

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYON
TEKNOLOJİLERİ**

MİKRODENETLEYİCİ DONANIMI

Ankara, 2015

- 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.....	iii
GİRİŞ.....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. MİKRODENETLEYİCİ TANIMI ÇEŞİTLERİ.....	3
1.1. Bilgisayarın Temel Donanımı	3
1.2. Mikrodenetleyici İşletimi	4
1.3. Hafızası ve Fonksiyonları.....	5
1.4. Mikrodenetleyici Yapısı	6
1.5. Mikrodenetleyici Çeşitleri.....	9
1.6. Mikrodenetleyici Programının Geliştirilmesi.....	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	16
2. MİKRODENETLEYİCİDE SAYILARIN İFADESİ.....	16
2.1. Sayıların Tipi.....	16
2.2. Binary Dijit Nedir.....	18
2.3. Hexadesimal Dijit Nedir.....	18
2.4. Sayı Sistemleri Arasında Dönüşüm.....	18
UYGULAMA FAALİYETİ.....	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	23
3. MİKRODENETLEYİCİ YAPISI	23
3.1. Clock Düzeni.....	26
3.2. Komut Akışı	26
3.3. Yazmaçlar.....	27
3.4. Program Belleği.....	27
3.5. Veri Belleği	28
3.6. I / O port (input / output).....	28
3.7. Reset Devresi.....	30
3.8. Osilatör Özellikleri.....	32
UYGULAMA FAALİYETİ.....	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	35
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	37
CEVAP ANAHTARLARI	39
KAYNAKÇA	40

AÇIKLAMALAR

ALAN	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
DAL/MESLEK	Mekatronik Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Mikrodenetleyici Donanımı
MODÜLÜN TANIMI	Öğrenci, bilgisayarın temel donanımını tanıyarak mikrodenetleyicilerin yapılarında olması gereken karar verir. Bu modülde mikrodenetleyicilerin donanımının yanında programlanma ortamının ve deney setinin hazırlandığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Yapılacak işe uygun mikrodenetleyici seçerek programı yüklemek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında mikrodenetleyici ve donanımlarını seçebilecek, programlama kartını yapabilecek, programlama editörünü kullanabilecek ve test işlemlerini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Bir mikrodenetleyici seçerek kullanabilmek için gerekli olan temel bilgileri öğrenebileceksiniz. 2. Modellediğiniz parçaların yapım ve montaj resimlerini oluşturarak montajı gerçekleştirebileceksiniz. 3. Mikro denetleyicinin yapısını öğrenerek mikron denetleyici ünitesini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Mikrodenetleyici laboratuvarı. Donanım: Mikrodenetleyici katalogları, mikrodenetleyiciler.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Hızla gelişen dünya teknolojisinde kontrol, sistemlerde yerini çok uzun zaman önce almaya başlamıştır. Günümüzde kontrol teknolojisi hızla gelişmeye devam etmektedir. Dünya piyasalarında diğer şirketlerle rekabet edebilmek için kontrol teknolojileri yardımıyla daha ucuz ve daha kaliteli üretim yapmak gerekmektedir. Bu nedenle kontrol teknolojilerinin önemi giderek artmaktadır.

Kontrol teknolojileri, sistemlere göre farklılıklar gösterebilir ya da aynı sistemi farklı kontrol teknolojileri ile denetleyebiliriz. Mekanik olarak da kontrol edilebilen sistemler olduğu gibi aynı sistemleri yüksek veya düşük akım teknolojisi ile ya da programlanabilir bir denetleyiciyle de kontrol edebiliriz. Bu sadece bizim isteğimize ve beklentilerimize bağlıdır.

Biz bu modülde, bir mikro denetleyici ile yapılan kontrol teknolojisinden bahsedeceğiz. Fakat mikro denetleyiciler de kendi arasında farklılıklar göstermektedir. Bu amaçla bu kitapta, kullanımı kolay ve ucuz olan PIC16F84 mikro denetleyicisi üzerinde çalışmalar yaparak yapısına ve kontrol teknolojisine ait bilgi ve beceri kazandırılacaktır. Yine bu modülde bir mikro denetleyici ile kontrol yaparken kontrol edilen sistemin ve mikro denetleyicinin donanımsal özelliklerini bilmek gerekliliği ile birlikte programlamanın önemi de vurgulanacaktır.

PIC16F84 mikro denetleyicisi ile çalışmalar yaparken programlama dili olarak C dili kullanılacaktır.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bir mikrodenetleyici seçerek kullanabilmek için gerekli olan temel bilgileri öğrenebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

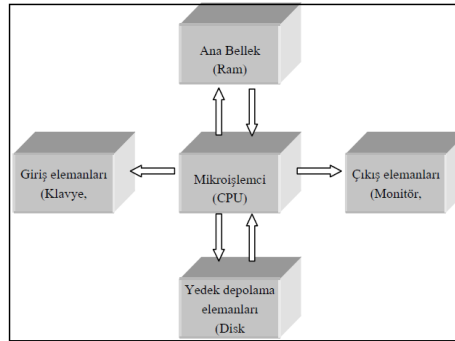
- Mikrodenetleyici bir kontrol arabirimidir. Fakat kontrol sistemleri farklılık gösterebilir. Acaba kontrol nedir? Hangi tür kontrol sistemleri vardır ve birbirlerine göre avantajları-dezavantajları nelerdir? Bu konu ile ilgili bir araştırma yapınız.

1. MİKRODENETLEYİCİ TANIMI ÇEŞİTLERİ

Bir mikro denetleyici, komple bir bilgisayarın (MİB, hafıza ve giriş - çıkışlar) tek bir entegre devre üzerinde üretilmiş hâlidir. Kısıtlı miktarda olmakla birlikte yeterince hafıza birimlerine ve giriş - çıkış uçlarına sahip olmaları sayesinde tek başlarına çalışabildikleri gibi donanımı oluşturan diğer elektronik devrelerle irtibat kurabilir, uygulamanın gerektirdiği fonksiyonları gerçekleştirebilirler. Üzerlerinde analog-dijital çevirici gibi entegre devreler barındırmaları sayesinde algılayıcılardan her türlü verinin toplanması ve işlenmesinde kullanılabilirler. Ufak ve düşük maliyetli olmaları gömülü uygulamalarda tercih edilmelerini sağlamaktadır.

1.1. Bilgisayarın Temel Donanımı

Çok genel bir ifadeyle bir bilgisayarın beyni, esas işi yapan kısmı olarak isimlendirilebilecek olan mikroişlemciler hakkında biraz daha ayrıntılı bir açıklama şu şekilde yapılabilir: bir dijital bilgisayar üç temel kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 1.1: Bir bilgisayarın temel blok diyagramı

Merkezî İşlem Birimi - MİB (Central Processing Unit – CPU)

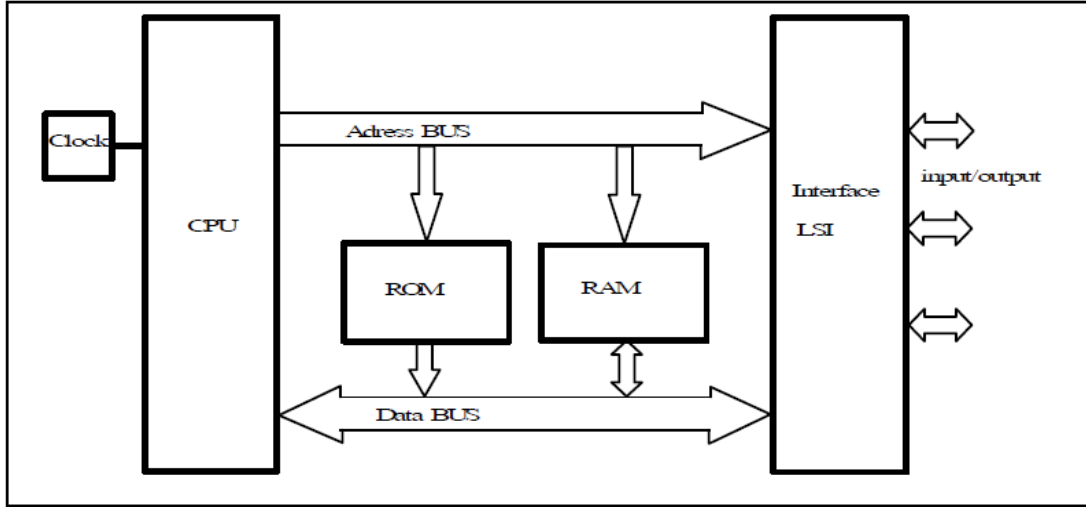
- Program ve Veri Hafızaları (Program and Data Memory)
- Giriş – Çıkış Birimleri (Input – Output Units)

Merkezî işlem birimi (MİB / CPU), verileri işleme ve sistemi oluşturan çeşitli birimler arasında bilgi akışı kontrolü işlemlerini gerçekleştirir.

Veri işleminin büyük çoğunluğu MİB’de yer alan aritmetik lojik birim üzerinde gerçekleştirilir. Ancak bu işlemlerin gerçekleştirilmesi sırasında kod çözme kontrol birimleri ile çeşitli saklayıcılar (Registers) da çok yoğun olarak kullanılır. İşte bu merkezî işlem birimini oluşturan çeşitli alt birimlerin tek bir entegre devre üzerinde gerçekleştirilmiş üretilmiş hâline Mikroişlemci (Microprocessor) adı verilir.

Bir mikroişlemci kullanılarak hazırlanmış bilgisayarlara mikrobilgisayar denilmektedir. Hafıza ve giriş-çıkış birimlerinin miktarı, türü ve kapasitesi uygulamaya bağlı olarak değişir.

Mikroişlemciler, PC adını verdiğimiz kişisel bilgisayarlarda kullanıldığı gibi sanayi tezgâhlarına bağlı bilgisayarlarda da çok kullanılmaktadır. Tek başına bir mikro işlemci işlevini yerine getiremez. Yukarıda belirtilen elemanlara ihtiyaç vardır.



Şekil 1.2: Bir bilgisayarın mimarisi

1.2. Mikrodenetleyici İşletimi

Programın bilgisayara kurulabilmesi için bilgisayarın sahip olması gereken donanımın: en az 1Gb RAM, OpenGL 3D’yi destekleyen ekran kartı, en az 2GB gerekli olan hard disk alanı ve 3 düğmeli mouse olması gerekmektedir.

İşletim sisteminize uygun(32 bit veya 64 bit) program seçilir. Kurulum dosyası açılarak SETUP üzerinde farenin sağ düğmesine basılır ve çıkan ekranda “Yönetici olarak çalıştır” seçeneği işaretlenir.

1.3. Hafızası ve Fonksiyonları

PIC Mikro denetleyicilerde farklı amaçlarla kullanılan bellek çeşitleri mevcuttur (Program belleği, EEPROM bellek, RAM bellek gibi). Mikro denetleyicinin ana hafızası olarak genellikle IC hafıza(RAM veya ROM) kullanılmaktadır.

➤ **ROM (sadece okunabilir bellek):**

Farklı özellikte program belleği bulunan PIC'ler microchip firması tarafından piyasaya sürülmektedir. Bunlar:

- Silinebilir ve programlanabilir bellek (Erasable PROgrammable Memory-EPROM)
- Elektriksel olarak silinebilir ve programlanabilir bellek (Electrically Erasable PROgrammable Memory-EEPROM). FLASH bellek olarak da adlandırılır.
- Sadece okunabilir bellek (Read-Only Memory-ROM)

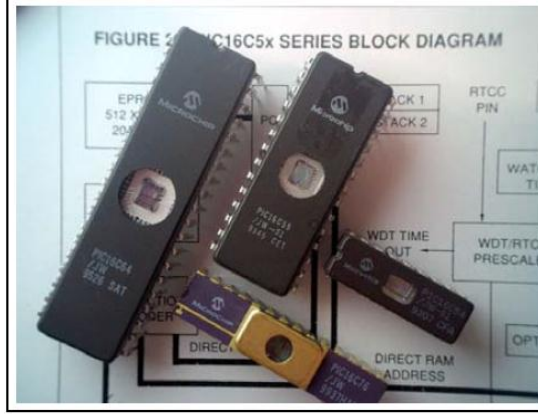
Her bir bellek tipinin kullanılacağı uygulamaya göre avantajları ve dezavantajları vardır. Bu avantajlar, fiyat, hız, defalarca kullanmaya yatkınlık gibi faktörlerdir.

EPROM bellek hücrelerine elektrik sinyali uygulayarak kayıt yapılır. EPROM üzerindeki enerji kesilse bile bu program bellekte kalır. Ancak silip yeniden başka bir program yazmak için ultra-violet ışını altında belirli bir süre tutmak gerekir. Bu işlemler EPROM silici denilen özel aygıtlarla yapılır. EPROM bellekli PIC'ler iki farklı ambalajlı olarak bulunmaktadır:

- Seramik ambalajlı ve cam pencereli olan tip, silinebilir olan tiptir.
- Plastik ambalajlı ve penceresiz olan tipler ise silinemez (OTP) tiptir.

Seramik ambalajlı ve pencereli olan bellek içerisindeki programın silinmemesi için pencere üzerine ışık geçirmeyen bir bant yapıştırılır. Ultra-Violet ışığı ile silinmesi istenildiğinde bu pencere açılır ve silici aygıt içerisinde belirli bir süre bekletilir. Plastik ambalajlı EPROM'lar ise programlandıktan sonra silinmesi mümkün değildir ve fiyatı silinebilen tipe göre oldukça ucuzdur. Silinemeyen tipe TP (One Time Programmable - Bir defa programlanabilir.) olarak adlandırılır.

EEPROM belleği bulunan bir PIC içerisine program yazmak için PIC programlayıcı vasıtasıyla elektriksel sinyal gönderilir. EEPROM üzerindeki enerji kesilse bile bu program bellekte kalır. Programı silmek veya farklı yeni bir program yazmak istendiğinde PIC programlayıcıdan elektriksel sinyal gönderilir. Bu tip belleğe sahip olan PIC'ler genellikle uygulama geliştirme amacıyla kullanılırlar. Microchip bu tip belleğe çoğu zaman FLASH bellek olarak da adlandırmaktadır. Fiyatları silinemeyen tiplere göre biraz pahalıdır. Bellek erişim hızları ise EPROM ve ROM'lara göre daha yavaştır. PIC16C84 ve PIC16F84'ler bu tip program belleğine sahiptir.



Şekil 1.3: Mikro denetleyiciler

ROM program belleğine sahip PIC'lerin programları fabrikasyon olarak yazılırlar. EPROM ve EEPROM eş değerlerine nazaran fiyatları oldukça düşüktür. Ancak fiyatının düşüklüğünden dolayı gelen avantaj bazen çok pahalıya da mal olabilir. ROM bellekli PIC programlarının fabrikasyon olarak yazılması nedeniyle PIC'in elde edilme süresi uzundur.

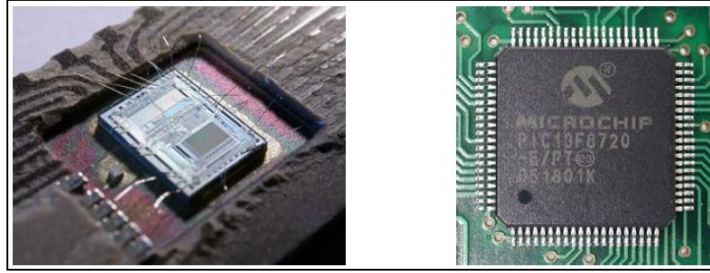
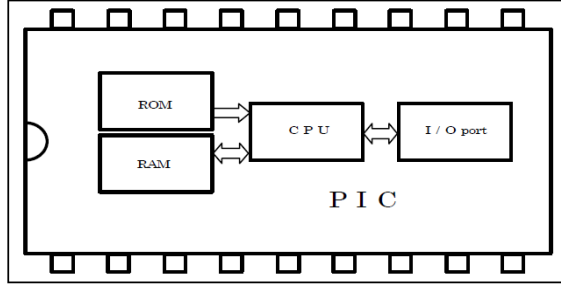
Programda oluşabilecek bir hatanın PIC'e program yazıldıktan sonra tespit edilmesi, eldeki tüm PIC'lerin atılmasına da neden olabilir. Bu tip PIC'ler çok miktarda üretilecek bir ürünün maliyetini düşürmek amacıyla seçilir. Program hataları giderilemediği için uygulama geliştirmek için uygun değildir. Microchip, ROM program bellekli PIC'lere parça numarası verirken "CR"(PIC16CR62, PIC16CR84 gibi) harfleri kullanılır.

➤ **RAM (rastgele erişimli bellek):**

Ram kullanıcıların belleği özgürce okuyup yazabilmesi için bir IC belleğidir. Fakat elektrik kaynağı kesildiğinde bütün bilgiler bellekten silinir. Bu nedenle RAM aritmetik işlemlerin sonucunu geçici süreler içerisinde bellekte depolama işlemi yapar. İki tür RAM bellekten bahsetmek mümkündür. Birincisi Statik RAM, kullanışı basit ve kolaydır. Ancak pahalıdır. İkincisi ise Dinamik RAM, kullanışı zordur ancak pahalı değildir.

1.4. Mikrodenetleyici Yapısı

PIC Mikro denetleyici daha önce de açıklandığı gibi İngilizce (Peripheral Interface Controller) kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Anlamı ise dış üniteleri denetleyen arabirimdir.



Şekil 1.4: Mikro denetleyici yapısı

Mikro denetleyiciler, çoğunlukla yer aldıkları uygulama devresinin içine gömülmüş, sadece oraya adanmış olarak kullanılırlar. Bu özellikleri nedeniyle bilgisayarlardaki kullanıcı uygulama programlarını çalıştırma gibi esneklikleri olmamakla birlikte kontrol ağırlıklı uygulamalarda alternatifsiz seçenek olarak karşımıza çıkarlar.

Onları böyle cazip kılan, çok küçük boyutlu olmaları (az yer kaplamaları), düşük güç tüketimleri, düşük maliyetlerine karşın yüksek performansa sahip olmaları gibi özellikleridir. Motor kontrolünden fotoğraf makinesi ışık ve focus ayarına, cep telefonlarından merkezî klima sistemlerine, faks ve fotokopi makinelerinden radyo teyp ve TV'lere, fabrika otomasyonundan hayat kurtaran biyomedikal cihazlara, oyuncaklardan askeri cihazlara, cebinizdeki elektronik bilet uygulamasından cüzdanınızdaki banka kartlarına varıncaya kadar akla gelebilecek her yerde mikro denetleyiciler yer almaktadır.

Bu tür uygulamalarda kullanıldıkları için hafıza ve paralel/seri giriş-çıkış birimlerinin yanı sıra zamanlayıcılar (timers), sayıcılar (counters), kesme kontrol birimleri (Interrupt Control), Analog-Sayısal dönüştürücüler (A/D Converters) gibi çeşitli çevre birimleri de mikro denetleyici bütünleşmiş devrelerinin içinde yer almaktadır.

Ayrıca genellikle gerçek zamanlı uygulamalarda çalışmalarıyla mikro denetleyiciler, mikroişlemcilerden ayrılmaktadırlar. Gerçek zamanlı uygulamalarda dış dünyadan (işlemcinin dışındaki elektronik ortamdan) gelen işaretler çok hızlı değişim gösterebilir ve bunları işleyip gereken çıkışları aynı hızla dış dünyaya uygulamak gerekebilir.

Böyle bir performansı, çok küçük boyutlarda ve çok daha az güç tüketerek sadece mikro denetleyiciler aracılığıyla gerçekleştirmek mümkündür.

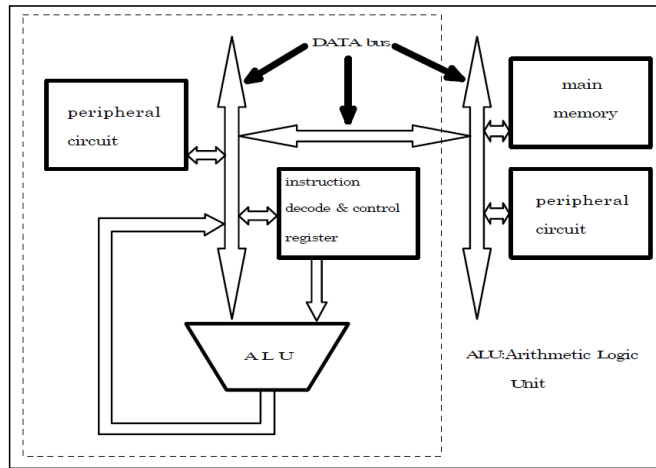
Diğer taraftan matematik işlem yapma yeteneklerinin kısıtlı oluşu, çok çeşitli on-chip çevre birimlerine sahip olmakla birlikte bunların kapasitelerinin de sınırlı olması nedeniyle bir mikroişlemcinin kullanıldığı (bir kişisel bilgisayar gibi) yerler için uygun bir seçenek oluşturmazlar.

Sonuç olarak mikroişlemciler ve mikro denetleyiciler temelde aynı alt yapı çalışma mantığına sahip olmakla birlikte kullanım yeri ve amacına göre iki ayrı grup ürün olarak değerlendirilebilir.

Mikroişlemciler ve mikro denetleyiciler günlük hayatta kullanılan sayısız cihaz ve sistemin içinde yer almakta olup bu ürünleri kullanarak gerçekleştirilebilecek uygulamalar insanın hayal gücü ile sınırlıdır.

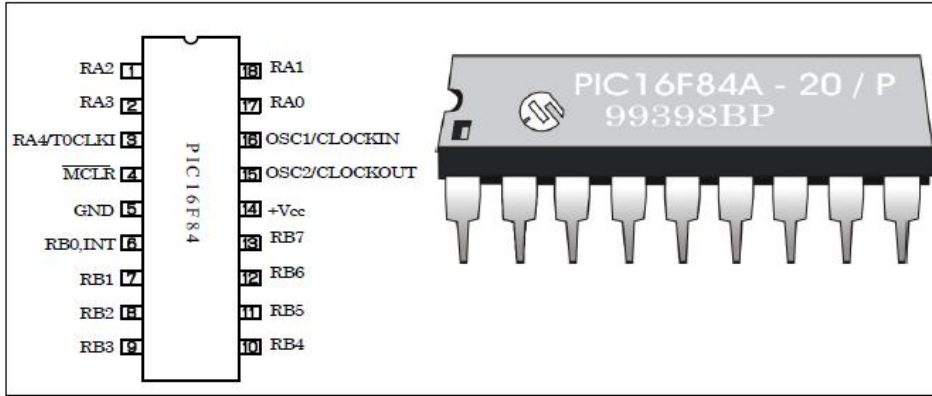
Genel mikro denetleyicilerin yapısı “Von Neumann mimarisi” olarak adlandırılır. Bilgi çıkışları birlikte bir bellektedir ve ALU bir veri bus ile bellek arasındadır (Şekil 1.6). Aşışlagelmiş mikro denetleyiciler bu mimari yapıdadır. (Sinyal hattı Bus olarak adlandırılır. 8-bitlik bilgisayar veri bus, 8 sinyal hattına sahiptir.)

PIC Harvard mimarisine sahiptir ve veri belleği ile program belleği vardır (Şekil 1.8). Data belleği bilgi yoluna (bus), program belleği ise program yoluna (bus) sahiptir. Bu iki yol birbirinden tamamen bağımsızdır. İçyapısı basittir ve işletimi hızlıdır. Program belleği bağımsız olduğundan dolayı kapladığı alan da bağımsızdır ve bu tanımlar bir tek kelimeyle ifade edilebilir.



Şekil 1.5: Harvard mimarisi

Aşağıda Pic 16F84 mikro denetleyicisinin bacak yapısı görülmektedir.



Şekil 1.6: Mikro enetleyicisinin bacak yapısı

➤ Her bir ucun açıklanması:

OSC1/CLOCKIN : Osilatör girişi / External oscillator input

OSC2/CLKOUT : Osilatör girişi / OSC1 frekansının ¼ değerindeki çıkış clock ucu

MCLR (inv) : Reset girişi

RA0 – RA3 : Giriş Çıkış uçları

RA4/TOCKI : Giriş Çıkış ucu / TMR0 için clock puls giriş ucu

RB0/INT : Giriş Çıkış ucu / Dış kesmeler için giriş ucu

RB1-RB7 : Giriş Çıkış ucu

GND : Güç kaynağının eksi (–) ucu

Vcc : Güç kaynağının artı (+) ucu

1.5. Mikrodenetleyici Çeşitleri

Günümüzde piyasada çok çeşitli marka ve model ve mimaride mikrodenetleyiciler kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

➤ Kullanım amaçları bakımından mikrodenetleyicileri iki gruba ayırabiliriz.

- Özel amaçlı mikrodenetleyiciler
- Genel amaçlı mikrodenetleyiciler

Özel amaçlı mikrodenetleyiciler: Daha öncede bahsedildiği üzere hemen hemen tüm akıllı teknolojik cihazlarda mikrodenetleyici kullanılmaktadır. Bu mikrodenetleyiciler cihaz üreticisinin talebi ve ihtiyaçları üzerine mikrodenetleyici üreten firma tarafından kullanılacağı cihaza özel olarak tasarlanır. Cihaz üzerindeki bu tip mikrodenetleyicilere müdahale şansı oldukça azdır. Örneğin bir otomobil üreticisi araçta kullanılacak hava yastıklarını kontrol eden mikrodenetleyiciyi özel olarak sipariş vererek ürettirebilir.

Genel amaçlı mikrodenetleyiciler: Tüm tasarım ve programcıların doğrudan satın alarak ulaşabileceği ve kullanabileceği şekilde farklı kapasitelerde ve boş hafızayla (program yüklenmemiş) satılan mikrodenetleyicilerdir. Microchip, Atmel, Intel, Texas Instruments,

Renesas gibi firmalar başlıca mikrodenetleyici üreticileridir. Her markanın kullanıcılara geniş seçenekler sunan ve birbirinden farklı özelliklere sahip alt modelleri mevcuttur.

Biz bu modülümüzde daha önceden belirtildiği üzere Microchip firmasının PIC marka mikrodenetleyicisine ait 16F84 modeli ile çalışacağız.

Microchip, ürettiği mikro denetleyicileri aile diye adlandırılan 4 farklı gruba ayırarak isimlendirmiştir. Bahsedilen bu ailelere isim verilirken kelime boyu (Word lenght) dikkate alınmıştır. Acaba kelime boyu nedir? Mikroişlemciler veya mikro denetleyiciler kendi içlerindeki dâhili veri saklama alanları olan registerleri arasındaki veri alış verişini farklı sayıdaki bitlerle yaparlar. Örneğin, 8051 mikro denetleyicilerde yonga içerisindeki veri alış verişini 8~16 bit ile yaparken yeni çıkan Pentium işlemcilerde 64 bitlik dâhili veri yolları ile iletişim kurarlar. Bir CPU ya da MCU'nun dâhili veri yolu uzunluğuna kelime boyu denir.

Microchip, PIC'leri 12/14/16 bitlik kelime boylarında üretmektedir ve buna göre aşağıdaki aile isimlerini vermektedir.

PIC16C5XX ailesi 12-bit kelime boyu,
PIC16CXXX ailesi 14-bit kelime boyu,
PIC17CXXX ailesi 16-bit kelime boyu,
PIC12CXXX ailesi 12-bit/14-bit kelime boyuna sahiptir.

Bir CPU veya MCU'nun chip dışındaki harici ünitelerle veri alış verişini kaç bit ile yapıyorsa buna veri yolu bit sayısı denir. PIC'ler farklı kelime boylarında üretilmelerine rağmen harici veri yolu tüm PIC ailesinde 8-bittir. Yani bir PIC, I/O portu aracılığı ile çevresel ünitelerle veri alış verişi yaparken 8-bitlik veri yolu kullanır.

PIC programlayıcıları program kodlarını yazarken bir komutun kaç bitlik bir kelime boyundan oluştuğu ile pek fazla ilgilenmezler. Seçilen bir chip'i programlarken uyulması gereken kuralları ve o chiple ilgili özelliklerin bilinmesi yeterlidir. Bu özellikler PIC bellek miktarı, I/O portu sayısı, A/D dönüştürücüye sahip olup olmadığı, kesme (interrupt) fonksiyonlarının bulunup bulunmadığı, bellek tipinin ne olduğu (Flash, EPROM, EEPROM vb.) gibi bilgilerdir. Bu özelliklerinin en son değişikliklerini içeren güncel ve tam bir listesine microchip'in kataloglarından ulaşmak mümkündür.

1.6. Mikrodenetleyici Programının Geliştirilmesi

➤ Mikrodenetleyici programlamak için ihtiyaç duyulanlar:

- **Kişisel bilgisayar:**

OS (İşletim sistemi) :Windows 95, 98, 2000, Me, XP, Windows 7...

Özellikleri: Pentium 75MHz ve üstü, paralel port veya seri port veya USB portlardan birine sahip olmak.

- **Bir metin editörüne sahip olmak ve kullanabilmek**

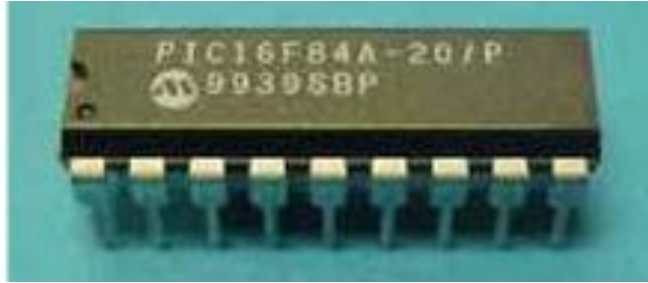
Metin editörü olarak txt uzantılı editörler kullanılabilir ya da PIC programlarını yazabilmek için **MPLAB-IDE** yazılımları kullanılabilir. Assembly dilinde yazılacak olan program kodlarının kayıt edilebileceği metin editörü “.asm” uzantılı olarak kayıt edilmelidir. Eğer C dili ile programlar yazılmış ise “.c” uzantılı olarak kayıt edilmelidir. **MPLAB** programı, Microchip Technology Co. (United States) firması tarafından geliştirilmiştir.

- **PIC Derleyici programına sahip olmak**

Hangi programlama dilinde yazılmış olursa olsun bu kodlamaların pic mikro denetleyicisi tarafından algılanması mümkün değildir. Bu nedenle bu program kodlarının PIC'in anlayabileceği makine diline dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüştürme işlemine “derleme (compile)” , bu işi yapan programlara da “derleyici (compiler)” adı verilir. Derleme işlemi sonucunda “.hex” uzantılı bir dosya üretilir. Bu dosya mikrodenetleyiciye yüklenecek olan nihai dosyadır.

- **PIC Mikro denetleyicisi**

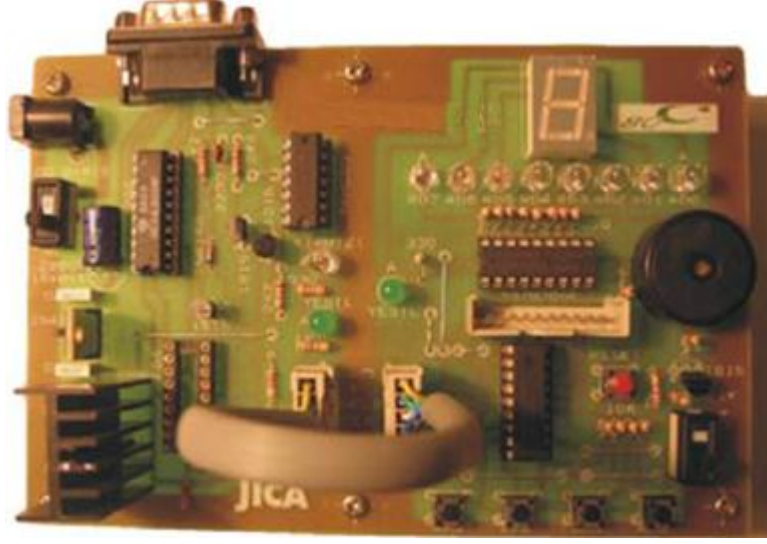
Şekil 1.7 de bu kitapta ve uygulamalarımızda bundan sonra kullanacağımız PIC 16F84A entegresi resmi bulunmaktadır.



Şekil 1.7: PIC16F84

- **PIC Programlayıcı donanımına sahip olmak**

Makine diline çevrilmiş olan “.hex” uzantılı program kodlarının PIC içerisine yazdırılabilmesi için bir elektronik donanıma ihtiyaç vardır. Bu donanım PIC programlayıcı olarak isimlendirilir. Bizim PIC programlayıcı elektronik devremiz, PIC uygulama devresi ile birleştirilmiştir ve bu elektronik devrenin tümüne PIC kartı adını vermekteyiz. Bahsedilen PIC kartlarının aynısını ya da benzerini piyasada bulmak mümkündür.



Şekil 1.8: PIC16F84 yazıcı ve eğitim seti

- **PIC Programlayıcı yazılımına sahip olmak**

Derleyici ile derlenerek “.hex” uzantılı olarak oluşturulan PIC’in anlayabileceği makine dilindeki program kodlarının PC’den alınıp PIC içersine yazdırılabilmesi için gerekli olan yazılımdır. Bu programı çalıştırdığınızda bazı ayarlamalar yapmanız gerekmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

- PIC programlama kartınızı kullanarak farklı tip PIC mikrodenetleyicileri test ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ PIC kartınıza ait kabloyu dikkatlice bilgisayara takınız.➤ Kartın sürücü yazılımlarını bilgisayarınıza yükleyiniz.➤ Kartın üzerinde bulunan ZIF sokete çeşitli PIC entegreleri takarak sağlam olup olmadıklarını test ediniz ve sağlam olanların model numaralarını ekrandan okuyunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kartınızın bağlantı kablosunun hangi tür olduğuna dikkat ediniz (USB yada seri port kablosu).➤ Kabloyu ilgili porta takarken pinlere dikkat ediniz (özellikle seri kabloda).➤ Kart sürücülerini doğru yüklediğinizden emin olunuz. Sürücüler yüklenirken herhangi bir hata mesajı vermemesi gerekir.

KONTROL LİSTESİ

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

Performans Değerlendirme	Evet	Hayır
1. Bilgisayarın temel donanımını öğrendiniz mi?		
2. Mikroişlemci kavramını öğrendiniz mi?		
3. Mikrodenetleyici kavramını öğrendiniz mi?		
4. RAM ve ROM kavramlarını öğrendiniz mi?		
5. Derleme kavramını öğrendiniz mi?		
6. Programlayıcı donanımını öğrendiniz mi?		
7. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
8. Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Sadece okunabilir bellek aşağıdakilerden hangisidir?
A) USB
B) FLASH
C) RAM
D) ROM
2. Mikrodenetleyici programlamak için aşağıdakilerden hangisine ihtiyaç duyulmaz?
A) Derleyici
B) Editör
C) Adaptör
D) Bilgisayar
3. Mikrodenetleyiciye yüklenecek nihai dosyanın uzantısı nedir?
A) .pgr
B) .asm
C) .hex
D) .c
4. Elektrik kaynağı kesildiğinde bütün bilgilerin silindiği bellek türü hangisidir?
A) ROM
B) RAM
C) Hafıza
D) PROM
5. C dili ile yazılan program dosyalarının uzantısı nedir?
A) .prg
B) .asm
C) .hex
D) .c
6. EEPROM hafızanın silinme yöntemi nedir?
A) UV kaynağıyla
B) Isı ile
C) Elektrik ile
D) Silinemez
7. Mikrodenetleyici kullanımının tercih edilmesinde aşağıdakilerden hangisi etken değildir?
A) Düşük güç tüketim
B) Yüksek gerilimde çalışması
C) Düşük maliyet
E) Yüksek performans

Aşağıdaki cümlede boş bırakılan yere doğru sözcüğü yazınız.

8. Bir mikrodenetleyici ile bir mikroişlemci arasındaki en büyük fark, mikro denetleyicide üniteleri tek bir çip içersinde yer almaktadır.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ- 2

AMAÇ

Modellediğiniz parçaların yapım ve montaj resimlerini oluşturarak montajı gerçekleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sayı sistemleri hakkında bilgi toplayınız.

2. MİKRODENETLEYİCİDE SAYILARIN İFADESİ

Program yazarken kullanılacak olan sayı ve karakterleri ifade edebilmek için aşağıya bir tablo çıkarılmıştır. Bu tabloda desimal, heksadesimal, oktal, binary ve ascii kodlarla ifade biçimleri verilmiştir.

Kodlama	Biçim	Örnek
Desimal	D '<digit>'	D '125'
Heksadesimal	H '<digit>' 0x <digit>	H '9F' 0x9F
Oktal	O '<digit>'	O '67'
Binary	B '<digit>'	B '00111011'
ASCII Kod	A '<digit>'	A 'C'

Tablo 2.1: MPASM için sayıların ifade edilmeleri

2.1. Sayıların Tipi

Microdenetleyiciler binary, decimal ve hexadesimal sayı sistemlerini kullanırlar. Binary sayı sistemi mikro denetleyicilerin anlayabildiği bir sayı kod sistemidir. Desimal sayı sistemi bize yabancı olmayan bir sayı sistemidir. Hexadesimal sayı sistemi ise bizim binary sayı sistemimizi kolayca anlamamıza yardımcı olan bir sistemdir. Bunun yanı sıra kullanıcının (programlayıcının) bu üç sayı sistemi arasındaki ilişkiyi çok iyi bilmesi gerekir ve bunlar arasında dönüştürmeleri kolayca yapabilme bilgisine sahip olmaları gerekmektedir.

Desimal Sayılar	Binary Sayılar	Hexadecimal Sayılar
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Tablo 2. 2: Decimal, binary ve hexadecimal karşılıkları tablosu

Binary ve decimal sayı sistemlerini öğrendikten sonra bunların birbirlerine dönüşüm metotlarını öğrenmemiz gerekmektedir.

Kelime Boyu	Maksimum	Kısaltma	Kelime Boyu	Maksimum	Kısaltma
1	2		17	131072	128K
2	4		18	262144	256K
3	8		19	524288	512K
4	16		20	1048576	1M
5	32		21	2097152	2M
6	64		22	4194304	4M
7	128		23	8388608	8M
8	256		24	16777216	16M
9	512		25	33554432	32M
10	1024	1K	26	67108864	64M
11	2048	2K	27	13217728	128M
12	4096	4K	28	268435456	256M
13	8192	8K	29	536870912	512M
14	16384	16K	30	1073741824	1G
15	32768	32K	31	2147483648	2G
16	65536	64K	32	4294967296	4G

Tablo 2.3: Dijital numara ve maksimum değerleri

2.2. Binary Dijit Nedir

0 ve 1'lerden meydana gelen ikili bir sayı sistemindeki her bir rakamı ifade eder. Diğer bir deyişle her sayı bir dijit (bit) olarak tanımlanır. PIC içerisinde her bir desimal sayı 8 bit ile ifade edilir. Gerçekte desimal sayı sistemlerinde 9 ve 1 toplandığında 10 elde edilir ancak Binary sayı sistemlerinde 1 ve 1 toplandığında 2 olmaz, 1 ve 0 (10B) olur.

Mikro denetleyicilerin sinyal seviyeleri iki çeşittir. Burada "1" yüksek seviyeyi, "0" ise düşük seviyeyi belirtir. Mikrodenetleyiciler 1 ve 0'lardan meydana gelen makine dili adını verdiğimiz elektriğin varlığından ve yokluğundan anlar. Makine dilinin kullanıcılar için anlaşılması ve program yazılması oldukça zordur.

Binary sayı sistemi kolayca hexadecimal sayı sistemine de dönüştürülebilmektedir. Sonunda B harfi olan tüm sayılar Binary sayı anlamını taşımaktadır. Örneğin, 21 olan decimal sayısı Binary de 10101B olarak veya B'10101' ifade edilir.

$$12 = 1x2^4 + 0x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 = 10101B$$

2.3. Hexadesimal Dijit Nedir

Hexadecimal sayı sistemi 16 tabanlı bir sayı sistemi olup 0~15 arasındaki sayılarla ifade edilir. 0~15 arasında 16 tane rakam ve harf ile gösterilir. 0'dan 9'a kadar rakam ile 9'dan sonra 15 dahil A - F arasındaki İngilizce harfler ile gösterilir. Örneğin 21 olan decimal sayısı hexadecimal de H '15 ' veya 0x15 ya da (15h) olarak gösterilir. Hexadecimal sayının Binary ye ya da Binary sayının hexadecimal sayıya dönüştürülmesi çok kolaydır.

2.4. Sayı Sistemleri Arasında Dönüşüm

➤ Binary desimal ve hexadesimal sayılarının dönüşümü

Sayı sistemleri ve birbirlerine dönüşümlerini daha önce 10. sınıf derslerinde öğretilmişti. Bu modülde sayı sistemleri ve dönüşümleri hatırlatıcı bilgi olarak verilecektir.

➤ Decimal sayıların binary sayılara dönüşümü

Decimal sayı sürekli ikiye bölünerek Binary sayı elde edilir. İkiye bölme sonucunda kalanlar tersten yazıldığı zaman Binary sayı elde edilir.

Örnek:

19 decimal sayısını Binary sayıya dönüştürünüz.

Cevap 1:

$$19 \div 2 = 9 \rightarrow \text{kalan } 1 \rightarrow \text{LSB (En Düşük Değerliğe sahip Bit)}$$

$$9 \div 2 = 4 \rightarrow \text{kalan } 1$$

$$\begin{aligned}
4 \div 2 &= 2 \rightarrow \text{kalan } 0 \\
2 \div 2 &= 1 \rightarrow \text{kalan } 0 \\
1 \div 2 &= 0 \rightarrow \text{kalan } 1 \rightarrow \text{MSB(En Yüksek Değerliğe sahip Bit)}
\end{aligned}$$

Decimal sayı sisteminden hexedecimal sayı sistemine dönüştürme işlemi de aynı yolla yapılmaktadır.

➤ Binary sayıların decimal sayılara dönüşümü

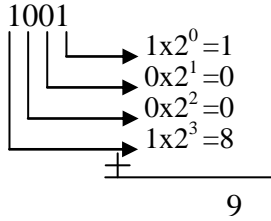
Binary sayıların decimal sayılara dönüşümü birkaç yöntemle yapılabilir. Aslında hepsi aynı yöntemle bağlıdır (0.bit 2^0 1.bit 2^1 2.bit $2^2 \dots$). Bir örnekle açıklamak daha yerinde olacaktır.

Örnek:

1001 Binary sayısını decimal sayı sistemine dönüştürünüz.

Cevap:

Yöntem 1:



Yöntem 2:

3.bit	2.bit	1.bit	0.bit	Konum
2^3	2^2	2^1	2^0	Bitlerin decimal değeri
8	4	2	1	
1	0	0	1	Binary değer
8	0	0	1	Sonuç
9				Genel sonuç

Yöntem 3:

$$\begin{aligned}
(1001)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
&= 8 + 0 + 0 + 1 \\
&= 9
\end{aligned}$$

➤ Decimal sayıların hexedecimal sayılara dönüşümü

Decimal sayıların Binary sayılara dönüşümü 2 sayısına bölünerek nasıl elde ediliyorsa, decimal sayıların da hexedecimal sayılara dönüşümü aynı metotla fakat bu sefer 16'ya bölünerek elde edilir.

Örnek:

667 decimal sayısını hexedecimal sayı sistemine dönüştürünüz.

Cevap 1.3:

$$\begin{aligned}
677 \div 16 &= 42 \rightarrow \text{kalan } 5 & (677)_{10} &= (2A5)_{16} \\
42 \div 16 &= 2 \rightarrow \text{kalan } 10 \\
2 \div 16 &= 0 \rightarrow \text{kalan } 2
\end{aligned}$$

➤ **Hexadecimal sayıların decimal sayılara dönüşümü**

Yine aynı şekilde Binary sayıların decimal sayılara dönüşümü hangi metotla yapılıyorsa, hexadecimal sayıların da decimal sayılara dönüşümü aynı yöntemle yapılır fakat her bir sayı 16 sayının sıfırdan başlayan kuvvetleri ile çarpılır.

Örnek:

A4H sayısını decimal sayı sistemine dönüştürünüz.

Cevap:

$$\begin{array}{r} \text{A4} \\ \begin{array}{l} \longleftarrow \\ \longleftarrow \\ \hline \end{array} \\ \begin{array}{r} 4 \times 16^0 = 4 \\ 10 \times 16^1 = 160 \\ \hline 164 \end{array} \end{array}$$

➤ **Binary Sayıların hexadecimal sayılara dönüşümü**

Binary sayıların hexadecimal sayı sistemine dönüştürebilmek için her bir Binary sayı 4'er bitlik gruplara ayrılır ve bu 4'erli grupları hexadecimal sayı sistemine dönüştürürüz.

Örnek:

(101110)₂ sayısını hexadecimal sayı sistemine dönüştürünüz.

Cevap:

4'erli gruplara ayırmayı LSB bitinden başlayarak yapmalıyız. Yüksek dört bitlere 4 bit düşüyorsa "0" ilave edilir.

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \underline{0010} \\ \downarrow \\ 2 \end{array} & \begin{array}{c} \underline{1110} \\ \downarrow \\ E \end{array} & 101110B = 2EH \end{array}$$

➤ **Hexadecimal sayıların binary sayılara dönüşümü**

Her bir hexadecimal basamak 4'er bitlik Binary sayılarla ifade edilir. Bu Binary sayılar birleştirildiğinde hexadecimal sayı Binary biçimde yazılmış olur.

Örnek :

B2H hexadecimal sayısını Binary biçimde yazınız.

Cevap:

$$\begin{array}{ccc} \text{B2} & \begin{array}{c} \longleftarrow \quad \longleftarrow \\ \downarrow \quad \downarrow \\ 1011 \quad 0010 \end{array} & \text{B2H} = 10110010B \end{array}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

AF87A4 hexadesimal sayısının Desimal sistemde ve Binary sistemdeki karşılığını bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Hexadesimal sayıyı A4 kağıdının en üstüne yazınız.➤ Önce Binary sisteme dönüştürünüz.➤ Sonra Desimal sisteme dönüştürünüz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Mümkün mertebe hesap makinası kullanmayınız.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Sayı tiplerini öğrendiniz mi?		
2. Dijit kavramını öğrendiniz mi?		
3. Sayıların sistemler arası dönüşümlerini öğrendiniz mi?		
4. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
5. Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi sayı sistemlerinden **değildir**?
A) Binary
B) Desimal
C) Heksadesimal
D) Oktan
2. Binary sayı sistemindeki 1001 sayısının desimal sayı sistemdeki karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 7
B) 8
C) 9
D) 10
3. Heksadesimal sayı sistemindeki A7 sayısının Binary sayı sistemindeki karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 10100111
B) 11011010
C) 11100001
D) 10000011
4. Binary sayı sistemindeki 11001001 sayısının desimal sayı sistemdeki karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 8A
B) C9
C) 3F
D) 74
5. Heksadesimal sayı sistemindeki 1E sayısının desimal karşılığı sayı sistemindeki karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 30
B) 31
C) 32
D) 33

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

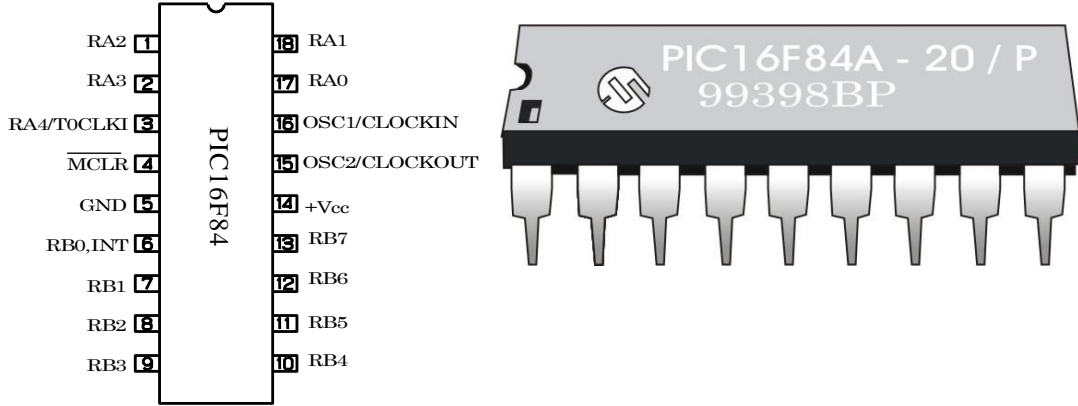
AMAÇ

Mikro denetleyicinin yapısını öğrenerek mikron denetleyici ünitesini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

➤ Çevrenizde bulunan elektronik alet ve oyuncakların yapılarını inceleyiniz.

3. MİKRODENETLEYİCİ YAPISI



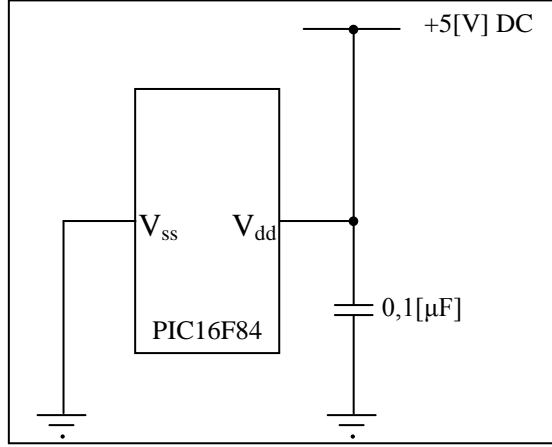
Şekil 3.1: PIC16F84'ün Pin ve entegre görünüşü

PIC16F84

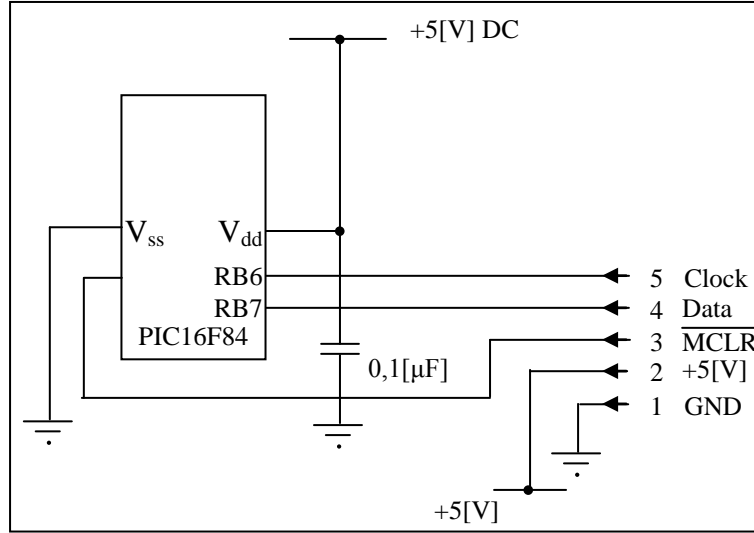
➤ Her bir ucun açıklanması:

- OSC1/CLOCKIN: Osilatör girişi / External oscillator input
- OSC2/CLKOUT : Osilatör girişi / OSC1 frekansının $\frac{1}{4}$ değerindeki çıkış clock ucu
- MCLR (inv) : Reset girişi
- RA0 – RA3 : Giriş Çıkış uçları
- RA4/T0CKI : Giriş Çıkış ucu / TMR0 için clock puls giriş ucu
- RB0/INT : Giriş Çıkış ucu / Dış kesmeler için giriş ucu
- RB1-RB7 : Giriş Çıkış ucu
- GND : Güç kaynağının eksi (-) ucu
- Vcc : Güç kaynağının artı (+) ucu

Yazılan bir programı PIC'e kayıt ederken ise RB6 ucuna clock pulse, RB7 ucuna veri bilgilerini vermemiz gerekir. Ayrıca MCLR ucuna 12,5 Volt, GND ucuna (-) eksi, Vcc ucuna da +5 Voltu vermeyi unutmamalıyız.



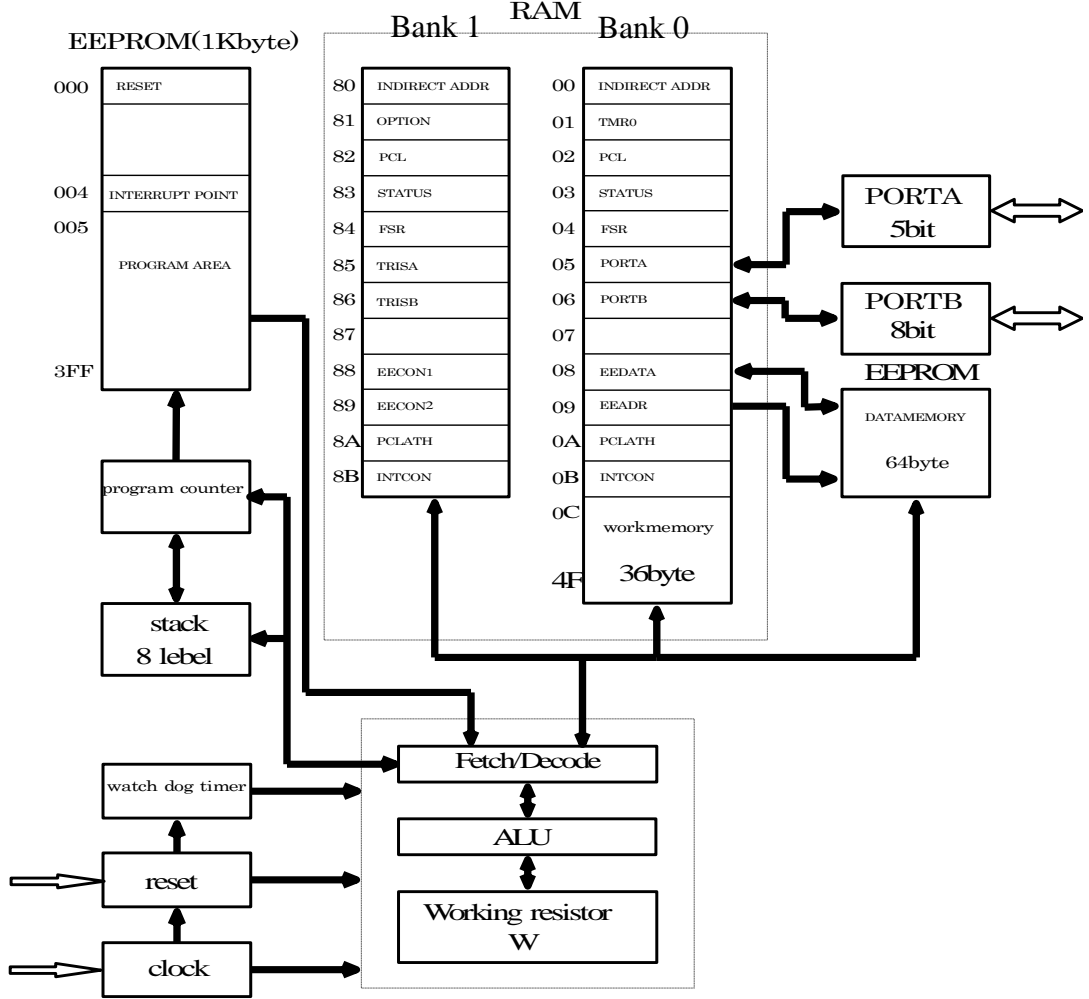
Şekil 3.2: PIC16F84'ün besleme gerilimi bağlantısı



Şekil 3.3: PIC16F84'ün program aktarmak için kullanılan bacakları

PIC16F84 18 uçlu 1 Kbyte flaş program belleği, 68 bayt RAM bellek, 64 Byte EEPROM belleğe sahiptir. PIC16F84' e program elektrik sinyalleri ile kolayca tekrar tekrar yazılabilir veya silinebilir. Ancak ROM bellek olanlarda ise tekrar yazabilmek için ultraviyole ışınlarla ihtiyaç vardır.

Flash Program Belleği



Şekil 3.4: PIC16F84'ün blok diyagramı

➤ PIC16F84' ün yapısı

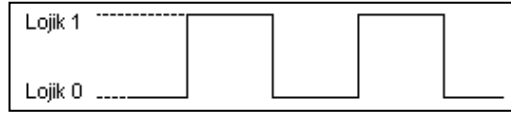
PIC RISC (Reduced Instruction Set Computer) denilen azaltılmış komut sistemini kullanmaktadır. Bu sistem sayesinde komutlar daha sade ve daha azdır. Bir PIC i programlamak için 35 komut kullanılır. Bu komut grubuna Assembly adı verilir. PIC de yöntem bir komutu genellikle bir clock ile gerçekleştirmesidir. Program belleği (memory) (ROM) ve data belleği (memory) birbirinden bağımsızdır. (Harward mimarisine göre) Bu hafıza yapısı ile her iki hafızada aynı anda çalıştırılabilmekte ve böylece işletim çok daha hızlı olmaktadır.

Data belleğinin genişliği yapıya göre değişiklik gösterir. (Program belleği 14 bit, veri belleği 8 bittir.) Çünkü 1 kelimenin makineye tanıtımı 14 bit ile gerçekleştirilir. Örneğin

MOVLW B '01011111' komutunu makine 11000001011111 olarak tanır. Bunun 6 biti olan 110000 MOVLW komutunu ifade eder, 01011111 ise veri bölümünü tanımlar.

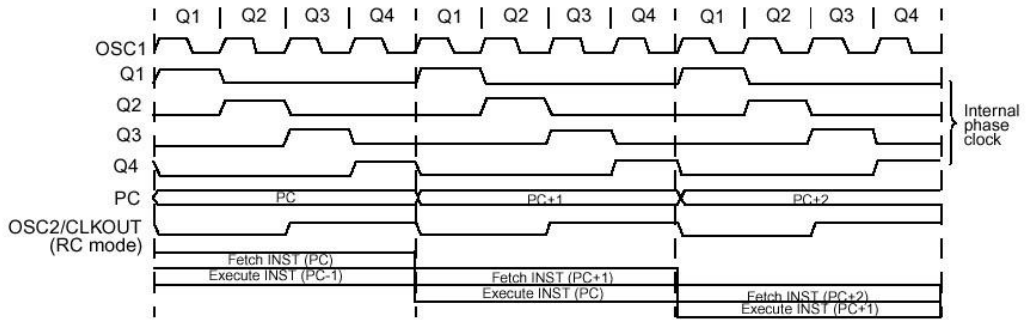
3.1. Clock Düzeni

PIC 'in program hafızasında bulunan komutların çalışması kare dalga (clock sinyali) ile olur.



Şekil 3.5: PIC'in çalışabilmesi için OSC1 ucundan verilen kare dalga

OSC1 denilen 16 nolu PIC16F84 bacağı kare dalganın uygulandığı yerdir. Bacak yapısı görünüşünde (Şekil 1.12) CLK IN olarak ifade edilmiştir. Dışarıdan buraya uygulanacak kare dalga OSC2/CLK OUT dan dörde bölünmüş olarak ($f / 4$) 15 numaralı bacadan dışarı alınabilir. Q1, Q2, Q3, Q4 olan bu bölümler de kare dalga şeklindedir. Program sayıcı (PC), her Q bölümünde bir arttırılmakta ve komutlar program belleğinde işleme sokularak Q4'te sona ermektedir. Komutlar Q1'den Q4'e kadar çözülerek işlemin gerçekleşmesi sağlanır. Clock pulse ve bunun düzeni şekil 1.17'de görülmektedir.



Şekil 3.6: Clock / komut örneği

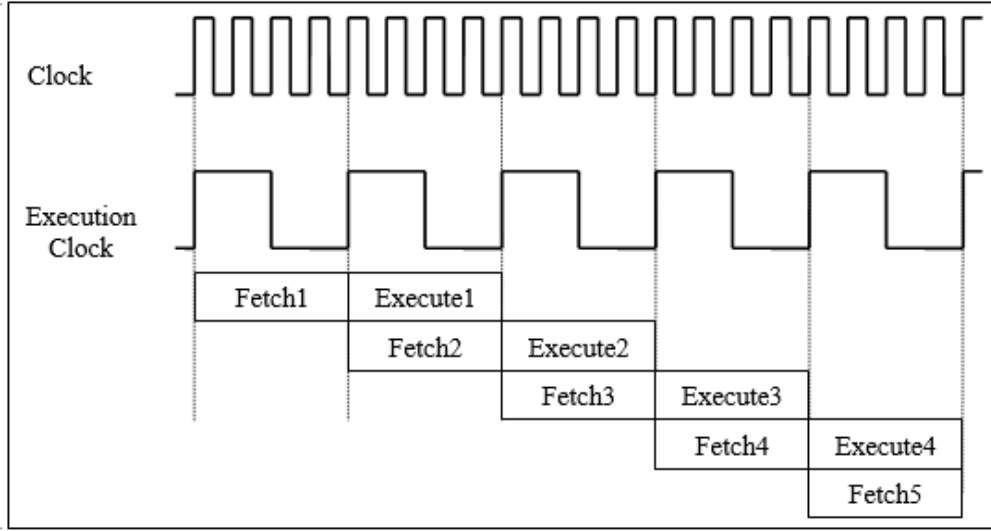
3.2. Komut Akışı

16 Numaralı bacadan girilen osilatör sinyali, pic içinde 4'e bölündüğünü ve frekansın $1/4$ 'ünün 15 nolu bacadan alınabileceğini söylemiştik. Bu 4'e bölünmüş saat frekansının karşılığı olan periyota "instruction cycle" yani komut süresi denir. Bu bir komutun işlenmesi için gereken zamandır. 16F84'de bu 4 Mhz'de 1 mikro saniye 10 Mhz'de ise 0,4 mikro saniyedir. Bu zaman, programlama esnasında çok önem arz eder, bu komut sürelerinin toplamı ile zamanlar hesaplanır.

Bir komutun aktarılması ve işleyişi şu şekilde olmaktadır. Bir "Komut Döngüsü" dört Q döngüsünden (Q1, Q2, Q3 ve Q4) oluşmaktadır. Komut alımı ve gerçekleştirilmesi, çözümlüp gerçekleştirme diğer bir komut döngüsünü oluştururken, bir komut döngüsünü oluşturmaktadır. Yine de, bilgi iletişim hattı dolayısı ile her bir komut etkin bir şekilde tek döngüde

gerçekleştirilmektedir. Eğer bir komut program sayacının değişmesine neden olursa, (örneğin **GOTO**) bu durumda komutu tamamlamak için iki döngü gereklidir (Şekil 1.18).

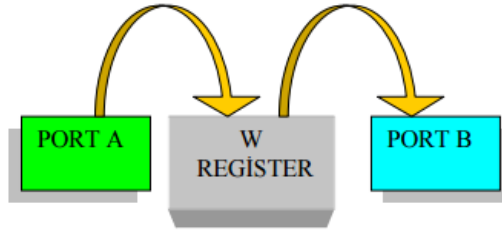
Bir alım döngüsü, Q1 dâhilinde artan Program Sayacı (PC) ile başlamaktadır. Gerçekleştirme döngüsünde, alınan komut, Q1 döngüsündeki “Komut Kaydı” içine kapatılmaktadır. Bu komut daha sonra Q2, Q3 ve Q4 döngüleri esnasında çözülür ve gerçekleştirilir. Veri hafızası Q2 esnasında okunmakta olup (bilgi okuması) ve Q4 esnasında yazılır (yazılacak hedef).



Şekil 3.7: Bilgi iletim kanalı (pipeline) yapısı

3.3. Yazmaçlar

PIC16F84'ün içerisinde akümülatör veya geçici depolama alanı olarak düşünülebilecek W yazmaç (mikro işlemci'deki A kaydedicisine benzer işleve sahip) vardır. PIC içerisinde gerçekleşen aritmetik işlemler ve atama işlemleri bu kaydedici vasıtasıyla gerçekleştirilir.



3.4. Program Belleği

PIC16F84'te yazılan programların yüklendiği ve saklandığı program bellek bölgesi ROM bellektir ve EEPROM tipindedir. Her bir bellek hücresi 14 bit uzunluğunda ve 1 KB (Kilobayt) kapasiteye sahip bu belleğe program yazıcısı kullanarak programımızı rahatlıkla yazabiliriz. Çünkü elektrik sinyali ile yazılıp silinebilme özelliği vardır. Mikro denetleyici uygulayacağı komutları ve işlem sırasını belleğin ilgili adreslerine bakarak uygular. İlgili

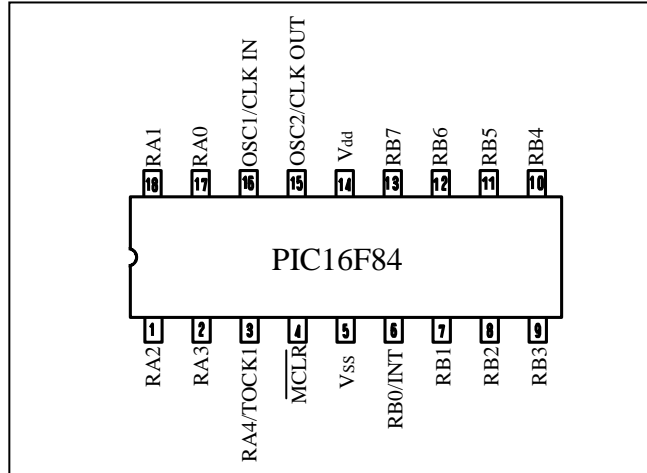
adresler ise PC (Program Counter) program sayıcında saklanır. Program belleği 0X000 ile 0x3FF adreslerini kapsar.

3.5. Veri Belleği

PIC16F84`ün veri belleği iki ayrı sayfadan (BANK) yani bellek aralığından oluşur. Bunlar 0x00-0x4F ve 0x80-0xCF olarak tanımlıdır. RAM bellek hücreleri 8-bit uzunluktadırlar. Bu belleğin bir kısmı file register adı ile CPU çalışmasını kontrol etmek amacıyla ayrılmışlardır. Geriye kalanlar programa ait verileri değişkenleri saklamak için yani normal RAM bellek hücresi olarak kullanılırlar.

3.6. I / O port (input / output)

I/O portları sinyalin giriş ve çıkışlarıdır. PIC16F84 `e ait I/O portlar şekil 1.19 de görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi PIC16F84`ün en fazla uçları I/O için ayrılmış olup program kontrolü için kullanılmaktadır.



Şekil 3.8: I/O Portları

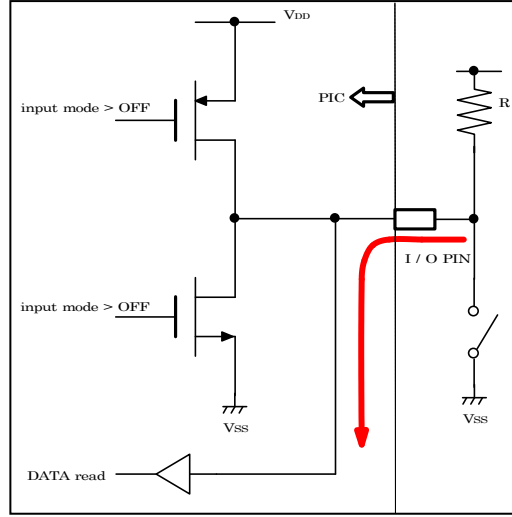
A portu 5 adettir (RA0,RA1,RA2,RA3,RA4).

B portu 8 adettir (RB0,RB1,RB2,RB3,RB4,RB5,RB6,RB7).

Toplam 13 adet giriş veya çıkış olarak kullanılmak üzere uçları vardır.

➤ Giriş işlemi

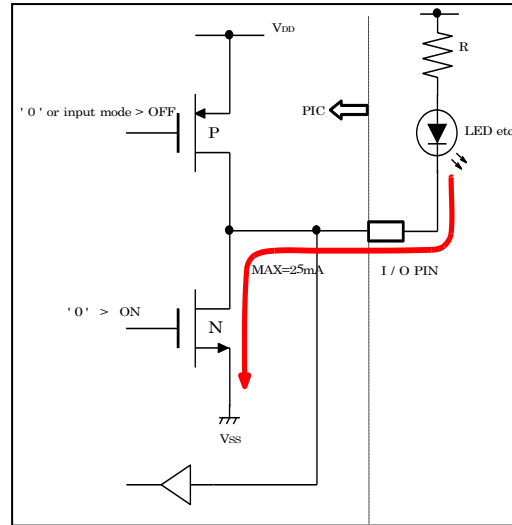
Eğer PIC giriş (input) modunda olursa, FET çıkışları kapatır. Giriş sinyali tampona doğru akar (Şekil 1.20).



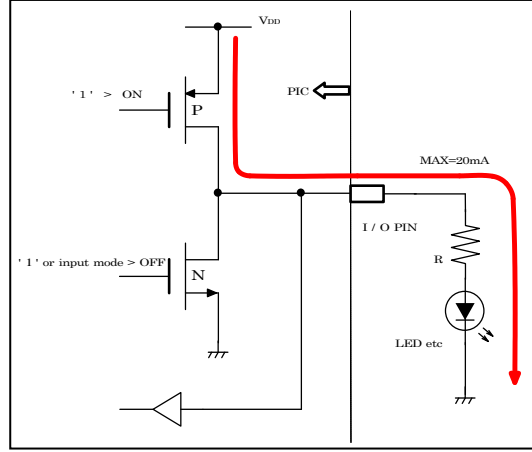
Şekil 3.9: Giriş işlemi

➤ Çıkış işlemi

PIC' in çıkışı FET' lidir. Eğer akım gerilim kaynağından çıkış portuna doğru ise buna SINK akım(Şekil 1.21), I/O pininden GND'ye doğru ise buna da KAYNAK (Source) akımı denir (Şekil 1.22). Kaynak akımı en fazla 20 [mA] iken sink akımı ise en fazla 25[mA] dir.



Şekil 3.10: Sink akımı



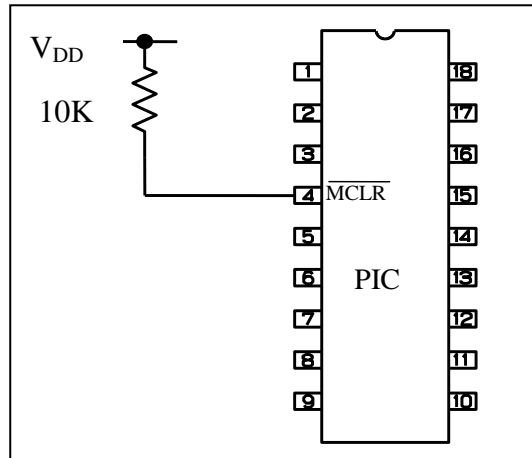
Şekil 3.11: Kaynak (source) akımı

3.7. Reset Devresi

Resetleme işlemi (Power on Reset) (**POR**): MCLR (Memory Clear) ucuna düşük gerilim (0[V]) uyguladığımızda, PIC16F84 reset edilmiş olur ve program başlangıçtaki adresine geri döner. MCLR ucu tekrar yüksek gerilim 5[V] olduğunda PIC16F84 programın çalışmasına ilk adresten itibaren devam eder. Kısaca MCLR ucu 0V olduğunda program çalışmaz sadece ilk adrese gider. Programın çalışabilmesi için MCLR ucunun tekrar 5[V] olması gerekir.

a) VDD'ye direk olarak resetleme:

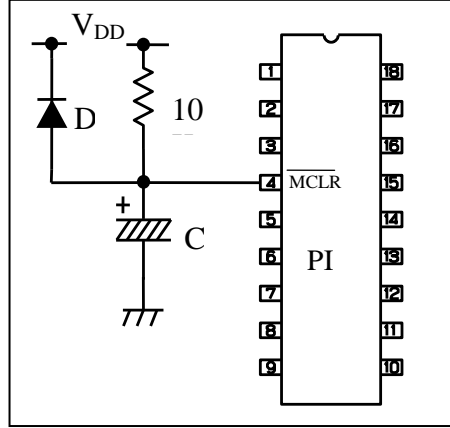
VDD yüksek gerilimi bulduğunda (1,2[V] – 1,7[V]) reset çalışmaya başlar. PIC'in resetinden yararlanabilmek için MCLR ucunu direk olarak VDD'ye bağlarız. Buna direnç eklenebilir.



Şekil 3.12: V_{DD}'ye direk olarak resetleme

b) PIC'in dışarıdan resetlenmesi

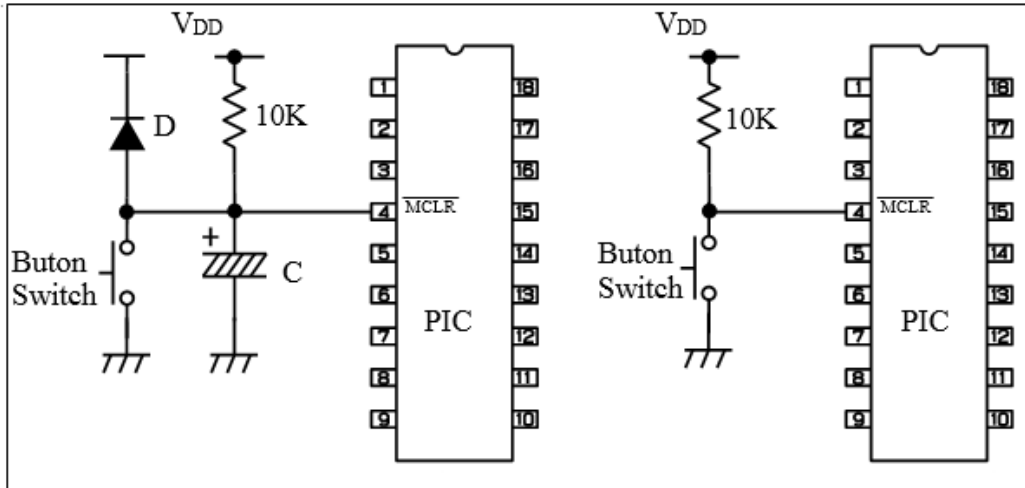
Eğer V_{DD} ile resetleme yavaş oluyor ve bunun hızlı gerçekleşmesini istiyorsak dış reset yapmamız gerekir. V_{DD} gerilimini hızlı bir şekilde 0 yapmak için LED ve kondansatör kullanmamız gerekir. LED kondansatörü hızlı bir şekilde boşaltır (deşarj) ve işlem hızlanmış olur ($C = 1 - 10 [\mu F]$).



Şekil 3.13. PIC'in dışarıdan resetlenmesi

c) Butonla reset

MCLR ucunu düşük gerilime ulaştırmak için reset butonu vardır. Bu buton basılıp çekilir ve program ilk adresten itibaren çalışmaya başlar.



Şekil 3.14: Butonla reset

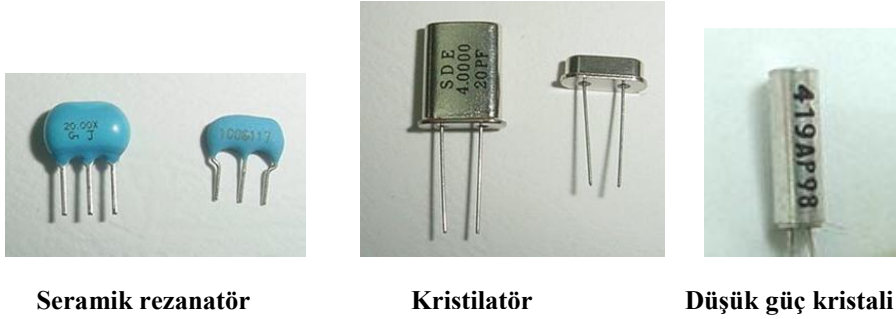
3.8. Osilatör Özellikleri

PIC16F84'ün saat (clock) sinyal girişi için kullanılan iki ucu vardır. Bunlar OSC1 (16. Pin) ve OSC2 (15. Pin)'dir. Bu uçlara farklı tipte osilatörlerden elde edilen saat sinyalleri uygulanır.

PIC16F84 dört değişik osilatörleme ile çalışabilir. Bunlar

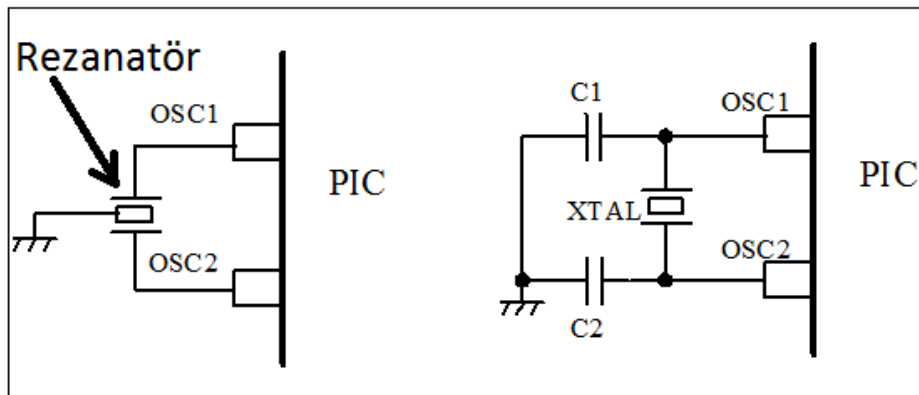
- LP: Düşük güç kristal ile (Low Power Crystal) (yaklaşık 40KHz)
- XT: Kristal / Rezanatör ile (Crystal / Resonator) (0 – 10MHz)
- HS: Yüksek hız kristali / Rezanatör (High Speed Crystal / Resonator) (4 – 10MHz)
- RC: Direnç / Kondansatör ile (Resistor / Capacitor) (0 – 4MHz)

➤ Kristal / Rezanatör bağlantıları



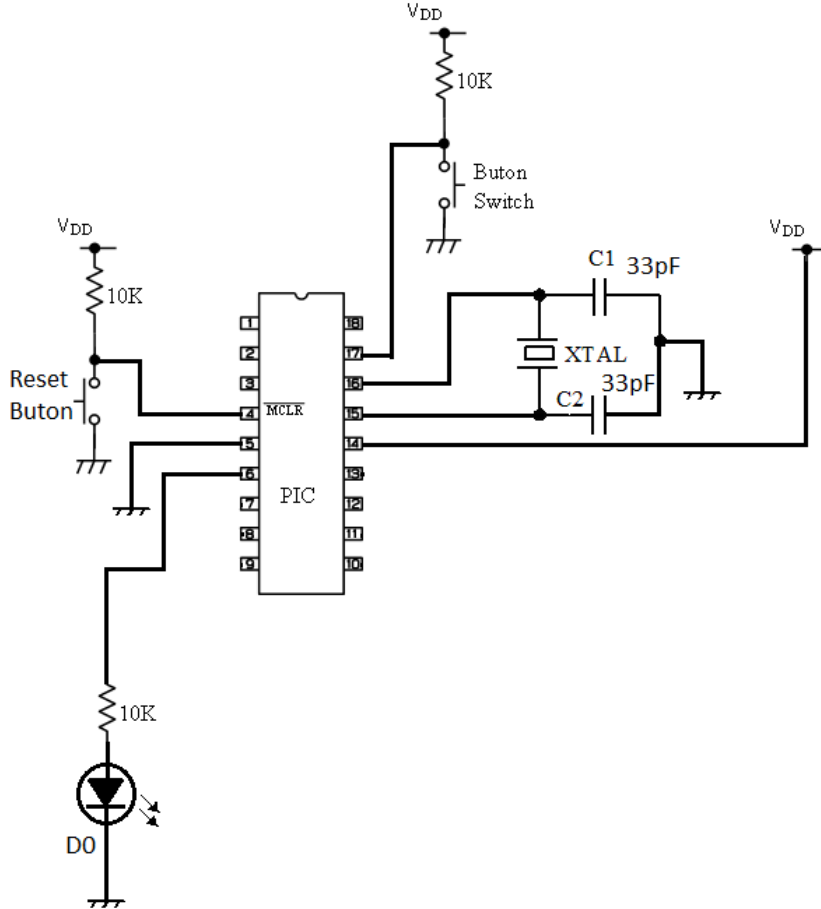
Şekil 3.15: Kristal çeşitleri

XT, LP veya HS modeller kristal veya seramik rezanatör ile OSC1/CLKIN ve OSC2/CLKOUT uçlarına bağlanırlar. Böylece osilatör sağlanmış olur.



Şekil 3.16: Kristal ve Rezanatör bağlantıları

UYGULAMA FAALİYETİ



Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

- Yukarıdaki devreyi (besleme + reset + osilatör devreleri ile 1 giriş butonu/1 çıkış ledi) breadboarda kurunuz.
- Devreye enerji vererek entegre'nin besleme bacakları ile reset bacağına +5 V gelip gelmediğini voltmetre ile kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli malzemeleri breadboard üzerine yerleştiriniz.➤ Gerekli kablo bağlantılarını yapınız.➤ Devreye enerji veriniz.➤ Ölçü aletleri ile ilgili ölçümleri yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 16x54,5x11 ebadında breadboard kullanılabilir.➤ Görevlere göre kablo renklerine dikkat ediniz.➤ Devre elemanları bacaklarının ve kabloların board deliklerine iyi oturmasına dikkat ediniz.➤ Devrenin görseelliğine dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yazmaç kavramını öğrendiniz mi?		
2. PIC16F84 denetleyicisinin bacak görevlerini öğrendiniz mi?		
3. Osilatörün görevini öğrendiniz mi?		
4. Besleme devresini öğrendiniz mi?		
5. Reset devresini öğrendiniz mi?		
6. Osilatör devresini öğrendiniz mi?		
7. Sink ve source akımlarını öğrendiniz mi?		
8. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
9. Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. PIC16F84 mikrodenetleyicisinin kaç adet I/O portu vardır?
A) 8
B) 5
C) 13
D) 18
2. PIC16F84 mikrodenetleyicisinin program bellek kapasitesi ne kadardır?
A) 1kB
B) 1MB
C) 64KB
D) 64MB
3. PIC16F84 mikro denetleyicisinde osilatör frekansı 4 [MHz] ise 1 clock süresi ne kadardır?
A) $4 \mu s$
B) $1 \mu s$
C) 1 ms
D) Hiçbiri
4. PIC16F84 mikro denetleyicisinde, kaç adet bank vardır?
A) Yok
B) 1
C) 2
D) 4
5. PIC16F84 mikro denetleyicisinde RAM bellek üzerindeki yazmaçlara yazılacak veri genişliği kaç bittir?
A) 16
B) 1
C) 32
D) 8
6. PIC16F84 mikro denetleyicisinde, çıkış pinlerinden geçirilecek maksimum sink akımı kaç mA'dir?
A) 20
B) 50
C) 8
D) 25
7. Status yazmacı kaç numaralı adreste yer alır?
A) 0x02
B) 0x08
C) 0x03
D) 0x09

-
8. PIC16F84 mikro denetleyicisinde, besleme uçları hangi numaralı pinlerdir?
A) 6-13
B) 1-14
C) 5-14
D) 1- 10
9. PIC16F84 mikro denetleyicisinin reset girişine kaç volt gelirse resetlenir?
A) 0V
B) 5V
C) 12V
D) 24V

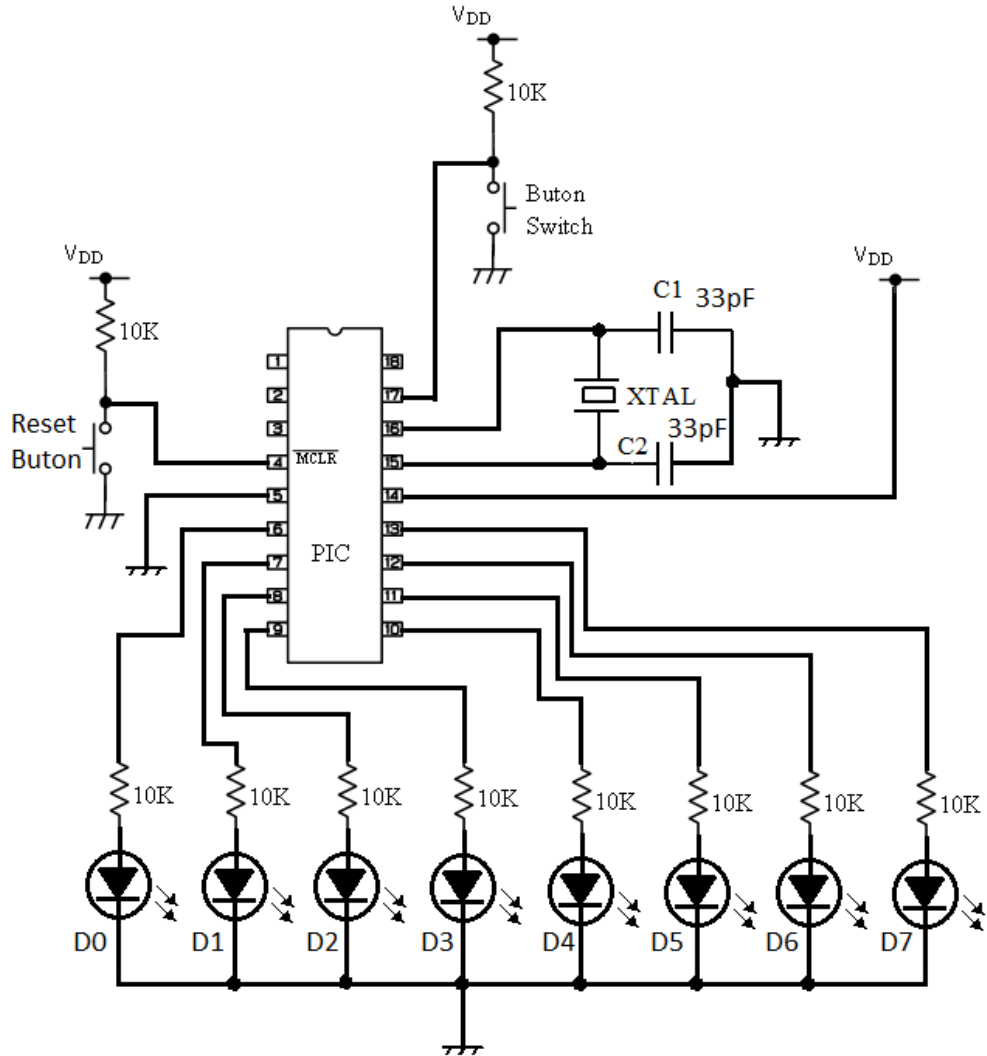
Aşağıdaki cümlede boş bırakılan yere doğru ifadeyi yazınız.

10. PIC16F84 bitlik bir mikro denetleyicidir.

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME



Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetini yapınız.

- Yukarıdaki devreyi (besleme + reset + osilatör devreleri ile 1 giriş butonu/8 çıkış ledi) bilgisayarda çizerek plaketi hazırlayınız.
- Hazırladığınız plaket üzerine malzemelerinizi yerleştiriniz.
- Lehimleme işlemlerini gerçekleştirerek montajı tamamlayınız.
- Devreye enerji vererek entegre'nin besleme bacakları ile reset bacağına +5 V gelip gelmediğini voltmetre ile kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bilgisayarın temel donanımını öğrendiniz mi?		
2. Mikroişlemci kavramını öğrendiniz mi?		
3. Mikrodenetleyici kavramını öğrendiniz mi?		
4. RAM ve ROM kavramlarını öğrendiniz mi?		
5. Derleme kavramını öğrendiniz mi?		
6. Programlayıcı donanımını öğrendiniz mi?		
7. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
8. Süreyi iyi kullandınız mı?		
9. Sayı tiplerini öğrendiniz mi?		
10. Dijit kavramını öğrendiniz mi?		
11. Sayıların sistemler arası dönüşümlerini öğrendiniz mi?		
12. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
13. Süreyi iyi kullandınız mı?		
14. Yazmaç kavramını öğrendiniz mi?		
15. PIC16F84 denetleyicisinin bacak görevlerini öğrendiniz mi?		
16. Osilatörün görevini öğrendiniz mi?		
17. Besleme devresini öğrendiniz mi?		
18. Reset devresini öğrendiniz mi?		
19. Osilatör devresini öğrendiniz mi?		
20. Sink ve source akımlarını öğrendiniz mi?		
21. Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
22. Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	C
4	B
5	D
6	C
7	B
8	Program hafızası ve I/O özelliklerini

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	A
4	B
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- Koshi TERAMOTO – Turgay İŞBİLEN – Mustafa GÜNEŞ, **PIC16F84 Mikrodenetleyici Temel Bilgileri ve Programlaması**, ETOGM-JICA, Eylül, 2003.