

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**PLC İLE ANALOG İŞLEMLER  
523EO0163**

**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. PLC’NİN İLAVE MODÜL BAĞLANTISI.....	3
1.1. Analog Modülün Tanımı ve Yapısı .....	3
1.1.1. Analog Giriş Modülleri.....	5
1.1.2. Analog Çıkış Modülü .....	6
1.1.3. EM 231 Termokupl Modülü .....	8
1.1.3.1. Termokupl Nedir?.....	8
1.1.4. EM 231 RTD Modülü.....	8
1.2. Analog Veri Kullanım Teknikleri .....	9
1.2.1. Analog Sinyal Giriş Alanları .....	9
1.2.2. Analog Çıkış Modülü .....	11
1.3. Analog Modül Özellikleri .....	14
1.3.1. S7-200 Genişleme Modülleri.....	15
1.3.2. Analog Modül Giriş Özellikleri.....	15
1.3.3. Analog Girişlerin Filtrelenmesi .....	20
1.4. Analog Modüllerin PLC ve Çevre Elemanları ile Bağlantısı.....	21
1.4.1. S7-200 CPU’YA PC/PPI Kablosu Bağlama.....	22
UYGULAMA FAALİYETİ .....	26
ÖLÇME VE DEĞERENDİRME.....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	28
2. ANALOG İŞLEMLER.....	28
2.1. Analog Veri.....	28
2.2. Dijital (Sayısal) Veri .....	29
2.3. Analog Dijital Dönüştürme Hesapları.....	30
2.3.1. 12 Bitlik Bir Analog Modülün Hesaplamaları.....	30
2.3.2. 8 Bitlik Bir Analog Modülün Hesaplamaları.....	31
2.4. Dijital Analog Dönüştürme Hesapları.....	32
2.4.1. 12 Bitlik Analog Modüller.....	32
2.4.2. Analog Sayısal Dönüştürücüler .....	34
2.4.3. Sayısal Analog Çeviriciler (DAC).....	40
2.5. Analog Giriş/Çıkış Modülü ve Bağlantı Özellikleri .....	46
2.5.1. Giriş Kalibrasyon Ayarları .....	48
2.5.2. EM 231 Analog Modülü Ayarı.....	49
2.5.3. EM 231 Analog Modülü Ayar ve Kalibrasyon Elemanları Durumu .....	50
2.5.4. Güç Gereksinimleri.....	51
2.5.5. Cihazı Monte Ederken Dikkat Edilecek Hususlar .....	51
2.5.6. EM 231 RTD Modülü Bağlantıları .....	52
2.5.7. EM 231 Termokupl Modülü .....	55
UYGULAMA FAALİYETİ .....	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	76
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	78
CEVAP ANAHTARLARI.....	82
KAYNAKÇA .....	85

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523 EO 0163</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Otomasyon Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>PLC ile Analog İşlemler</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	PLC ile Analog işlemler yapmakla ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	PLC ile Elektrohidrolik Sistemler modülünü tamamlamış olmak.
<b>YETERLİK</b>	PLC ile analog veri için program yaparak devresini kurmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli laboratuvar ortamı sağlandığında istenen sistem için gerekli PLC ve analog modülü seçecek, analog işlem için programı hatasız yaparak sistemi çalıştırabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Sistem için gerekli PLC ve ilave modül bağlantıları için gerekli araç ve gereç malzemelerini seçecek ve hatasız yapabileceksiniz. <b>2.</b> Analog verinin niteliğine göre PLC programını yaparak sistemi kurup hatasız olarak çalıştırabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Gerekli laboratuvar ortamı, bilgisayarlar, PLC programı, PLC, analog modüller (giriş-çıkış), RTD modülü, termokupl modülü, ısı (pt 100), seviye, basınç dönüştürücüleri DC motor ve sürücüsü araçları donanımları.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içerisinde yer alan her faaliyet sonrasında, o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, test, soru-cevap, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile otomasyon alanında kendinizi daha emin ve güçlü hissedeceksiniz.

Teknoloji ve bilimin hızla ilerlediği bu zamanda elektronik ve bilgisayar sistemlerindeki gelişmelere paralel olarak elektrik otomasyon sistemleri de kendini yenilemiştir. Klasik kumanda dediğimiz röleli kumanda sistemi, karmaşık otomasyon sistemlerinin kontrolünde yetersiz kalmaktadır. İşte bu anda devreye PLC teknolojisi girmiştir. PLC teknolojisinde proje çözümü kolay ve daha hızlıdır. Ayrıca kumanda panosunu ortadan kaldırarak malzeme hacim yoğunluğunu gidermiştir.

Çağımızda üretim özellikle tekstil, gıda otomotiv sanayisinde el değmeden yapılmaktadır. Buralarda makine kontrolünde PLC cihazları kullanılmaktadır. PLC sistemleri elektriği,elektroniği kapsamasının yanında mekanik, pnömatik hidrolik sistemlerinin kontrolünü de kapsar.

Endüstride birçok firmanın ürettiği PLC'lere rastlamak mümkündür. Temelde bütün PLC mantıkları birbirinin aynıdır. Bu kitapçıkta ülkemizde geniş kullanım alanı bulunan S7-200 serisi PLC'ler anlatılmıştır.

Endüstri sanayinde analog veriler ve bunların kullanım teknikleri çok önemli yer kaplamaktadır. Isı, seviye, ışık, devir kontrol, basınç gibi analog veriler çokça karşımıza çıkmaktadır. Bu kitapçığımızda bu analog verilerin PLC ile nasıl işlendiğini ve kullanıldığını bulacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli laboratuvar ortamı sağlandığında analog modülü tanıyarak yapısını anlayacak, PLC ve çevre elemanlarına bağlantı yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır.

- Analog modül nedir, niçin kullanılır? Araştırınız.
- Analog modül çeşitlerini öğreniniz.
- Analog modül ile CPU arasındaki bağlantı nasıl bir yapıya sahiptir? Araştırınız.
- Analog modülün çevre elemanlarına bağlantılarını araştırınız.

Araştırma işlemlerini öncelikle ön bilgi alınması açısından internet ortamı kullanılması gerekir. Daha sonra PLC malzemeleri satan firmaları gezerek bilgi almanız sizin ufkunuzu açacaktır. Ayrıca PLC kullanan firmaları araştırmak için teknik gezi yapmanız gerekir.

## 1. PLC'NİN İLAVE MODÜL BAĞLANTISI

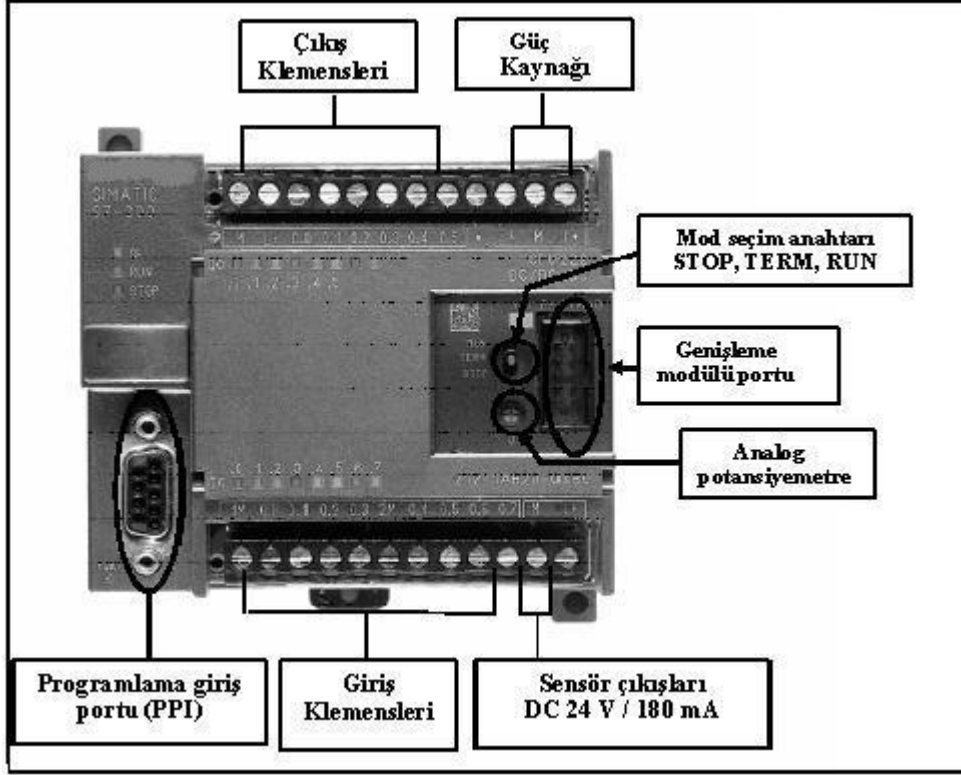
### 1.1. Analog Modülün Tanımı ve Yapısı

PLC, yapı olarak üç ana kısımdan oluşur. Bunlar; giriş birimi, merkezi işlem birimi (CPU) ve çıkış birimidir. Analog modül, analog giriş ve analog çıkış olmak üzere iki bölümden meydana gelir. Aşağıdaki resimde örnek bir analog modül görünüşü verilmiştir.



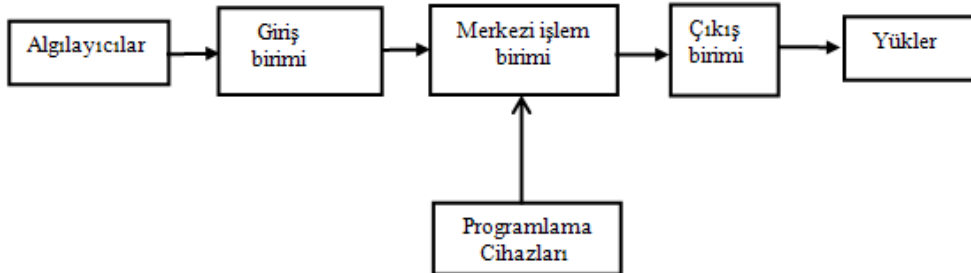
Resim1.1: EM 231 analog modül

Aşağıda S7-200 PLC, CPU(222) görünüşü verilmiştir.



Resim 1.2: S7-200 CPU (222) görünüşü

Algılayıcılardan gelen veriler giriş birimi tarafından okunarak işlem giriş imge kütüğü denilen alana kopyalanır. Yazılım programı komutlarına göre sonuçları değişik bellek alanlarına yazar. Eğer sonuçlarımız fiziksel çıkışlarla ilgiliyse işlem çıkış imge kütüğü denilen alana yazılır. En son olarak da çıkış imge kütüğünde saklanan sonuçlar fiziksel çıkışlara aktarılır. Kısaca PLC çalışma mantığı budur. Bu çalışma sistemi aşağıdaki blok diyagramında gösterilmiştir.



Şekil 1.1: PLC cihazının birimleri

Analog modül, analog giriş ve analog çıkış olmak üzere iki bölümden meydana gelir.



### 1.1.1. Analog Giriş Modülleri

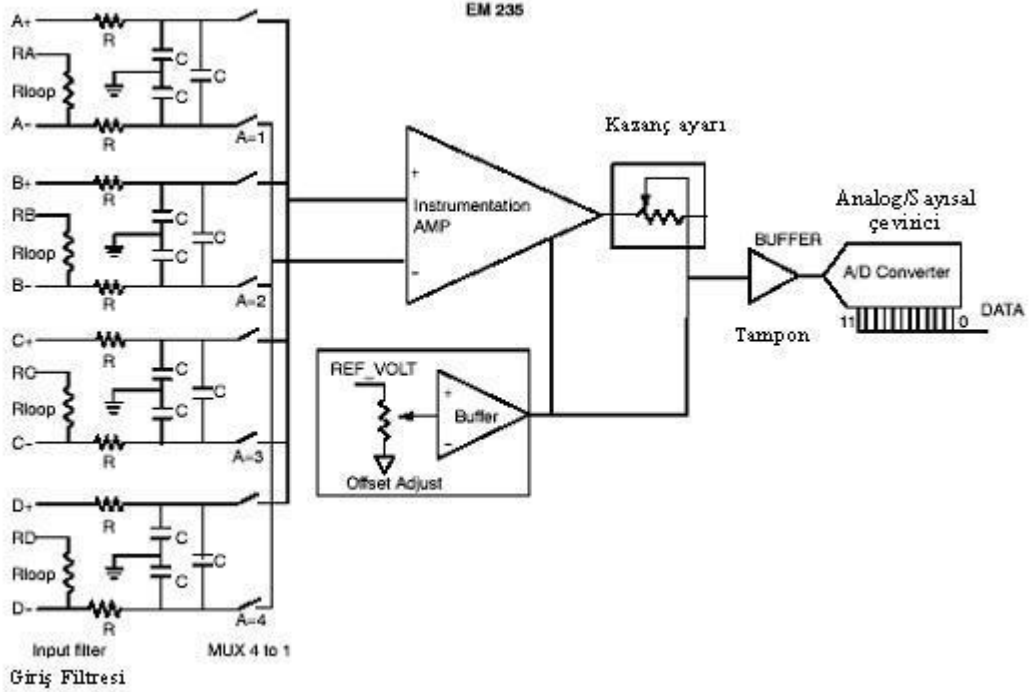
Analog değerler, direk PLC tarafından okunamaz. PLC cihazı, yalnızca mantık sinyallerini (0ve 1 yani, “yok”,“var”) algılayabilmektedir. İşte doğrusal sinyallerin PLC tarafından algılanabilmesi için giriş değeriyle orantılı olarak PLC’ye bir sayısal değer atayan analog giriş modülüne ihtiyaç vardır. PLC’imizin giriş bölümüne uygulanan sinyaller sayısal(dijital) veya analog olabilir. Analog sinyaller için PLC’ye analog giriş modülü ilave edilmesi gerekmektedir.

Analog girişlere bağlanan basınç, seviye, ışık, sıcaklık, nem gibi algılayıcılardan gelen doğrusal değerleri alarak analog/sayısal çevirici(ADC) aracılığıyla sayısal bilgiye çevirir. Bu birimde çevirim seviyeleri doğrusal sinyal ile orantılı olarak 12 bit binary şeklinde gösterilir. Ayrıca analog değerleri 16 bitlik sayısal değerlere çevirir. Bir analog modül içerisinde CPU’dan (merkezi işlem birimi) ayrı olarak bir kontrol sistemi vardır. Bu sistem kanal seçiminin ve giriş verilerinin tampon belleğe yazılışını kontrol eder. Ayrıca kendine has bir tarama zamanı vardır. Böylece belleğe yazma zamanları ile CPU tarafından bellekten veri okuma zamanlarının çakışmaları önlenmiştir. PLC’imizin giriş bölümüne uygulanan sinyaller sayısal (dijital) veya analog olabilir.



Resim 1.3: EM235 analog modülü giriş

EM235 analog modülü giriş blok diyagramı aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.2: EM235 analog modülü giriş blok diyagramı

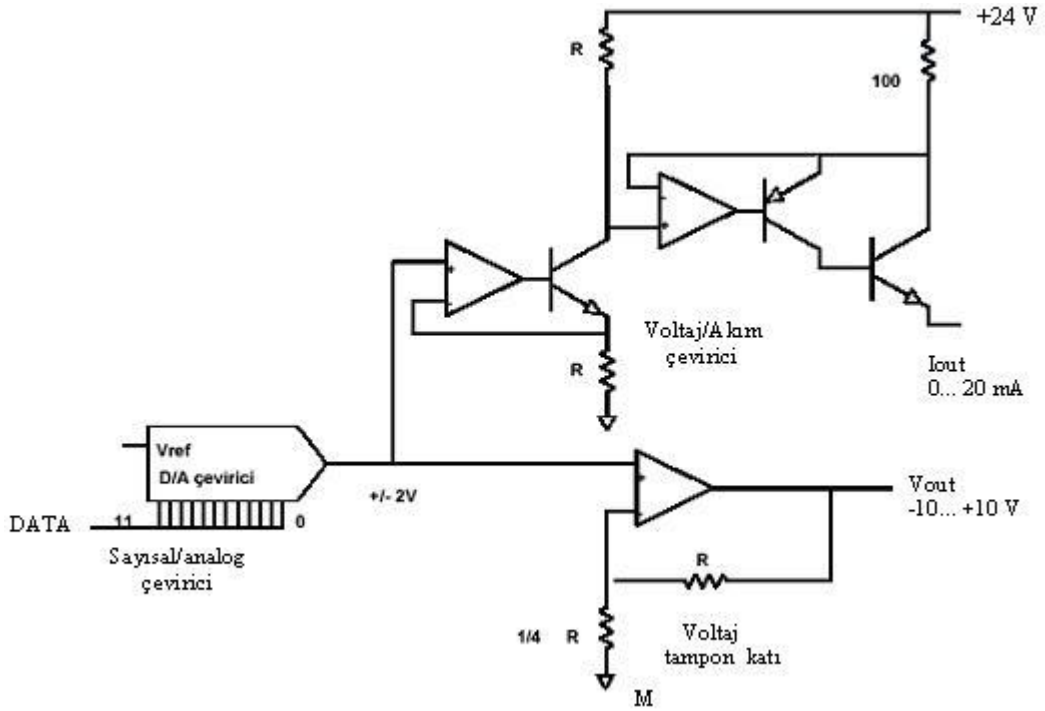
Yukarıda 4 girişli bir analog giriş modülü yapı şemasında görüldüğü gibi çoklayıcı vasıtasıyla birden fazla veri girişine uygun olarak yapılırlar. Çoklayıcı devrede filtre ve sınırlama devreleri de kullanılır. Bu filtre devreleri, dalgalanmaları ve elektrik sinyal gürültüsünü engeller. Ayrıca belli bir seviyede olmayan sinyallerin analog sayısal çevirici devresine girmesini önler. Yine analog giriş modülü ile PLC'mizin CPU'su arasındaki elektriksel izolasyon optokuplör devresi ile sağlanmaktadır. Analog sayısal çevirici kalibrasyon ayarı analog giriş modülü içerisinde üretilen referans gerilimini ayar potansiyometresini (offset adjust) çevirerek ayarlayabiliriz.

### 1.1.2. Analog Çıkış Modülü

Merkezi işlem biriminden aldığı sayısal verileri sayısal analog çevirici (DAC) vasıtasıyla gerilim ve akımla orantılı olarak çevirerek, herhangi bir makineyi doğrusal olarak kontrol eder. Devir sayısı ayarı yapılacak motorlar, valfler, analog ölçü aletleri, frekans konvertörü gibi işlemlerde kullanılabilir. Aşağıdaki şemalarda bir analog çıkış devre yapısı görülmektedir. Aşağıda analog çıkış blok şeması verilmiştir.



Resim.1.4: EM232 analog çıkış modülü



Şekil 1.3: EM 235 analog modülü çıkış blok diyagramı

Bu blok şemada bir sayısal analog çevirici ayrıca çıkışları akım veya gerilime dönüştürme devreleri vardır. Analog girişte olduğu gibi analog çıkışta da okuma ve yazmanın ve aynı anda olmaması için özel önlemler alınmıştır. Kullandığımız analog modül, şekilde görüldüğü gibi çıkışta  $-10 \dots +10$  volt ve  $0 \dots 20$ mA akım aralarında analog akım veya gerilim üretmektedir. Analog çıkış modülü yapı devrelerinde opamplar ve transistörli yükselteçler kullanılmıştır.

Analog modüllerden ayrı olarak PLC ile ısı ölçümü için RTD ve termokupl modülleri geliştirilmiştir.

### 1.1.3. EM 231 Termokupl Modülü

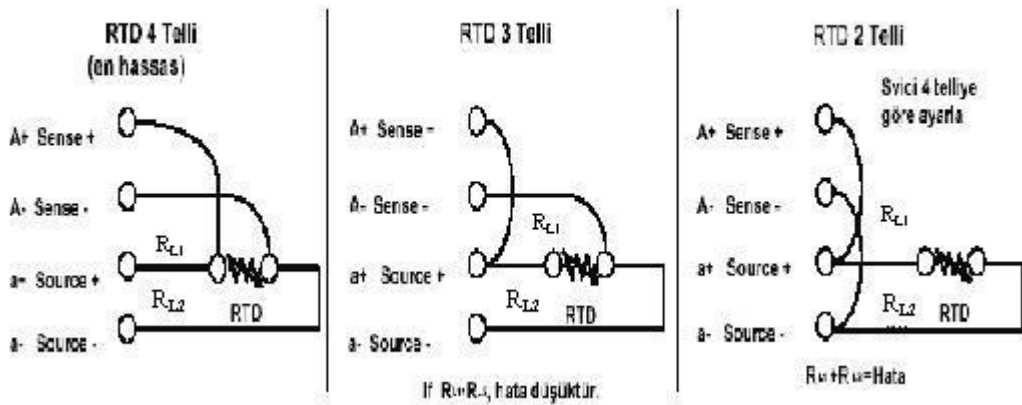
Bu modül piyasada bulunan J,K,E,N,S,T ve R termokupl tiplerinin PLC'ye irtibatı için uygun ve izole bir ara yüzeyi sağlamaktadır. Bu modül -80....+80 mV sinyallerin CPU'ya girebilmesini sağlar.

#### 1.1.3.1. Termokupl Nedir?

Termokupllar, farklı iki metalin birbirine bağlanmasıyla meydana gelir. Bu yüzden ısılıçift de denir. Termokupllarda, bağlantı noktası sıcaklığıyla orantılı olarak bir gerilim üretir. Bu gerilim öyle düşüktür ki bir mikrovolt birkaç dereceyi gösterir. Kısaca termokupl yoluyla sıcaklık ölçmenin temeli; gerilimi okumak, ek bağlantılardan kaynaklanacak hatayı gidermek ve sonucu doğrusallaştırmaktır.

### 1.1.4. EM 231 RTD Modülü

RTD (Resistance Temperature Device), sıcaklığa bağlı olarak direnç değeri değişen algılayıcılara verilen genel isimdir. Piyasada en çok kullanılan Pt 100'dür. Ayrıca RDT modülü, üç ayrı direnç aralığının ölçülmesini sağlar. Bu olanağı sayesinde de potansiyometrelerin direkt olarak bağlanmasını sağlar. Ancak bağlı olan her iki sensör de (RTD) aynı tip özelliklere sahip olmalıdır. Aşağıda RTD modülü ile sensör arası bağlantı şekilleri verilmiştir.



Şekil 1.4: RTD modülü ile sensör arası bağlantı şekilleri

$R_{L1}$  = a+ klemensinden RTD'ye kadar olanki dirençtir.

$R_{L2}$  = a- klemensinden RTD'ye kadar olanki dirençtir.

$R_{L1} + R_{L2} = \text{hata}$

Eğer  $R_{L1}=R_{L2}$  ise hata düşüktür.

## 1.2. Analog Veri Kullanım Teknikleri

Analog giriş modülüne, algılayıcılar tarafından dönüştürülerek akım ve gerilimler gönderilir. Bunlardan basınç dönüştürücüsü ise ölçtüğü basıncı gerilim veya akım cinsinden analog modülümüze gönderir. Termokupl gibi bir ısı dönüştürücüsü ise üzerine düşen sıcaklıkla orantılı olarak gerilim üretir. Ürettikleri akım veya gerilimin maksimum ve minimum aralıkları vardır. İşte bu aralıklara analog giriş sinyal alanları denir. Şimdi bu giriş alanlarını inceleyelim.

### 1.2.1. Analog Sinyal Giriş Alanları

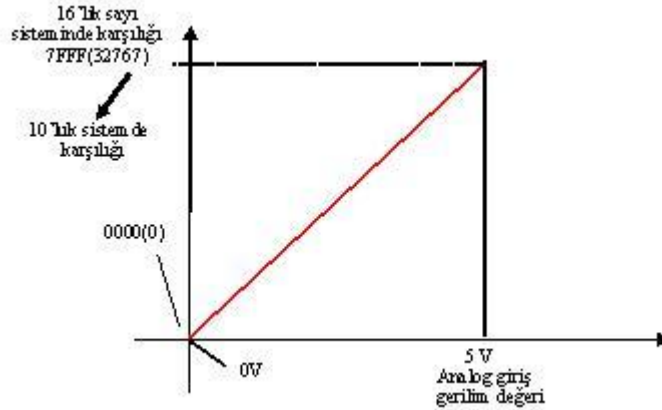
S7-200 PLC'lerin EM 231 Analog giriş modülü ve EM 235 Analog giriş/çıkış modülü giriş sinyal alanları değerleri ve grafikleri aşağıda verilmiştir.

EM 231: 0-5 V, 0-20 mA, 0-10 V,  $\pm 2.5$  V,  $\pm 5$  V

EM 235: 0-50 mV, 0-100 mV, 0-500 mV, 0-1 V, 0-5 V, 0-10 V, 0-20Ma (tek kutuplu-unipolar)  $\pm 25$  mV,  $\pm 50$  mV,  $\pm 100$  mV,  $\pm 250$  mV,  $\pm 500$  mV,  $\pm 1$  V,  $\pm 2.5$  V,  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V (çift kutuplu-bipolar). Örnek olarak birkaç tanesinin grafik değerleri çıkarılmıştır.

#### 1.2.1.1. 0'dan 5 volt'a Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

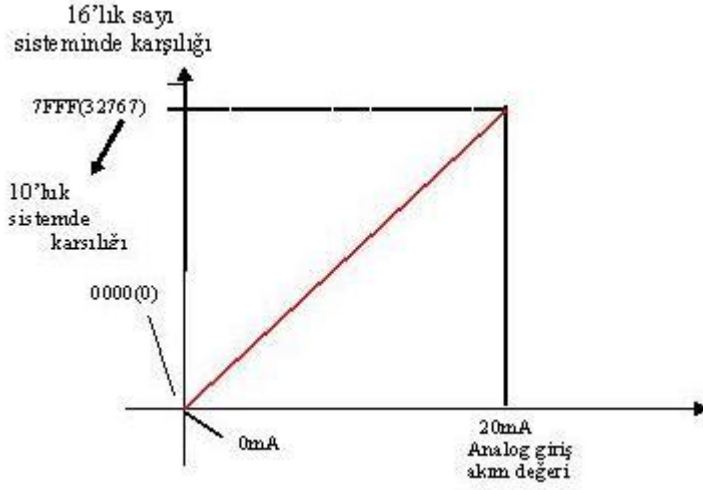
Bu bölüm 0'dan 5 volt'a kadar olan gerilim değerleri, heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak 0000'den 7FFF (0-32767 desimal çözünürlük değeri) kadar olan değerlere karşılık gelir.



Grafik 1.1: 0'dan 5 volt'a

#### 1.2.1.2. 0'dan 20 mA'e Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

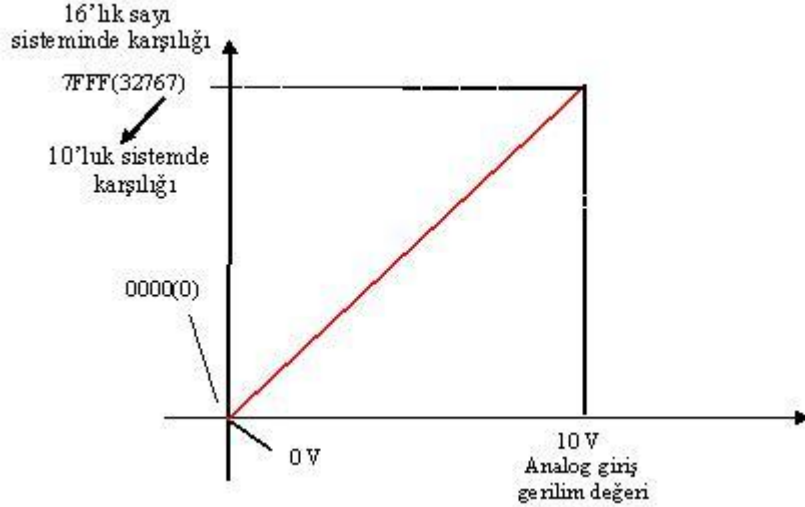
0'dan 20 mA'a arasına kadar olan akım değerleri, heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak 0000'den 7FFF (0-32767 desimal çözünürlük değeri) kadar olan değerlere karşılık gelir.



**Grafik 1.2: 0-20 mA arası**

### 1.2.1.3. 0'dan 10 V'a Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

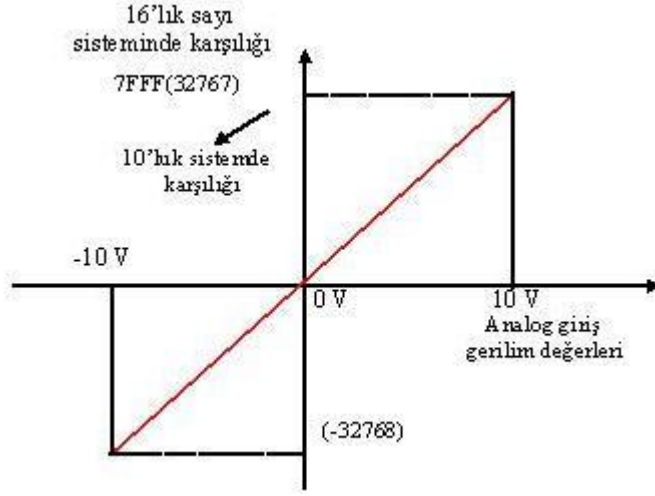
Bu bölüm 0'dan 10 volt'a kadar olan gerilim değerleri, heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak 0000'den 7FFF (0-32767 desimal çözünürlük değeri) kadar olan değerlere karşılık gelir.



**Grafik 1.3: 0-10 V arası**

### 1.2.1.3. -10V' dan +10 V'a Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

Bu bölüm -10'dan 10 volt'a kadar olan gerilim değerleri, heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak F448'den 0BB8(-32768-32767 desimal çözünürlük değeri) kadar olan değerlere karşılık gelir.



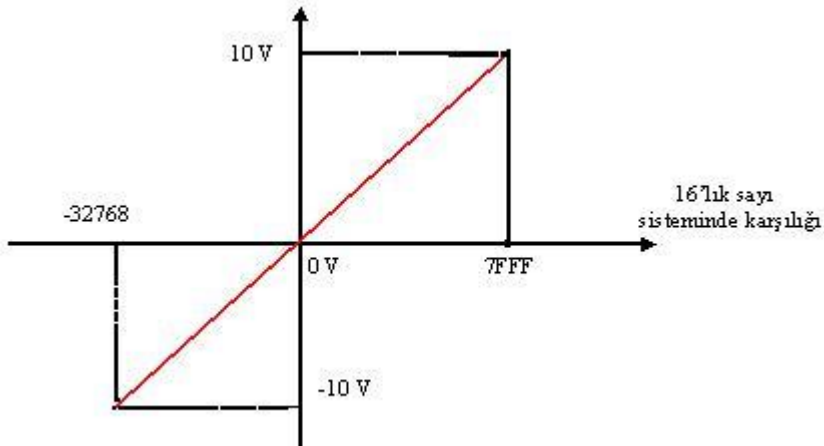
**Grafik 1.4:-10V - +10 V arası**

## 1.2.2. Analog Çıkış Modülü

Merkezi işlem biriminden aldığı sayısal verileri sayısal analog çevirici (DAC) vasıtasıyla gerilim ve akımla orantılı olarak çevirerek herhangi bir makineyi doğrusal olarak kontrol eder. Devir sayısı ayarı yapılacak motorlar, valfler, analog ölçü aletleri, frekans konvertörü gibi işlemlerde kullanılabilir.

### 1.2.2.1. -10V' dan +10 V'a Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

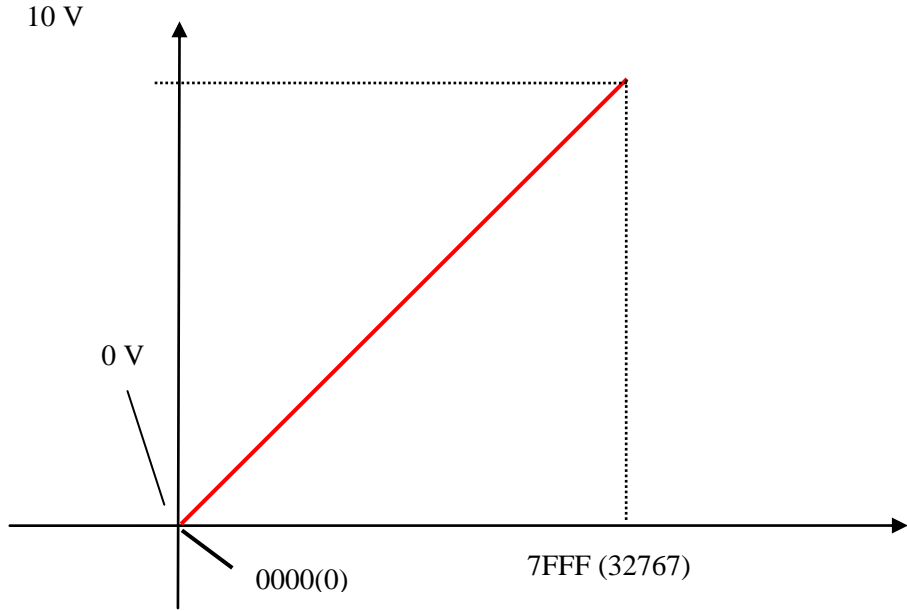
Heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak -32768'den 7FFF(-32768-32767) desimal çözünürlük değeri) kodlanmış ikili değerler, -10 - +10 volt'a kadar olan gerilim değerlerine karşılık gelir.



**Grafik 1.5: -10 - + 10 V arası**

### 1.2.2.2. 0'dan 10 V'a Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

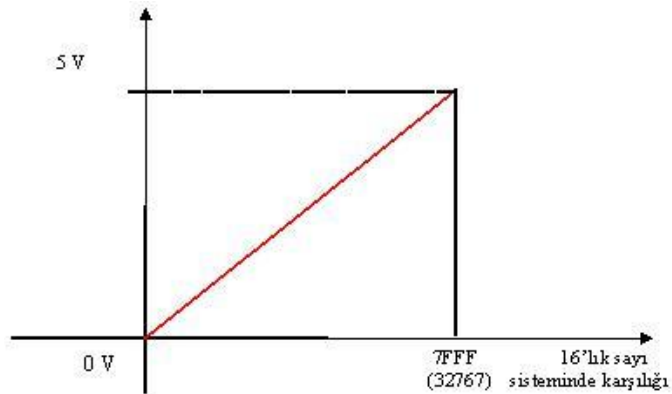
Heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak 0000'den 7FFF (0-32767) desimal çözünürlük değeri) kodlanmış ikili değerler, 0'dan 10 volt'a kadar olan gerilim değerlerine karşılık gelir.



Grafik 1.6: 0 - 10 V arası

### 1.2.2.3. 0'dan 5 V'a Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

Heksadesimal (16'lık sayı sistemi) olarak 0000'den 7FFF (0-32767 desimal çözünürlük değeri) kodlanmış ikili değerler, 0'dan 5 volt'a kadar olan gerilim değerlerine karşılık gelir.

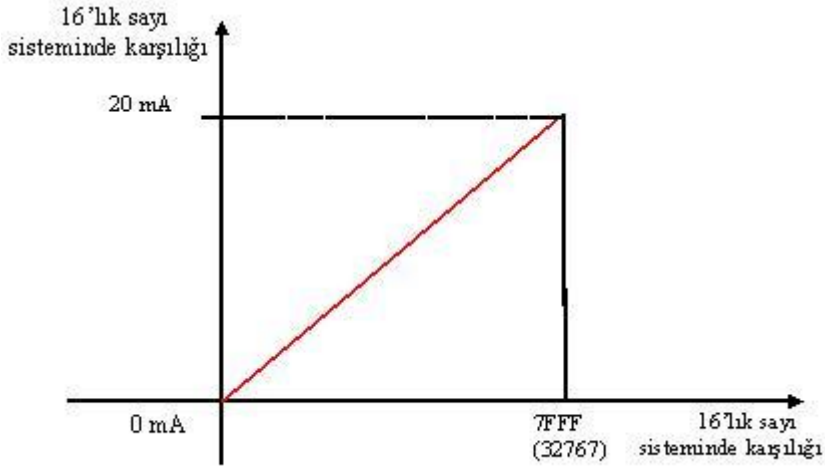


Grafik1.7: 0 - 10 V arası



#### 1.2.2.4. 0'dan 20mA'ye Kadar (Tam Skala Giriş Aralığı)

Heksadesimal (16'lık sayı sistemi ) olarak 0000'den 7FFF(0-32767 desimal çözünürlük değeri) kodlanmış ikili değerler, 0 – 20 mA'e kadar olan akımlara karşılık gelir.



Grafik 1.8: 0 - 10 V arası

#### 1.2.2.5. LM 235 Isı Algılayıcı Örneği

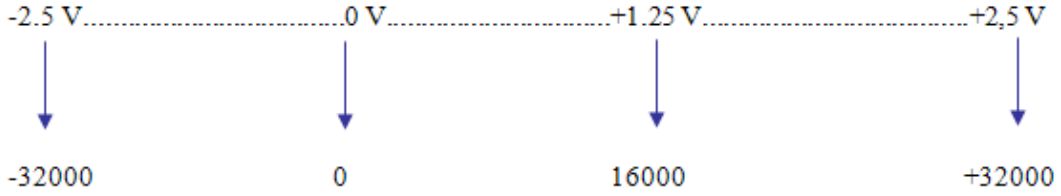
LM 235 bulunduğu ortamdaki ısıyla doğru orantılı olarak gerilim üreten yarı iletken yapılmış bir ısı algılayıcısıdır. Her 10 C'lik ısı artışında yaklaşık 10 mV gerilim vermektedir. Özellikle -400 C ile +1250 C'lik sıcaklıkların kullanılmasında oldukça elverişlidir.

Önce LM 235 ısı algılayıcısının, kullanıldığı ortamdaki ısı eğerine göre verdiği gerilimi hesaplayalım.

$$\begin{array}{lcl} -40^{\circ} \text{ C} & \longrightarrow & 40 \times 10 = -400 \text{ mV} = -0.4 \text{ V} \\ 0^{\circ} \text{ C} & \longrightarrow & 0 \times 10 = 0 \text{ mV} \\ +125^{\circ} \text{ C} & \longrightarrow & 125 \times 10 = 1250 \text{ mV} = 1.25 \text{ V} \end{array}$$

Eğer kullandığımız analog modülümüzün -2.5..... +2.5 V tam skala gerilimimiz varsa ayarımızı oraya getiririz.

Hesabımızı 16 bit üzerinden yaparsak, 16. bit işaret biti olacağından  $2^{16} = 65535$  değerinde bir veri alanı olur. Bu alanın yarısı (+32768) +0 V ..... - 2.5 değeri için diğer kalan yarısı da (-32768) 0- +2.5 V'luk değer için kullanılmak durumundadır. Biz aşağıdaki örneklemelerimizde yuvarlak olarak 32000 alacağız.

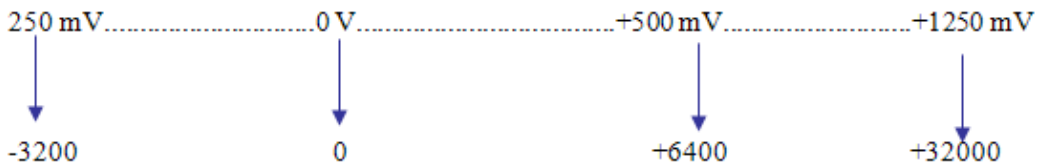


sayısal karşılıkları ise:

$$\begin{array}{l} 2,5 \text{ V için } 32000 \text{ ise} \\ 1,25 \text{ V için } X \\ \hline X=32000 \times 1,25 / 2,5 = 16000 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 2500 \text{ mV için } 32000 \text{ ise} \\ -250 \text{ mV için } X \\ \hline X=32000 \times -250 / 2500 = -3200 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 2500 \text{ mV için } 32000 \text{ ise} \\ 500 \text{ mV için } X \\ \hline X=32000 \times 500 / 2500 = 6400 \end{array}$$



PLC programlamasında sayısal olarak bulunan bu değerlerin girilmesi gerekmektedir.

### 1.3. Analog Modül Özellikleri

Öncelikle analog modüllerde kullanılan teknik terimlerin anlamlarını öğrenelim.

- **Hassasiyet:** Belli bir ölçüm noktası için olması gereken değerden sapmadır.
- **Çözünürlük:** Çıkışta değişime neden olan en küçük giriş değişimidir.

Analog modüllerin giriş ve çıkış sayıları oldukça önemlidir. Bir analog modülde hem analog giriş hem de analog çıkış kombinasyon şeklinde olabileceği gibi, sadece analog giriş veya sadece analog çıkış şeklinde olanlar da mevcuttur. Analog genişleme modülleri her zaman 2 kanalın (4 baytın) katları cinsinden yer kaplarlar. Fiziksel olarak bu boyuta sahip

olmasalar bile yine de bu alanı kullanmaya devam ederler. Örneğin, 4 girişlik ve 4 çıkışlık kombinasyon modülü 8 baytlık giriş ve 4 baytlık çıkış alanı işgal eder.

### 1.3.1. S7-200 Genişleme Modülleri

Uygulama gereksinimlerini karşılamak üzere, S7-200 ailesi pek çok değişik genişleme modülleri içerir. Bu genişleme modüllerini S7-200 CPU'nun işlevlerini arttırmak için kullanabilirsiniz Aşağıdaki tabloda genişleme modüllerinin bir listesi bulunmaktadır.

Genişlem Modülleri	Tip
Dijital modüller Giriş	8 x DC Giriş 8 x AC Giriş
Çıkış	8 x DC Çıkış 8 x AC Çıkış 8 x Röle
Kombinasyon	4-8-16 x DC Giriş/4-8-16 x DC Çıkış
Analog modüller Giriş	4 x Analog Giriş 4 x Termokupl Giriş 2xRTD Giriş
Çıkış	2 x Analog Çıkış
Kombinasyon	4 x Analog Giriş / 1 Analog Çıkış
Akıllı modüller	Pozisyonlama Modem PROFIBUS-DP
Diğer modüller	AS-interface

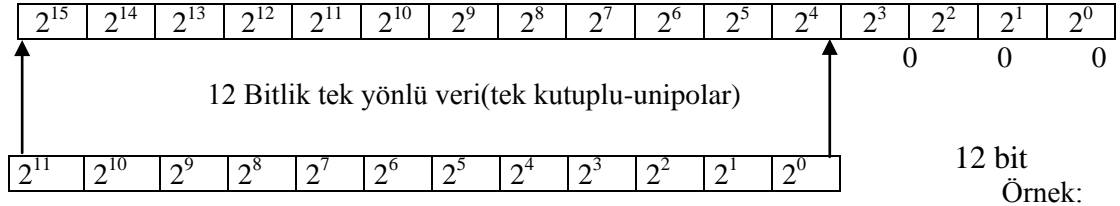
Tablo 1.1: Genişleme modülleri

### 1.3.2. Analog Modül Giriş Özellikleri

#### 1.3.2.1. Analog Giriş Bölümü

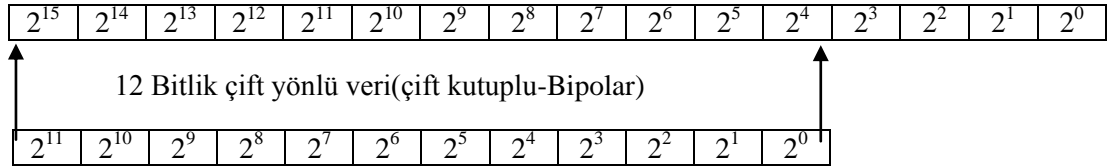
Kullanılan değişkenler EM 231 analog giriş(4 giriş), EM 235 analog giriş ve çıkış (kombinasyon-4 giriş/1 çıkış) örnek alınarak yazılmıştır.

- **Analog veri giriş sayısı:** Kaç adet analog algılayıcı bağlanabileceğini belirtir. 4 Analog girişli analog modül gibi. EM 231 ve EM 235'de 4'er adet analog giriş bulunmaktadır.
- **Veri word biçimi(Data word formatı):** 12 bitlik bir veri CPU'nun analog giriş wordüne aşağıdaki adres bit tablosunda gösterildiği gibi yazılır. Analog sayısal çeviricinin 12 bitlik okuma değeri, wordün sol tarafından başlanarak yazılır. 16. bit ön işaret bitidir.



0.....5V Tek yönlü giriş sinyal aralığı.  
0.....10V Tek yönlü giriş sinyal aralığı gibi.

Tek yönlü veri kullanımında, en sağda bulunan 3 adet sıfır, analog sayısal çevricideki her bir artışın, word değerdeki 8 artışa denk gelmesine sebep olur.



Çift yönlü veri kullanımında, en sağda bulunan 4 adet sıfır, analog sayısal çevricideki her bir artışın, word değerdeki 16 artışa denk gelmesine sebep olur.

Örnek: ±5V çift yönlü giriş sinyal aralığı.  
±10V Çift yönlü giriş sinyal aralığı gibi.

- Çift yönlü tam skala aralığı: -32768.....+32767
- Tek yönlü tam skala aralığı: 0.....32767
- DC giriş empedansı :10MΩ gerilim girişi vardır  
:250 ohm akım çıkışı vardır
- Giriş filtreleme :-3 db, 3.1 khz'dedir.
- Maksimum giriş gerilimi :30 V DC
- Maksimum giriş akımı :32 mA
- Çözünürlük :12 bit veya 8 bit analog sayısal çevrici kullanılabilir.
- Giriş sinyal alanları :Analog algılayıcıların (basınç, sıvı seviye, ısı gibi) özelliklerine göre ürettikleri gerilim veya akım değer aralıklarıdır. Piyasada kullanılan analog giriş modülleri şu gerilim ve akım değerliklerini kullanırlar.

#### Giriş aralıkları:

- Gerilim tek yönlü: 0-5V, 0-10V, 0-1V, 0-500mV, 0-100mV, 0-50mV
- Gerilim çift yönlü: ±5V, ±10V, ±1V, ±500mV, ±250mV, ±100mV, ±50mV, ±25mV.
- Akım :0-20mA
- Giriş çözünürlüğü : Çözünürlük hesaplama yöntemleri ayrıca analog veri kullanım teknikleri bölümünde anlatılmıştı. Aşağıdaki tablolarda analog giriş aralıklarına göre çözünürlük değerlikleri verilmiştir.

### TEK YÖNLÜ (UNIPOLAR)

Tam skala (Full scale)	Çözünürlük (Resolution)
0...50 mV	12.5 $\mu$ V
0...100 mV	25 $\mu$ V
0...500 mV	125 $\mu$ V
0...1 V	250 $\mu$ V
0...5 V	1.25 mV
0...10 V	2.5 mV
0...20mA	2.5 $\mu$ A

### ÇİFT YÖNLÜ (BIPOLAR)

Tam skala (Full scale)	Çözünürlük (Resolution)
$\pm 25$ mV	12.5 $\mu$ V
$\pm 50$ mV	25 $\mu$ V
$\pm 100$ mV	50 $\mu$ V
$\pm 250$ mV	125 $\mu$ V
$\pm 500$ V	250 mV
$\pm 1$ V	500 mV
$\pm 2.5$ V	1.25 mV
$\pm 5$ V	2.5 mV
$\pm 10$ V	5 mV

**Tablo 1.2: Çözünürlük değerlikler**

- Analog sayısal çevirme süresi: Bizim özelliklerini tanıttığımız EM 231 ve EM 235 analog modülleri 12 bitliktir. Bu modüller, bir analog değere karşılık gelen sayısal değere 149 mikrosaniye içerisinde çevirebilirler. Analog giriş, yazdığımız program ilgili noktaya her eriştiğinde çevirilir. Bu yüzden dönüştürme sürelerine analog girişe erişim için kullanılan komutun işlem süresi eklenmelidir.
- 24 Volt DC besleme gerilim aralığı: Analog modülün çalışması için gerekli besleme gerilim aralığıdır. 20.4.,28.8 volt arasındaki gerilimlerde çalışabilmektedir.

#### 1.3.2.2. Analog Çıkış Bölümü

Kullanılan değişkenler EM 232 analog çıkış(2 çıkış), EM 235 analog giriş ve çıkış (kombinasyon-4 giriş/1 çıkış) örnek alınarak yazılmıştır.

- **Analog veri çıkış sayısı:** Dış ortamda kullanılan analog ölçü aletleri, frekans çeviriciler vafler, devir sayısı ayarı yapan motorlar gibi kaç adet cihazın kumanda edileceğini gösterir. 2 Analog çıkışlı analog modül gibi.
- **Çıkış sinyal alanları:** Bu sinyaller CPU işlemcisinden aldığı sayısal verileri, gerilim veya akımla orantılı olarak çevirebileceği değer aralıklarını ifade eder. Piyasada kullanılan analog çıkış modülleri şu gerilim ve akım değerliklerini kullanırlar.
  - **Gerilim:** 1-5 VDC, 0-10 VDC, -10-10 VDC vb. EM 232 ve EM235 de ise analog gerilim çıkış sinyal aralığı  $\pm 10V$ 'tur.
  - **Akım:** 0-20 mA, 4-20 mA gibi değerlerle standartlaştırılmışlardır. EM 232 ve EM235 de ise analog akım çıkış sinyal aralığı 0-20 mA'dir.
- **Çözünürlük:** Analog giriş modülünde olduğu gibi aynı değerlere sahiptir. EM 232 ve EM235 de gerilim çözünürlüğü 12 bit, analog akım çözünürlüğü ise 11 bit olarak kullanılmaktadır.
- **Sayısal / Analog çeviri sistemi:** Sayısal değerleri analog değerlere çevirirken kullandığı sayı sistemlerini gösterir. Genelde tüm analog çıkış modülleri 16 bit binary(ikili) yani 4 dijit heksadecimal (16'lık) sayı sistemlerini kullanırlar.
- **Çeviri zamanı:** Sayısal değerleri analog değerlere çevirirken harcadığı süreyi belirtir.
- **İzolasyon (yalıtım) yöntemi:** Analog giriş çıkış klemens bağlantıları ve dahili devreler arasında genellikle opto kuplör izolasyon sistemi kullanılır.
- **Giriş ve çıkışlarda güç birimi ile elektronik birimlerin elektriksel olarak izolasyonu yapılır.** Böylece merkezi işlem biriminin (CPU) güç kısmının korunması sağlanmış olur.
- **Maksimum yük:** EM 232 ve EM235 de gerilim çıkışı olarak 5000 ohm (minimum), akım da ise 500 ohm(minimum)'luk yükler bağlanabilir.

Şimdi de analog modüller üzerindeki anahtar(swich) ve jumperlerin anlamlarına bakalım; EM 235 analog giriş çıkış modülü üzerinde 6 adet anahtar bulunmaktadır.

- **AN6:** Bu anahtarı açık veya kapalı yaparak sayısal değerini işaretli(çift kutuplu) veya işaretsiz olması sağlanır. ON ise tek kutuplu, OFF ise çift kutuplu olur.
- **AN4, AN5:** Analog giriş modülünün kazancını değiştirmek için bu anahtarlar kullanılır. x1, x10, x100 gibi katsayılarla kazancı değiştirir.
- **AN1,AN2,AN3:** Bu anahtarlarla tam skala (ölçme alanı) değiştirilebilir.

Anahtar durumları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

TEK KUTUPLU (UNIPOLAR)							
Tam skala (Full scale)	Çözünürlük (Resolution)	AN1 (SW1)	AN2 (SW2)	AN3 (SW3)	AN4 (SW4)	AN5 (SW5)	AN6 (SW6)
0...50 mV	12.5	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON
0...100 mV	25	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
0...500 mV	125	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
0...1 V	250	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON
0...5 V	1.25	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
0...10 V	2.5	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
0...20 V	2.5	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

**Tablo 1.3: Siemens EM 235 analog giriş çıkış modülü tek kutuplu çalışma anahtar konum tablosu**

ÇİFT KUTUPLU (BIPOLAR)							
Tam skala (Full scale)	Çözünürlük (Resolution)	AN1 (SW1)	AN2 (SW2)	AN3 (SW3)	AN4 (SW4)	AN5 (SW5)	AN6 (SW6)
± 25mV	12.5 µV	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
± 50 mV	25 µV	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF
± 100 mV	50 µV	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
± 250 mV	125 µV	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
± 500 V	250 mV	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
± 1 V	500 mV	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF
± 2.5 V	1.25 mV	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
± 5V	2.5 mV	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
± 10 V	5 mV	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF

**Tablo 1.4: Siemens EM 235 Analog giriş çıkış modülü çift kutuplu çalışma anahtar konum tablosu**

Yukarıdaki tabloyu bir örnekle açıklayalım:

Ölçme alanımız (tam skala değeri) 0...5 V ve tek yönlü(unipolar-kutup) olsun. Bu durumda anahtarlarımızın konumu SW6 ve SW1 ON, diğer anahtarlarımız OFF şeklinde düzenlenmiştir.

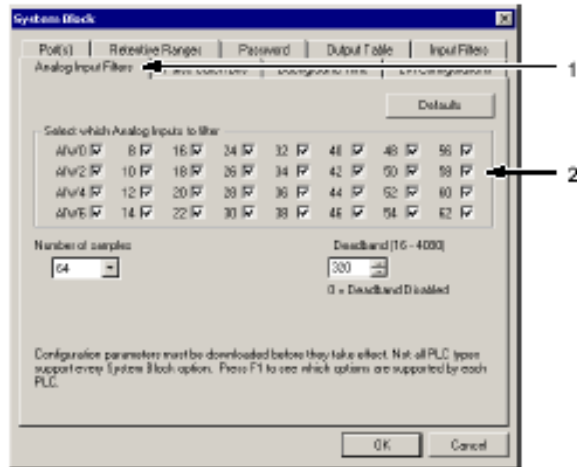
### 1.3.3. Analog Girişlerin Filtrelenmesi

S7-200'ün işletim sistemine entegre edilmiş bir yazılımla herbir analog girişin filtre edilebilmesi mümkündür. Filtre edilmiş değer, seçilen örnekleme sayısındaki analog değerlerin ortalamasıdır. Girilen örnekleme zamanı ve ölü bant, tüm seçilen analog girişlere uygulanır.

Büyük değişimlerin süratle fark edilmesi amacıyla filtre, hızlı yanıt imkanı sunar. Analog giriş değeri ortalamadan belli bir miktardan fazla değişirse, filtre çıkışı derhal yeni değere ulaşacak şekilde güncelleşir. Ölü bant denen girişteki bu değişim, analog değerın dijital karşılığı cinsinden tanımlanır. Başlangıçtaki ayarlar tüm analog girişlerin filtre edilmesi şeklindedir. Bilgisayar ayarları şu sıralamada yapılır.

- View>component >System Block menü komutu seçilir ve Analog Input Filters bölümü tıklanır.
- Filtrelemek istediğiniz analog girişleri, örnekleme sayısını ve ölü bandı seçin.
- OK'ı tıklatın.
- Değiştirmiş olduğunuz sistem bloğunu S7-200'e yükleyin.

**Not:** Termokupl ve RTD modüllerinde analog filtre kullanılmaz.



Resim 1.5: Analog giriş filtresi

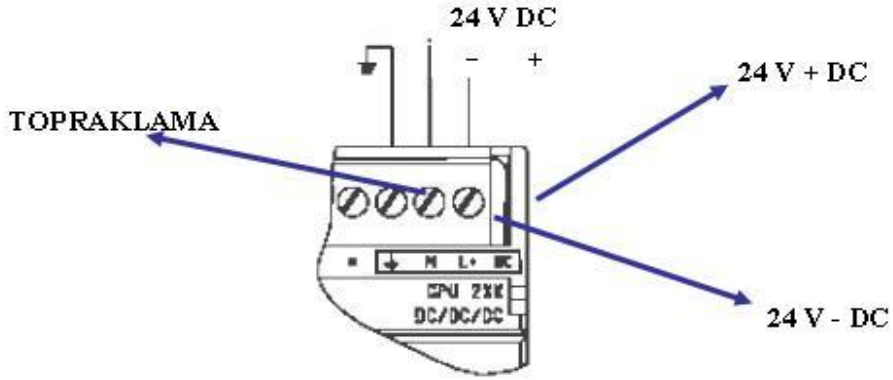


## 1.4. Analog Modüllerin PLC ve Çevre Elemanları ile Bağlantısı

Öncelikle PLC'mizin CPU'sunun bağlantılarını yapalım. Yapacağımız örnekte S7-200 CPU kullanılacaktır.

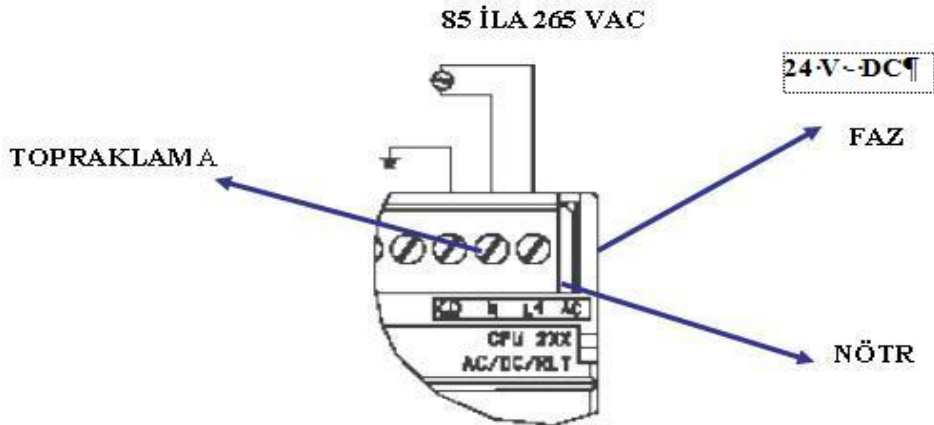
S7-200 CPU Enerji Bağlantıları:

Öncelikle CPU'yu bir şebekeye yani güç kaynağına bağlayalım. CPU'ların AC (alternatif akım) ve DC (Doğru akım) modelleri bulunmaktadır. Enerji bağlantı şemaları aşağıya çizilmiştir.



Şekil 1.5: DC bağlantı  
(CPU 2XX DC/DC/DC modeli kullanılmıştır)

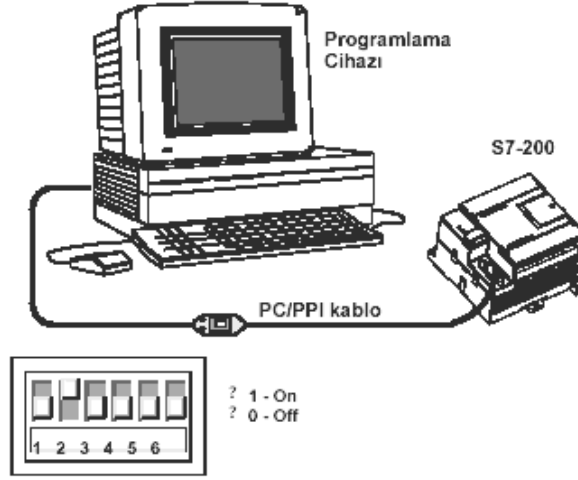
Yukarıdaki şemada görüldüğü gibi DC montajda klemenslere 24 voltluk DC gerilim uygulanır.



Şekil 1.6: AC bağlantı  
(CPU 2XX AC/DC modeli kullanılmıştır)

Yukarıdaki şemada görüldüğü gibi AC montajda klemenslere 85 ile 265 volt arası AC gerilim uygulanabilir. CPU'muzu yerine takarken veya sökerken enerjinin kapalı olmasına çok dikkat etmeliyiz.

#### 1.4.1. S7-200 CPU'YA PC/PPI Kablosu Bağlama



Şekil 1.7: PC/PPI kablolarının bağlantıları

PLC'ye yüklenmesi gereken devreler öncelikle bilgisayarda yazılmakta daha sonra bu bilgiler PC/PPI kabloları vasıtasıyla iletişim sağlanarak PLC'ye gönderilmektedir. Bu işlemler için bilgisayarımızda veya programlama cihazında 25 pin adaptörlü port veya 9 pin seri portun kullanılması gerekir.

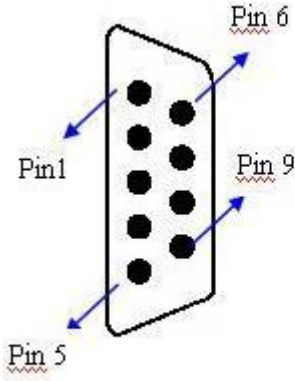
PC/PPI kablolarını bağlamak için şu sırayı takip edilir.

RS-232 konnektörünü programlama cihazının veya bilgisayarın seri portuna (com1 olabilir) bağlanır.

- RS-485 konnektörü S7-200 PLC'nin port 0 veya port 1'ine bağlanır.
- PC/PPI kablosu üzerinde bulunan DIP sviçlerin(anahtarlar) yukarıdaki şekilde olduğu gibi olması gerekir.

PC/PPI programlama kablosu bilgisayarı S7-200'e bağlamak için kullanılan en yaygın ve ekonomik kablodur. Bu kablo, bir taraftan PLC'ye diğer taraftan bilgisayarın seri (com) portuna bağlanmaktadır. PC/PPI programlama kablosu sadece programlama amaçlı değil, PLC'nin diğer cihazlara (modem gibi) bağlantısı için bir çevirici olarak da kullanılabilir. Ayrıca iletişim için MPI ve PROFIBUS-DP kabloları da kullanılabilir. Ancak MPI kablosunu kullanmak için, bilgisayara bir CP kartı takılmalıdır. CP kartı daha yüksek iletişim hızlarında bağlantı için gerekli donanımı vardır ve yüksek hızlarda şebekeye bağlanabilir. Aşağıdaki resimde pin numaralarının görünüşü, tabloda bu numaraların anlamları verilmiştir.

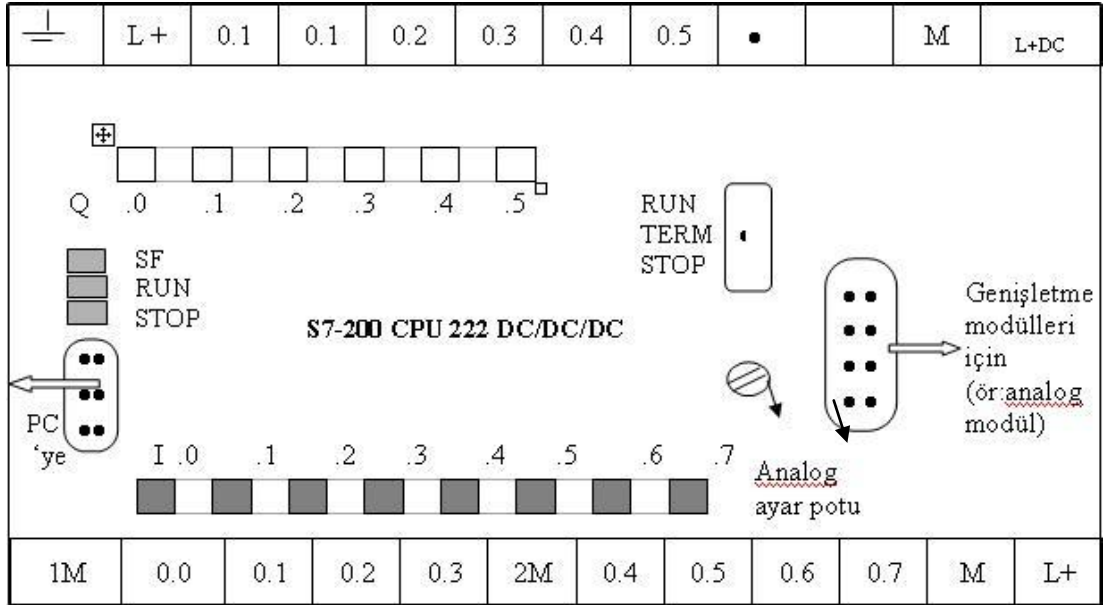
### İLETİŞİM SERİ PORTU



PİN NO	PROFIBUS SINYALI	Port 0/port1
1	Ekran	Şase
2	24 V dönüş	Lojik ortak nokta
3	RS-485 sinyal B	RS-485 sinyal B
4	Gönderim isteği	RTS(TTL)
5	5 V dönüş	Lojik ortak nokta
6	+5 V	+5 V
7	+24 V	+24 V
8	RS-485 A sinyali	RS-485 A sinyali
9	Uygulanabilir değil	10 bit protokol seçimi(giriş)

**Tablo 1.5: Pin numaralarının görünüşü**

CPU'nun modelleri üretilirken dijital giriş çıkış sayıları mevcuttur. Aşağıda böyle bir CPU'nun (s7-200 CPU 222 dc/dc/dc) üst görünüşü verilmiştir. Bu model 8 sayısal giriş (I0.0, I0.1..gibi) ve 6 sayısal çıkışlı (Q0.0, Q0.1..gibi) bir PLC'dir.

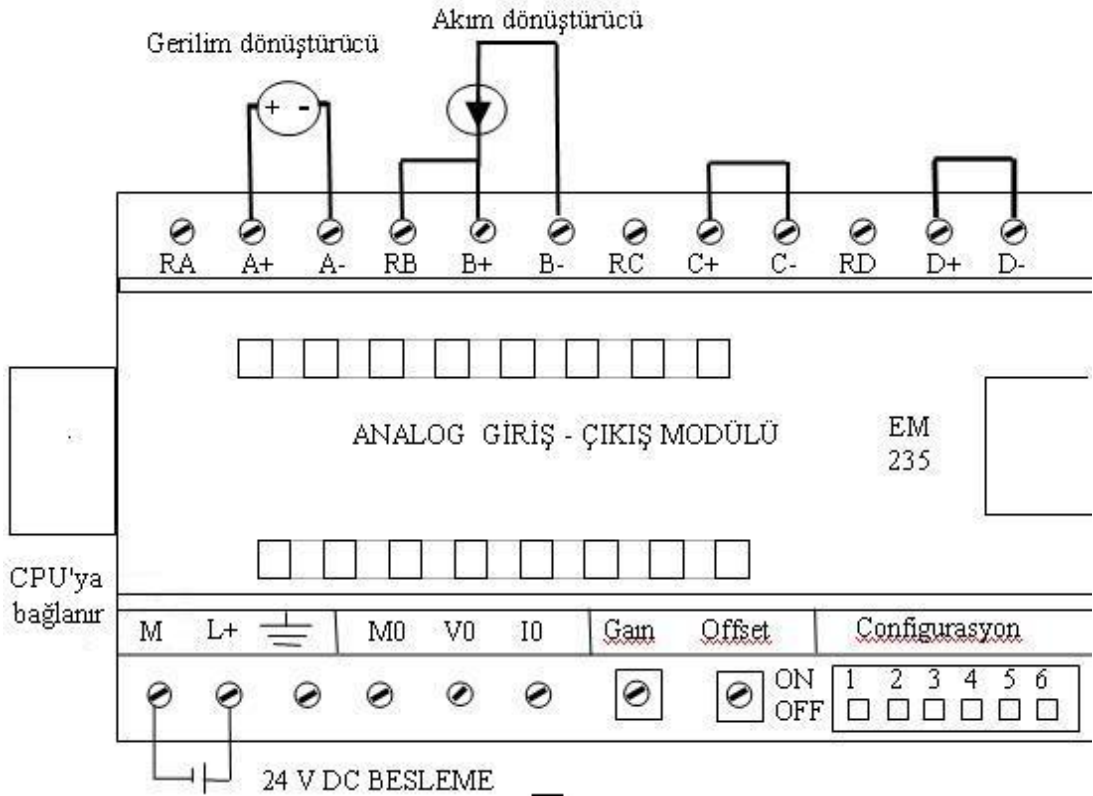


**Şekil 1.8: S7-200 CPU 222 DC/DC/DC üst görünüşü**

Sağ tarafta bulunan (genişleme modülleri için yazan yer) sokete analog modülümüzün dişi konnektörü takılmak suretiyle donanım bağlantısı sağlanmış bulunmaktadır.

Ancak giriş ve çıkış sayıları yeterli olmadığı devrelerde, daha fazla sayıda giriş ve çıkış elde edebilmek için analog veya sayısal giriş çıkışlar eklenerek artırılabilir. Bunlara ek modül denir. CPU 226 ve 224'e 7 adet ek modül, CPU 222'ye 2 adet ek modül bağlanabilir. Ancak 221 'nin ek modül bağlama özelliği yoktur.

Aşağıda EM 235 ek analog giriş çıkış modülünün üst görünüşü bulunmaktadır.

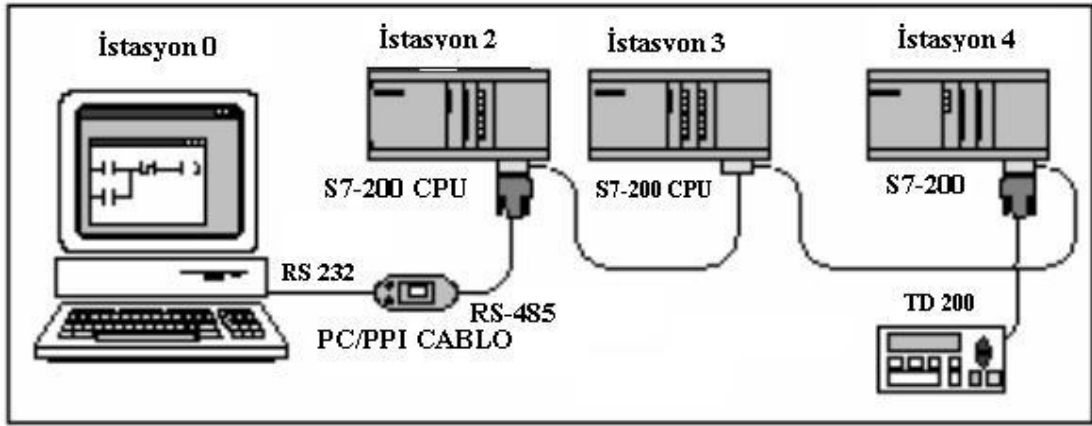


Şekil 1.9: Analog giriş çıkış modülü (EM 235) üst görünüşü çizilmiştir

Sol tarafta bulunan (CPU'ya bağlanır yazan yer) sokete CPU'nun erkek konnektörü takılmak suretiyle donanım bağlantısı tamamlanmış olur.

### 1.4.2. Birden Fazla PLC'nin Bir Bilgisayara Bağlanması

Sistemimizde 3 adet PLC, bir adet TD 200(Programlama Cihazı-TEXT DİSPLAY) ve bir adet de bilgisayar kullanılmıştır. Burada PC/PPI kablosu ile bilgisayarımız ve TD 200 programlama cihazı CPU'larla haberleşmektedir. Ana cihaz olarak bilgisayarı veya programlama cihazını seçebiliriz. Bilgisayarımızda yüklü bulunan MicroWIN 32 programıyla konfigürasyon ayarları yapmak gerekmektedir. View – Communications menülerinden girilir. Burada communication setup penceresindeki sağ üste bulunan setting the PG/PC Interface diyolog kutusu açılır. Bu pencerede PC/PPI cable seçilerek install yapılır. Programlama cihazının istasyon adresi istasyon 0 olarak seçilmelidir.



Şekil 1.10: Birden fazla PLC'nin bir bilgisayara bağlanması

TD 200, yalnızca S7-200 PLC'sine bağlanabilir bir programlama cihazıdır. 2 satırlık, her satırında 20 karakter yer alan metin gösterge(programlama) aletidir. Bu cihazla proje uygulamasındaki değişkenleri izleyebilir ve değiştirebiliriz.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeninizin kontrolünde PLC cihazınıza analog modülünüzün bağlantısını aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elinizdeki modülün analog giriş mi yoksa analog çıkış mı olup olmadığını belirleyiniz.</li><li>➤ Analog modülü kablosunu CPU'ya bağlayınız.</li><li>➤ CPU'dan bilgisayara rs232 kablosu aracılığıyla bağlantınızı yapınız. Yaptığınız işlemin doğruluğunu arkadaşlarınızın çalışmalarını ile karşılaştırınız.</li><li>➤ Isı ölçümleri için kullandığınız algılayıcıya uygun analog modül kullanıp kullanmadığınızı kontrol ediniz.</li><li>➤ Analog sayısal çevirici kalibrasyon ayarına bakınız.</li><li>➤ PLC'ye yapılan tüm bağlantıları kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analog modül üzerindeki teknik bilgilerden faydalanarak (AIW0, giriş-AOW0, çıkış) belirleyebilirsiniz.</li><li>➤ CPU üzerindeki sağ tarafta bulunan sokete analog modülünün veri kablosunu bağlayınız.</li><li>➤ RS-232 konnektörünü bilgisayarın seri portuna (com1) bağlayınız.</li><li>➤ Pt 100 ısı sensörü RTD modülüne gerilim üreten ısı dönüştürücüleri ise termokupl modülüne bağlanır.</li><li>➤ Giriş kalibrasyon ayarı yapılırken modülün enerjisi kesilir. Ofset potansiyometresi sağa sola çevrilerek okunan değer sıfır olması sağlanır.</li><li>➤ DIP anahtarının doğru konumda olup olmadıklarını kontrol ediniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Analog modüle sayısal algılayıcı bağlanır.
2. ( ) Analog girişe bağlanan basınç dönüştürücüden gelen doğrusal değerleri ADC aracılığıyla sayısal bilgiye çevirir.
3. ( ) Analog modülde CPU'dan ayrı olarak bir tarama zamanı vardır.
4. ( ) Frekans konvertörü analog giriş modülüne bağlanır.
5. ( ) Devir sayısı ayarı yapılacak motorlar analog çıkış modülüne bağlanır.
6. ( ) Termokupl yardımıyla basınç ölçülebiliriz.
7. ( ) RTD modülü sıcaklık ölçümlerinde kullanılır.
8. ( ) EM 231 analog modülünün  $\pm 10$  volt analog sinyal giriş alanı vardır.
9. ( ) 32767 sayısının 16'lık sayı sisteminde 7FFF'e karşılık gelir.
10. ( ) LM 235 her 1  $^{\circ}\text{C}$ 'lik ısı artışında 10 mV gerilim vermektedir.
11. ( ) EM 231 ve EM 235 Analog modüllerinde 4'er adet analog çıkış vardır.
12. ( ) Termokupl ve RTD modülünde analog filtre kullanılmaz.
13. ( ) RS-232 konnektörü programlama cihazına veya bilgisayarın seri portuna(com1) bağlanır.
14. ( ) CPU 221'in ek modül bağlama özelliği yoktur.
15. ( ) Pt 100 RTD modülüne bağlanır.

### 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 dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında analog verinin niteliğine göre dönüştürme hesaplarını yaparak PLC programını yazacak sistemi kurup hatasız olarak çalıştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Analog veri, sayısal veri kavramlarını araştırmalısınız.
- Analog sayısal, sayısal analog dönüştürme hesapları için yapılar öğrenmelisiniz.
- Analog uygulamalı örnekleri incelemelisiniz.

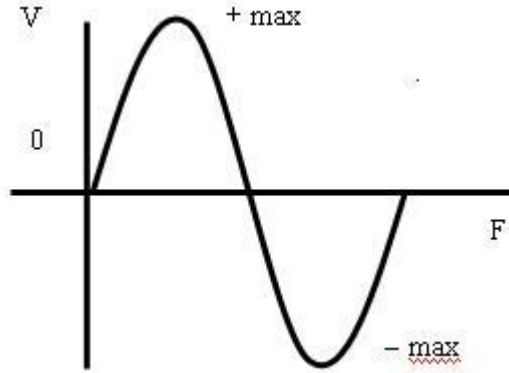
Araştırma işlemleri için öncelikle ön bilgi alınması açısından internet ortamının kullanılması gerekmektedir. Daha sonra PLC malzemeleri satan firmaları gezerek bilgi almanız sizin ufkunuzu açacaktır. Ayrıca PLC kullanan sanayideki fabrikalara teknik gezi yapmanız gerekir. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş gurubunuz ile paylaşınız.

## 2. ANALOG İŞLEMLER

### 2.1. Analog Veri

Günlük yaşamımızda kullandığımız birçok büyüklük, analog veri olarak ortaya çıkar. Örneğin; sıcaklık (ısı), basınç, ağırlık, sıvı seviye, nem, ışık gibi büyüklükler hep analog olarak değişirler. Bunlarda sadece 0 ve 1 gibi iki değer değil, minimum ile maximum arasında çok geniş bir yelpazede çeşitli değerler söz konusu olabilir. Mesela bir ısı 30 °C olabileceği gibi, 50 °C, 100 °C da olabilir. Ayrıca bir basınç 15 bar, 40 bar veya 100 bar da olabilir. Analog veriler, aniden değişebilen sinyallere sahiptirler.





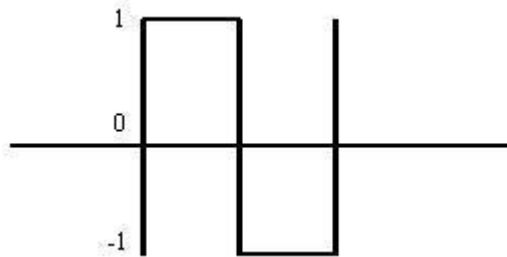
**Şekil 2.1: Analog sinyal**

Çevredeki fiziksel değişiklikler (ısı, basınç, ağırlık), algılayıcı veya dönüştürücüler kullanılarak elektrik gerilimine çevrilir. Bu gerilim analog bir gerilimdir. Daha sonra bu analog gerilim analog/sayısal (A/D) çevrici yardımıyla sayısalıya çevrilir. Dijital sistem bu bilgiyi işler ve bir sonuç elde eder. Bu sonuç dijital veya analog olarak değerlendirilmek istenebilir. Eğer elde edilen sonuç analog olarak değerlendirilecekse tekrar analoga çevrilmesi gerekir.

## 2.2. Dijital (Sayısal) Veri

Sayısal sistemler, iki seviyeli elektrik palsleri halinde bilgilere sahiptir. Sayısal devrelerde ve bilgisayarlardaki sinyaller sayısalıdır. Sayısal sistemler bilgiyi daha güvenli, çok daha hızlı çözümleme ve sonuç verme özelliklerine sahiptir.

Sayısal sinyallerde minimum (0) ve maksimum (1) değerler söz konusudur, yani bir veya sıfır ikili değerlerini gösteren iki seviyeden birisindedir. Elektrik veya elektronik devreleri analiz ederken lojik devre mantığından faydalanılır. Örneğin; bir anahtardan bahsedilirken anahtar kapalı olduğu durum (ON) için lojik “1”, anahtarın açık olduğu durum (OFF) için lojik “0” kullanılır. Sayısal sinyaller “var-yok” mantığına dayalı olarak kontak açık/kapalı bilgisini taşır. Ayrıca mantık 1 ve 0 olarak değerlendirilen durumlardır.



**Şekil 2.2: Sayısal sinyal**

## 2.3. Analog Dijital Dönüştürme Hesapları

Algılayıcıların ürettikleri gerilimlerin analog modülünde sayısal karşılıklarının bulunması için veri alanının ve analog modülün kaç bitlik olduğunun bilinmesi gerekir.

### 2.3.1. 12 Bitlik Bir Analog Modülün Hesaplamaları

0 - + 5 V arası gerilim veren bir dönüştürücünün sayısal karşılığını hesaplayalım. Önce gerilime göre çözünürlüğü hesaplanması gerekir.

$$\text{ÇÖZÜNÜRLÜK} = \frac{\text{TamSkalaGerilim}}{2^n - 1} = \frac{5}{4096 - 1} = \frac{5}{4095} = 0,0012V = 1,2mV$$

Algılayıcı 3 V (3000 mV) verdiğiğinde sayısal karşılığı :

Sayısal karşılık: algılayıcının değeri / bit başına çözünürlük = 3000 / 1.2 = 2500

Tabloda veri adreslemesi ise

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ = 2500**

Algılayıcı 1 V (1000mV) verdiğiğinde sayısal karşılığı;

Sayısal karşılık: algılayıcının değeri / bit başına çözünürlük 1000 / 1.2 = 833

Tabloda veri adreslemesi ise;

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ= 833**

### 2.3.2. 8 Bitlik Bir Analog Modülün Hesaplamaları

0 - +10 V arası gerilim veren bir dönüştürücünün sayısal karşılığını hesaplayalım.

$$\text{ÇÖZÜNÜRLÜK} = \frac{\text{Tam Skala Gerilim}}{2^n - 1} = \frac{10}{2^8 - 1} = \frac{10}{256} = 0,0392V = 39,2mV$$

n:bit adres değerliğini göstermektedir.

Algılayıcı 0 V verdiğiğinde sayısal karşılığı :

Sayısal karşılık: algılayıcının değeri / bit başına çözünürlük = 0 / 39,2 = 0

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ = 0**

Dönüştürücü 1.5 V verdiğiğinde sayısal karşılığı :

Sayısal karşılık: algılayıcının değeri / bit başına çözünürlük = 1500 / 39.2 = 38

Tabloda veri adreslemesi ise;

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	1	0	0	1	1	0
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ = 38**

Algılayıcı 10 V verdiğiğinde sayısal karşılığı :

Sayısal karşılık: algılayıcının değeri / bit başına çözünürlük = 1000 / 39.2 = 255

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ= 255**

## 2.4. Dijital Analog Dönüştürme Hesapları

### 2.4.1. 12 Bitlik Analog Modüller

- Tam skala alanımızı 0 - + 10 V arası olarak dijital analog dönüştürme hesaplarımızı yapalım.

Analog dijital çevirmede olduğu gibi önce gerilime göre çözünürlüğün hesaplanması gerekir.

$$\text{ÇÖZÜNÜRLÜK} = \frac{\text{TamSkalaGerilim}}{2^n - 1} = \frac{10}{4096 - 1} = \frac{10}{4095} = 0,024V = 2,4mV$$

**n:** Bit adres değerliğini göstermektedir.

Bütün bitlerimizi dijital 0 olarak girerek analog çıkış gerilimimizi hesaplayalım.

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

$$= 0 \quad 2,4 \times 0 = 0 \text{ mV}$$

Değerliklerimizi aşağıdaki veri alanında olduğu gibi düzenlersek;

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0

**SONUÇ:**  $128 + 32 + 8 = 168$      $2,4 \times 168 = 403 \text{ mV}$  analog çıkış gerilimimiz.

Başka bir veri alanında ise sayısal değerlerimizi aşağıdaki gibi girersek;

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ:**  $512 + 256 + 16 + 1 = 785$      $2,4 \times 785 = 1884 \text{ mV}$  analog çıkış gerilimimiz.

- Tam skala alanımızı -10 V - + 10 V arası olarak (çift kutuplu) sayısal /analog dönüştürme hesaplarımızı yapalım.

$$\text{ÇÖZÜNÜRLÜK} = \frac{\text{Tam Skala Gerilim}}{2^n - 1} = \frac{20}{4096 - 1} = \frac{20}{4095} = 0,048V = 4,8mV$$

**n:** Bit adres değerliğini göstermektedir.

Bütün bitlerimizi dijital 0 olarak girerek analog çıkış gerilimimizi hesaplayalım.

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

$$= 0 \quad 4,88 \times 0 = 0 \text{ mV analog çıkış gerilimimiz.}$$

Değerliklerimizi aşağıdaki veri alanında olduğu gibi düzenlersek;

2048 1024 512 256 128 64 32 16 8 4 2 1

0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ ;**  $64 + 32 + 4 = 100 \quad 4.88 \times 100 = 488 \text{ mV analog çıkış gerilimimiz.}$

Başka bir veri alanında ise;

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ:**  $1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 2047$

$4.88 \times 2047 = 9989 \text{ mV} = 9,9 \text{ V}$  Analog çıkış gerilimimiz.

Çift kutuplu gerilim üreten algılayıcılarda 12.bit ön işaret bitidir. Yani – işaret verir ve o işarete göre toplama yapılır.

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

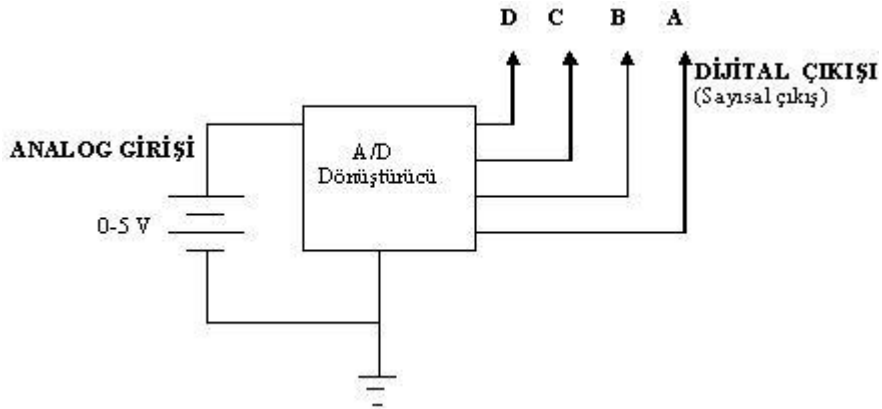
**SONUÇ** = - 2048  $4.88 \times -2048 = - 9994 \text{ mV} = -9.9 \text{ V}$  analog çıkış gerilimimiz.

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

**SONUÇ** = - 1 ( -2048 + 2047)  $4.88 \times -1 = -4.88 \text{ mV}$  analog çıkış gerilimimiz.

## 2.4.2. Analog Sayısal Dönüştürücüler

Bir fiziki sistemden alınan analog verileri sayısal bilgilere çeviren sistemlere Analog/Dijital (sayısal) konvertörler (çeviriciler) denir. Analogdan sayısal çeviriciler, bir doğrusal değerleri sayısal değerlere çevirirler. Sıcaklık algılayıcısı olan termokupl ısıya bağlı olarak çıkışında ürettiği analog gerilimi, sayısal bilgiye çeviren sistemleri analog sayısal dönüştürücülere örnek olarak gösterebiliriz. Kısaca ADC olarak yazılır.



Şekil 2.3: Analog / sayısal çevirici mantık blok diyagramı

Analog/sayısal çeviricilerde analog giriş sinyali değişen bir değerdir. Yukarıdaki blok şemada giriş gerilimi 0 volt ile +5 volt arasında değişmekte ve bu arada bulunan herhangi bir değeri almaktadır. Çıkış ise girişteki analog değere bakarak bir binary (ikili) sayı üretir.

Aşağıdaki tabloda da analog giriş değerlerine göre, çıkışta elde edilen binary sayılar bulunmaktadır. Tablodan takip edildiğinde girişe uygulanan 0 volt çıkışta sayısal değer olarak 0000, +5 volt ise 1111 binary sayısı olarak gözükmektedir.

Analog Giriş	Sayısal Çıkış			
Volt	D	C	B	A
0	0	0	0	0
0,333333	0	0	0	1
0,666666	0	0	1	0
0,999999	0	0	1	1
1,333332	0	1	0	0
1,666665	0	1	0	1
1,999998	0	1	1	0
2,333331	0	1	1	1
2,666664	1	0	0	0
2,999997	1	0	0	1
3,33333	1	0	1	0
3,666663	1	0	1	1
3,999996	1	1	0	0
4,333329	1	1	0	1
4,666662	1	1	1	0
5.0	1	1	1	1

**Tablo 2.1: Analog sayısal çevirici tablosu**

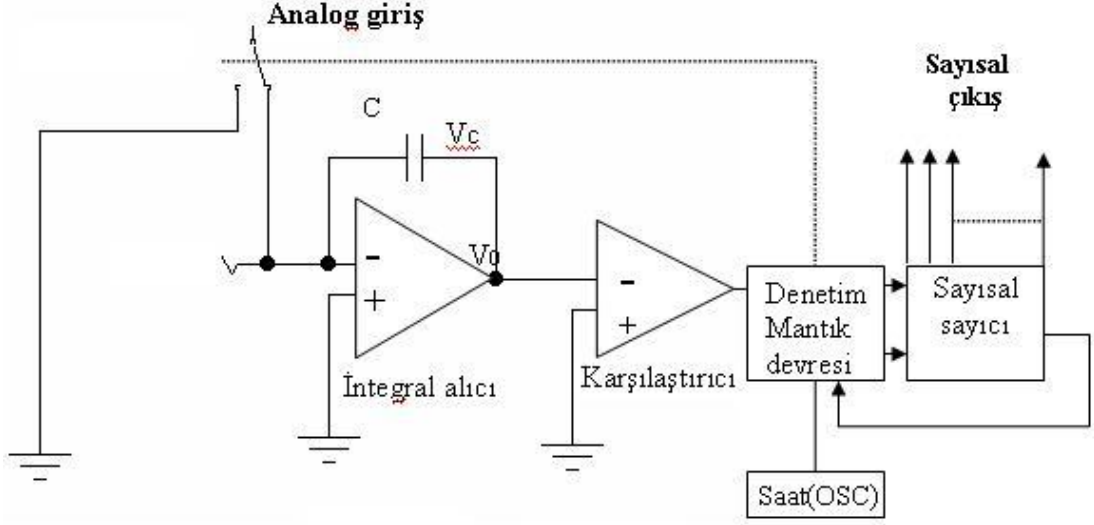
Analog / sayısal çeviricilerde analog giriş sinyali değişen bir değerdir. Yukarıdaki blok şemada giriş gerilimi 0 volt ile +5 volt arasında değişmekte ve bu arada bulunan herhangi bir değeri almaktadır. Çıkış ise girişteki analog değere bakarak bir binary sayı üretir. Tabloda da analog giriş değerlerine göre, çıkışta elde edilen binary sayılar bulunmaktadır. Tablodan takip edildiğinde girişe uygulanan 0 volt çıkışta dijital değer olarak 0000, +5 volt ise 1111 binary sayısı olarak gözükmektedir.

#### 2.4.2.1. Çift Eğimli Çevirici

Analog gerilimlerin sayısal değerlere çevrilmesinde çokça kullanılan yöntemlerden biridir. Çevirilecek analog gerilim, bir S anahtarı ile integral alma veya rampa üreteç devresine uygulanır.  $V_0$  gerilimi yükselmeye başlar. Sabit bir zaman aralığından sonra fet transistörü anahtarlanır ve girişi şaseye bağlayarak  $V_0$ 'yu düşürmeye başlar. Sayısal çıkış, integral alma devresinin hem pozitif hem de negatif eğim aralıkları sırasında çalışan sayıcıdan elde edilir.

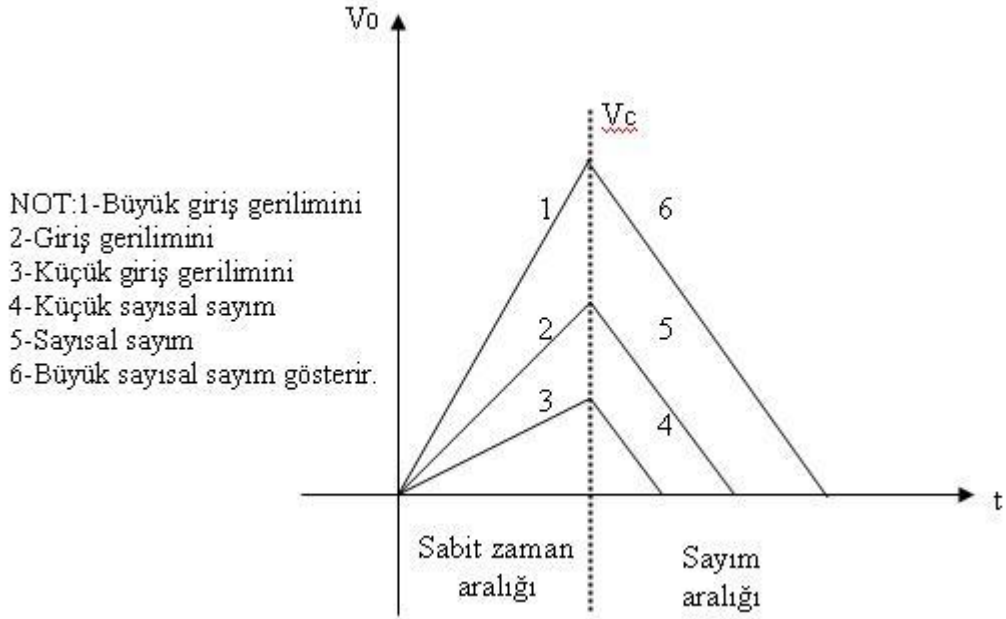
Çeviri işlemi şöyle gerçekleşir. Sabit zaman aralığında, integral alma devresine bağlı analog giriş gerilimi (C kondansatörünün şarj olmasıyla), karşılaştırıcıdaki gerilimi pozitif seviyeye yükseltir. Bu zaman aralığı sonunda elektronik anahtar (fet) girişi bir şaseye bağlar. Bu andan itibaren integral devresi çıkışı sabit bir hızla düşmeye başlar. Bu süre boyunca osilatörden gelen clock'lar kapıdan geçerek sayıcıyı saydırır.

Sayma, şase referans gerilimi ile yapıldığından analog giriş gerilimi ile gelebilecek parazitlerden sayıcımuza muhafaza edilmiş olur. İntegral alma devresi çıkışı 0 volt olduğunda karşılaştırıcının çıkışı, denetim mantık devresi (flip-flop) girişini lojik 0 yapar. Bundan sonra gelen osilatör clock'ları flip-flop'un konumunu değiştirerek Q çıkışını lojik 0 ve böylece Q çıkışını da lojik 1 yaparak sayma işlemini durdurur. Aşağıda çift eğimli çevirici mantık diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.4: Çift eğimli çevirici mantık diyagramı





Şekil 2.5: Çift eğimli çevirici mantık grafiği

#### 2.4.2.2. Merdiven Devresiyle Analog Sayısal Çevirici

Bu yöntemde sayıcı ve karşılaştırma devresiyle beraber merdiven tipi devre kullanılır. Sayısal sayıcı sıfırdan başlayarak yukarı doğru sayarken, sayıcının tetiklediği merdiven devresi, aşağıdaki şekilde inceleneceği gibi merdiven basamağı şeklinde çıkış gerilimi üretir. Bu gerilim her bir sayım adımında bir basamak artar. Basamak giriş gerilimi ve analog giriş gerilimini alıp karşılaştıran devre (karşılaştırıcı), giriş gerilimi basamak geriliminin altına düştüğünde sayımı durdurmak için bir sinyal üretir. İşte o andaki sayısal çıkış, sayıcının değeridir. Merdiven devresinin ürettiği sinyalin gerilim değişimi, merdiven devresine uygulanan referans gerilimine ve kullanılan sayım bitlerinin adetine bağlıdır. 5 voltluk bir referans gerilimli kullanarak 12 katlı bir merdiven devresini tetikleyen 12 katlı sayıcının her bir sayımının adım gerilimi aşağıdaki gibi hesaplanır.

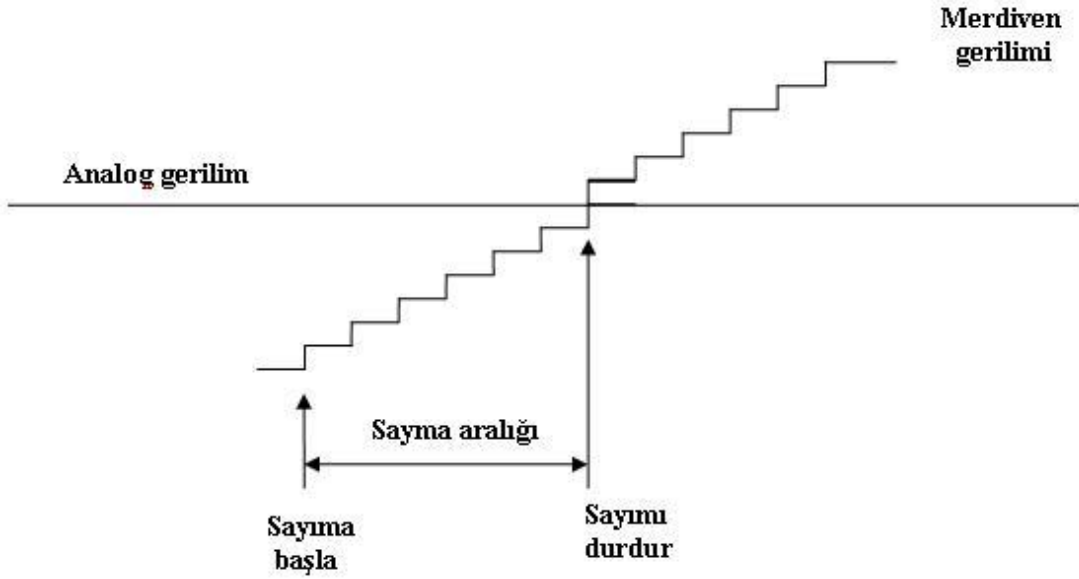
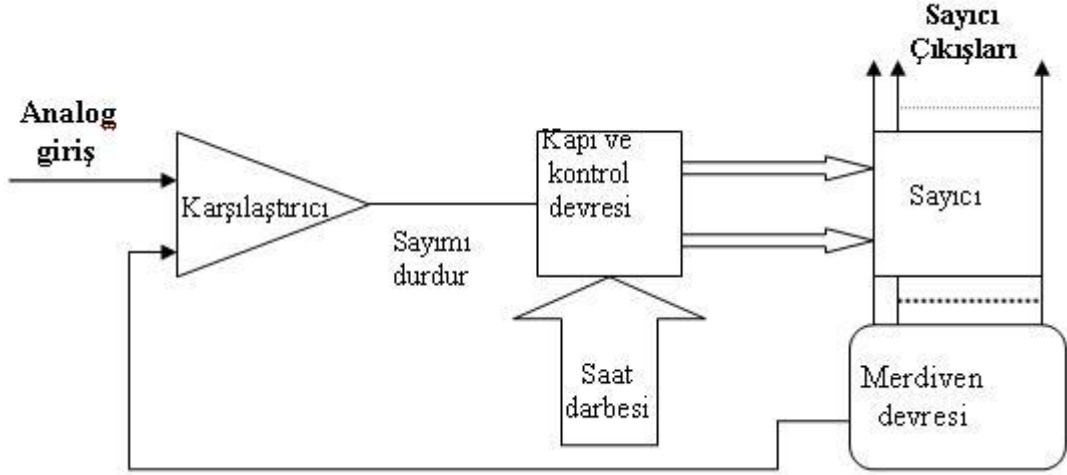
$$\frac{V_{ref}}{2^{12}} = \frac{5}{4096} = 1,2\text{mV}$$

Yani 1,2mV'luk çevirme çözünürlüğü verecektir. Sayıcının clock(saat) hızı, çeviriyi gerçekleştirmek için gerekli zamanı etkiler. 1 MHz'lik saat hızı ile çalışan 12 katlı bir sayıcının ihtiyaç duyacağı en fazla çeviri süresi;

$$4096 \times 1\mu\text{s} = 4096\mu\text{s} \cong 4.1\text{ms}$$

olarak gerçekleşir. Böylece saniyede gerçekleşebilecek en az çeviri sayısı ;

Çeviri sayısı=1/4.1 ms = 244 çeviri/saniye olur.

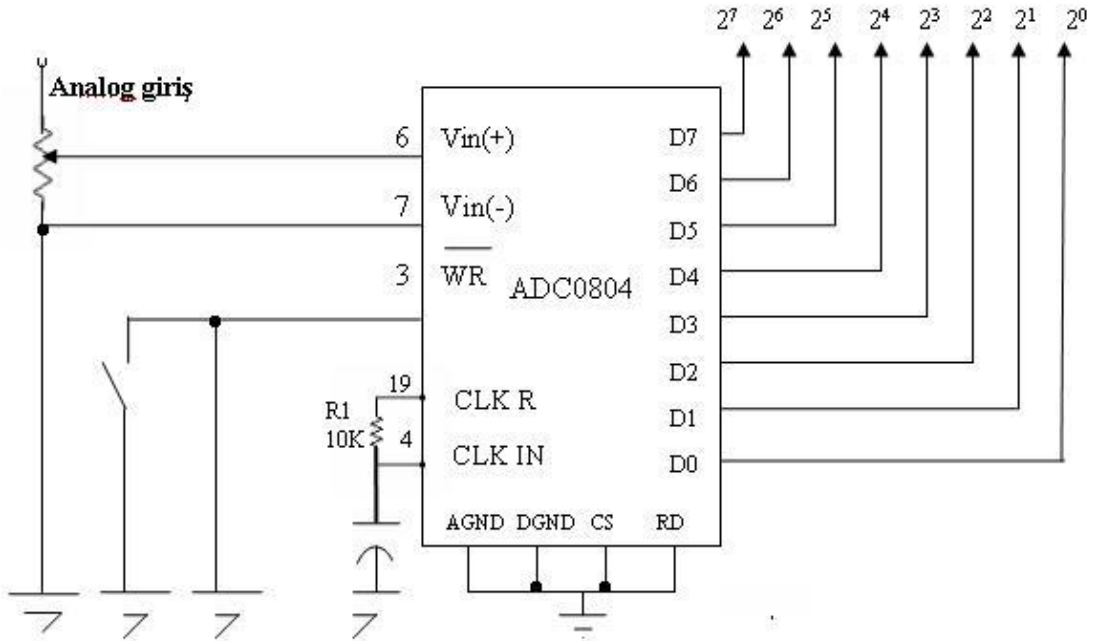


Daha yavaş bir saat hızı, saniyedeki çeviri sayısını azaltır. Daha az ayım katı ise kullanan bir çeviricinin saniyede gerçekleştireceği çeviri sayısı daha fazla olur.

### 2.4.2.3. 0804 Entegreli Analog Sayısal Çevirici

0804 Entegreli analog sayısal çevirici entegresi CMOS ailesinden olup mikroşlemci tipi bir entegredir. 0804 Entegreli analog sayısal çevirici devrelerinde, girişe 0 volt ile 5 volt arasında gerilim uygulanır. Çıkışı ise 8 bitlik bir binary sayıdır. Girişine 0 volt uygulandığında 00000000(8 bit) binary (ikilik) değeri elde edilir. Bu entegreli devrede her bir binary basamak 0.02 volt'luk gerilime karşılık gelir. Yani giriş gerilimi 0,02 volt olduğunda çıkış 00000001 olur. +5 volt'luk bir gerilim uygulandığında ise çıkış 11111111 binary sayısına tekabül eder. Aynı şekilde 1 volt uygulandığında 00110010 ikili değeri oluşur. Ayrıca bu entegrenin WR, RD,INTR, isimli ayakları sadece mikroşlemcili kontrollü devrelere kullanılır. Entegre içinde bulunan kare dalga üreticini 10 k direnç ve 150 pF'lık kondansatör aktif hale getirir. Z80, 8080, 8085 mikroşlemcilerine 0804 entegresi direk bağlanabilir.

Aşağıda 0804 entegreli analog sayısal çevirici şeması verilmiştir.



Şekil 2.8: 0804 entegreli analog sayısal çevirici şeması

### 2.4.3. Sayısal Analog Çeviriciler (DAC)

Sayısal özellikli sinyalleri doğrusal(analog) sinyallere çeviren devrelere denir. Kısaca DAC olarak adlandırılır. Örneğin CD-ROM'da depolanmış sayısal bilgilerin müzik olduğunu kabul edelim. Sayısal olarak saklanmış bilgiler (sesler) direk hoparlöre gönderilirse hiçbir şey anlaşılmaz. Anlaşılması için CD'den alınan sayısal sinyaller "sayısal analog çevirici" devresi üzerinden hoparlöre uygulanırsa tüm sesler kulağımız tarafından algılanır. Basit yapılı olanlarda opamp'lar kullanılır. 4 bitlik binary (ikili) sayıları sayısalan analoga çevirdiğimizi düşünelim. Girişte uygulayacağımız en düşük sayısal değer 0000 en yüksek değerde 1111 olacaktır. Çıkıştaki analog gerilim değerimizi de en düşük 0 V, en yüksekte 5 V olsun. İşte Girişe uyguladığımız en düşük sayısal değer olan (0000) 0 V'a en yüksek değerde (1111) 5 V değerine denk gelecektir. Aralardaki sayısal değerlerde ise çıkış gerilimi 0-5 volt arasındaki değerleri alır. Şimdi sayısal analog çevirici çeşitlerini inceleyelim.

#### 2.4.3.1. Merdiven Tipi (R-2R) Dirençli Sayısal Analog Çevirici

Çokça kullanılan bu yöntemde girişte bulunan dirençler, merdiveni andırır şekilde bağlanmış olup birbirinin iki katıdır. Bu yüzden R-2R tipi sayısal analog çevirici de denir. Aşağıdaki devrede 4 bitlik sayısal değeri, çıkışta analog bilgiye(gerilime) çevirir. Merdiven devresinde çıkış gerilimi sayısal giriş değeriyle orantılıdır ve aralarındaki formül şu şekildedir.

$$V_o = \frac{(A \times 2^0) + (B \times 2^1) + (C \times 2^2) + (D \times 2^3)}{2^4} \times V_{ref}$$

Referans gerilimini 16 volt, girişlerimizi de 0111 sayısal (binary) olarak girersek;

$$V_o = \frac{(0 \times 1) + (1 \times 2) + (1 \times 4) + (1 \times 8)}{16} \times 16 = 6V$$

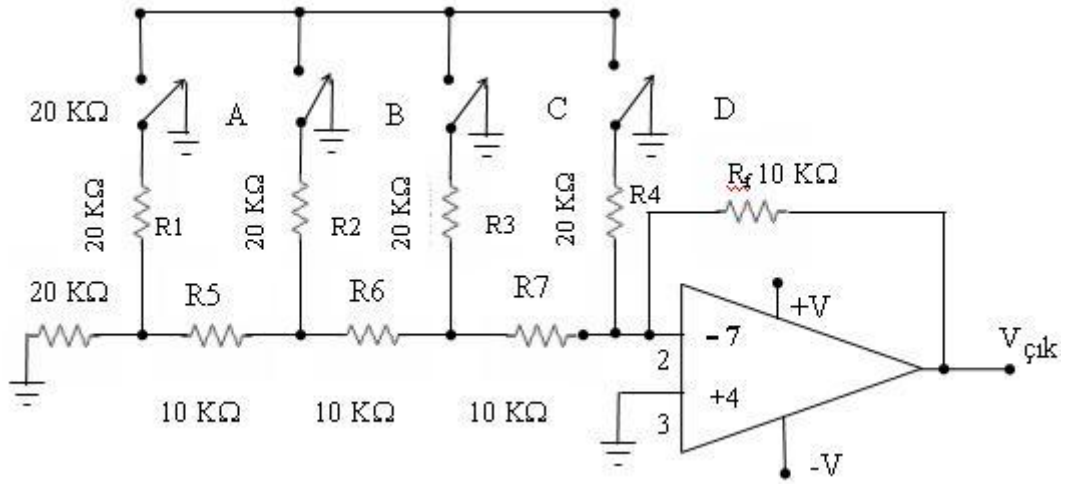
$V_0$  çıkış gerilimimiz 6 v olur. Bu devrede 0000'dan 1111'e kadar 16 farklı binary değerlerini,  $V_{ref}/16$  adım aralığı içinde 16 adet gerilim seviyelerinden birine çevirmektir. Merdiven parça adetimizi arttırsak daha büyük gerilim çözünürlüğü elde etmiş oluruz. Genel olarak ifade edersek n merdiven katı için gerilim çözünürlüğü şöyle bulunur.

$$\frac{V_{ref}}{2^n}$$

veya kirşofun akımlar kanunu uygularsak (bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı giden akımlara eşittir.)

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_F = \frac{V_A}{2R} + \frac{V_B}{2R} + \frac{V_C}{2R} + \frac{V_D}{2R} = -\frac{V_{ÇIK}}{R_F} \text{ buradan;}$$

$$V_0 = -\frac{R_f}{16R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D) \text{ olarak çıkar.}$$



**Şekil 2.9: Merdiven tipi (R-2R) dirençli sayısal analog çevirici devresi**

Ağırlıklı dirençli sayısal analog çeviriciden daha hassas çalışmaktadır. Devreye uyguladığımız referans gerilimimizi değiştirerek analog çıkış değerimizi değiştirebiliriz.

Yukarıdaki şekildeki merdiven tipi (R-2R) dirençli sayısal analog çevirici devresindeki değerleri aynen alıp referans gerilimimizi de 8 V kabul ederek çıkış gerilim değerlerimizi hesaplayalım.

Yukarıdaki devrede bulunan değişkenleri şu şekilde düzenlersek;

Giriş gerilimi:  $V_{ref} = 8 \text{ V}$ , Geri besleme direnci:  $R_f = 10 \text{ K}\Omega$ ,  $10 \text{ K}\Omega$ , luk dirençlere R dersek  
 $R = 10 \text{ K}\Omega$ ,

A anahtarı kapalı(1), diğer anahtarlar (B,C,D) açık(0) konumda iken (0001) ;

$$V_0 = - \frac{R_f}{16R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D)$$

$$V_0 = - \frac{10}{160} \times 8 \times (1 + 2.0 + 4.0 + 8.0)$$

$$= 0,0625 \times 8 \times 1$$

$$= 0,5 \text{ V}$$

Şimdi de anahtarlardan B'yi kapatıp diğer anahtarları açık tuttuğumuzu varsayalım. Yani girişten 0010 değerini uygulayalım.

$$V_0 = - \frac{R_f}{16R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D)$$

$$\begin{aligned} V_0 &= - \frac{10}{160} \times 8 \times (0 + 2.1 + 4.0 + 8.0) \\ &= 0,0625 \times 8 \times 2 \\ &= 1 \text{ V} \end{aligned}$$

Şimdi de tüm anahtarların kapalı konumunu hesaplayalım. Girişten 1111 değerini uygulayalım.

$$\begin{aligned} V_0 &= - \frac{R_f}{16R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D) \\ V_0 &= - \frac{10}{160} \times 8 \times (0 + 2.1 + 4.0 + 8.0) \\ &= 0,0625 \times 8 \times 15 \\ &= 7,5 \text{ V} \end{aligned}$$

Çıkış gerilim değerliklerimizi tablomuza yerleştirelim.

Sayısal Girişler				Analog Çıkış
D	C	B	A	Vçık
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0,5
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1,5
0	1	0	0	2
0	1	0	1	2,5
0	1	1	0	3
0	1	1	1	3,5
1	0	0	0	4
1	0	0	1	4,5
1	0	1	0	5
1	0	1	1	5,5
1	1	0	0	6
1	1	0	1	6,5
1	1	1	0	7
1	1	1	1	7,5

**Tablo 2.2: Merdiven tipi (R-2R) dirençli sayısal analog çevirici (dört bit girişli) Analog-dijital çevirici çıkış gerilim değerleri**

### 2.4.3.2. Ağırlık Dirençli Sayısal Analog Çevirici

Bu çeşit sayısal analog çeviricide, girişlerde bulunan dirençler giriş sinyalinin sayısal ağırlığına göre hesaplanır. Opamp ise toplayıcı olarak kullanılmıştır. Girişe uygulanan mantık '0' düzeyi 0 volt, '1' düzeyi ise +5 volt anlamına gelir. Aşağıdaki devre 4 bitlik sayısal bilgiyi, çıkışta analog gerilime çevirir. Sayısal girişler 4 adet anahtar aracılığıyla yapılmaktadır. A anahtarı ve B anahtarı kapalı C, D anahtarları açık olduğu durumda, girişteki sayısal ifade 0011 olur. Bütün anahtarlar kapalı durumunda ise girişteki sayısal ifade 1111 değerini alır.

Ağırlıklı dirençli sayısal analog çeviricide, girişe uygulanan sayısal değerlerin analog karşılığı şu şekilde hesaplanmaktadır.

**Opamp'ın kazancı:**  $A_v = \frac{R_f}{R_i}$

**Opamp'ın çıkışındaki gerilim:**  $V_0 = -(A_v \times V_i)$

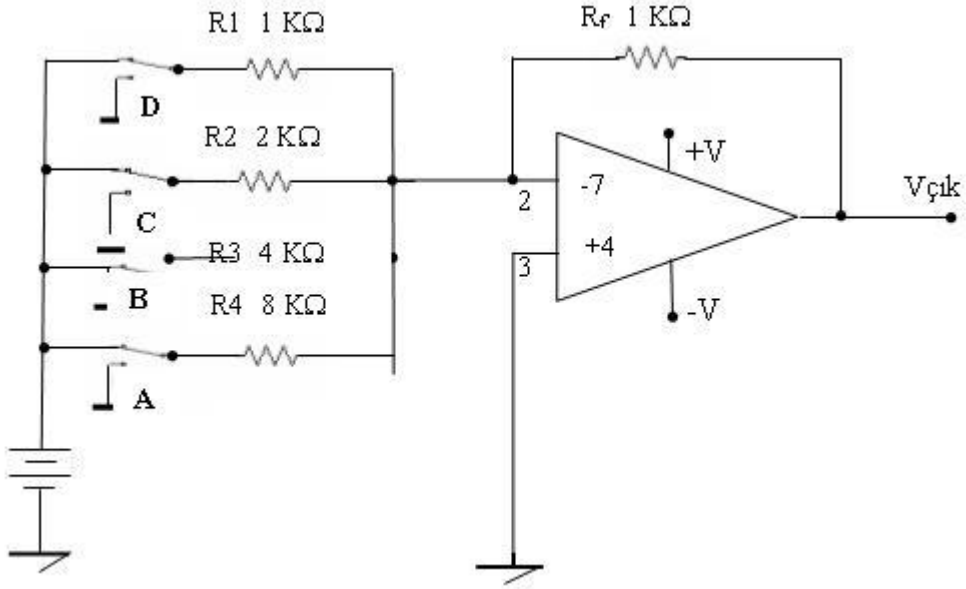
veya

$$V_0 = - \frac{R_f}{8R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D)$$

olur.

Şekil 2.10'da 4 bitlik sayısal bilgiyi, çıkışta analog gerilime çevirir. Sayısal analog çevirici toplayıcı olarak çalışan bir devredir. Direnç değerlikleri bit ağırlıklarına göre seçilir.

Aşağıdaki şekilde ağırlık dirençli sayısal analog çevirici (dört bit girişli) analog sayısal çevirici blok şeması verilmiştir.



Şekil 2.10: Ağırlık dirençli sayısal analog çevirici (dört bit girişli) analog sayısal çevirici blok şeması

Yukarıdaki devrede bulunan değişkenleri şu şekilde düzenlersek;  
**Giriş gerilimi:**  $V_{ref} = 3 \text{ V}$ , **Geri besleme direnci :**  $R_f = 10 \text{ K}\Omega$ .

$R_1 = 15 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 30 \text{ K}\Omega$ ,  $R_3 = 60 \text{ K}\Omega$ ,  $R_4 = 120 \text{ K}\Omega$

Gördüğümüz gibi direnç değerleri bir önceki direnç değerinin 2 katıdır.

A anahtarı kapalı(1), diğer anahtarlar(A,B,C,D) açık(0) konumda iken (0001) ;

$$V_0 = - \frac{R_f}{8R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D)$$

$$\begin{aligned} V_0 &= - \frac{10}{120} \times 3 \times (1 + 2.0 + 4.0 + 8.0) \\ &= - 0,083 \times 3 \times 1 \\ &= - 0,25 \text{ V,} \end{aligned}$$

Şimdi de anahtarlardan B'yi kapatıp diğer anahtarları açık tuttuğumuzu varsayalım. Yani girişten 0010 değerini uygulayalım.

$$V_0 = - \frac{R_f}{8R} \times V_{ref} \times (A + 2B + 4C + 8D)$$



$$\begin{aligned}
V_0 &= - \frac{10}{120} \times 3 \times (0 + 2.1 + 4.0 + 8.0) \\
&= -0,083 \times 3 \times 2 \\
&= -0,50 \text{ V}
\end{aligned}$$

Çıkış gerilim değerliklerimizi tablomuza yerleştirelim.

Sayısal Girişler				Analog Çıkış
D	C	B	A	Vçık
0	0	0	0	0
0	0	0	1	-0,25
0	0	1	0	-0,50
0	0	1	1	-0,75
0	1	0	0	-1
0	1	0	1	-1,25
0	1	1	0	-1,50
0	1	1	1	-1,75
1	0	0	0	-2
1	0	0	1	-2,25
1	0	1	0	-2,50
1	0	1	1	-2,75
1	1	0	0	-3
1	1	0	1	-3,25
1	1	1	0	-3,50
1	1	1	1	-3,75

**Tablo 2.3: Ağırlık dirençli sayısal analog çevirici (dört bit girişli) analog dijital çevirici çıkış gerilim değerleri**

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı gibi girişe uygulanan sayısal değerlerdeki her bir değişikliğe karşılık çıkışta üretilen gerilim değişmektedir. Çıkış analog değerlerde bulunan - işareti sinyalin opamp tarafından ters çevrildiğini gösterir. Eğer pozitif yapmak istersek devre çıkışına opamplı eviren yükselteç devresi koymamız gerekir.

## 2.5. Analog Giriş/Çıkış Modülü ve Bağlantı Özellikleri

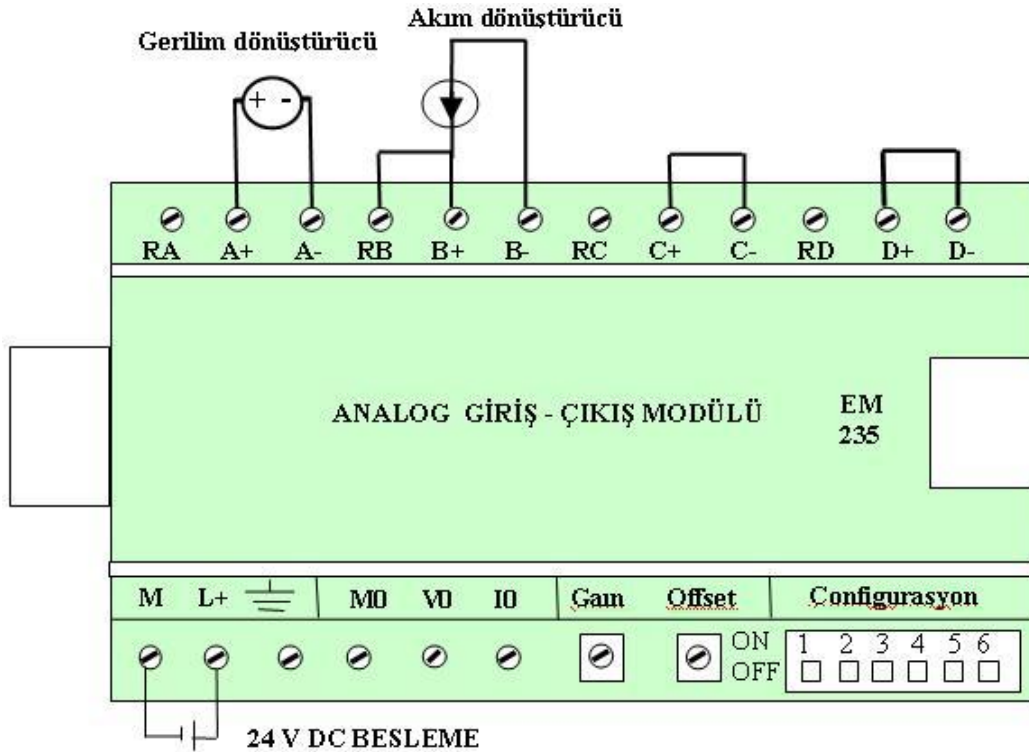
Öncelikle S7-200 CPU'suna bağlanan EM-235 analog giriş/çıkış modülü bağlantıları gösterilecektir.

Bu modülde 4 giriş ve 1 çıkış bulunmaktadır.

Analog giriş klemensleri şunlardır.

1.Giriş:AIW0	→	RA, A+, A-
2.Giriş:AIW2	→	RB, B+, B-
3.Giriş:AIW4	→	RC, C+, C-
4.Giriş:AIW6	→	RD, D+, D-

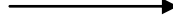
olarak adreslendirilmiştir. Bu girişlerden herhangi biri veya birkaçı kullanılabilir. Kullanılmayan analog girişler kısa devre edilmelidir(Dışarıdaki herhangi bir gürültünün etkisine karşı). Ayrıca bir analog modüle aynı anda hem akım dönüştürücü hem de gerilim dönüştürücü bağlanmamak gerekir. Bağlanan dönüştürücü algılayıcıların hepsi ya akım dönüştürücü ya da gerilim dönüştürücü olmak zorundadır. Aşağıda şemada EM-235 analog giriş/çıkış modülü bağlantıları verilmiştir.



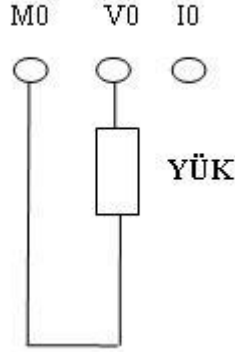
Şekil 2.11: EM-235 analog giriş/çıkış modülü bağlantıları

Analog çıkış klemensi şunlardır.

1.Çıkış: AQW MO,VO,I0



Birden fazla analog çıkışımız varsa bunlar AQW1, AQW3, AQW5 olarak adreslendirilir. Tek çıkışlı analog modüllerde ise çıkış AQW0 olarak adreslendirilmektedir.

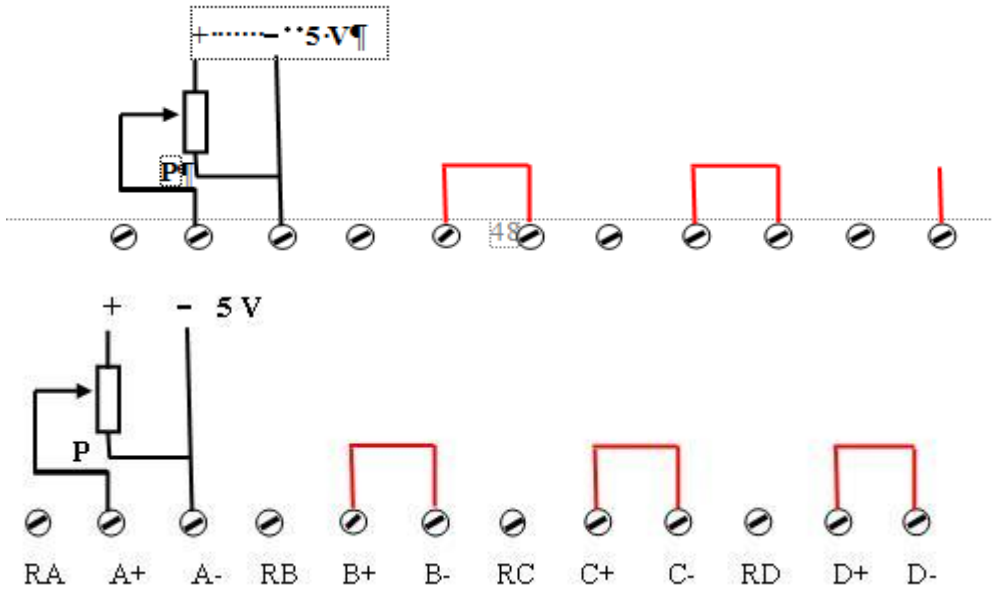


Şekil 2.12: Analog çıkış AQW0

### 2.5.1. Giriş Kalibrasyon Ayarları

Kalibrasyon ayarları bütün giriş kanallarını etkilemektedir. Analog çoklayıcının önünde bulunan devre elemanlarının değerlerindeki toleranslar, aynı sinyalin birden fazla kanala bağlanması durumunda okunan değerler arasında küçük farklılıklara sebep olabilir (kalibrasyondan sonra bile). Girişi kalibre etmek için aşağıdaki adımlar izlenir.

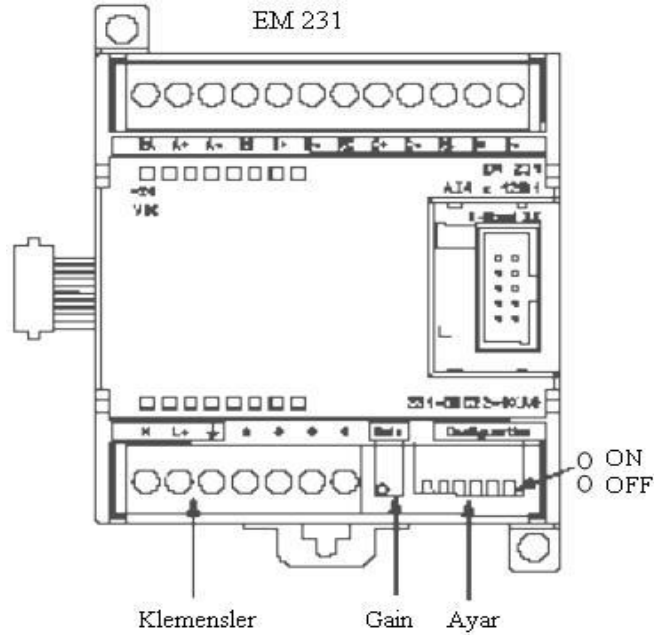
- Modülün enerjisi varsa kesilir. Anahtarlar yardımıyla istenilen analog giriş aralığı ayarlanır.
- Analog modüle ve CPU'ya enerji verilir. Modülün dengeye girmesi için bir süre beklenir.(15 dk.)
- Bir dönüştürücü (gerilim veya akım kaynağı da olabilir.) kullanılarak girişlerden birine sıfır sinyali uygulanır.
- Bağlı olan girişteki değer, CPU tarafından okunarak bilgisayar ekranında görülür.(Program yazılımı bittikten sonra PLC'ye yüklenir. Bundan sonra program status düğmesi aktif hale getirilir.)
- Offset potansiyometre düğmesi sağa sola döndürülerek okunan değerın sıfır olması veya istenilen değer olması sağlanır.(Bağlantı yapılan giriş terminalindeki değerın "0" olması) Ancak bu ayar sırasında A+ ve A- uçlarında "0" V olmasına dikkat edilmelidir.
- Bağlı kaynak tam skala(maksimum giriş sinyali) değerine getirilir. Örnek maksimum gerilim 5 volt olarak seçilirse 1. ve 6. anahtarlar ON konumuna getirilir.
- Gain potansiyometresi çevirilerek okunan sayısal değerın 32000 olması sağlanır.
- Alt şemada kullanılmayan girişlerin kısa devre edilişi gösterilmiştir.



Şekil 2.13: Kullanılmayan girişlerin kısa devre edilişi

### 2.5.2. EM 231 Analog Modülü Ayarı

EM 231 analog modülü 4 girişli olup çıkışı olmayan bir modüldür. Altta üst görünüş şeması verilmiştir.



Şekil 2.14: EM 231 analog modülü üst görünümü

### 2.5.3. EM 231 Analog Modülü Ayar ve Kalibrasyon Elemanları Durumu

DIP anahtar durumları aşağıdaki tabloda verilmiştir. 1,2,3 Nu'lu anahtarlar analog giriş aralığını seçer. Tüm giriş kanallarının aynı giriş aralığına ayarlanması gerekir. 2 girişi 10 volt, diğer 2 giriş 5 volt ayarlayamayız.

CPU'nun kendi üzerinde yerel giriş çıkışlar bulunmaktadır. Bunlar sabit adreslere sahiptirler. CPU'nun sağ tarafına genişleme modülleri ekleyerek bir giriş/çıkış dizisi oluşturulabilir. Modül üzerinde kanallar vardır. Modülün tipi, giriş veya çıkış modülü olması ayrıca dizi üzerindeki yeri kanalların adreslerini belirler. Sıralamada önce yer alan aynı tipteki modül bir sonraki modülün adresini belirler. Ancak bir giriş modülü, bir çıkış modülü adresine, bir dijital modül, bir analog modülü adresine etki etmez. Aşağıdaki tabloda böyle bir donanım için örnek adresleme verilmiştir.

CPU 224		4 Giriş/ 4Çıkış		8 Giriş		4 Analog giriş 1 Analog çıkış		8 Çıkış		4 Analog giriş 1 Analog çıkış	
I0.0	Q0.0	Modül 0		Modül 1		Modüle 2		Modül 3		Modül 4	
I0.1	Q0.1	I2.0	Q2.0	I3.0	AIW0	AQW0	Q3.0	AIW8	AQW4		
I0.2	Q0.2	I2.1	Q2.1	I3.1	AIW2		Q3.1	AIW10			
I0.3	Q0.3	I2.2	Q2.2	I3.2	AIW4		Q3.2	AIW12			
I0.4	Q0.4	I2.3	Q2.3	I3.3	AIW6		Q3.3	AIW14			
I0.5	Q0.5			I3.4			Q3.4				
I0.6	Q0.6			I3.5			Q3.5				
I0.7	Q0.7			I3.6			Q3.6				
I1.0	Q1.0			I3.7			Q3.7				
I1.1	Q1.1										
I1.2											
I1.3											
I1.4											
I1.5											

Tablo 2.4: S7-200 PLC CPU 224 için örnek giriş çıkış adresleri

S7-200 Analog genişleme modülü çeşitlerinin bazıları şunlardır.

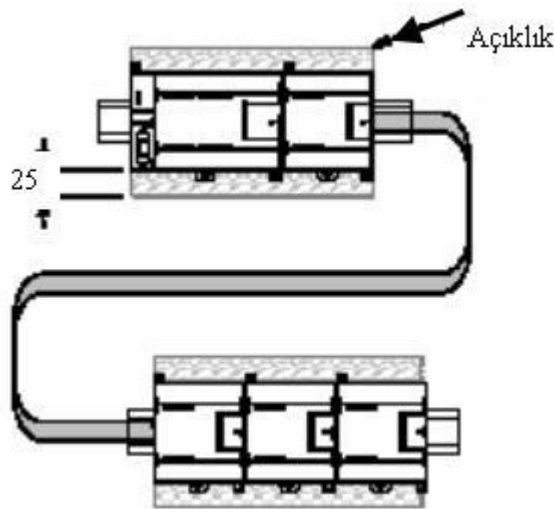
- EM 231 Analog 4 giriş.
- EM 231 Analog 2 RTD giriş.
- EM 231 Analog 4 Termokupl giriş.
- EM 232 Analog 2 çıkış.
- EM 231 Analog Kombinasyon 4 giriş/1 çıkış.

#### 2.5.4. Güç Gereksinimleri

S7-200, 5 volt DC ve 24 volt DC sağlar. Analog modüllerin röle bobinleri CPU üzerinde bulunan 24 volt DC sensör besleme çıkışı tarafından beslenir. Eğer güç gereksinimi CPU'nun karşılayabileceğinden fazla ise dışarıdan harici bir 24 VDC güç kaynağı kullanmalıyız. 24 VDC kaynağı girişlere ve röle bobini klemenslerine kullanıcı tarafından montaj edilir. Ayrıca CPU 5 voltluk DC güç sağlar. Bu besleme analog modüllerin dahili gereksinimlerinde kullanılması içindir. Projemiz kompleks ise ve güç gereksiniminin de CPU'nun karşılayabileceği 5 volt DC güçten fazla olduğu durumlarda, harici bir kaynak bağlama olanağı yoktur. Bu durumda genişleme modül sayısı azaltılmalıdır.

#### 2.5.5. Cihazı Monte Ederken Dikkat Edilecek Hususlar

Analog modülü CPU'ya bağlarken gerektiğinde genişleme kablosu kullanılabilir. PLC cihazını yeterli soğutulabilmesi için üstünde ve aşağısında 25 mm açıklık bırakılması gerekir. Yüksek sıcaklık bulunan ortamlarda çalışan elektronik cihazların arıza olasılığı artar. Ayrıca iletişim kablolarının AC güç kablolarıyla aynı kablo kanalı içerisinde yer almamasına dikkat edilmelidir. Genel kural olarak düşük gerilimle çalışan mikroişlemcili cihazlar, yüksek gürültü ve elektriksel gürültü kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Yerleşimde daha esnek olunabilmesi için kullanılan genişletme kablosu şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.15: Opsiyonel genişletme kablosuyla yatay montaj

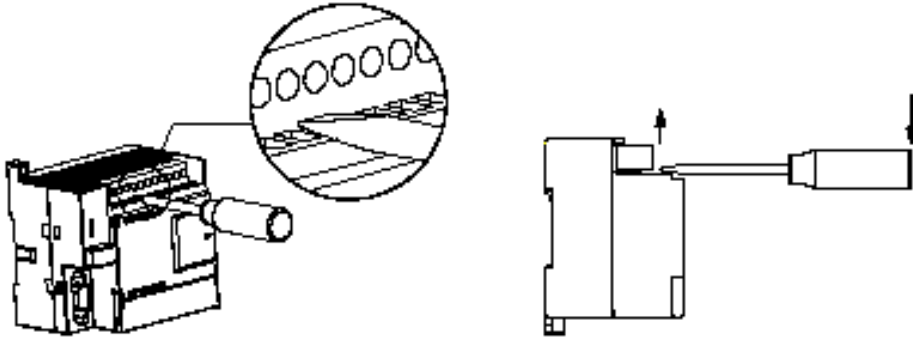
### 2.5.5.1. Genişleme Modülünü Sökmek

- S7-200 PLC'nin enerjisi kesilir.
- Analog modüldeki sökülebilir klemenslerde bulunan tüm kablolar sökülür.
- CPU üzerindeki erişim kapağı açılarak, yassı kablo yerinden sökülür.
- Montaj vidaları sökülür veya ray klipsi açılır.
- Modül montaj edildiği yerden çıkarılır.

Analog modülde sökülebilir sıra klemensi bulunur. Bu yüzden kolayca sökülüp takılabilir.

### 2.5.5.2. Klemensi Sökmek İçin

- Klemensine ulaşmak için konnektör kapağı açılır.
- Klemensin orta yerindeki yuvaya bir klemens tornavida yerleştirin.
- Tornavida aşağı doğru hafifçe itilerek klemens sökülür. Aşağıda sökülüş şekli gösterilmiştir.



Şekil 2.16: Klemensi sökmek

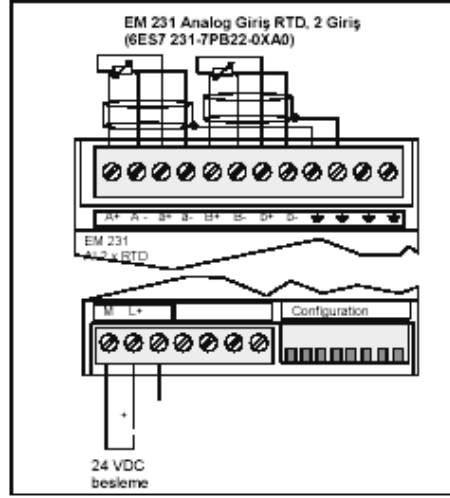
### 2.5.5.3. Klemensi Yerine Takmak

- Konnektör kapağı açılır.
- Konnektörle modül üzerinde kalan tabandaki pinler, birbirine uyacak şekilde eşleştirilir.
- Klemens, yuvasına oturacak şekilde döndürülerek bastırılır.

### 2.5.6. EM 231 RTD Modülü Bağlantıları

RTD (Resistance Temperature Device), sıcaklığa bağlı olarak direnç değeri değişen bir algılayıcıdır. Modülü 2 girişli bir genişleme modülüdür. CPU 222, 224, 226 ve 226XM işlemcileriyle birlikte kullanılır. Sabit sıcaklık koşullarında çalıştıkları sürece maksimum performans sağlarlar. Gürültüye karşı bağışıklık sağlamak için ekranlı kablo kullanılması önerilir. Altta EM 231 RTD modülü klemens bağlantıları görülmektedir.



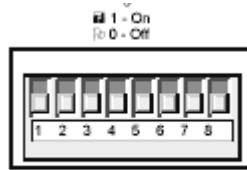


Şekil 2.17: EM 231 RTD modülü klemens bağlantıları

### 2.5.6.1. EM 231 RTD Modülünün Ayarlanması

DIP anahtarlar yoluyla RTD tipi, bağlantı şekli, sıcaklık ölçeği ve hata durumundaki değer seçebilir. DIP anahtarlar modüllerin alt kısmında yer alır. DIP anahtar ayarları değiştirildikten sonra CPU veya modül enerjisinin kesilip geri verilmesi (veya değişimin enerji yokken yapılması) gerekir.

#### Konfigürasyon



Şekil 2.18: EM 231 RTD modülü için dip anahtarlar

RTD Tipi ve Alfa	AN1	AN2	AN3	AN4	AN5
100ΩPt 0.003850(Başlangıçtaki ayar)	0	0	0	0	0
200Ω Pt 0.003850	0	0	0	0	1
500ΩPt 0.003850	0	0	0	1	0
1000ΩPt 0.003850	0	0	0	1	1
100ΩPt 0.003920	0	0	1	0	0
200ΩPt 0.003920	0	0	1	0	1
500ΩPt 0.003920	0	0	1	1	0
1000ΩPt 0.003920	0	0	1	1	1

Tablo 2.5: RTD tipinin seçimi: dip anahtarla 1 – 5

**6 Nolu DIP anahtar ayarı: 0 Konumunda iken, kablo koptuğunda pozitif değer (+3276.7 derece) gösterir.**

1 Konumunda iken kablo koptuğunda negatif değer (-3276.7 derece) gösterir.

**7 Nolu DIP anahtar ayarı : 0 Konumunda iken, sıcaklığı Celcius(santigrat) olarak verir.**

1 Konumunda iken sıcaklığı fahrenheit olarak verir.

**8 Nolu DIP anahtar ayarı : 0 Konumunda iken, RTD modülü ile sensör arasındaki bağlantı 3 kablolu olarak seçilmiş olur.**

1 Konumunda iken, RTD modülü ile sensör arasındaki bağlantı 2 kablolu veya 4 kablolu olarak seçilmiş olur.

En hassası 2 kablolu bağlantı olup, yalnızca uygulamada kablo direncinden kaynaklanan hata ihmal edilebilir.

#### 2.5.6.2. EM 231 RTD Modülü Durum Göstergeleri

Bu modül sıcaklık ve hata durumlarını bildiren bir data wordü PLC'ye sağlar. Durum bitleri aralık hatasını veya besleme/modül hatasını gösterir. LED'ler de modülün durumuna işaret eder. Kanal veri formatı 2'nin tümleyeni şeklinde olup 16 bitten(word) oluşur. Sıcaklık 0,1 derecelik basamaklar halinde gösterilir. Örneğin ölçülen sıcaklık 100.2 derece ise iletilen veri 1002'dir.

Hata Durumu	Kanalın ilettiği veri	SF LED Kırmızı	24V LED Yeşil	Aralık durum biti	24 VDC Besleme Bozuk
Hata yok	Okunan değer	OFF	ON	0	0
24 V yok	32766	OFF	OFF	0	1
Kablo kopukluğu	-32768/32767	FLAŞ	ON	1	0
Aralık dışı hatası	-32768/32767	FLAŞ	ON	1	0
Diyagnostik hata	0000	ON	OFF	0	-

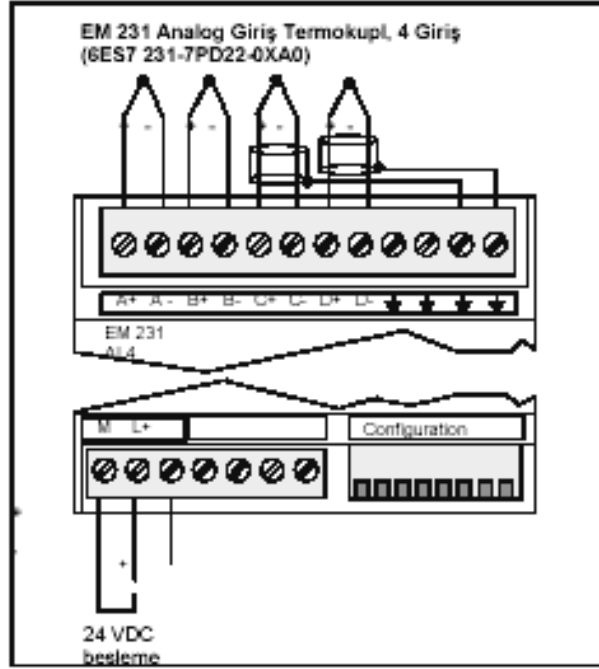
Tablo 2.6: EM 231 RTD modülü durum göstergeleri

- **Aralık durum biti:** Hata baytındaki 3.bittir.
- **Besleme bozuk biti:** Hata baytındaki 2 bittir.
- **Diyagnostik hata:** Modül konfigürasyon hatasına neden olur. Bu durumdan önce besleme bozuk biti set olabilir veya olmayabilir.

PLC verileri okuduğu sürece her iki kanal her 405 mili saniyede bir güncellenir. Eğer PLC verileri sürekli okumuyorsa, güncelleme tamamlanıncaya kadar eski veriler iletilir. Kanal verilerini güncel tutmak için PLC programının, kanallara en az güncelleme süresi kadar sıklıkla erişim yapması önerilir. EM 231 RTD modülünü kullanırken PLC'de analog filtreleme seçeneğini bu analog girişler için iptal edin. Analog filtreleme, hata durumlarının yakalanmasını engelleyebilir.

## 2.5.7. EM 231 Termokupl Modülü

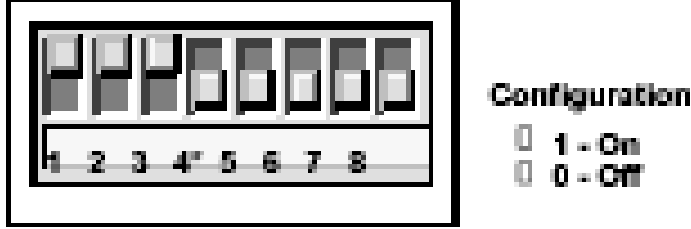
Daha önce, birbirinden farklı iki metalin bir gerilim ürettiğini belirtmiştik. Bir termokuplu modülüne bağladığımızda, bakırdan yapılmış olan modül klemensiyle farklı bir malzeme olan termokupl kabloları arasında ek bir bağlantı oluşur. Klemens bağlantısı da bir gerilim ürettiğinden bir hata oluşur ve bu hatanın giderilmesi için soğuk nokta kompanzasyonu sistemi kullanılır. Bağlanan termokuplun tipi bilindiği ve bağlantı noktasının sıcaklığı ölçüldüğü sürece gereken düzeltme yapılır. Soğuk nokta kompanzasyonu, bağlantı noktası sıfır santigrat dereceye denk düşecek şekilde, hesaplanan hata gerilimini ölçülen değerden çıkartır. Modülün sıcaklığı dahili bir sensörden ölçülür. Bu sıcaklık, klemens sıcaklığıyla yaklaşık olarak aynı olduğuna göre, yukarıda anlatılan kompanzasyon yapılabilir. Bağlantıdan kaynaklanan bu hata düzeltildikten sonra modülün içersinde yer alan özel bir yazılım, gerilimi doğrusal olarak sıcaklık bilgisine dönüştürür. (Çünkü termokupl'un oluşturduğu gerilim sıcaklığa göre tam doğrusal değildir.) Tüm bu düzeltmelerden sonra, modülden okunan değer programınızda kullanılmak üzere gerçek sıcaklık bilgisi olarak gelir. Altta EM 231 termokupl modülü klemens bağlantıları görülmektedir.



Şekil 2.19: EM 231 termokupl modülü klemens bağlantıları

### 2.5.7.1. EM 231 Termokupl Modülünün Ayarlanması

Ayarlama amacıyla kullanılacak DIP anahtarlar modülün altında yer alır ve termokupl tipini, ölçeğini, kablo kopuk seçimini, soğuk nokta kompanzasyonu ayarlamanızı sağlar. DIP anahtar değişimlerinin etkili olması için modüle veya CPU'ya gelen enerjinin kesilip yeniden verilmesi gerekir. Aşağıda termokupl modülü DIP anahtar(sviç) ayarları verilmiştir.



Şekil 2.20: Termokupl modülü DIP 1,2,3 nolu anahtar (sviç) görünüşü

Aşağıdaki tablolarda termokupl modülü DIP anahtar (sviç) ayarları verilmiştir.

Termokupl Tipi	Ayar	Açıklama
J(Başlangıçtaki ayar)	000	Anahtarlar 1 ila 3. modülün tüm kanalları için termokupl (veya Mv) tipini seçer. Örneğin E tipi termokupl için SW1=0, SW2=1, SW3=1 olarak ayarlayın.
K	001	
T	010	
E	011	
R	100	
S	101	
N	110	
+/-80mV	111	

Tablo 2.7: Termokupl modülü DIP 1,2,3 Nulu anahtar (sviç) ayarları

#### ➤ Anahtar 5 Konumları

Kablo kopuk yön tayini	Ayar	Açıklama
(+3276.7 derece)	0	0 olduğunda kablo kopmasında en yüksek değer gösterir. 1 olduğunda kablo kopmasında en düşük değer gösterir.
(-3276.7 derece)	1	

Tablo 2.8: Anahtar 5 konumları

#### ➤ Anahtar 6 Konumları

Kablo kopuk saptama devrede	Ayar
Devrede	0
Devrede değil	1

Tablo 2.9. Anahtar 6 Konumları

**Açıklama:** Kablo kopmasını saptamak için giriş klemensleri üzerinden 25  $\mu$ A'lik bir akım iletir. 6 Nolu anahtar, bu akım kaynağını devreye alır veya devre dışı bırakır. Eğer giriş

sinyalleri arasındaki fark 200 mV'dan büyük ise, bir kablo kopukluğu olduğu anlaşılır. Kablo kopukluğu saptandığında 5 nolu anahtar ile seçilen değer bildirilir.

Anahtar 7

Sıcaklık ölçeği	Ayar
Celsius( <sup>0</sup> C)	0
Fahrenheit	1

**Tablo 2.10: Anahtar 7 Konumları**

**Açıklama:** EM 231 Termokupl modülü, sıcaklığı Celsius veya Fahrenheit olarak bildirilebilir. Celsius'dan Fahrenheit'a dönüşüm modülün içerisinde yapılır.

Anahtar 8

Soğuk nokta	Ayar
Soğuk nokta kompanzasyonu devrede	0
Soğuk nokta kompanzasyonu devrede değil	1

**Tablo 2.11: Anahtar 8 konumları**

**Açıklama:** Termokupl kullanılırken soğuk nokta kompanzasyonu mutlaka devreye alınmalıdır. Aksi takdirde ciddi okuma hataları oluşabilir. +/- mV Seçiminde bu sivicin bir fonksiyonu yoktur. Soğuk nokta kompanzasyonu otomatik olarak devre dışı kalır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

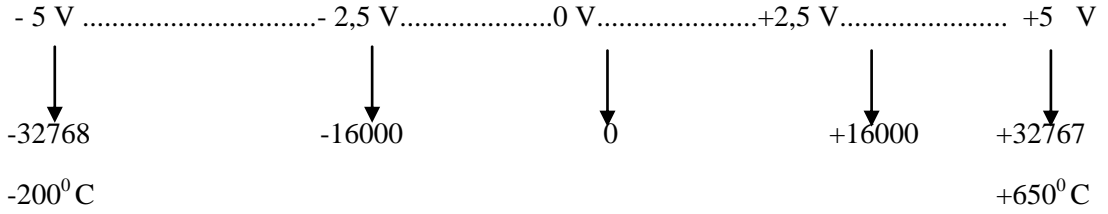
### PT 100 İLE ISI KONTROL UYGULAMASI

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yapacağınız uygulamaya uygun modül seçiniz.</li><li>➤ RTD mi yoksa termokupl modülü mü kullanacağınızı dikkatli bir şekilde tespit ediniz.</li><li>➤ Analog modülünü CPU üzerinde bulunan 24 V DC sensör besleme çıkışı tarafından beslediniz mi?</li><li>➤ Programda kullandığınız giriş ve çıkışlarla, analog modül üzerindeki karşılaştırınız.</li><li>➤ Kullanmadığınız girişleri kısa devre etmeyi unutmayınız.</li><li>➤ Analog sinyal giriş alanlarını seçmeyi unutmayınız.</li><li>➤ Uygulayacağımız devrede kullanacağımız gerilimin tek kutuplu mu veya çift kutuplu mu olduğunu dikkate alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Devrenin özelliğine göre yalnız analog giriş mi çıkış mı veya hem giriş hem çıkış olabilir. Yalnız bir analog giriş varsa em 235 kullanılmaz.</li><li>➤ Eğer kullanacağımız sensör gerilim üretiyorsa termokupl modülü, direnç değişimi oluyorsa RTD modülü kullanılır.</li><li>➤ Kullanmadığımız girişleri uygun bir iletkenle klemensle kısa devre edebiliriz.</li><li>➤ DIP anahtarları kullanarak sinyal giriş alanlarını ayarlarız.</li><li>➤ Negatif değeri de olan bir algılayıcı kullanacaksak analog modülümüzü çift kutupluya ayarlarız.</li></ul>

Özel bir fırın sisteminde, fırın ısısının değeri 150 C ise ısıtıcı devreye girsin, 170 C’de devreden çıksın. 200C’de ise soğutucu sistemi devreye girsin, 180C’de dursun. Sistemimizde -2000 C - +6500 C arası çalışan bir Pt 100 ısı algılayıcısı kullanılacaktır.

Analog modülümüzü 5 V çift kutuplu(bipolar)olarak ve 16 bit üzerinden ayarladığımızı farzedelim.

Bu devrenin uygulanması için RTD modülü gerekmektedir.



Sayısal karşılık :

$$\begin{array}{l} +650^0 \text{ C için } 32767 \text{ ise} \\ +15^0 \text{ C için } \quad x \end{array}$$

---


$$X = 15 \times 32767 / 650 = 756$$

$$= 857$$

$$\begin{array}{l} +650^0 \text{ C için } 32767 \text{ ise} \\ +18^0 \text{ C için } \quad x \end{array}$$

---


$$X = 18 \times 32767 / 650 = 907$$

### GİRİŞLER

AIW0: 1.Analog giriş

Sayısal karşılık:

$$\begin{array}{l} +650^0 \text{ C için } 32767 \text{ ise} \\ +17^0 \text{ C için } \quad x \end{array}$$

---


$$X = 17 \times 32767 / 650$$

$$\begin{array}{l} +650^0 \text{ C için } 32767 \text{ ise} \\ +20^0 \text{ C için } \quad x \end{array}$$

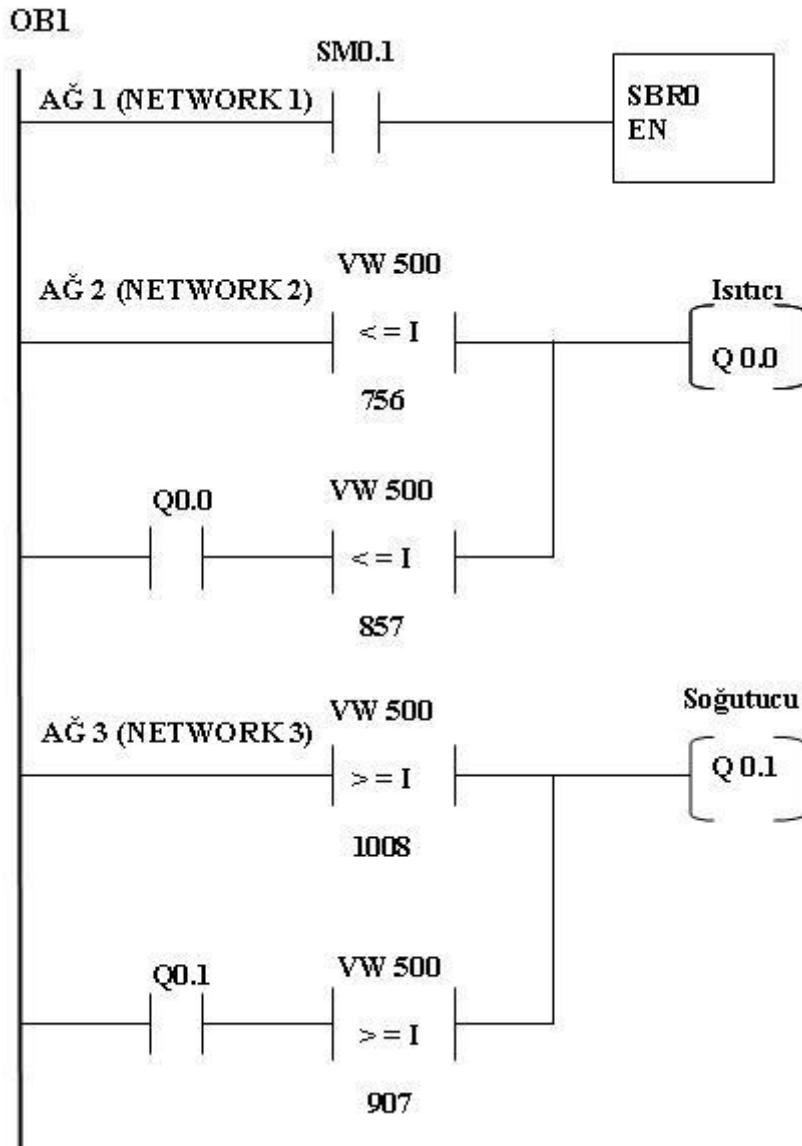
---


$$X = 20 \times 32767 / 650 = 1008$$

### ÇIKIŞLAR

Q0.0 : Isıtıcı  
Q0.1 : Soğutucu

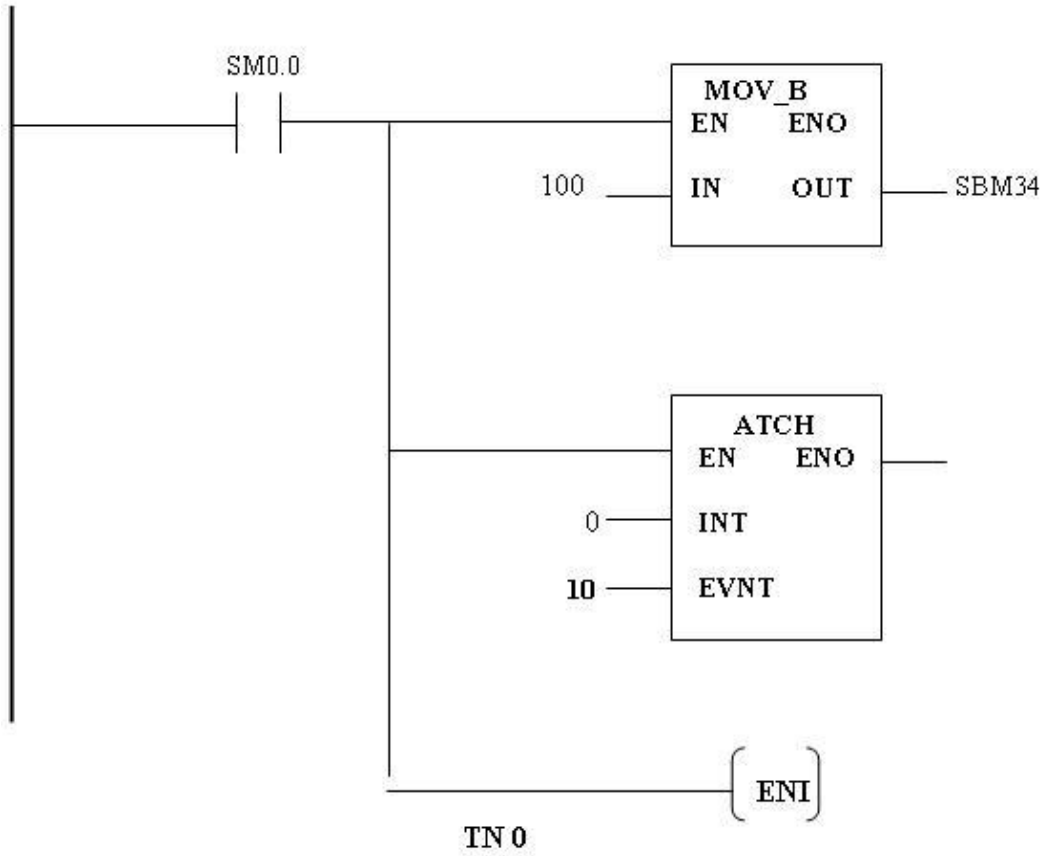
➤ LADDER (MERDİVEN) DİAGRAMI



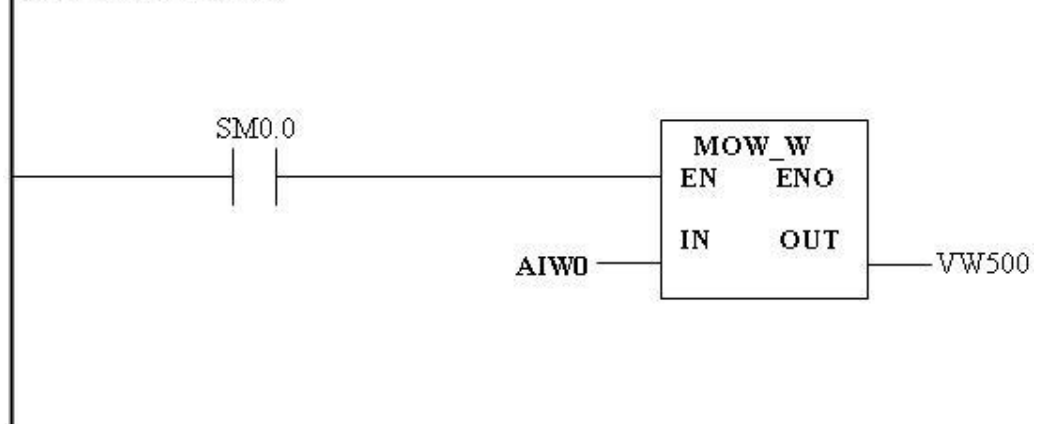


➤ **SBR0**

**AĞ 1 (NETWORK 1)**



**AĞ 1 (NETWORK 1)**



## **OB1**

**AĞ 1 (NETWORK 1):** PLC, RUN pozisyonuna getirildiğinde bilgi taraması için ilk döngüde SBRO sayfasına geçsin.

**AĞ 2 (NETWORK 2):** İlk önce subroutine ve interrupt sayfalarına yöneldikten sonra buradan alınan bilgiler bu sayfaya atandıktan sonra işlenilir. VW500 alanı içinde bulunan sayısal değer, 738'den(150 C'nin sayısal karşılığı) küçük veya eşit ise ısıtıcı çalışsın demektir. VW500 alanı içinde bulunan sayısal değer, 837'den(170 C'nin sayısal karşılığı) küçük veya eşit ise ısıtıcı çalışsın. 170 C'den sora ısıtıcı devreye girmez.

**AĞ 3 (NETWORK 3):** VW500 alanı içinde bulunan sayısal değer, 985'den(200 C'nin sayısal karşılığı) eşit ve büyükse soğutucu çalışsın. Ortam sıcaklığı 886'ya(180 C'nin sayısal karşılığı) indiğinde devreden çıksın.

## **SBRO**

**AĞ 1 (NETWORK 1):** PLC, RUN pozisyonuna getirildiğinde OB1 sayfasından bu sayfaya yönlendirilerek bu sayfadaki bilgiler, bir kereye ait olmak üzere OB1 sayfasına atanır.

MOV\_B'nin IN girişindeki değer interrupt sayfasına hangi süre aralıklarla bilgi taramasının yapılacağını ifade eder.

**SMB34:** 0 Nulu interrupt sayfasındaki bilgileri zaman kontrollü olarak değerlendiren özel bir bayt'tır.

**ENI:** Interrupt'ı kullanmamıza izin verir.

**EVNT 10:** Zaman kontrollü interrupt 0

## **INT 0**

**AĞ 1 (NETWORK 1):** SBR 0 sayfasından interrupt yapıldığından PLC bilgi taraması için bu sayfaya geçer. MOVE komutuyla AIW0 analog giriş alanındaki bilgiler VW 500 alanına atılır.

## STL (PLC KOMUTLARI)

### OB1

```
LDW<= VW500, +756
LD Q0.0
AW<= VW500, +857
OLD
= Q0.0
```

### NETWORK 2

```
LDW>= VW500, +1008
LD Q0.1
AW>= VW500, +907
OLD
= Q0.1
```

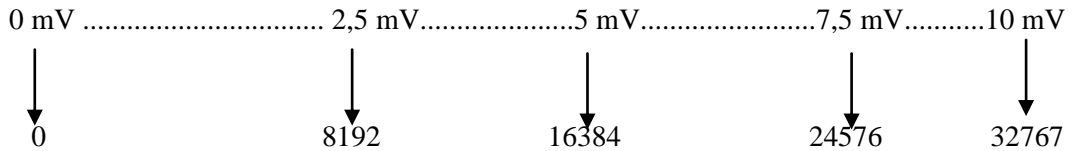
### SBR0

```
NETWORK 1
LD SM0.0
MOVB 100, SMB34
ATCH 0, 10
ENI
INT 0
NETWORK 1
LD SM0.0
MOVW AIW0, VW500
```

#### ➤ Seviye Kontrol Uygulaması

Bir sitede su deposu bulunmaktadır. Başlatma butonuna bastığımızda şebekedeki suyu pompa motoru depoya basacaktır. Deponun doluluk oranı (%25-%50-%75-%100) ultrasonic bir sıvı seviye dönüştürücüsü tarafından izlenecek ve dışarıdaki sinyal lambalarını aktif hale getirecektir. Deponun derinliği 10 metredir. Su şebekesinde su yokken depoda hazır halde bulunan su bir su pompa motoru ile siteye aktarılacaktır.

**Not:** Bir basınç anahtarı şebekede su olup olmadığını tespit edecektir.



0 2,5 5 7,5 10

Sayısal karşılık:

$$\begin{array}{r} 10 \text{ mV için} \quad 32767 \text{ ise} \\ 7,5 \text{ mV için} \quad x \\ \hline X = 7,5 \times 32767 / 10 = 24576 \end{array}$$



**Resim 2.1: Ultrasonic seviye sensörü**

Sayısal karşılık :

$$\begin{array}{r} 10 \text{ mV için} \quad 32767 \text{ ise} \\ 5 \text{ mV için} \quad x \\ \hline X = 5 \times 32767 / 10 = 16384 \end{array}$$

Sayısal karşılık :

$$\begin{array}{r} 10 \text{ mV için} \quad 32767 \text{ ise} \\ 2,5 \text{ mv için} \quad x \\ \hline X = 2,5 \times 32767 / 10 = 8192 \end{array}$$

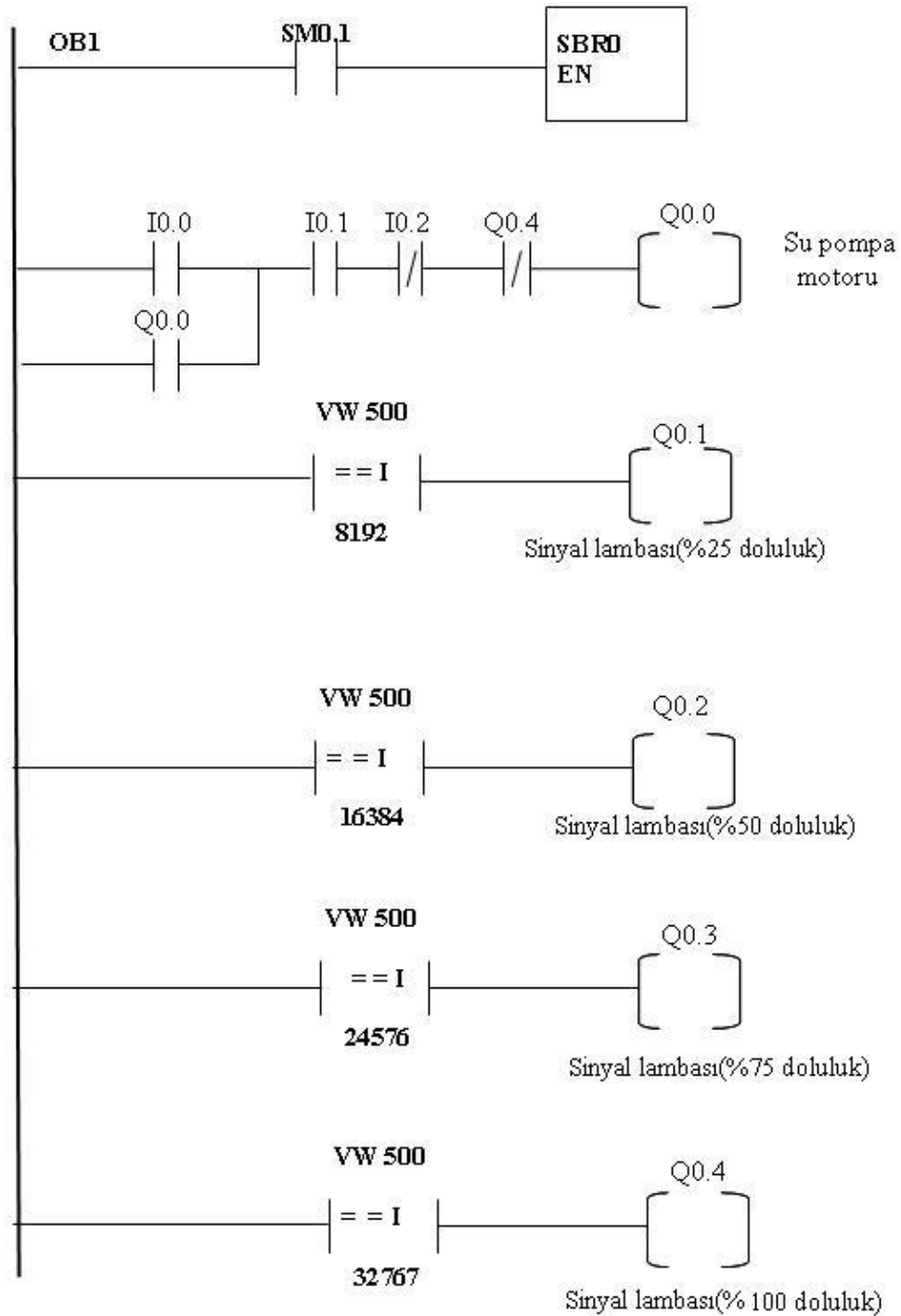
### **Girişler**

I0.0 : Başlatma butonu  
I0.1 : Basınç anahtarı Ultrasonic sıvı sensör  
I0.2 : Motor durdurma butonu  
AIW0 : Ultrasonic sıvı sensör

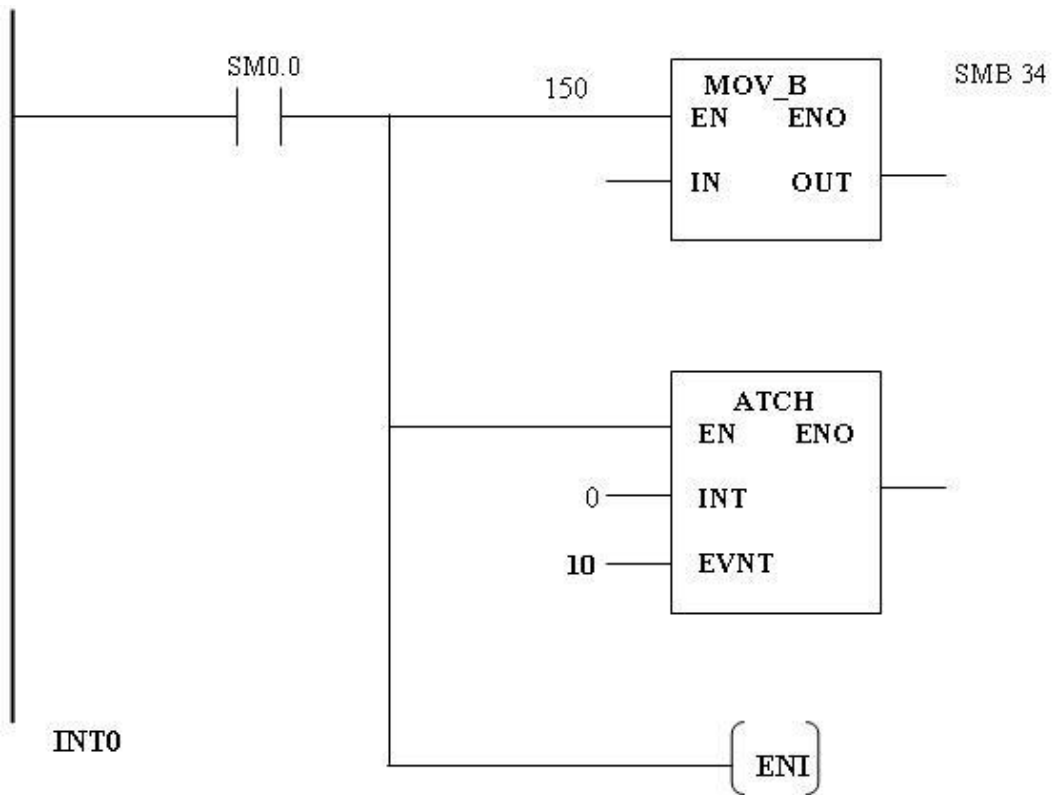
### **Çıkışlar**

Q0.0 : Pompa motoru  
Q0.1 : Sinyal lambası(%25 doluluk)  
Q0.2 : Sinyal lambası(%50 doluluk)  
Q0.3 : Sinyal lambası(%75 doluluk)  
Q0.4 : Sinyal lambası(%100 doluluk)

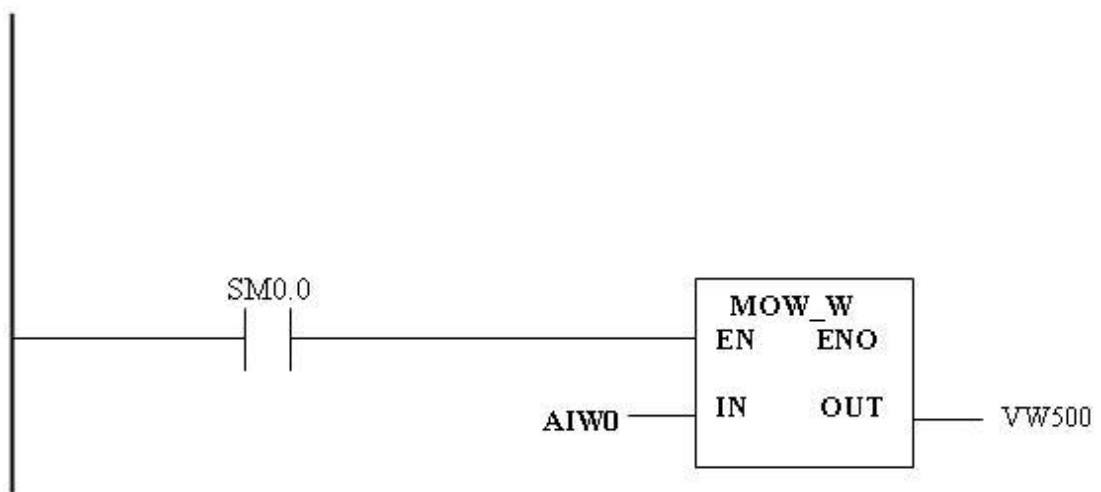
➤ **LADDER (MERDİVEN) DİAGRAMI**



➤ **SBR0**



➤ **INT0**



➤ **STL (PLC KOMUTLARI)**

**OB1**

```
LD I0.0
O Q0.0
A I0.1
AN I0.2
AN Q0.4= Q0.0
LDW= VW500, +8192
= Q0.1
LDW= VW500, +16384
= Q0.2
LDW= VW500, +24576
= Q0.3
LDW= VW500, +32767
= Q0.4
```

**SBR0**

```
LD SM0.0
MOVB 150, SMB34
ATCH 0, 10
ENI
```

**INT 0**

```
LD SM0.0
MOVW AIW0, VW500
```





## GİRİŞLER

- I0.0 sıvı seviye anahtarından gelen kazan boş sinyali
- I0.1 sıvı seviye anahtarından gelen kazan dolu sinyali

**AIW0: 1.Analog giriş**

## ÇIKIŞLAR

Q0.0 : Isıtıcı

Q0.1 : Alarm

Q0.2 : Pompa motoru



**Resim 2.2: Erime basınç sensörü karakteristikleri**

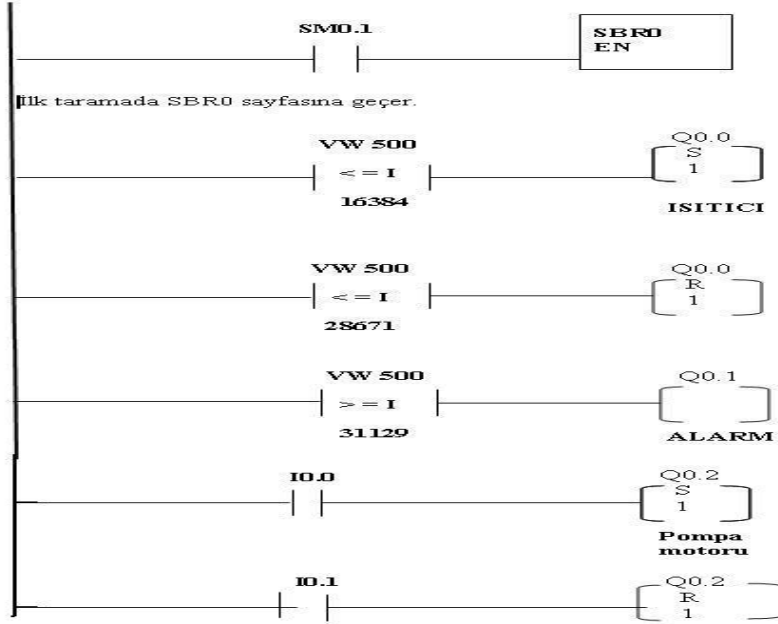
- 0..50 bardan 0...2000bar' a kadar ölçüm aralığı
- 3,3 mv/V çıkış değeri
- 0 (4) ... 20 mA ve 0 ... 10 V opsiyonel çıkış değeri
- Çıkış sinyalinin %80'ini destekleyen kalibrasyon resistörü
- Tüm resistans strain gauge amplifikatörlerle ve displayler ile kullanım için
- Opsiyonel mercury-free tip CrNi çelikten yapılmış dış kaplama



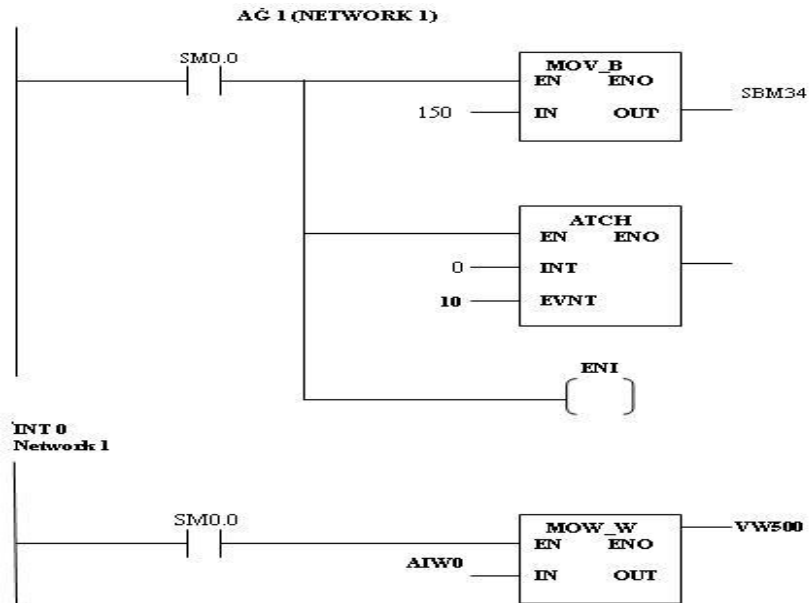
**Resim 2.3: Örnek bir basınç dönüştürücü**

## LADDER (MERDİVEN) DİAGRAMI

### ➤ OB1



### ➤ SBR0



**SM0.0** : PLC'nin RUN yapılmasıyla "1" konumundadır.

**SM0.1** : PLC'nin RUN yapılmasıyla İlk döngüde(tarama) "1", sonraki döngülerde "0" olan bittir.

### **STL (PLC KOMUTLARI)**

#### **OB1**

```
//NETWORK COMMENTS
NETWORK 1
LDW<= VW500, +16384
S Q0.0, 1

NETWORK 2
LDW<= VW500, +28671
R Q0.0, 1

NETWORK 3
LDW>= VW500, +31129
= Q0.1

NETWORK 4
LD I0.0
S Q0.2, 1

NETWORK 5
LD I0.1
R Q0.2, 1
```

#### **SBR0**

```
NETWORK 1
LD SM0.0
MOVB 150, SMB34
ATCH 0, 10
ENI
```

#### **INT 0**

```
NETWORK 1
LD SM0.0
MOVW AIW0, VW500
```

### ➤ DC MOTORUN HIZ KONTROLÜ UYGULAMASI

Bir gıda fabrikasındaki konveyör bantı döndüren DC motorunun hız kontrolü şu şekilde yapılmak isteniyor. Başlatma butonuna basıldığında motor 25 sn süresince 750 devir/dk ile dönecek. Sonra 30 sn boyuca 1500 devir/dk hızla dönecek. Bundan sonra 45 sn süresince 3000 devir/dk. ile hareket edecektir. 45 sn dolunca motor tekrar 750 dev/dk. ile dönmeye devam edecektir. Herhangi bir anda durdurma basıldığında motor stop edecektir. DC sürücünün start-stop için bir kontak girişi ve 0-10 V analog girişi mevcuttur.

0 V	2,5 V	5 V	7,5 V	10 V
↓	↓	↓	↓	↓
0	8192	16384	24576	2767
0				3000

Sayısal karşılık:

$$\begin{array}{r} 3000 \text{ için } 32767 \text{ ise} \\ 750 \text{ için } x \\ \hline X = 750 \times 32767 / 3000 = 8192 \end{array}$$

Sayısal karşılık :

$$\begin{array}{r} 3000 \text{ için } 32767 \text{ ise} \\ 1500 \text{ için } x \\ \hline X = 1500 \times 32767 / 3000 = 16384 \end{array}$$

Girişler

I0.0 : Başlatma butonu

I0.1 : Durdururma butonu

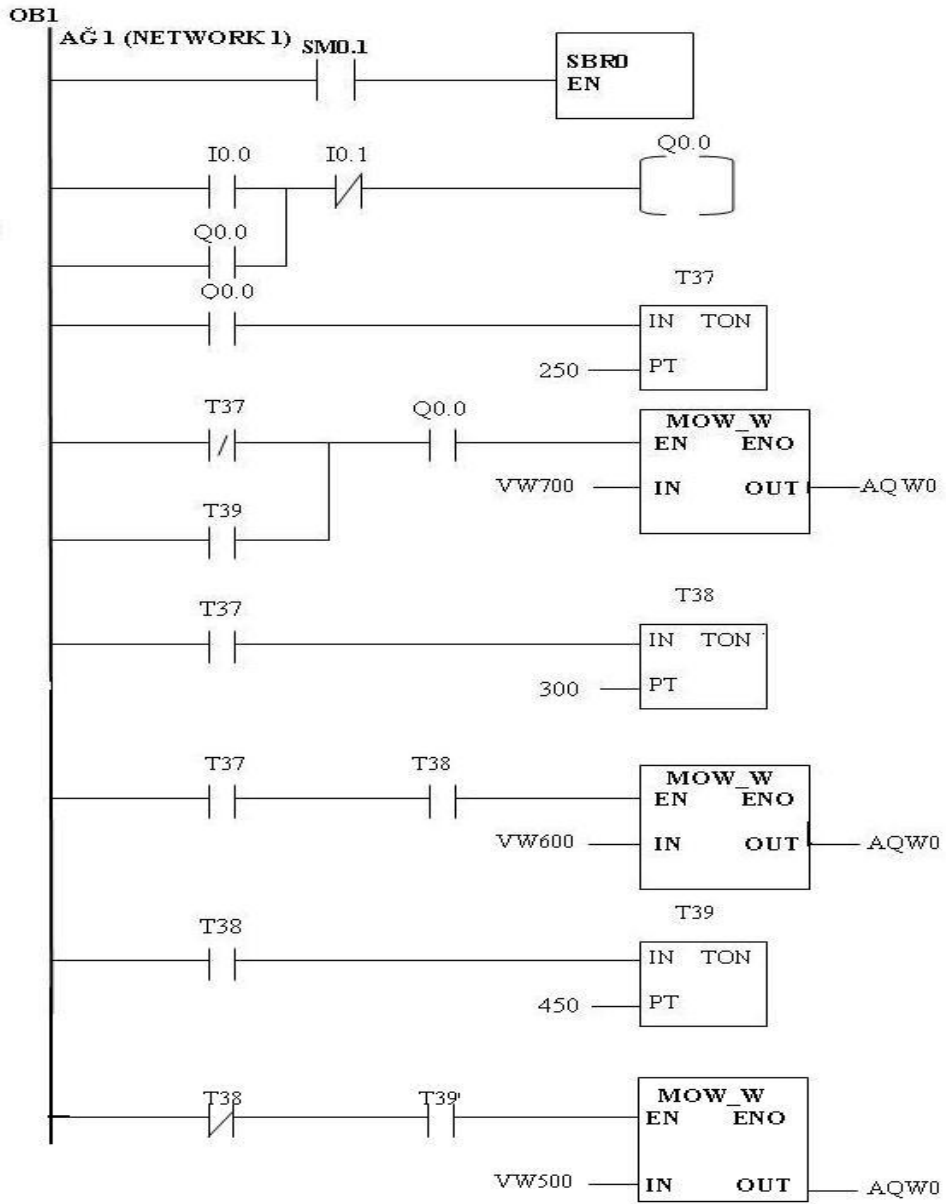
Çıkışlar

Q0.0 : DC sürücü start-stop butonu

AQW0: Analog Kanal giriş

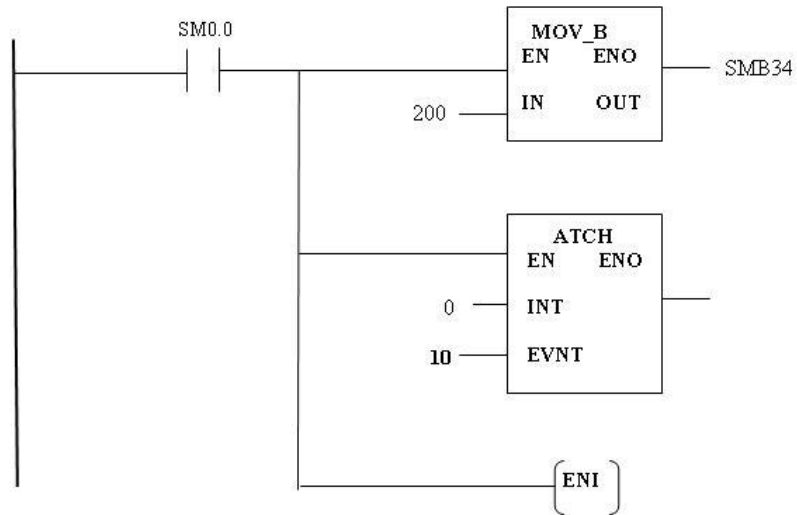
# LADDER (MERDİVEN) DİYAGRAMI

➤ OB1

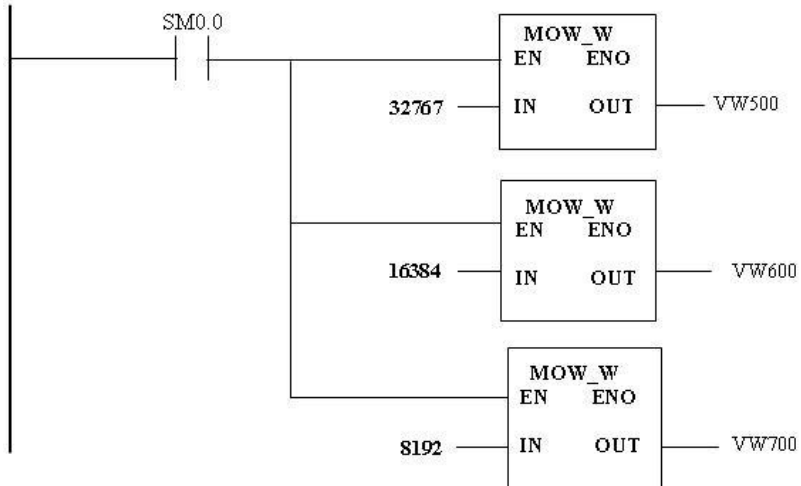


➤ **SBRO**

AG 1 (NETWORK 1)



INT 0



**SM0.0** : PLC'nin RUN yapılmasıyla "1" konumundadır.

**SM0.1** : PLC'nin RUN yapılmasıyla İlk döngüde(tarama) "1", sonraki döngülerde "0" olan bittir.

### **STL (PLC KOMUTLARI)**

#### **OB1**

NETWORK 1

LD I0.0

O Q0.0

AN I0.1

= Q0.0

NETWORK 2

LD Q0.0

TON T37, +250

NETWORK 3

LDN T37

O T39

A Q0.0

MOVW VW700, AQW0

NETWORK 4

LD T37

TON T38, +300

NETWORK 5

LD T37

A T38

MOVW VW600, AQW0

NETWORK 6

LD T38

TON T39, +450

#### **SBRO**

NETWORK 1

LD SM0.0

MOVB 200, SMB34

ATCH 0, 10

ENI

NETWORK 7

LDN T38

A T39

MOVW VW500, AQW0

#### **INT 0**

NETWORK 8

LD SM0.0

MOVW +32767, VW500

MOVW +16384, VW600

MOVW +8192, VW700

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. Aşağıdakilerden hangisi analog veri üretir?
  - A) Transistör
  - B) Diyot
  - C) Tristör
  - D) Alternatif akım
2. Aşağıdakilerden hangisi analog veri değildir?
  - A) Isı
  - B) Basınç
  - C) Sıvı seviye
  - D) Röle
3. Aşağıdaki elemanlardan hangisi dijital veri üretir?
  - A) PTC
  - B) LDR
  - C) Anahtar
  - D) Termokupl
4. Aşağıdaki elemanlardan hangisi ısıya bağlı olarak analog gerilim üretir?
  - A) Termokupl
  - B) Direnç
  - C) Pt100
  - D) Rezistans
5. 0804 etegreli analog sayısal çevirici devresinde çıkış kaç bitlik bir sayıdır?
  - A) 2bit
  - B) 4 bit
  - C) 8 bit
  - D) 12 bit
6. Çift eğimli analog sayısal çevirici devresinde analog giriş gerilimi nereye uygulanır?
  - A) Karşılaştırma
  - B) İntegral Alıcı
  - C) Saat(Osc)
  - D) Denetim Mantık Devresi



7. Merdiven devresiyle analog sayısal çevirici devresinde 3 voltluk bir referans gerilim kullanarak 8 katlı sayıcının her bir sayımının adım gerilimi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0,0117  
B) 0,02  
C) 0,03  
D) 0,018
8. EM 235 Analog giriş/çıkış modülünde 1. kanal girişleri nasıl adreslenir.  
A) AIW0/RA,A+,A-  
B) AIW2/RB,B+,B-  
C) AIW4/RC,C+,C-  
D) AIW6/RD,D+,D-
9. Giriş kalibrasyon ayarı yapılırken, aşağıdakilerden hangisi yanlış uygulamadır.  
A) Modülün varsa enerjisi kesilir.  
B) Bir dönüştürücü kullanarak girişlerden birine sıfır sinyali uygulanır.  
C) Bağlı olan girişteki değer, CPU tarafından okunarak bilgisayar ekranına gönderilir.  
D) Ofset potansiyometresi ile sağa sola öndürülerek okunan değerın sıfır olması önlenir.
10. DIP anahtarlardan hangisi analog giriş aralığını seçer?  
A) 1-2  
B) 3  
C) 4-5  
D) 1-2-3

## 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 dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz modül değerlendirmeye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

1. Aşağıdakilerden hangisi analog veri üretir?  
A) Transistör  
B) Diyot  
C) Tristör  
D) Alternatif Akım
2. Aşağıdakilerden hangisi analog veri değildir?  
A) Isı  
B) Basınç  
C) Sıvı Seviye  
D) Röle
3. Aşağıdaki elemanlardan hangisi dijital veri üretir?  
A) PTC  
B) LDR  
C) Anahtar  
D) Termokupl
4. Aşağıdaki elemanlardan hangisi ısıya bağlı olarak analog gerilim üretir?  
A) Termokupl  
B) Direnç  
C) Pt100  
D) Rezistans
5. 0804 etegreli analog sayısal çevirici devresinde çıkış kaç bitlik bir sayıdır?  
A) 2bit  
B) 4 bit  
C) 8 bit  
D) 12 bit
6. Çift eğimli analog sayısal çevirici devresinde analog giriş gerilimi nereye uygulanır?  
A) Karşılaştırma  
B) İntegral Alıcı  
C) Saat(Osc)  
D) Denetim Mantık Devresi
7. Merdiven devresiyle analog sayısal çevirici devresinde 3 voltluk bir referans gerilim kullanarak 8 katlı sayıcının her bir sayımının adım gerilimi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0,0117  
B) 0,02  
C) 0,03  
D) 0,018

8. EM 235 Analog giriş/çıkış modülünde 1. kanal girişleri nasıl adreslenir.  
A) AIW0/RA,A+,A-  
B) AIW2,RB,B+,B-  
C) AIW4/RC,C+,C-  
D) AIW6/RD,D+,D-
9. Giriş kalibrasyon ayarı yapılırken, aşağıdakilerden hangisi yanlış uygulamadır?  
A) Modülün varsa enerjisi kesilir.  
B) Bir dönüştürücü kullanarak girişlerden birine sıfır sinyali uygulanır.  
C) Bağlı olan girişteki değer, CPU tarafından okunarak bilgisayar ekranına gönderilir.  
D) Ofset potansiyemetresi ile sağa sola öndürülerek okunan değerın sıfır olması önlenir.
10. DIP anahtarlardan hangisi analog giriş aralığını seçer.  
A) 1-2  
B) 3  
C) 4-5  
D) 1-2-3

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

11. ( ) Analog modüle sayısal algılayıcı bağlanır.
12. ( ) Analog girişe bağlanan basınç dönüştürücüden gelen doğrusal değerleri ADC aracılığıyla sayısal bilgiye çevirir.
13. ( ) Analog modülde CPU'dan ayrı olarak bir tarama zamanı vardır.
14. ( ) Frekans konvertörü analog giriş modülüne bağlanır.
15. ( ) Devir sayısı ayarı yapılacak motorlar analog çıkış modülüne bağlanır.
16. ( ) Termokupl yardımıyla basınç ölçülebiliriz.
17. ( ) RTD modülü sıcaklık ölçümlerinde kullanılır.
18. ( ) EM 231 analog modülünün  $\pm 10$  volt analog sinyal giriş alanı vardır.
19. ( ) 32767 sayısının 16'lık sayı sisteminde 7FFF'e karşılık gelir.
20. ( ) LM 235 her 1  $^{\circ}\text{C}$ 'lik ısı artışında 10 mV gerilim vermektedir.
21. ( ) EM 231 ve EM 235 analog modüllerinde 4'er adet analog çıkış vardır.
22. ( ) Termokupl ve RTD modülünde analog filtre kullanılmaz.
23. ( ) RS-232 konnektörü programlama cihazına veya bilgisayarın seri portuna (com1) bağlanır.
24. ( ) CPU 221'in ek modül bağlama özelliği yoktur.
25. ( ) Pt 100 RTD modülüne bağlanır.

## KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
PLC'nin ilave modül bağlantısı		
1. Analog modülü diğer modüllerden ayırabildiniz mi?		
2. Analog verileri doğru kullandınız mı?		
3. Analog modüllerin özelliklerini sayabilir misiniz?		
4. Analog modülü PLC ve çevre elemanlarına doğru bağladınız mı?		
Analog İşlemler		
5. Analog veriyi doğru tanımlayabilir misiniz?		
6. Dijital veriyi doğru tanımlayabilir misiniz?		
7. Analog-Dijital dönüştürme hesaplarını doğru yapabilir misiniz?		
8. Dijital-Analog dönüştürme hesaplarını doğru yapabilir misiniz?		
9. Analog-Dijital dönüştürücüleri devrelerini kullanabilir misiniz?		
10. Dijital-Analog dönüştürücüleri devrelerini kullanabilir misiniz?		
11. Analog giriş/çıkış modülünün bağlantılarını doğru yapabilir misiniz?		
12. Analog uygulamalar		
13. PT 100 ile ısı kontrol projesini doğru uygulayıp çalıştırabildiniz mi?		
14. 2-Seviye kontrol projesini doğru uygulayıp çalıştırabildiniz mi?		
15. 3-Basınç kontrol projesini doğru uygulayıp çalıştırabildiniz mi?		
16. 4-DC Motorun PLC ile devir kontrol projesini doğru uygulayıp çalıştırabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Yanlış
12	Doğru
13	Doğru
14	Doğru
15	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	C
4	A
5	C
6	B
7	A
8	A
9	D
10	D
11	Yanlış
12	Doğru
13	Doğru
14	Yanlış
15	Doğru
16	Yanlış
17	Doğru
18	Yanlış
19	Doğru
20	Doğru
21	Yanlış
22	Doğru
23	Doğru
24	Doğru
25	Doğru

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- PLC cihazı Katalogları.
- İnternette PLC cihazı Satışı ve Tanıtımı Yapan Firmaların Siteleri.



# KAYNAKÇA

- S7-200 Kullanım Kılavuzu Sürüm 2, Ağustos 2003.
- ÇETİN Recep, S7-200 PLC'lerle Otomasyon Ders Notları BURSA. 2002.
- ÖZCAN Muciz, ŞirzatKAHRAMANLI, **PLC'ler ve Uygulamaları**
- KURTULDU Şaban-GÜLER Mehmet Ali-VARGÖR İlhan, **İleri Elektronik Dijital 1**
- BOYLESTAD Robert-NASHELSKY Louis, Elektronik Elemanlar ve Devre Teorisi
- ÖZDEMİR Ali, Dijital Elektronik İleri Kumanda Teknikleri
- YAĞIMLI Mustafa-AKAR Feyzi, **Dijital Elektronik**