeri dönme açısı ile orantılıdır.	Çıkış mutlak değerdir. Darbeler dönüş açısının mutlak değerinin karşılığı olarak çıkışa aktarılır.
Elektrik gücünün kesilmesi	Güç verildiğinde her seferinde sıfır noktasına geri getirilmesi gerekiyor. Çünkü güç kesilip açıldığında en son hangi konumda kaldığını algılayamaz.	Güç verildiğinde sıfır noktasına manuel olarak getirilmesi zorunlu değildir.
Yapısal Maliyeti	Yapısının çok basit olması sebebiyle maliyeti düşüktür.	Yapısının çok karışık olması sebebiyle maliyeti yüksektir.

Tablo 2.1: Enkoderlerin fonksiyonlarının karşılaştırılması

### 2.2.1. Arttırmalı Tip Enkoderler

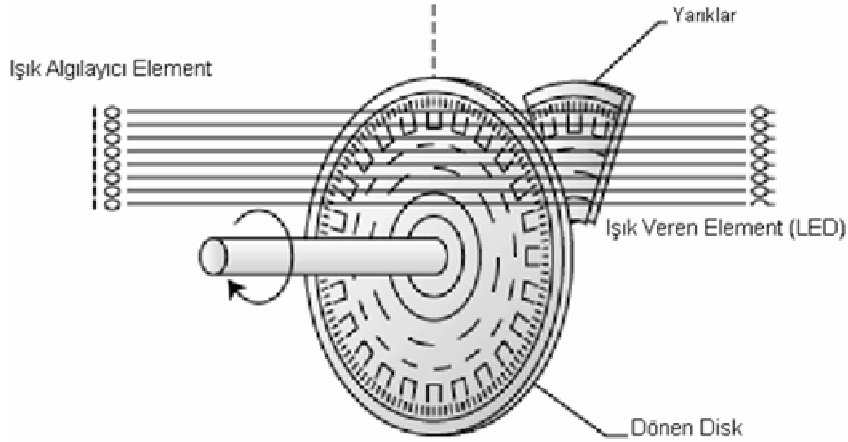
Döner disk üzerine çok sayıda delikler açılmıştır. LED (Light Emitting Diode; LED) üzerinden dağılan ışık demeti bu ışığı algılayan foto diyot (Photodiode) üzerine düşer. Yarıklar arasından kesikli olarak algılanan pozisyon bilgisi elektriksel sinyale çevrilerek ilgili elektronik devreye aktarılır. Dolayısıyla sistemde yalnızca döner disk üzerinden sürekli ve ard arda gelen sinyaller algılanmış olur.



Şekil 2.5: Arttırmalı tip enkoder

### 2.2.2. Mutlak Enkoderler

Motor eksenine üzerine monte edilen mutlak enkoder ile, motorun pozisyonu direkt olarak ölçülebilir. Bu sebepten, darbe bilgilerini her seferinde saymaya gerek yoktur. Sonuç olarak elektrik enerjisi yeniden verildiğinde sıfır noktasını bulmaya gerek yoktur.



Şekil 2.6: Mutlak enkoder

### 2.3. AA Servo Motor Uygulama Alanları

Servo-mekanizma çok yönlülüğü sebebiyle geniş bir sahada kullanılır. Buna örnek olarak; PC'lerde CD sürücü kontrolü, VTR gibi teyp mekanizmalı ürünleri, kayıt beslemeli fotokopi mekanizmalarını ve teyp mekanizmalı dijital fotoğraf makinelerini verebiliriz. Servo mekanizmalı uygulamalar sadece günlük yaşantımızda kullandığımız yerlerde değil ayrıca endüstri alanında da sıkça kullanılır.

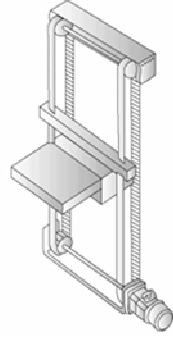
Aşağıdaki şekillerde FO ünitesindeki, AA Servo Motorun uygulama alanlarından bazı örnekler verilmiştir.

### 2.3.1. Taşıma Alanları

#### ➤ **Kaldıraç**

Hızın artması verimliliği artırır. Bu da AC Servo Motorun niçin kullanıldığının bir göstergesidir.

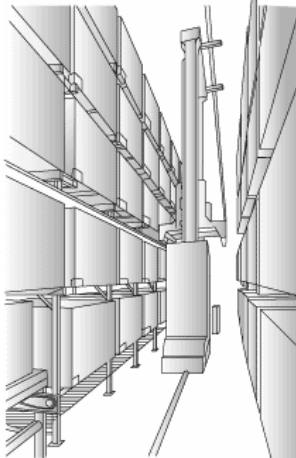
Yüksek hassasiyetli pozisyon kontrolü yapılabilir. Bagajın düşme ihtimaline karşın elektronik frenleme sistemi vardır.



Şekil 2.7: Kaldıraç

#### ➤ **Otomatik Depolama Sistemi**

AC Servo Motor otomatik depolama ve toplama sistemlerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomatik depolama sistemlerinde motorun uygun hızda çalıştırılması gerekmektedir.

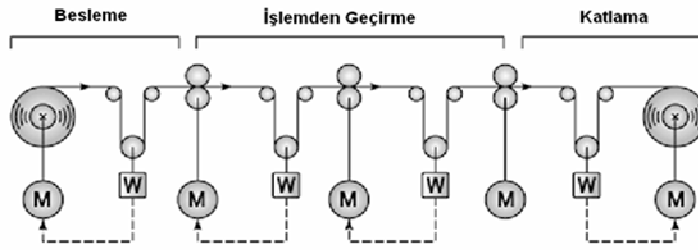


Şekil 2.8: Kaldıraç

## 2.3.2. Uzun Malzeme İle Rulolu Çalışma

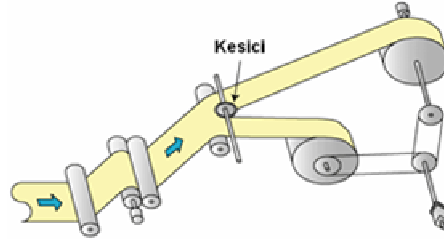
Kâğıt, film gibi uzun malzemelerin rulo şekline getirilmesi işidir. Bu işleme “Web” adını veriyoruz. Genelde bu gibi sistemler üç aşamadan oluşur. Bunlar aşağıdaki şemada gösterildiği gibi malzemeyi besleme kısmı, işlemden geçirme kısmı ve katlama kısmıdır. Kullanım ünitelerine göre; kesme, kat kat sıralama, yazma gibi birbirinden farklı işlem basamakları vardır. Ancak bu tür ünitelerin yapısı hemen hemen aynıdır.

### 2.3.2.1. Genel Yapısı



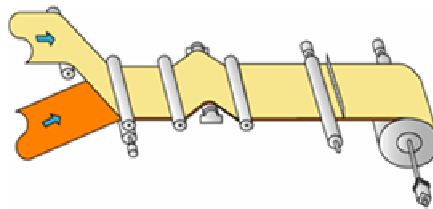
Şekil 2.9: Rulolu çalışma

- **Kesme İşlemi:** Yukarıdaki genel yapıda olduğu gibi işlemden geçirme sürecinden sonra kesici makine rulo şeklindeki kâğıdı keser. Buradaki en önemli nokta motorun çalışma hızının kâğıdın gerilmesiyle orantılı olmasıdır.



Şekil 2.10: Kesme işlemi

- **Katlama makinesi:** Katlama makinesinin görevi filmleri üst üste istiflemektir. Motor hızının çalışma karakteristiğinin, malzemeye uygulanan baskı ile sistemdeki malzemenin gerilme durumuyla orantılı olması gerekmektedir. Bu durum yazma makinesi ve katlama makinesi içinde geçerlidir.

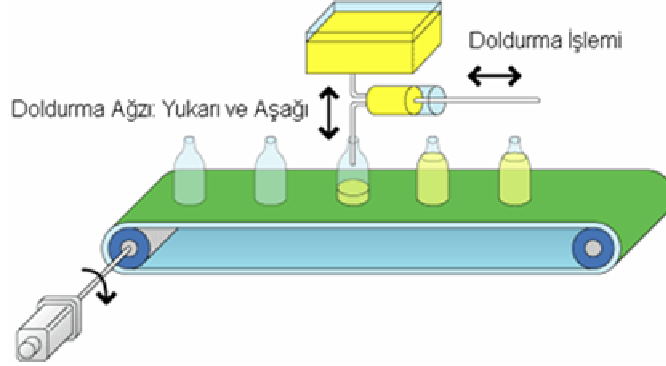


Şekil 2.11: Katlama makinesi



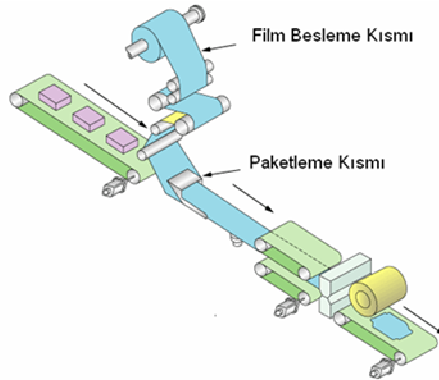
### 2.3.3. Gıda Üretim Ünitesi

- **Doldurma ünitesi:** Doldurma makinası kullanılarak değişik şekillerdeki şişelere içecek dolumu yapılabilir. Her şişenin doldurulması sırasında şişenin alacağı sıvı miktarı ve şişede birikecek köpüğün algılanması ve gerekli kontrolün yapılması gerekir.



Şekil 2.12: Doldurma ünitesi

- **Paketleme makinesi:** Besinlerin sağlıklı saklanması için film şeritlerle düzgün olarak paketlenmesi gerekmektedir. Bu işlem içinde Servo Mekanizma kullanılmıştır. Paketleme iş rulolu paket bandından beslenen film ile sağlanır. Film ile paketleme yapılacak her bir ürün boyutlarına göre düzgün olarak kesilmelidir.



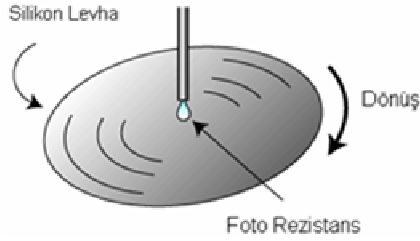
Şekil 2.13: Paketleme makinesi

### 2.3.4. Yarı İletken Üretimi

Yarıiletken malzemesi üretmek için mikron düzeyinde işlem yapılmalıdır. Ayrıca çalışma ortamının temiz ve işlemin yüksek hassasiyete çalışması gerekir.

Bu işlemi gerçekleştirmek için çoğu zaman Servo Mekanizma kullanılır.

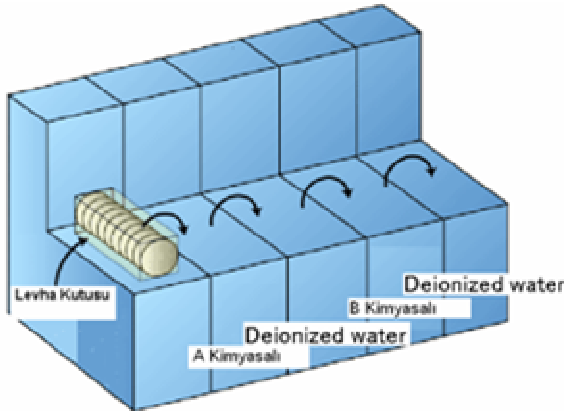
- **Dönen levha:** Fotoğraf tekniğinde yarı iletken malzeme kullanılır. Dönen plaka metodunda fotona duyarlı malzeme (photo resist), tabaka şeklinde levhanın üzerine yayılır. Bu teoride damlatılan fotona duyarlı malzeme merkezkaç etkisiyle plakanın üzerine ince bir şekilde yayılır.



Eğer dönüş çok hızlı olursa bu malzeme etrafa saçılır. Eğer dönüş hızı yavaş olursa bu malzeme plaka üzerinde yeterince yayılamaz

Şekil 2.14: Dönen levha

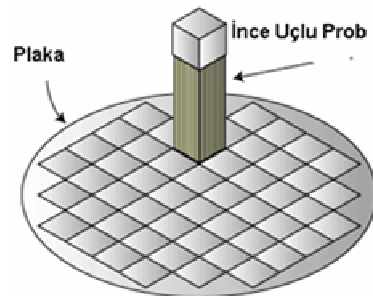
- **Plakanın yıkanması:** Fotoğraf tekniğinde yarıiletken işlemi kullanıldığı için silikon levhanın defalarca yıkanması gerekir. Bu silikon levha üzerindeki pisliği temizlemek için, dağıtma, nötrilize etme, yıkayıp temizleme, kimyasal olarak kurutma ve sudan arıtma gibi işlemlerin yapılması gerekir.



Şekil 2.15: Plakanın yıkanması

Plakayı temizlemek için iki yöntemden söz edilebilir. Bunlardan birincisi plakaların hepsinin birden işleme sokulup temizlenmesi olayı "Batch processing" diğeri ise levhaların tek tek temizlenmesi olayıdır "Sheet-fed processing".

- **İnce uçlu prob:** Çoğu IC entegre plaka üzerine yerleştirilmiştir. Plaka üzerine elektronik devre yerleştirilmeden önce plaka üzerindeki chip kontrol edilmelidir. Bu gibi durumlarda plaka probu ya da test aleti kullanılır. İnce uçlu probu chip üzerinde doğru yere yerleştirmek için yüksek hassasiyet çalışan pozisyon kontrol ünitesine ihtiyaç duyulur.

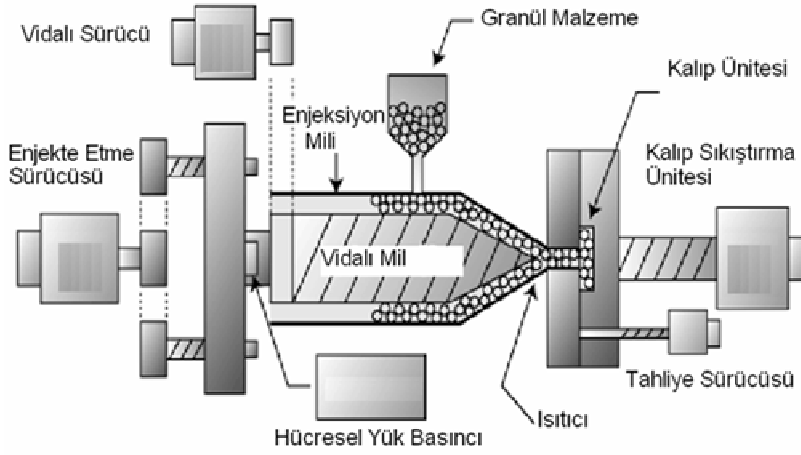


Şekil 2.16: İnce uçlu prob

### 2.3.5. Enjeksiyon Makinesi

Enjeksiyon kalıp makinesi plastik parçaları üretmek için kullanılan bir makinedir. Plastik malzeme enjekte edilecek vidalı mil üzerinde ısıtılır. Ve içine kimyasal madde karıştırılır. Daha sonra kalıp içine enjekte edilir. Kalıbın mengersi çok büyük bir güçle sıkıştırılır. Bu güç bazı makinelerde 500t üzerine dahi çıkabilir.

Şimdiye kadar temel olarak hidrolik basınç kontrol sistemi kullanılıyordu. Günümüzde ise enerji tasarrufu için AC Servo sistem kullanılmaktadır.

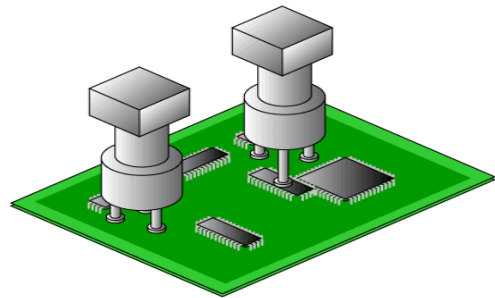


Şekil 2.17: Enjeksiyon makinesi

### 2.3.6. Elektronik Eleman Üretimi

- **Üzerine yerleştirme / ekleme:** IC, direnç, kapasitör gibi elektronik devre elemanları baskı devre üzerine yerleştirilir ve montajı yapılır.

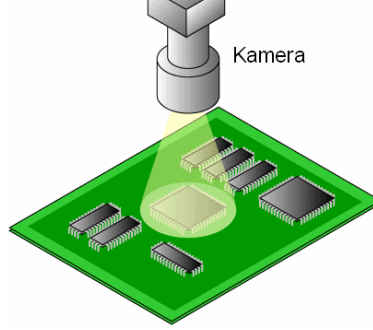
Bu sistemin hızlı ve yüksek doğrulukta çalışması için pozisyon kontrol ünitesine ihtiyaç duyulur.



Şekil 2.18: Elektronik malzeme yerleştirme

- **Baskı devre kalite kontrol ünitesi:** Bu ünite baskı devre kartı üzerine yerleştirilmiş elektronik parçaların doğru yerleştirilip yerleştirilmediği test edilir.

Ayrıca elektronik devre kartının kalite kontrolü de yapılmış olur.



Şekil 2.19: Baskı devre kalite kontrol

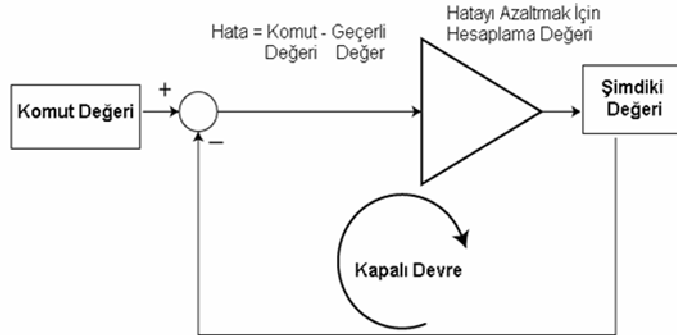
## 2.4. Servo Sistemin Yapısı ve Teorisi

Servo Sistemin en önemli yapısını “Geri Besleme Kontrol” ünitesi oluşturur. Kontrol katından gelen orijinal sinyal ile sistemin çıkışından alınan geri besleme sinyali karşılaştırılıp hata sinyali elde edilir. Bu hatanın düşük ölçülerde olması gerekir.

Geri beslemeli kontrol sisteminde, çıkış sinyalinin giriş sinyalini takip edip etmediğinin kontrol yapılır. Eğer bir hata oluşursa kontrol değeri ve içeriği değişir. İstenilen değere ulaşmak için bu durum sürekli olarak takip edilir.

Aşağıdaki kontrol sistemine gelince; bu tür sistemlere “Kapalı Döngü” ismini veriyoruz. Çıkış sinyali ile giriş sinyali arasında bir geri besleme hattı vardır. Çıkıştan alınan sinyalle girişe uygulanan sinyal karşılaştırılır. Bir hata sinyali elde edilir. Dolayısıyla çıkış sistemi ile giriş sistemi sürekli olarak birbiriyle haberleşir. Bu tür sistemlere, kapalı bir sistemi oluşturdukları için “Kapalı Döngü “ diyoruz.

Geri beslemeli kontrol hattı olmayan sistemlere ise “Açık Döngü” adını veriyoruz.



Şekil 2.20: Kapalı devre

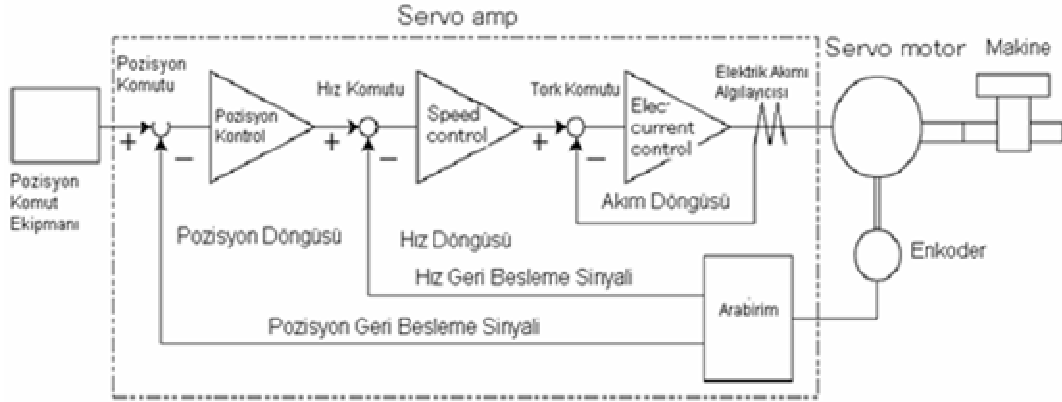
Servo Sistemler amaçlarına göre aşağıdaki gibi çeşitli modlarda çalıştırılabilirler.

- Pozisyon Kontrol Modu
- Hız kontrol Modu
- Tork Kontrol Modu

Günümüzde bir kontrol ünitesiyle aynı anda birkaç eksenle yapılacak hareketleri kontrol edilebilen sistemler geliştirilmiştir. Parabolik interpolasyon kontrolü mümkündür. Parabolik interpolasyonda değişik eksenler aynı anda kontrol edilir.

## 2.5. Servo Mekanizmasındaki Kapalı Kontrol Döngüleri

Aşağıdaki şekilde, bir Servo Sistemin yapısında bulunan, kapalı kontrol döngüleri gösterilmiştir.



Şekil 2.21: Servo sistemdeki kapalı kontrol döngüleri

AA Servo Sistemde Servo Motor üzerine yerleştirilen enkoderden gelen darbeler ile Servo motorun o andaki durumu kontrol edilir. Bu sinyaller Servo Amplifikatörüne, geri besleme ünitesinden gelir ve çıkışa bağlanmış olan makinenin kontrolü birbirini takip eden kontrol sinyalleri ile yapılır.

Üç çeşit geri beslemeli kapalı kontrol döngüsü vardır.

Pozisyon Döngüsü	Pozisyon geri besleme sinyali enkoderden gelen darbelerle üretilir. Bu sinyaller kullanarak Pozisyon Kontrolü yapılır.
Hız Döngüsü	Hız geri besleme sinyali enkoderden gelen darbelerle üretilir. Bu sinyalleri kullanarak hız kontrolü yapılır.
Akım Döngüsü	Elektrik Akım Sinyali Servo Amplifikatör katından gelen sinyallerle ile sağlanır. Bu sinyaller kullanılarak Tork kontrolü yapılır.

Kontrol işleminde amaç, girişten uygulanan komut sinyali ile geri besleme ünitesinden gelen geri besleme sinyali arasındaki oranın sıfır olmasını sağlamaktır. Bu işlem her bir döngü için yapılmalıdır.

Kontrol ünitelerinin her birinin çalışma hızlarının sıralaması aşağıdaki şekilde olur.

**Pozisyon Döngüsü < Hız Döngüsü < Akım Döngüsü**

Her bir döngü kontrol modlarına göre aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

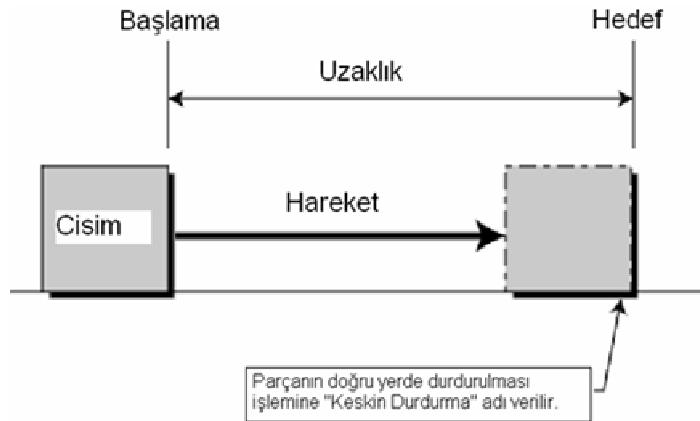
<b>Kontrol Modu</b>	<b>Döngü</b>
Pozisyon Kontrol Modu	Pozisyon Döngüsü, Hız Döngüsü, Akım Döngüsü
Hız Kontrol Modu	Hız Döngüsü, Akım Döngüsü
Akım Kontrol Modu	Akım Döngüsü (Yüksüz durumda hız döngüsü de gereklidir)

## 2.6. Kontrol Modları

### 2.6.1. Pozisyon Kontrol Modu

#### 2.6.1.1. Pozisyon Kontrolünün Amacı

FO sisteminde kullanılan pozisyon kontrol işleminin amacı, parçanın ya da kütlenin, en uygun hızda, hedeflenen yere getirilip doğru olarak konumlandırılmasıdır. Servo Sistemin kullanılmasının ana sebebi budur.



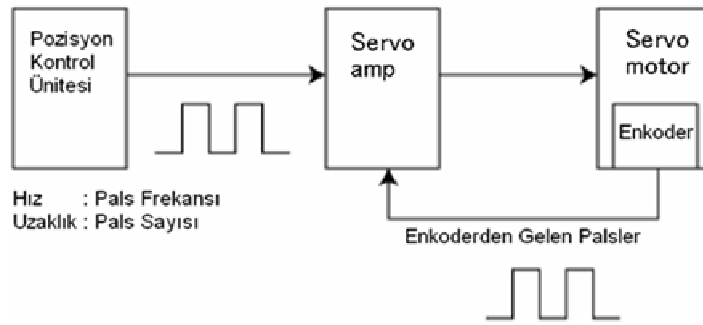
**Şekil 2.22: Pozisyon kontrol**

Pozisyon Kontrolünün yüksek hassasiyette olması için motorun dönüş hareketinin her zaman kontrol edilmesi gerekmektedir. Enkoder, motorun konumunun hangi pozisyonda olduğunu kontrol etmek amacıyla kullanılır. Dönüş hareketlerinin gönderilen sinyallerin ışığında olması için özel motorlar geliştirilmiştir. Tork'u yüksek ve ataleti düşük motorlar kullanılmıştır.

### 2.6.1.2. Pozisyon Kontrol Sisteminin Temelleri

AA Servo Sistem ile basit bir pozisyon kontrol işlemi yapılırken aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır.

- Cismin hedefteki noktaya ulaşmak için gideceği mesafe ile bu sırada kullanılacak toplam darbe sayısı orantılanır.
- Cismin taşınma hızı ilgili olarak uygulanacak darbelerin hızları orantılanır.
- Son olarak uygulanan bir dizi +-darbe ile pozisyon kontrol işlemi tamamlanır. Hareketin son pozisyonu bir sonraki darbe gelinceye kadar korunur.



Şekil 2.23: Motorun hareketi

Servo sistemde Pozisyon Kontrolünün doğruluğu aşağıdaki şekilde belirlenir.

- Servo Motorun her bir dönüşü ile mekanik sisteminin kat ettiği mesafe,
- Servo Motorun her bir dönüşü ile enkoderden gelen darbelerin sayısı,
- Mekanik sistemde boşluklardan oluşan hata payı.

### 2.6.2. Hız Kontrol Modu

Servo Sistemde hız kontrol karakteristiğinin yüksek doğrulukta çıkartılması için hız değişimlerinin geniş alan içinde çizilmesi gerekir.

#### 2.6.2.1. Yavaş Olarak Başlatma – Durdurma Fonksiyonu

Başlatma ve durdurma sırasında dışarıdan gelebilecek güçlü etkilere bağlı kalmaksızın motorun istenilen hıza çıkma süresi ile bu hızdayken hızının sıfıra düşme süreleri ayarlanabilir. Bu ayarlamalar başlatma ve durdurma anındaki güçlü etkilere karşı, sisteme ek olarak gelen güçlü darbelerle göre yapılmalıdır.



**Şekil 2.24: Acceleration-Deceleration zamanı**

### 2.6.2.2. Geniş Hız Kontrol Alanı

Hız düşük seviyeden yüksek seviyeye doğru kontrol edilir (1:1000-5000).

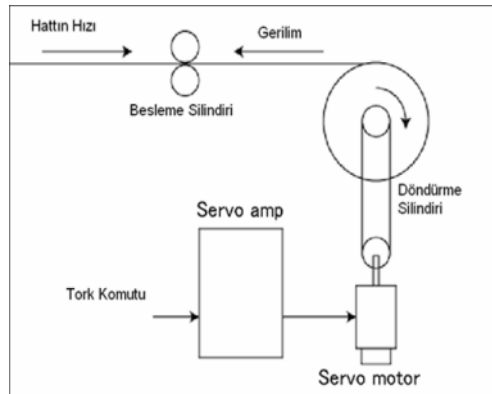
Hız kontrolü yapıldığı zaman, motorun Tork'u sabit bir değerde kalır.

### 2.6.2.3. Anlık Düşük Hız Değişimleri

Yüklenmenin değişken olmasında bile, sürücünün, hız değişimlerini küçük oranlarda kalması gerekir.

### 2.6.3. Tork Kontrol Modu

Tork kontrol modunda amaç, cisim için gerekli Tork'un, Servo Motordaki elektrik akımının kontrol edilmesiyle ayarlanmasıdır. Aşağıdaki şekilde dolama yapan bir silindir örnek olarak verilmiştir.



**Şekil 2.25: Gerilmenin sabitlemesi**



### 2.6.3.1. Gerilme Durumunun Sabit Tutulması

Dolama silindirinin yarıçapı önemli ölçüde değiştiği için, Servo Motorun Tork'u eş zamanlı olarak kontrol edilmelidir.

### 2.6.3.2. Materyalin Besleme Hattında Kesilmesi Durumu

Motor hafif yükte yüksek hızda dönmeye başlar. Bu gibi durumlarda motorun limit hızda dönmeye ayarlanması gerekir.

## 2.7. Servo İle İnverterin Karşılaştırılması

### 2.7.1. Tanımı ve Uygulaması

İnverter ile Servo arasındaki temel amaç birbirinden farklıdır.

Bunların seçimine motorun sürme şekli, yüklenme şartları ve bu işin maliyetine göre karar verilir.

#### 2.7.1.1. Genel Karşılaştırma

Konular	İnverter	Servo
Kontrol Uygulamaları	Amacımız kontrolü yavaşça yapıp kararlı bir durum elde etmektir.	Geçici durumların kontrolünün hızlı ve doğru olarak yapılmasıdır.
Kontrol Fonksiyonu	Hız Kontrolü	Pozisyon kontrol, Hız Kontrol, Tork Kontrol
Motor	İndüksiyon motor	Servo motor
Motor Sayısı	Bir inverter ile birkaç motor sürülebilir.	Bir Servo Amp ile ancak bir motor sürülebilir.
Maliyet	Düşük Maliyet	Yüksek Maliyet

Tablo 2.2: Genel karşılaştırma

#### 2.7.1.2. Performans Olarak Karşılaştırılması

Konular	İnverter	Servo
Sistemin Yanıtı	30rad/s daha az	200-1500rad/s
Keskin Durdurma	100µm	1µm
Başlatma ve Durdurma frekansı	20times/min	20-600times/min
Hız değişim oranı (Yükün 0-100 % oranında değişmesi durumunda)	1-5%	0.03%
Sürekli Olarak Sürme (Sürekli olarak 100% yüklü iken ki Hız oranı)	1:10	1:5000
Maksimum Tork (Değerlendirilmiş Tork Oranı)	150%	300%
Güç	100W-300kW	10W-60kW

Tablo 2.3: Performans olarak karşılaştırma

## 2.7.2. İnverterin Temel Yapısı

İnverter ve servoda ana devre ve kontrol devresi vardır. Ana devre elektrik enerjisini AA den DA ye çevirmek için kullanılır. Kontrol devresi ise bu çevirme işleminin yapılması için gerekli olan kontrol sinyallerini gönderir.

### ➤ Ana Devre

Servo ve inverterin yapısı hemen hemen aynıdır. Servoda ek olarak dinamik durdurma özelliği bulunmaktadır. Motorun maksimum çalışma hızından durma anına kadar geçen sürede (deceleration zamanı) açığa çıkan enerji, kısa devre edilerek (dinamik durdurma ile) yok edilir. Dolayısıyla motorun durma süresi en az indirilebilir.

### ➤ Kontrol Devresi

Servo inverter ile karşılaştırıldığında daha servo sistem daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Geri besleme kontrolünde kullanılan kontrol modları (Akım, Hız, Tork) servo mekanizmanın yapısını daha karmaşık hale getirmiştir.

### 2.7.2.1. İnverterin Temel Yapısı

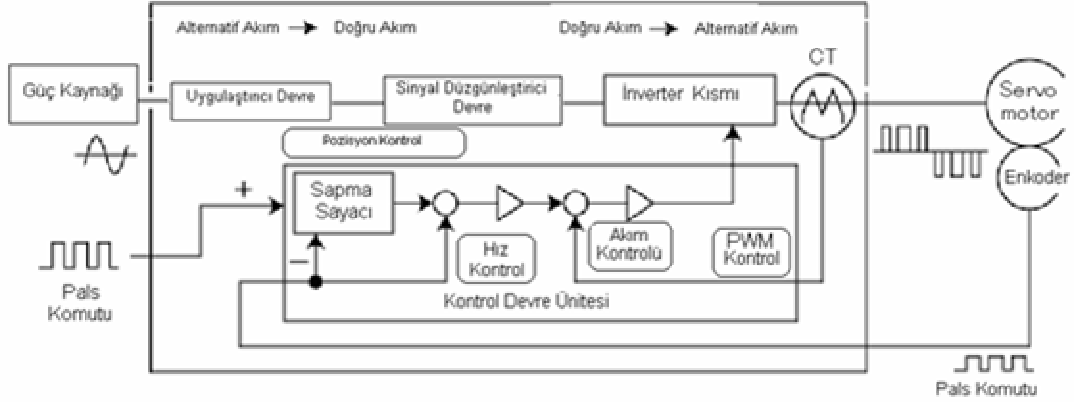


Şekil 2.26: İnverterin temel yapısı

Her bir bölüm aşağıdaki şekilde görev üstlenir.

- **Çevirici Kısım:** Şehir şebekesinden gelen AC akım DA akıma çevrilir.
- **Akım Düzenleyici Kısım:** DA akımdaki dalgalanmaları düzenler.
- **İnverter Kısım :** DA akım kaynağı Alternatif Akım kaynağına çevrilir. Bu işlem yapılırken oluşturulacak yeni AC akımın değişken frekansı burada düzenlenir.
- **Akım Kontrol Kısmı:** İnverter kısmı temel olarak bu bölümden kontrol edilir.

### 2.7.2.2. Servo'nun Temel Yapısı

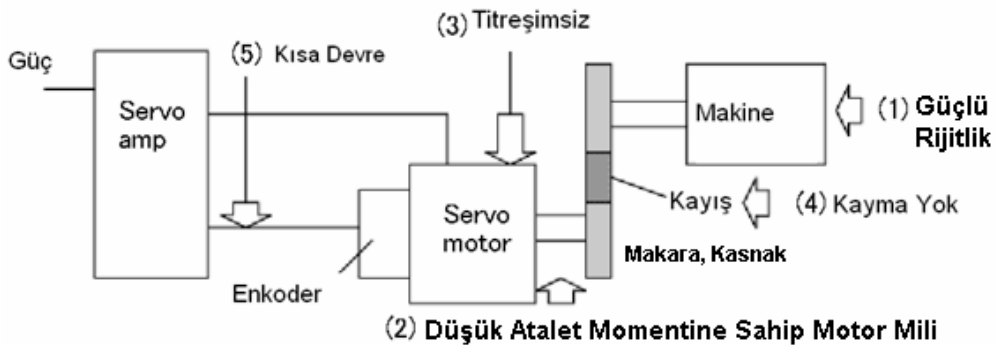


Şekil 2.27: Servonun temel yapısı

Her bölümün görevi aşağıdaki gibidir.

- **Konvertör Bölümü:** Şehir şebekesinden gelen AA akım DA akıma çevrilir. (İnverterde olduğu gibi)
- **Sinyal Düzenleyici Bölüm:** DA akımdaki dalgalanmaları düzenler. (İnverterde olduğu gibi)
- **İnverter Bölümü:** DA akım kaynağı Alternatif Akım kaynağına çevrilir. Bu işlem yapılırken oluşturulacak yeni AA akımın değişken frekansı burada düzenlenir. Servo sistemde inverterden farklı olarak dinamik durdurma özelliği bu kısma eklenmiştir.
- **Kontrol Devre Bölümü:** İnverterde ana kontrol bu kısımdan yapılıyordu. Ancak Servo da invertere göre bu kısım biraz daha karışıktır. Bu da geri besleme kontrolü ve kontrol modu anahtarları fonksiyonlarına (Akım/Hız/Tork) neden ihtiyaç duyduğumuzun en büyük göstergesidir.

### 2.7.3. İnverterden Servoya Dönüşüm



Şekil 2.28: İnverterden servoya dönüşüm

Genelde Servo İnverterden daha üstün performans koşullarına sahiptir. Bu yüzden İnverterden Servo'ya geçilmek istenildiğinde kullanımda çok büyük sorunlar oluşmaz. Ancak aşağıdaki konular ihmal edilmemelidir.

### ➤ **Mekanik Boşluklar**

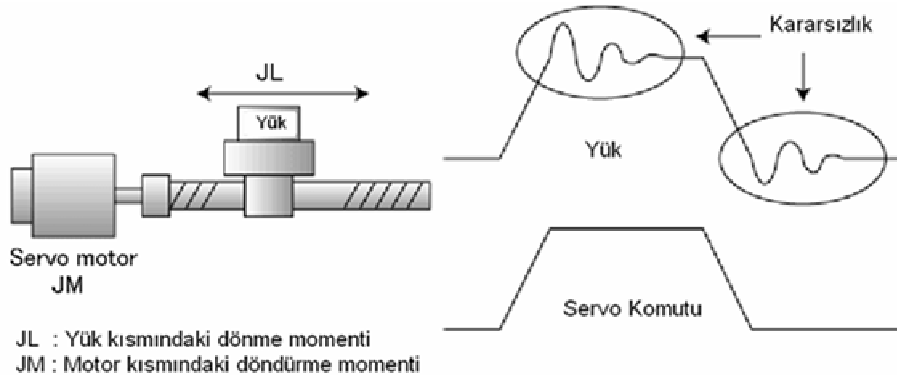
Servo ile İnverter karşılaştırıldığında, Servo yaklaşık iki kat daha fazla Tork'a sahiptir. Bu yüzden, eğer makinenin yapısı kırılgansa, başlatma ve durdurma zamanlarında titreşim oluşur. Bu durumda mekanizmaya ek olarak sağlamlaştırıcı parçalar koyulma ya da Servo'nun kazancı, hassaslığı azaltılmalıdır.

### ➤ **Yükün Boyutu**

Servo ile İnverter karşılaştırıldığında yükün kalkış ataletine karşı Servo daha hassas bir yapıya sahiptir. Yük kısmındaki dönme momenti, motor kısmındaki döndürme momentinden daha fazla olduğu durumlarda sistemin kontrolü kararsız hale gelir.

Yük kısmındaki moment motor kısmındaki momentten 5-10 kez daha geniş olması durumunda kararsız bir durum ortaya çıkacaktır.

Seçim yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan bir diğeri de Servo'nun kapasitesinin süreceği yükün kapasitesi ile uyumlu olup olmadığıdır.



**Şekil 2.29: Titreşim**

### ➤ **Motor Milindeki Titreşim**

Eğer mekanik titreşim motora bağlı yükte oluşursa, motor milinde sorunlara yol açabilir. Özellikle motor miline takılı enkoder bu titreşimden etkilenir. Bu yüzden titreşim ölçütlerinin minimum düzeye çekilmesi gerekir.

➤ **Hız Azaltma Mekanizmasındaki Sapma**

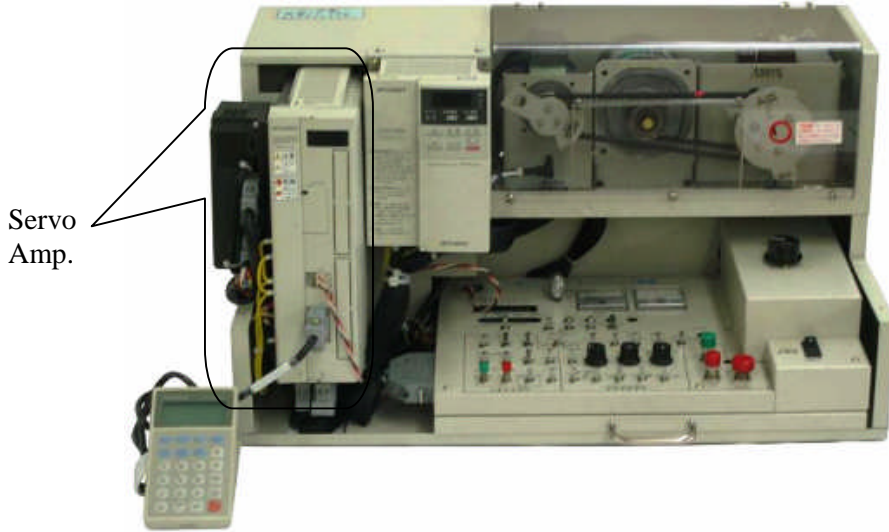
Hız azaltan mekanizmanın kullanımında; mekanizmanın çalışma süresinin ölçülmesi gerekir. Buna örnek olarak kayışlı sistemlerdeki sapmadan kaçınmak için kayışın dönme süresinin ölçülmesi verilebilir.

➤ **Kabloların Uzunluğu**

İnverterde kablo uzunluğu en fazla 500m Servo da ise sinyal kontrolü yapıldığı için bu uzunluk daha kısa olmalıdır. Yaklaşık 50 m kadardır.

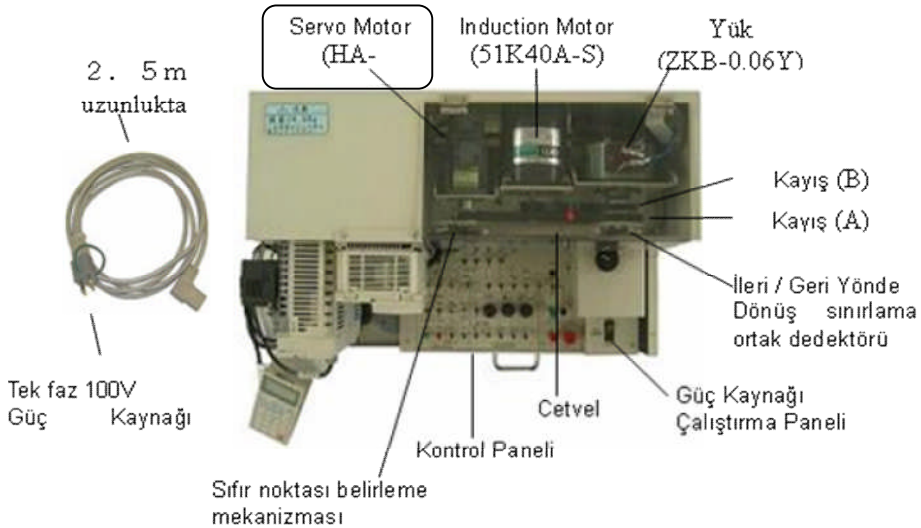
## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki sorulara ilişkin uygulama faaliyetini yapınız.

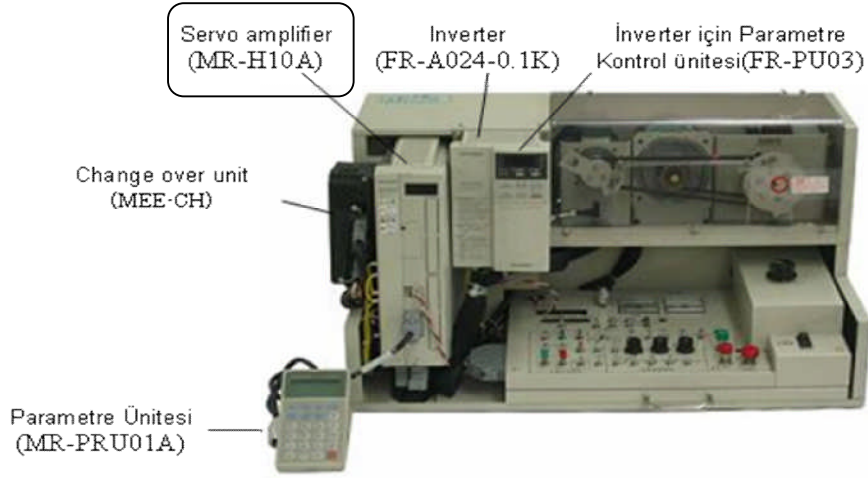


Şekil 2.30: AC Servo Inverter: Type KD-15S1

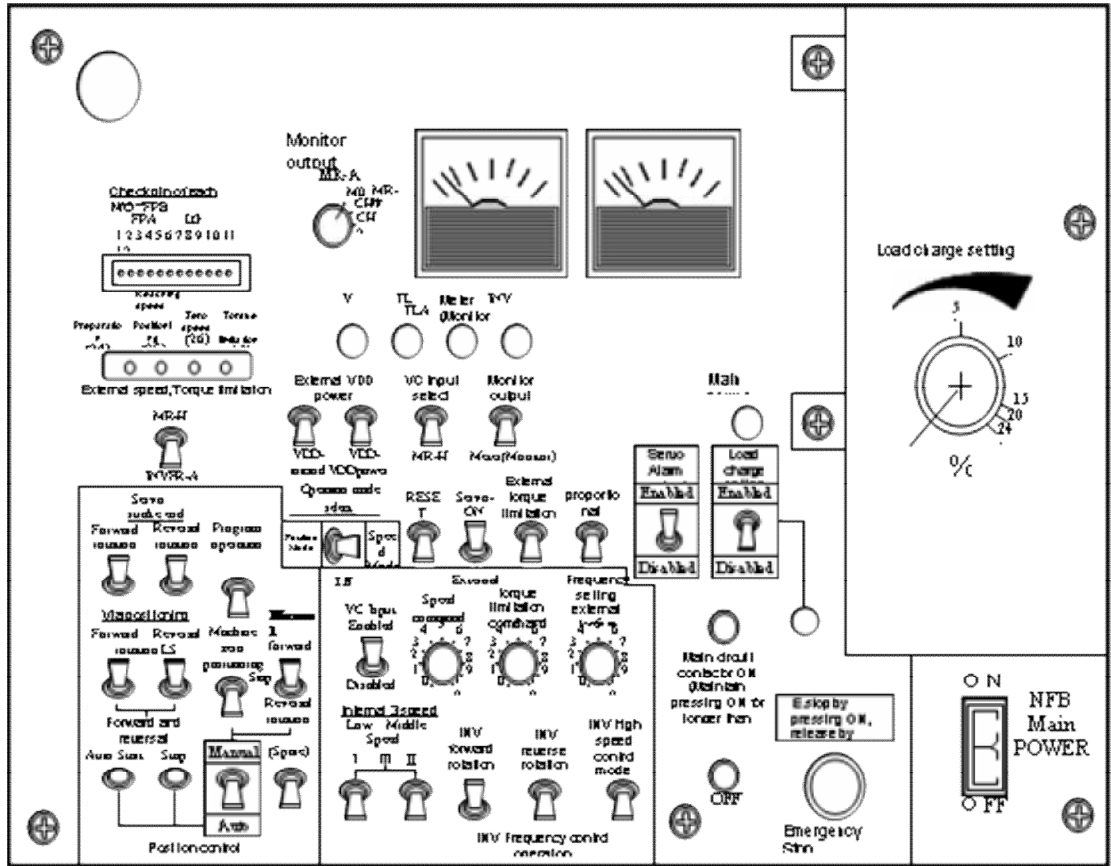
Uygulamalarımızı yine yukarıda resmi olan deney seti üzerinde yapacağız. Deney seti iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar İnverter ve Servo Motor kısmıdır. Bu uygulamamızda Servo bölümünü kullanacağız.



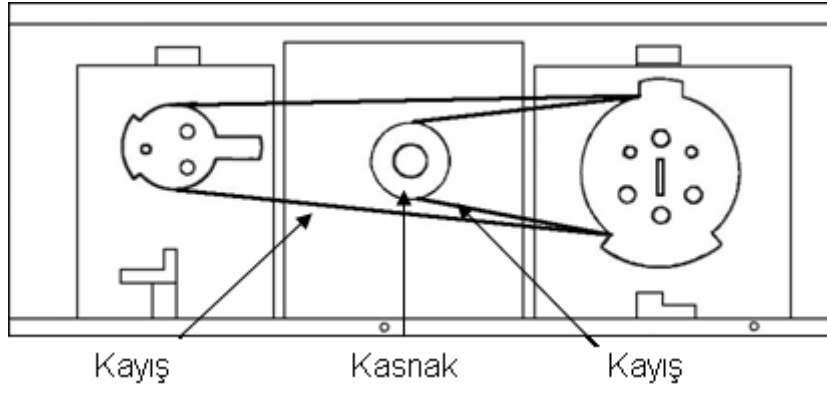
Şekil 2.31: Üstten görünüm



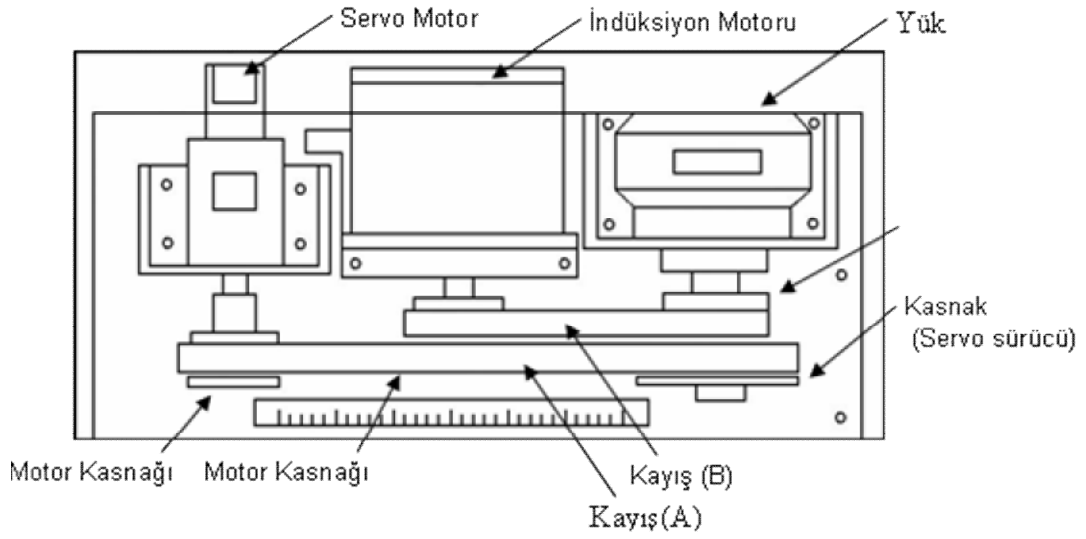
Şekil 2.32: Önden görünüm



Şekil 2.33: Kontrol paneli görünümü



**Şekil 2.34: Mekanik bölümün üstten görünümü**

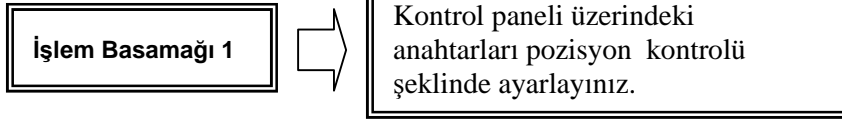


**Şekil 2.35: Mekanik bölümünün önden görünümü**

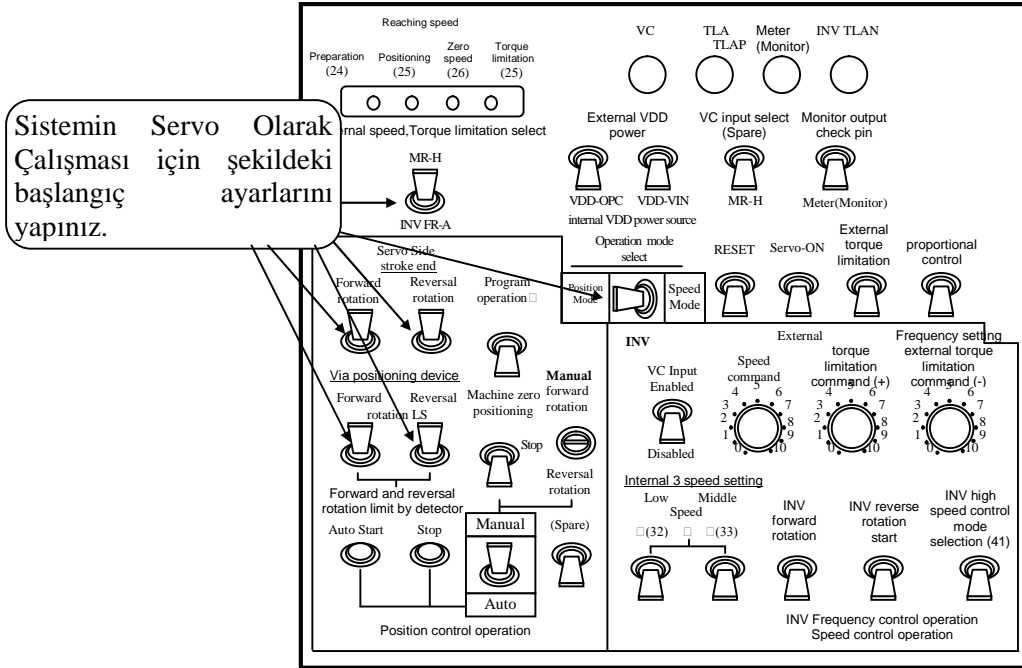


## İşlem Basamakları

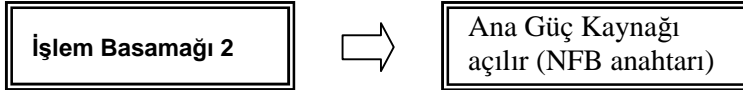
Panel üzerindeki anahtarlar ile çalışma şartlarına uygun başlangıç ayarları yapılır.



### ➤ Pozisyon Kontrol İşlemi



Şekil 2.36: Başlangıç ayarları



Parametre ayarlarının listesi 1. Uygulamada verilmişti. Aynı ayar tablosunun pozisyon kontrol sütununu kullanınız.

**İşlem Basamağı 3**



Kontrol paneli ile eğitim setinin sürücü ayarı aşağıdaki gibi ayarlanır.



<b>Pozisyon Kontrol işlemi</b>	Güç kaynağı ON pozisyonuna getirildiğinde 2 Numaralı başlangıç parametre değeri pozisyon kontrole ayarlanmalıdır. Bu sebeple parametre değerini 0002 den 0000'a şeklinde değiştiriniz. FNB güç kaynağını bir kere daha kapayıp açınız.
--------------------------------	--

Anahtar ayarları ve tüm parametre girişleri yapıldıktan sonra sistem pozisyon kontrol mekanizması olarak ayarlanmış olacaktır. Bundan sonra kontrol Servo Motorda olacaktır. Aşağıdaki adımları sırasıyla uygulayınız.

**İşlem Basamağı 4**



Makineyi Sıfırlama Pozisyonuna getirme.

Servo motorda en önemli faktör konumlandırma değildir. Bu yüzden öncelikle sistemin başlangıç değerinin ayarlanması gerekmektedir. Yani motor sıfır konumuna elle getirilmelidir. Bunun için kontrol paneli üzerinde Zero Position Returning anahtarı açılıp kapatılır. Sarı renkli ok işareti sıfır noktasına gelince sistemin sıfırlama işlemi bitmiş olur.

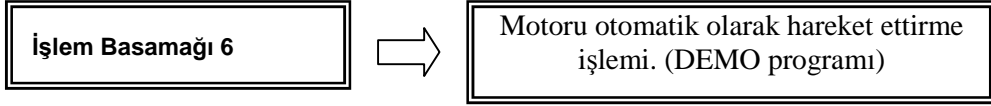
**İşlem Basamağı 5**



Motoru ileri geri manuel olarak hareket ettirme işlemi.

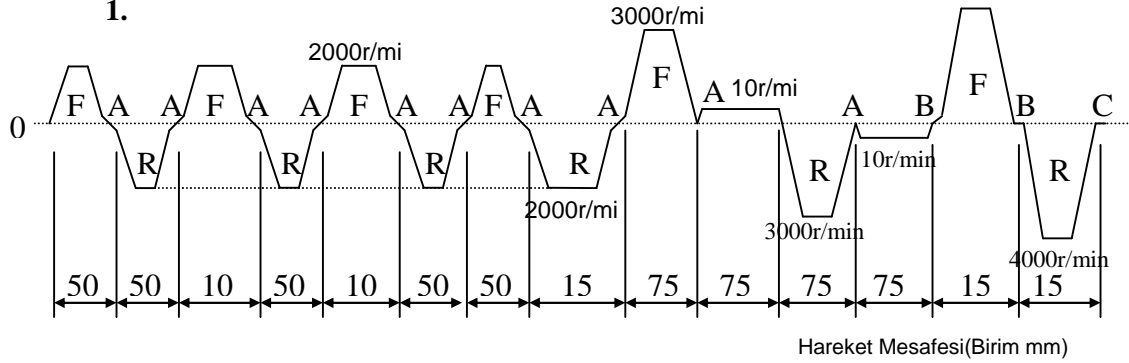
1. Manual forward anahtarını Forward (ileri) yönüne getiriniz. Bu durumda motorun ileri yönde sürekli olarak dönmesine izin vermiş olduk. Forward Rotation LS'i kapalı pozisyona getirdiğinizde motor ani olarak duracaktır. Forward Rotation LS'i açık pozisyona getirdiğinizde motor ansızın ileri yönde dönmeye başlayacaktır. Motor ileri yönde çalışırken Manual Reversal Siwitch OFF pozisyonuna alındığı takdirde motor yine duracaktır.

2. Manual reverse anahtarını reverse (geri) yönüne getiriniz. Bu durumda motorun geri yönde sürekli olarak dönmesine izin vermiş olduk. Reverse Rotation LS'i kapalı pozisyona getirdiğinizde motor ani olarak duracaktır. Reverse Rotation LS'i açık pozisyona getirdiğinizde motor ansızın geri yönde dönmeye başlayacaktır. Motor geri yönde çalışırken Manual Forward Siwitch OFF pozisyonuna alındığı takdirde motor duracaktır.



### Otomatik Çalıştırma:

1.



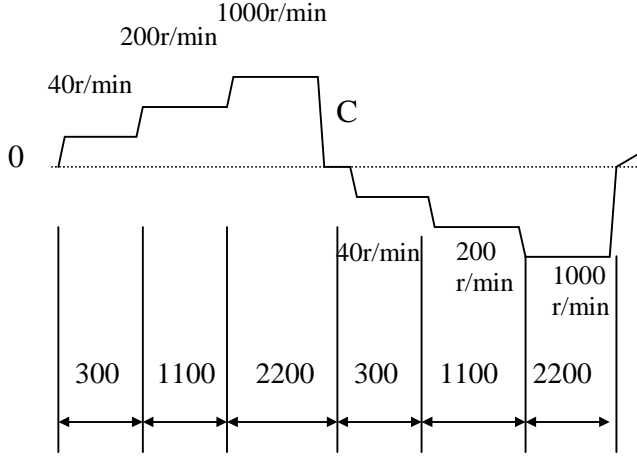
**Şekil 2.37: Örnek motor çalışma şekli**

Bu işlem için öncelikle sıfırlama işleminin tekrarlanması gerekmektedir. Kayış üzerindeki sarı ok cetvelin sıfır bölmesine getirilir. Bu işlem sıfırlama anahtarı kullanılarak yapılır. İşlem tamamlandığında Manuel Operation/Automatic Mode anahtarını Otomatik moda getiriniz.

Program Operation I anahtarını OFF konumuna getiriniz. Automatic start butonunu ON konumuna getirildiği an Servo motor yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi hareket edecektir.

1. adım: 50mm 2000r/mi ileri yönde
2. adım: 50mm 2000r/mi geri yönde
3. adım: 100mm 2000r/mi ileri yönde
4. adım: 50mm 2000r/mi geri yönde
5. adım: 100mm 2000r/mi ileri yönde
6. adım: 50mm 2000r/mi geri yönde
7. adım: 50mm 2000r/mi ileri yönde
8. adım: 15mm 2000r/mi geri yönde
9. adım: 75mm 3000r/mi ileri yönde
10. adım: 75mm 10r/mi geri yönde
11. adım: 75mm 3000r/mi ileri yönde
12. adım: 75mm 10r/mi geri yönde
13. adım: 15mm 4000r/mi ileri yönde
14. adım: 15mm 4000r/mi geri yönde

2. Program Operation I anahtarını ON konumuna getiriniz. Automatic start butonunu ON konumuna getirildiği an Servo motor aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi hareket edecektir.



(Not): Yukarıdaki şekillerde A,B ve C ile işaretli yerler bekleme sürelerini gösterir.  
A=50milisaniye, B=1saniye, and C=2saniye

1. adım: 300mm 40r/mi ileri yönde
2. adım: 1100mm 200r/mi geri yönde
3. adım: 2200mm 1000r/mi ileri yönde
4. adım: 300mm 40r/mi geri yönde
5. adım: 1100mm 200r/mi ileri yönde
6. adım: 2200mm 1000r/mi geri yönde

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Servo Mekanizma girişindeki opsiyonel değişiklikleri takip edip aksaklıkları gideren bir kontrol sistemidir.
2. Servo Motorun arka kısmına, motorun dönme açısını, dönme yönünü ve dönüş hızını kontrol etmesi için “enkoder” monte edilmiştir.
3. DA Servo Motor için komütatörün bakımının düzenli olarak yapılması gerekmez.
4. Fırçalarda oluşan sürtünmeden ortaya çıkan tozdan dolayı DA Servo motor temiz koşullarda çalışması gereken yerlerde kullanılamaz.
5. AA Servo Motorda sabit mıknatıs kullanılmamasından dolayı elektrik gücünün kesilmesi ile birlikte dinamik durdurma yapılabilmektedir.
6. IM tipindeki AA Servo Motor Verimliliği yüksek kapasiteleri büyüktür.
7. Arttırmalı Enkoderde güç kesilip yeniden verildiğinde sıfır noktasına elle getirilmesi zorunlu değildir.
8. Bir Servo motorda pozisyon – tork – hız döngüleri mevcuttur.
9. Pozisyon geri besleme sinyali enkoderden gelen darbelerle üretilir. Bu sinyaller kullanarak Pozisyon Kontrolü yapılır.
10. Bir Servo Amp ile birden fazla Servo motor sürülebilir.

### DEĞERLENDİRME:

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

# MODÜL DEĞERLENDİRME

**Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.**

1. Servo Motordaki kontrol katı, gelen komutlara göre motoru sürme işlevinde görev alır.
2. AA bir motorun dönüş hızı motoru besleyen gücün frekansı ile ters orantılıdır.
3. Motorun hızı arttıkça çektiği akım düşer.
4. Arttırmalı Enkoder yapısının çok karmaşık olması sebebiyle maliyeti yüksektir.
5. AA Servo Motor IM tipinde çalışma karakteristiği sıcaklıkla değişir.
6. DA Servo Motordan, komütatörlü olmasından dolayı yüksek hız ve yüksek Tork sağlanamaz.
7. Servo sistemde döngülerin çalışma hızları;  
Pozisyon Döngüsü > Hız Döngüsü > Akım Döngüsü şeklindedir.
8. Bir inverter ile birkaç motor sürülebilir.
9. SM tipi AA Servo Motorda elektrik gücü kesildiğinde dinamik olarak frenlemek mümkün değildir.
10. İnverterde kablo uzunluğu en fazla 500m Servo da ise sinyal kontrolü yapıldığı için bu uzunluk daha kısa olmalıdır. Yaklaşık 50 m kadardır.

**Modülde yaptığınız uygulamaları tekrar yapınız. Yaptığınız bu uygulamaları aşağıdaki tabloya göre değerlendiriniz. Aşağıda listelenen kriterleri uyguladıysanız EVET sütununa, uygulamadıysanız HAYIR sütununa X işareti yazınız**

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
➤ Inverterin motorun kontrolünde üstlendiği fonksiyonları sıralayabilmisiniz?		
➤ Inverter ile motorun kontrolünde gerekli güvenlik önlemlerini tespit edebiliyor musunuz ?		
➤ İnverterdeki karların isimlerini ve görevlerini sayabiliyor musunuz?		
➤ Inverter kullanarak motorun hızını ayarlayabiliyor musunuz?		
➤ Inverterin parametre ayarlarını girebiliyor musunuz?		
➤ Servo motorun yapısındaki katları sayabilir misiniz?		
➤ Servo motorların çeşitlerini sayabilir misiniz ?		
➤ Servo motor ile inverterin arasındaki farklar nelerdir?		
➤ Servo motor sanayide nerelerde kullanılır?		
➤ Servo motoru ileri geri istediğiniz hızda ve açıda kontrol edebiliyor musunuz?		

## **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.	Y
3.	D
4.	Y
5.	D
6.	Y
7.	Y
8.	D
9.	D
10.	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	D
3.	Y
4.	D
5.	Y
6.	D
7.	Y
8.	D
9.	D
10.	Y

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	Y
3.	D
4.	Y
5.	D
6.	D
7.	Y
8.	D
9.	Y
10.	D



# KAYNAKÇA

- OKUBO Tetsuya - GÜLER Telat, **Fabrika Otomasyon Sistem Denetimi**, M.E.B-JICA, Temmuz 2005.
- OKUBO Tetsuya - GÜLER Telat, **Fabrika Otomasyonu Hücre Denetimi**, M.E.B-JICA, Temmuz 2005.
- GULER Telat, **Servo Sistemleri Ders Notları**, 2003