



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

MEKATRONİK LABORATUVARI – I

PIC MİKRODENETLEYİCİSİ VE UYGULAMALARI

**DENEY SORUMLUSU
Arş. Gör. Mehmet Safa BİNGÖL**

**ŞUBAT 2023
KAYSERİ**

PIC MİKRODENETLEYİCİSİ ve UYGULAMALARI

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknolojik imkânların artması ile birlikte uygulamada daha önce görülmemiş birçok yenilik insanların hizmetine sunulmaktadır. Kimi zaman bu hizmetler doğrudan insanlarla etkileşim halinde olan sistemlerle kimi zaman ise endüstriyel ortamlarda insanların görevlerini devir alan otomasyon sistemleri ile sağlanmaktadır. İlerleyen bilim ve teknoloji düzeyi ve buna paralel olarak gelişen ve değişen dünya pazarları, endüstriyel ürünlerde nitelikleri açısından ve işlevsel olarak önemli değişimlere neden olmuştur. Hızla gelişen teknoloji ve sürekli değişen pazar koşulları daha ekonomik ve kaliteli ürünler isterken, bunlara ek olarak müşteriler de sürekli olarak daha esnek ve çok işlevli ürünler istemektedir. Hızla değişen müşteri istekleri ve yoğun rekabet sonucu ürünlerin teknolojik ömürleri çok kısalmıştır. Bu koşullar karşısında geleneksel tasarım ve imalat teknolojileri yetersiz kalmış, bu talepleri karşılayabilecek yeni kavram ve yöntemler gelişmiştir. Bunlardan birisi de mekatronik mühendisliği kavramıdır. Mekatronik, çok disiplinli ve disiplinler arası konuları kapsayan bir mühendislik felsefesi ve mühendislik uygulamalarına tümleşik bir yaklaşımdır; mekatronik mühendisliği, makine mühendisliği, elektrik/elektronik mühendisliği ve bilgisayar teknolojisinin eş amaçlı ve tümleşik bir yapıda uygulamasıdır.

Çağdaş mekatronik teknolojisi ürünleri, bir veya birkaç mikroişlemci çevresinde yerleştirilen duyucular (sensörler), eyleyiciler (motor sistemler), ve tüm sistem veya makineyi merkezi veya dağınık yapıda denetleyebilen bilgisayar programlarından oluşmaktadır. Bu tanıma uygun sistem ve makineler kendisine tanımlanan çevreyi gözlemlemekte, çevredeki değişimleri algılamakta ve algıladığı bilgileri yorumlayarak gerekli motor sistemler yardımı ile çevresini değiştirebilmektedir. Mekatronik makineler mekanik işlevsellik ile tümleşik algoritmik denetimi beraberce içeren ürün ve sistemlerdir.

Gelişmiş mekatronik ürünler basit makineler yerine çevrelerini değiştirebilen bilgisayar sistemlerine dönüşmüştür; doğal olarak bu yapıdaki makine ve sistemler akıllı davranışlar göstermektedir. Mekatronik ürünlerde yer alan yazılımlar genellikle yapay zeka tekniklerini kullanmakta ve böylece mekatronik tasarım ürünleri, basit işlevsel makineler yerine, çeşitli koşullara uyum sağlayabilen yetenekli sistemlere dönüşmektedir. Mekatronik sistemler, Türkiye'nin uluslararası pazarlarda giderek daha etkin hale geldiği birçok teknoloji alanı ve sanayi sektörü için önemli bir girdi oluşturmaktadır. Otomotiv, beyaz eşya ve elektrikli ev aletleri, akıllı bina ve ev otomasyonu, gıda, sağlık, sivil ve askeri hizmet sektörleri, MEMS ve sensör teknolojileri bu alanlara örnek olarak gösterilebilir.*

Bu deney kapsamında anlatılacak olan PIC mikrodeneleyicisi ile mekatronik mühendisliği disiplininin temel konularından biri olan ayırık zamanlı kontrol uygulamalarındaki kullanımına dair pratik bilgi eksikliği giderilmeye çalışılacaktır. Bu deney kapsamında yapılacak olan uygulamalarda daha önceden teorik olarak eğitimi verilen lojik ve programlama derslerinin uygulamaları gerçekleştirilerek, öğrencilerin daha sonraki meslek hayatlarında karşılaşacakları buna benzer problemlere sistematik bir bakış açısı ile yaklaşabilmeleri için gerekli eğitim sağlanmaya çalışılacaktır.

* Mekatronik Strateji Raporu, Vizyon 2023 Projesi Mekatronik Grubu, TÜBİTAK, Ağustos 2004, ANKARA

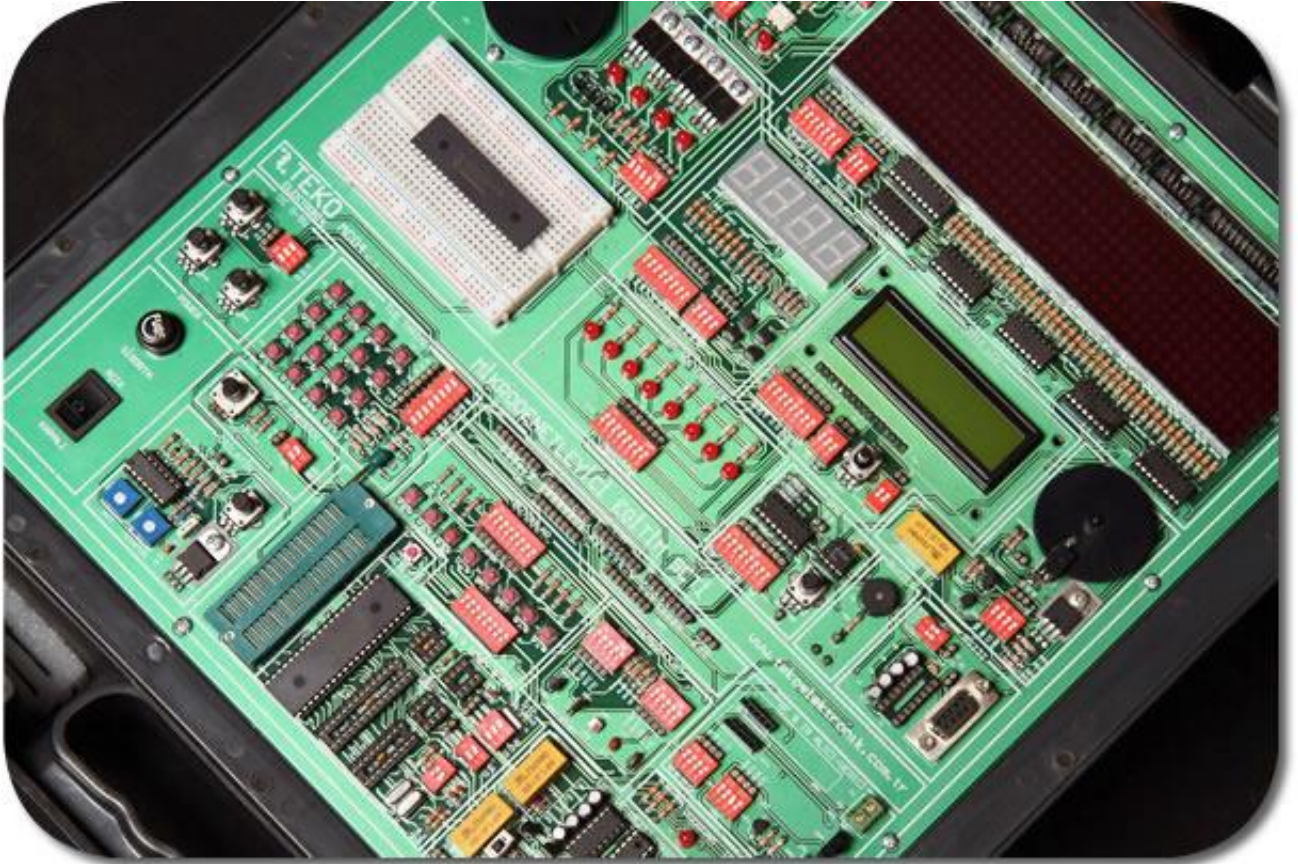
2. DENEYİN AMACI

Bu deneyde ucuz maliyeti ve kolay kullanımı sebebi ile tercih edilen PIC mikrodenetleyicisinin tanıtılması gerçekleştirilecektir. Öncelikle bu elemanın sahip olduğu RISC(Reduced Instruction Set Computing) mimarisi tanıtılacak, daha sonra ise bu mimari ile gerçekleştirilebilecek birkaç temel uygulama örneği gösterilecektir. PIC mikrodenetleyicisinin programlanması temelde sadece ASM dili kullanılarak gerçekleştirilebilmesine rağmen, daha karmaşık iş senaryolarının bir düzen çerçevesinde kolay bir şekilde yapılması için PICBASIC, PICC, PIC-CCS gibi birçok üst seviye dilde PIC programlarının yazılabilmesi mümkündür. Bizde bu deney kapsamında gerçekleştirilecek uygulamalar için eğitim açısından oldukça kolay ve basit bir kullanım imkânı sağlayan PIC-CCS derleyicisinden faydalanacağız.

3. ÖN BİLGİ

3.1. Devrelerin kurulumu için kullanılacak deney seti

Şekil 1’de genel amaçlı olarak tasarlanmış PIC mikrodenetleyici eğitim seti üzerinde farklı amaçlarda kullanılabilen; kayan yazı, LCD ekran, AC motor sürücü, enkoder sayıcı, step motor sürücü, tuş paneli, protobord, ayarlı dirençler ve çeşitli işlerde kullanılan ısı, ışık, manyetik sensörler gibi birçok eleman kolayca görülebilmektedir.



Şekil 1. Devrelerin kurulumu için kullanılacak deney seti.

3.2. Mikroişlemcilere ve Mikrodenetleyiciler

Mikroişlemciler:

Mikroişlemciler, sayısal bilgileri adres ve veri yolu ile alan, bu bilgileri bir hafıza biriminde saklanmış program komutlarına uygun olarak işleyen ve elde edilen sonuçları sayısal çıktıya dönüştüren mantık devreleridir. Bir mikroişlemcinin temel işlevi, sistem register'larında bulunan verileri içeriden/dışarıya veya dışarıdan/içeriye aktarma (transferring) ve verileri bir durumdan diğerine çevirmedir (transforming). Bir mikroişlemcinin iç yapısı 4 bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler; Kontrol birimi, Genel Amaçlı Registerlar, Özel Amaçlı Registerlar, Aritmetik ve Lojik Birimdir (ALU).

Mikroişlemcinin kontrol birimi, mikroişlemcinin içinde ve dışında olan bütün veri aktarımlarını ve ALU işlemlerini kontrol eder ve çevre birimlerle senkronize olmak için gerekli iletişimi sağlar. Mikroişlemcinin içinde işlem yaparken geçici olarak verilerin saklandığı yer Genel amaçlı registerlardır(GPR) 8-bit mikroişlemcilerin çoğunda bu registerlar üzerinde, veri saklama işleminden başka işlem yapılmaz. Kontrol birimi tarafından yürütülecek komuta işaret etmek amacıyla bütün mikroişlemcilerde özel amaçlı registerlar (Special Function Register / SFR) vardır. Bir mikroişlemcinin aritmetik ve lojik işlemleri ALU adı verilen birimde yapılır.

Mikrodenetleyiciler:

Mikrokontrolör, mikroişlemci ve mikroişlemciye bağlı bütün birimlerin üzerinde bulunduğu tek yongaya denir. Bir mikrokontrolör yongasında bulunan hafıza, giriş/çıkış ve diğer donanım alt sistemleri bu işlemcinin bir çok uygulama içinde gömülü (embedded) olarak ve tek başına, bir mikroişlemciye göre çok daha basit ve ucuz ara birim teknikleriyle, kontrol amaçlı olarak kullanımını sağlar. Bir mikrokontrolör kullanıldığı sistemin bir çok özelliğini aynı anda izleme (monitoring) ihtiyaç anında gerçek-zamanda cevap verme (real time responding), -ki bu mikrokontrolörün işaretleri hazır olduğu anda alıp ortamı bekletmeden işleyebilmesi demektir- ve sistemi denetlemekten (control) sorumludur.

Mikrokontrolörlerin kullanım alanları çok çeşitlidir. Örneğin otomobillerde, motor kontrol, elektrik ve iç panel kontrol, kameralarda, ışık ve odaklama kontrol, bilgisayarlar, telefon ve modem gibi haberleşme cihazları, CD teknolojisi, fotokopi ve faks cihazları, radyo, TV, teyp, oyuncaklar, özel amaçlı elektronik kartlar ve daha birçok benzeri alanda mikrokontrolörler yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Bu kadar geniş kullanım alanı olan mikrokontrolörler için 1980'lerden sonra gelişmiş özelliklere ve desteklere sahip 8-bit, 16-bit ve 32-bit mikrokontrolörler üretilmiştir. İkili kod düzeyi ile uyumlu pek çok 8-bit ve 16-bit ürünleri piyasaya sürülmüştür. Mikrokontrolörlerin gelişimini yönlendiren talepler ise şunlardır:

- Karmaşık cihazlar için daha yüksek performans, daha geniş adres alanı,
- C gibi yüksek seviyede programlama desteği,
- Windows altında çalışan gelişmiş hata takibi (debugging) özelliklerine sahip program geliştirme ortamları,
- Daha az güç tüketimi ve gürültü,
- Büyük geliştirme programları ve yazılım güvenliği açısından var olan programların kullanılması,
- Sistem fiyatında indirim

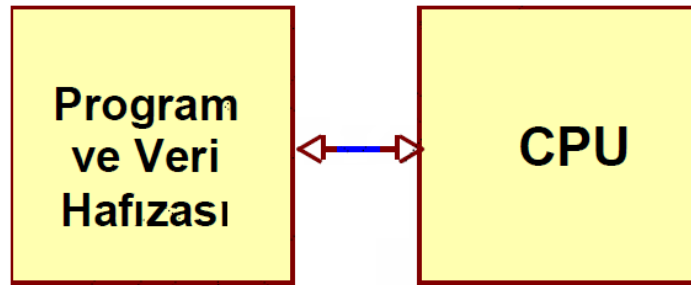
Mikroişlemci ve Mikrodenetleyiciler arasındaki farklar:

Mikroişlemci ve Mikrokontrolörler arasındaki en temel fark, mikrokontrolör program değişikliği olmayan sabit bir programın sürekli çalışması gereken durumlarda kullanılır. Mikroişlemci ise geniş kapsamlı ve duyarlı işlemler yapmak için seçilen bir sistemdir. Diğer bir fark ise mikrokontrolörlerde bütün birimlerin (CPU,RAM,ROM,Portlar...) tek yonga üzerinde bulunması ve mikroişlemcilere göre daha az yer kaplayarak dolayısıyla daha az maliyetlerde çalışabilmesidir.

3.3. PIC nedir?

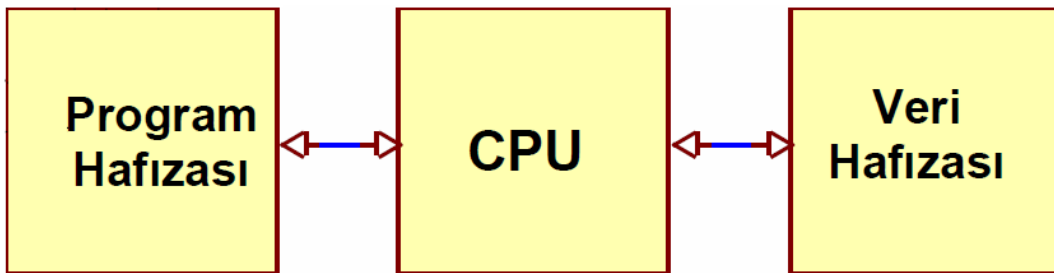
PIC mikrodenetleyicilerin tasarımı Harvard Üniversitesi Savunma Bölümünün araştırmalarına dayanmaktadır. Mimarisi de aynı isimle Harvard mimarisi olarak tasarlanmıştır. Bu tasarımlar General Instrument'ın işlemcilerin giriş çıkış sayılarını arttırmak için çevresel bağlantı denetleyici (Peripheral Interface Controller – şimdilerde PIC olarak kısaca adlandırılıyor) tasarlandı. 1985'de Arizona'da Microchip Technology mikroelektronik bölümü ana üretimini PIC'e dönüştürdü.

Mikrodenetleyici mimarisinde kullanılan geleneksel Von Neuman Mimarisinde bir adet data bus vardır. Dolayısıyla komut ve veri hattı aynı genişliktedir. Komutlar ve veriler bu hat üzerinden taşınır, genel bir hafızaya kaydedilir. Burada iki defa fetch olayı olacağından mikrodenetleyicinin hızı düşer ancak geniş hafıza tasarımları için kolaylık sağlar. 8051, 8086 ve 68HC11'lerin mimarisinde Von Neuman bulunur.



Şekil 2. Von Neuman mimarisinin basit blok şeması.

Harvard mimarisinde ise komut ve veri için ayrı hatlar vardır. Veri yolları genelde 8-bittir. Program Hafızası ise 12, 14 ve 16 bitlik veri yoluna sahip Flash ya da ROM'lardan oluşmaktadır. Veri ve komut paralel olarak çalışabilir. Von Neuman mimarisinden bu yüzden hızlıdır. Ancak iki ayrı yol olması üretimde daha fazla silikon malzeme gerektirir.



Şekil 3. Harvard mimarisinin basit blok şeması

PIC mikrodenetleyicisinin faydaları nelerdir?

PICmicro MCU ve diğer mikrodenetleyiciler tek çip içerisinde MİB (CPU), hafıza, osilatör, watchdog ve G/Ç birimlerini barındırırlar. Bunun sonucunda yerden tasarruf, tasarım zamanının azalması ve harici birimlerle ilgili uyumluluk sorunlarının azalması sağlanır. Fakat bazı durumlarda sabit hafıza boyutu ve sınırlı G/Ç kapasitesi nedeniyle tasarımın sınırlarını daraltır. PIC mikrodenetleyici ailesi geliştiricilere en çok ihtiyaç duyacakları geniş bir aralıkta G/Ç, hafıza ve özel fonksiyonları sunar.

Kod verimliliği: PIC Harvard mimarisini esas alan 8 bit bir mikrodenetleyicidir. Bunun anlamı içerisinde hafıza ve veri için farklı yollar bulunur. Program ve veri hafızasına aynı anda erişebildiğinden dolayı hızı yüksektir. Geleneksel mikrodenetleyicilerde program ve veri hafızası aynı veri yolunu kullanır. Bu diğer yapı ile karşılaştırıldığında hızı en az 2 kat düşürür.

Emniyet: tüm komutlar 12 veya 14bit genişliğindeki program hafızasına sığar. Bu yüzden programın veri bölgesine atlayıp veri'yi program komutları gibi çalıştırması gibi bir ihtimal yoktur. Bu Harvard mimarisinde olmayan 8bit program adres yolları kullanan mikrodenetleyicilerde oluşabilir. Komut seti 16C5X ailesi ve 14bit genişlikteki 16CXX ailesi için program yazabilmek için öğrenmeniz gereken sadece 33 komut vardır. CALL, GOTO ve bit test amaçlı komutlar haricindeki (BTFSS, INCFSS vs.) komutlar tek komut adımıyla işlemlenir.

Hız: PIC osilatör ile dahili saat yolu arasında 4'e bölücü bir devre içerir. Bu özellikle 4Mhz kristal kullanıldığında komut zamanının hesaplanmasını kolaylaştırır. Bu durumda her bir komut adımı (çevrimi) 1uS (yani 1µs) tutar. PIC 20Mhz gibi bir kristal kullanıldığında saniyede 5 milyon komut işletebilen oldukça hızlı bir işlemcidir.

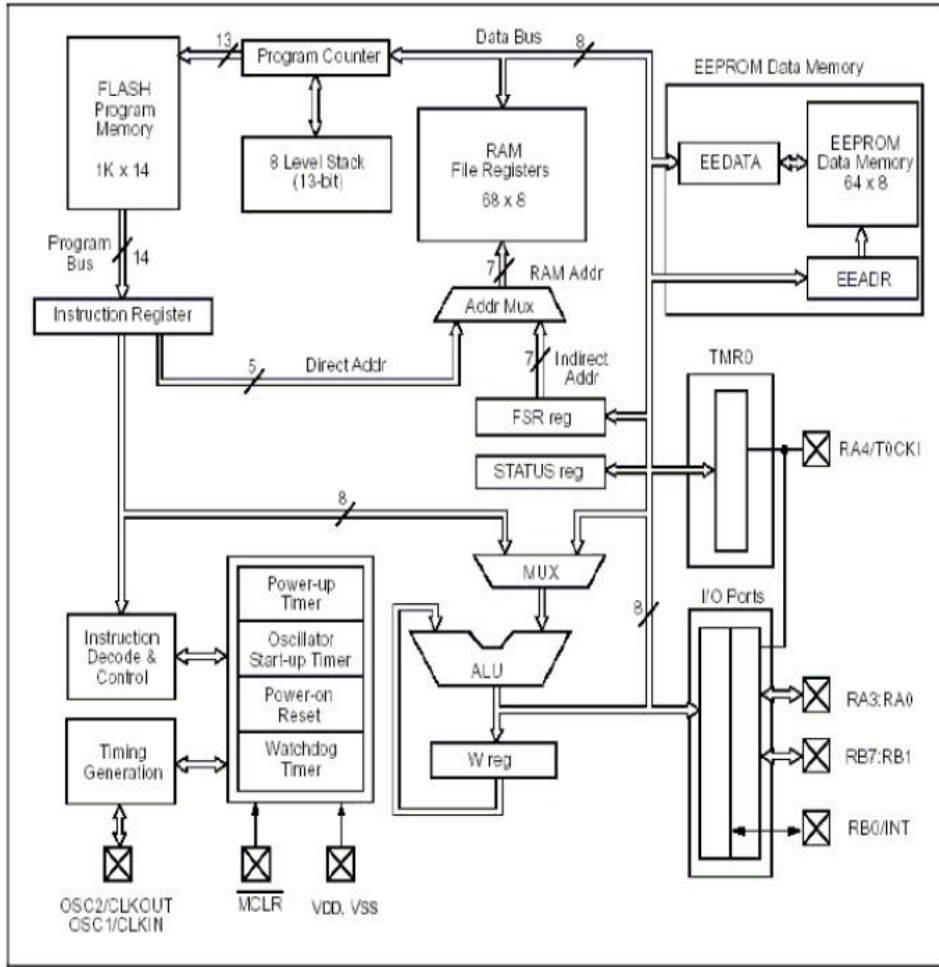
Statik işletim: PIC tamamen statik bir mikrodenetleyicidir; diğer bir deyişle saat frekansını durdurursanız tüm yazmaç içerikleri olduğu gibi kalır. Pratikte tam olarak bunu yapmazsınız, PIC'i uyku moduna geçirirsiniz – bu saat frekansını durdurur ve PIC' in uyku modundan önce hangi durumda olduğunu bilebilmesi için bazı bayrakları ayarlar. Uyku modunda iken PIC 1uA'den az akım çeker.

Çıkış sürme yeteneği: PIC yüksek çıkış sürme kapasitesine sahiptir ve LED triyak vs. direk sürebilir. Herhangi bir G/Ç pininden 25mA kadar veya tüm çipten 100mA-200mA akım çekilebilir. Seçenekler neredeyse tüm ihtiyaçlarınıza cevap verebilecek şekilde hız, sıcaklık, kılıf, G/Ç hatları, zamanlayıcı fonksiyonları, A/D ve hafıza seçenekleri mevcuttur.

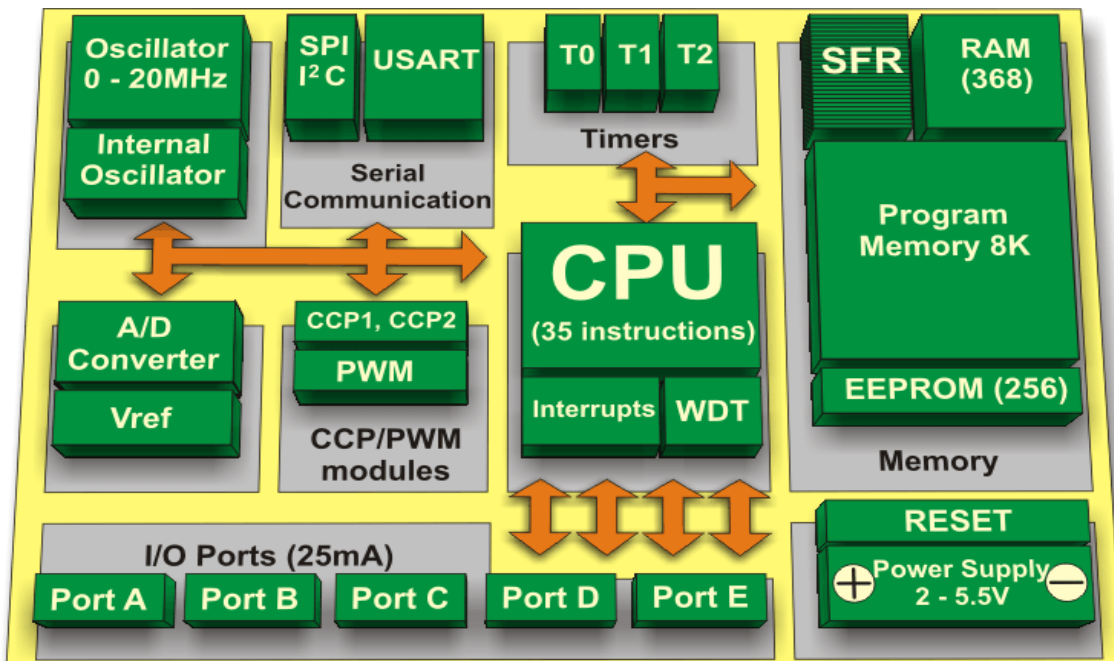
Çok yönlülük: PIC yüksek adetlerde düşük maliyetli ve çok yönlü bir mikrodenetleyicidir. Özellikle yerin önemli olduğu uygulamalarda birkaç mantık kapısının yerine bile kullanılabilir.

Güvenlik: PICmicro MCU endüstrideki en güvenli kod koruma özelliklerinden birine sahiptir. Koruma biti bir kez programlandığında program hafızası okunamaz.

Geliştirme: PIC geliştirme için pencereci veya FLASH yapıda, üretim için ise OTP (bir kez programlanabilir) yapıda bulunabilir. Geliştirme araçları ev kullanıcıları için kolayca ve uygun fiyatlı olarak temin edilebilir.



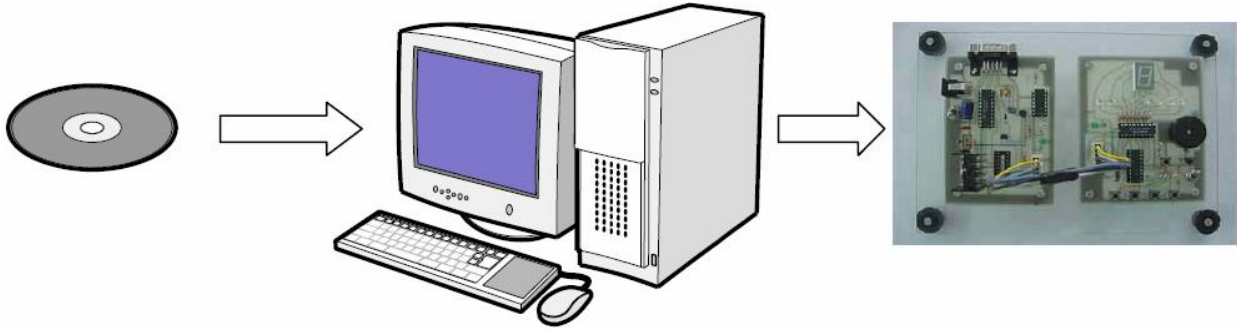
Şekil 4. PIC16F84A (14BIT) blok diyagramı.



Şekil 5. Bir mikrodenetleyicinin içyapısı.

3.4. Mikrodenetleyici programlama

Mikrodenetleyici programlama düşük seviyeli (assembler) veya yüksek seviyeli programlama dilleri (C, C++, BASIC) ile yapılabilir. Bunun için gerekli olan bir mikrodenetleyici devresi ve derleyici yazılımıdır. Mikrodenetleyici devresi programlayıcı ve uygulama kısımlarından oluşur. Bilgisayar programlama editöründe yazılan program çeşitli iletişim metotları ile (paralel iletişim, USB) mikrodenetleyiciye gönderilir. Devrenin uygulama kısmında ise program sonuçları gözlenir.



Şekil 6. Bir mikrodenetleyicinin programlanması.

Mikrodenetleyici için yazılan basit bir ASM programının kodunu örnek alalım. Program uygulama devresindeki butona basılmasıyla PIC'in çıkış portuna bağlı bir LED'in ışık vermesi işlemini yapmaktadır.

MAIN	BTFSC	PORTA, SWITCH	; butona basılana kadar bekle
	BSF	PORTB, LED	; LED on
LOOP	BTFSS	PORTA, SWITCH	; buton açık mı?
	GOTO	LOOP	; buton bırakılana kadar bekle
	BCF	PORTB, LED	; LED off
	GOTO	MAIN	; başa dön

Bu programın C dili eşdeğeri aşağıdaki gibidir.

```
main()
{
    set_tris_b(0x00);           // port b yi çıkış olarak ata
    while(1)
    {
        if(input(PIN_A0))       // buton kapalı mı?
            output_high(PIN_B0); // eğer kapalı ise LED on
        else
            output_low(PIN_B0);  // buton açık ise LED off
    }
}
```


C dilinde yazılan program makine koduna çevrildiğinde sonuç aşağıdaki gibidir.

main()			
{			
set_tris_b(0x00);	0007	MOVLW	00
	0008	TRIS	6
while(1)			
{			
if(input(PIN_A0))	0009	BTFSS	05,0
	000A	GOTO	00D
output_high(PIN_B0);	000B	BSF	06,0
else	000C	GOTO	00E
output_low(PIN_B0);	000D	BCF	06,0
}	000E	GOTO	009
}			

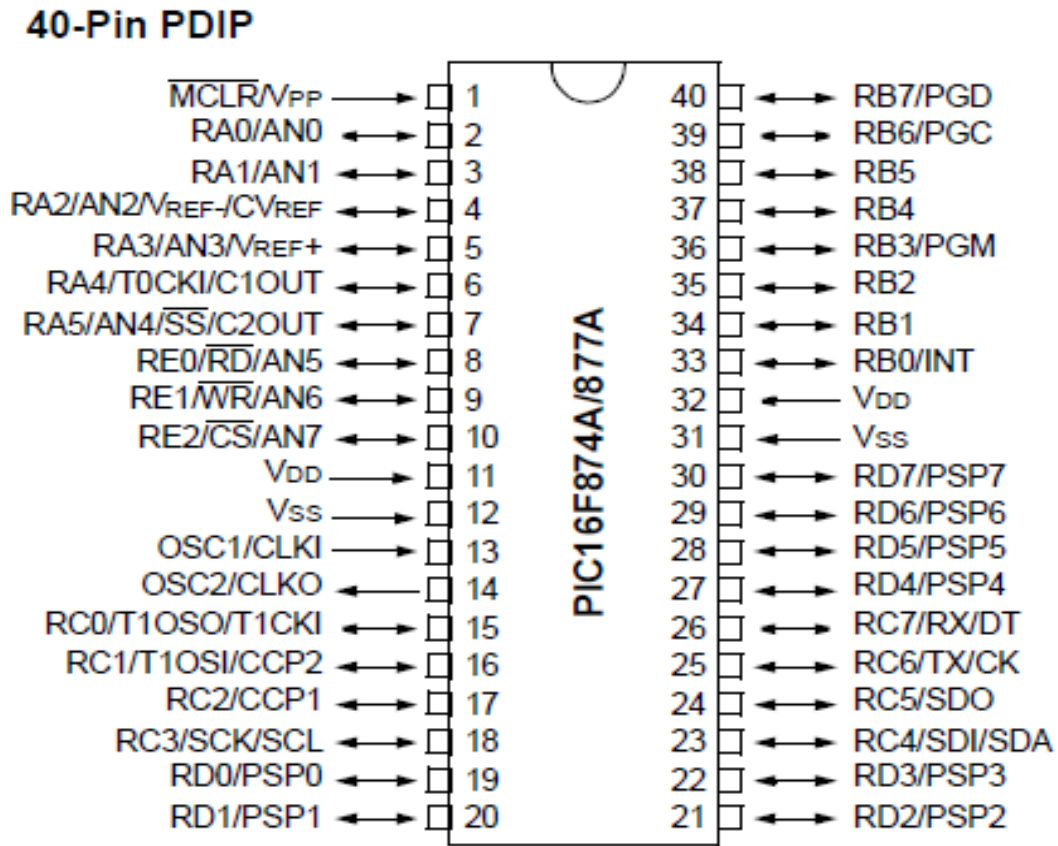
Derlenmiş olan C programı bellekte ASM programından daha fazla yer tutmaktadır. ASM dili mikrodenetleyici donanımının öğrenilmesinde temel teşkil eder. C dili ise kullanıcıya daha yakındır ve fonksiyon desteği sağlar. C dilinin sakıncası olan bellek kullanımı ancak etkin ve ileri düzey programlama metotları ile mümkündür. Derleyici kullanmanın faydaları aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

- **Derleyicinin mikrodenetleyici programlama editörü ile kullanımı**
C dili derleyicisi kaynak kodları editör programı altında çalıştırılabilir. Bu işlemde editör programı içinde c derleyicisi tanımlanır ve bu şekilde editör programı, derleyici desteği altında çalışır. Yazılan programı izlemek ve hata ayıklamak mümkündür. Hata ayıklama işlemi derleyicinin oluşturduğu makine kodları ile yapılır.
- **Fonksiyon desteği**
Derleyici içindeki fonksiyonlar ile RS232 seri iletişim, A/D çevirici, I/O (giriş - çıkış), bit – byte düzeyinde işlemler, I2C, LCD display gibi mikrodenetleyici uygulamaları kolaylıkla yapılabilir.
- **Veri tanımlamaları**
1 bit, 8 bit, 16 bit, ve 32 bit bilgi program içerisinde tanımlanabilir. Gerçek sayılar (float) 32 bit olarak kullanılır.
- **ASM komutları kullanılabilir.**
C dilinde yazılmış programın içinde ASM komutları kullanmak mümkündür. ASM dili ile C dili arasındaki değişken dağılımı desteklenmektedir.
- **Standart giriş – çıkış fonksiyonları**
RS- 232 seri iletişim metodu ile bilgisayar bağlantısı yapılarak standart giriş – çıkış fonksiyonları kullanılabilir.

- **Donanım desteği**
Derleyici içindeki başlık dosyaları ile mikrodenetleyici uygulamalarındaki çeşitli entegrelerin kullanım desteği sağlanmıştır.
- **Değişken alanının etkin kullanımı**
Komutlar program belleğinde, değişkenler ise değişken alanında saklanır. Komutlar ve değişkenlerin geçici paylaşımını sağlamak için en az değişken alanı ayrılır.

4. DENEYİN YAPILIŞI

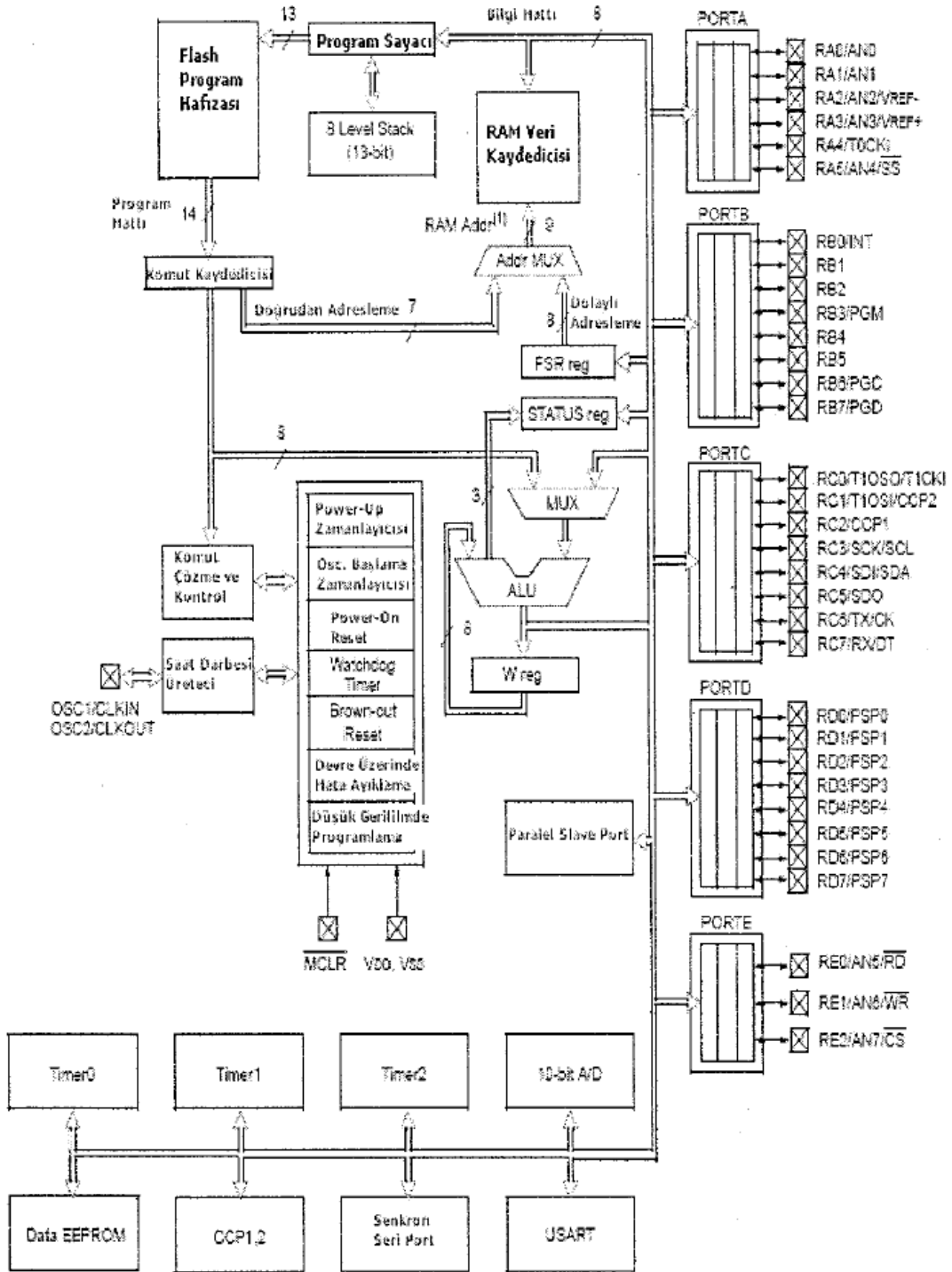
4.1. PIC 16F877A elemanının tanıtılması



Şekil 7. PIC16F877A mikrodenetleyicisinin bacak bağlantıları.

PIC16F877'nin genel özelliklerine bakacak olursak çoğu uygulama için yeterli bir donanıma sahip olduğunu görürüz. Şekil-8'deki PIC16F877'nin blok diyagramı dikkatlice incelendiğinde denetleyicinin donanım mimarisini anlamak daha da kolaylaşacaktır.

40 pin PDIP kılıfı dışında PIC16F877 ve PIC16F877A denetleyicileri, 44 pin QFP (Quad Flat Package), 44 pin MQFP (Metric Quad Flat Package), 44 pin TQFP (Thin Quad Flat Package), 44 pin PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier), QFN (Quad Flat Package No Leads) kılıflarında da üretilmektedir. QFP ve QFN kılıfları birbirine benzer olmakla beraber aralarında tek bir fark vardır. QFP kılıflarında pin uçları dışarıdayken, QFN kılıflarında pin uçları dışarıya çıkartılmamıştır. Uçlar kılıfın altında metal yüzey şeklindedir.



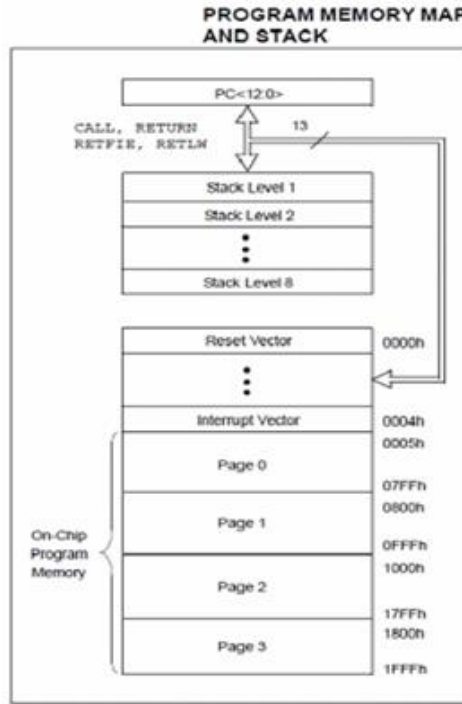
Şekil 8. PIC16F877A mikrodenetleyicisinin içyapısı.

4.2. Bellek organizasyonu

Bu kısımda PIC16F877'nin bellek organizasyonu hakkında genel bilgi verilmiştir. CCS-C ile pic programlarken bellek işlemlerini derleyici kendisi yaptığından dolayı bu kısımda ayrıntılı bilgi verilmekten kaçınılmıştır. Ayrıntılı bilgi için denetleyicinin datasheet'ine (veri sayfası) bakabilirsiniz. PIC16F877 belleği üç kısımdan oluşmaktadır. Bunlar **Program belleği yani Flash bellek**, **Data (veri) belleği** ve **EEPROM data belleği**dir.

4.2.1. Program Belleği(Flash Bellek)

Program belleği her biri 2K'lik 4 sayfadan oluşur. Her sayfa sırayla, 0h - 7FFh, 800h - FFFh, 1000h - 17FFh, 1800h - 1FFFh adreslerini içerir. Bu adreslere erişim ise **program sayacı** (program counter) ile sağlanır. Program sayacı 13 bit'lidir ve 8Kx14 değerinde adresleme kapasitesine sahiptir. Burada 14 sayısı PIC denetleyicilerindeki komut uzunluğudur. Dolayısıyla $8 \times 1 \text{Kb} = 8 \times 1024 \text{bit} = 8192$ kadar program belleği adreslenebilmektedir. Şekil-2Ste verilen program belleği haritası incelendiğinde konu daha iyi anlaşılacaktır. Şekilden görüldüğü gibi PIC denetleyicilerde **Reset vektörünün** adresi 0000h, **kesme vektörünün** adresi ise 0004h'tir.



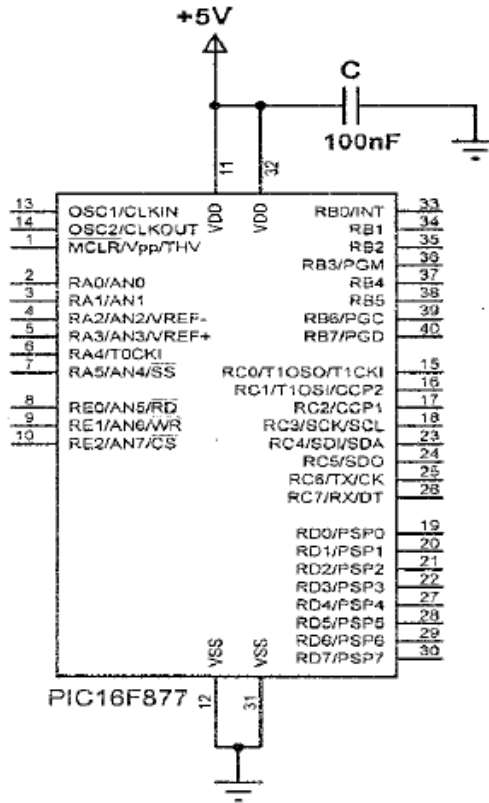
Şekil 9. PIC16F877A program hafızası haritası.

4.2.2. Veri Belleği

Veri belleği 4 adet bank'tan oluşan **genel amaçlı kaydedicilerden ve özel amaçlı kaydedicilerden** -SFR- (Special Function Register) oluşmaktadır. Genel amaçlı kaydediciler, programcı tarafından program geliştirirken kullanılan yazılım amaçlı kaydedicilerdir. Örneğin bir program yazarken tanımlanan bir değişken programcı tarafından belirlenen genel amaçlı veri belleğinde istenen bir adrese veya derleyici program tarafından otomatik olarak belirlenen bir adrese kaydedilir. Bu kayıtlar geçicidir. Enerji kesildiğinde veya programda yapılan değişikliklerle adreslerdeki bilgiler silinir veya değişir. Özel amaçlı kaydediciler ise denetleyici donanımını kontrol etmek için kullanılan kaydedicilerdir. Örneğin CCP1L özel amaçlı kaydedicisine CCP1 birimini kontrol etmek için gerekli 16 bit'lik kontrol bilgisinin düşük seviyeli 8 bit'i yazılır. Bunun gibi özel amaçlı kaydediciler ile denetleyici donanımı kontrol edilmektedir. Şekil-10'da RAM veri belleği adresleri anlaşılır olarak görülebilmektedir.

4.3. Besleme Uçları ve Bağlantıları

PIC16F877 için besleme uçları; Vss (Negatif besleme), 12 veya 31 nolu pin'lerden birine, VDD (Pozitif besleme) 11 veya 32 nolu pin'lerden birine uygulanır. Besleme gerilimleri değişik durumlara göre 2.0V ile 5.5V arasında olabilir. Genelde laboratuvar çalışmalarında 5V idealdir. Devreye enerji verildiği anda meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları nedeniyle istenmeyen arızaları önlemek amacıyla VDD ile Vss arasına 0.1 F'lık (100 nF) bir dekaplaj kondansatörü bağlamak gerekir. PIC16F877 4 Mhz çalışma frekansında 5V beslemede 2 mA civarında, 3V beslemede 32 Khz çalışma frekansında 20 uA civarında akım çekerler. Bekleme anında ise 1 uA civarında akım çekerler. Ayrıca denetleyicinin sink ve source akımı 25 mA'dir.



Şekil 11. PIC16F877A besleme uçları ve bağlantıları.

4.4. Osilatör Konfigürasyonları

PIC hafızasındaki komutları işlemek için bir sinyale ihtiyaç duyar. Bu sinyale clock sinyali yani saat sinyali denir. PIC bu clock sinyalini osilatör uçlarına bağlanan osilatör devresinden alır. PIC16F877'nin osilatör uçları 13 (OSC1) ve 14 (OSC2) dür. PIC girişine bağlanan osilatör frekansını 4'e bölerek kullanılır. Yani girişine 20 Mhz'lik bir osilatör bağlanmışsa PIC bunu 4'e böler ve sonuçta 5 Mhz'lik bir uygulama frekansı ile çalışır. Bu da;

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5\text{Mhz}} = \frac{1}{5 \cdot 10^6 \text{hz}} = 0.0000002\text{sn}$$

0.2 sn 'de bir komut isleneceği anlamına gelir.

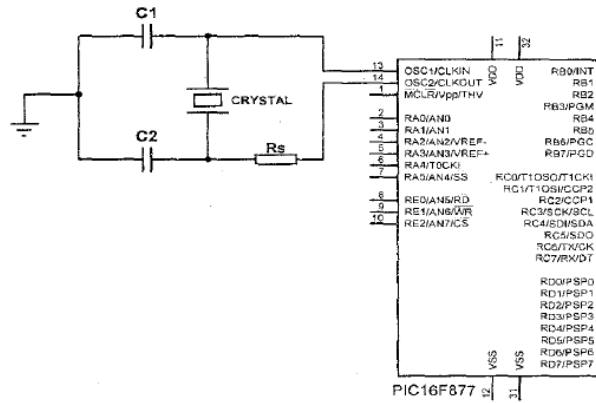
PIC denetleyicilere bağlanabilen osilatör tipleri şunlardır.

- LP - Düşük Güçlü Kristal Osilatör (Low Power)
- XT – Kristal/Resonatör Osilatör (Crystal/Resonator)
- HS - Yüksek hızlı kristal/Resonatör Osilatör (High Speed)
- RC - Direnç-Kondansatör Osilatör (Resistor/Capacitor)

Denetleyiciye bağlanan değişik osilatör türlerinin hepsinde istenen osilatör frekansı, besleme geriliminin (Vdd) normal değere gelmesi anında elde edilir. Besleme gerilimi de hemen istenen değere ulaşamaz. Sonuçta devreye enerji verildiğinde osilatör frekansının istenen değerine ulaşmasını etkileyen faktörler şunlardır.

- Kristal / Rezonatör frekansı
- Kullanılan kapasitör değerleri (C1, C2)
- Sistem sıcaklığı
- Seri direnç değeri (Rs)
- Kristal kalitesi
- Osilatör devresi baskı devresi çizim şekli
- Sistem gürültüsü
- Denetleyicinin VDD gerilimine ulaşma süresi

Tasarlanacak devreye göre istenen osilatör tipi seçilebilir. Şekil-12’te HS, XT ve LP osilatör tipleri için bağlantı seması görülmektedir. Kristal ile bağlanacak kondansatörlerin değerleri kullanılacak kristal frekansına göre değişmektedir. Tablo 1’de kristal frekansına göre bağlanması gereken kondansatör değerleri verilmiştir. Kristal kesilmelerini önlemek için Rs direncinin kullanılması gerekebilir.



Şekil 12. HS,LP,XT osilatörleri için devre bağlantı şekli.

Tablo 1. Kristal frekansına göre bağlanması gereken kondansatör değerleri.

Osilatör Tipi	Kristal Frekansı	C1	C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47-68 pF	47-68 pF
	1 Mhz	15 pF	15 pF
HS	4 Mhz	15 pF	15 pF
	8 Mhz	15-33 pF	15-33 pF
	20 Mhz	15-33 pF	15-33 pF

PIC programlama eğitimi sadece bir deney kapsamına sığamayacak kadar geniş bir konudur. Bu yüzden laboratuvar uygulamasına katılan öğrencilerden ders dışarısında PIC-CCS programlama dilinin öğrenilmesi konusunda beklentiler bulunmaktadır. Bu dil öğrenimi konusunda bizimde deney f6y6 hazırlarken oldukça faydalandığımız Serdar ÇİÇEK'E ait CCS-C ile PIC programlama kitabından faydalanılabilir.

5. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

1. PIC mikrodenetleyicisi hakkında bilgi veriniz.
2. Deneyin ikinci kısmında uygulamasını gerçekleştireceğiniz PIC projenizin blok diyagramını çizerek sistemin ne işe yarayacağına dair gerekli açıklamaları yapınız.
3. Uygulamasını gerçekleştireceğiniz sisteme ait PIC-CCS kodu ve bunun öncesinde kod yazmak için kullandığınız akış diyagramı veya pseudo kodunu deney raporuna ekleyiniz.
4. Projenizdeki uygulama devresi için yazmış olduğunuz kod ile birlikte PROTEUS programında simülasyon gerçekleştirip sonuçları raporunuza ekleyiniz.