

MİKROİŞLEMCİLER VE MİKRODENETLEYİCİLER

Hazırlayan: Öğ. Gör. Sabri Uzuner

1. Hafta

DERSİN AMACI

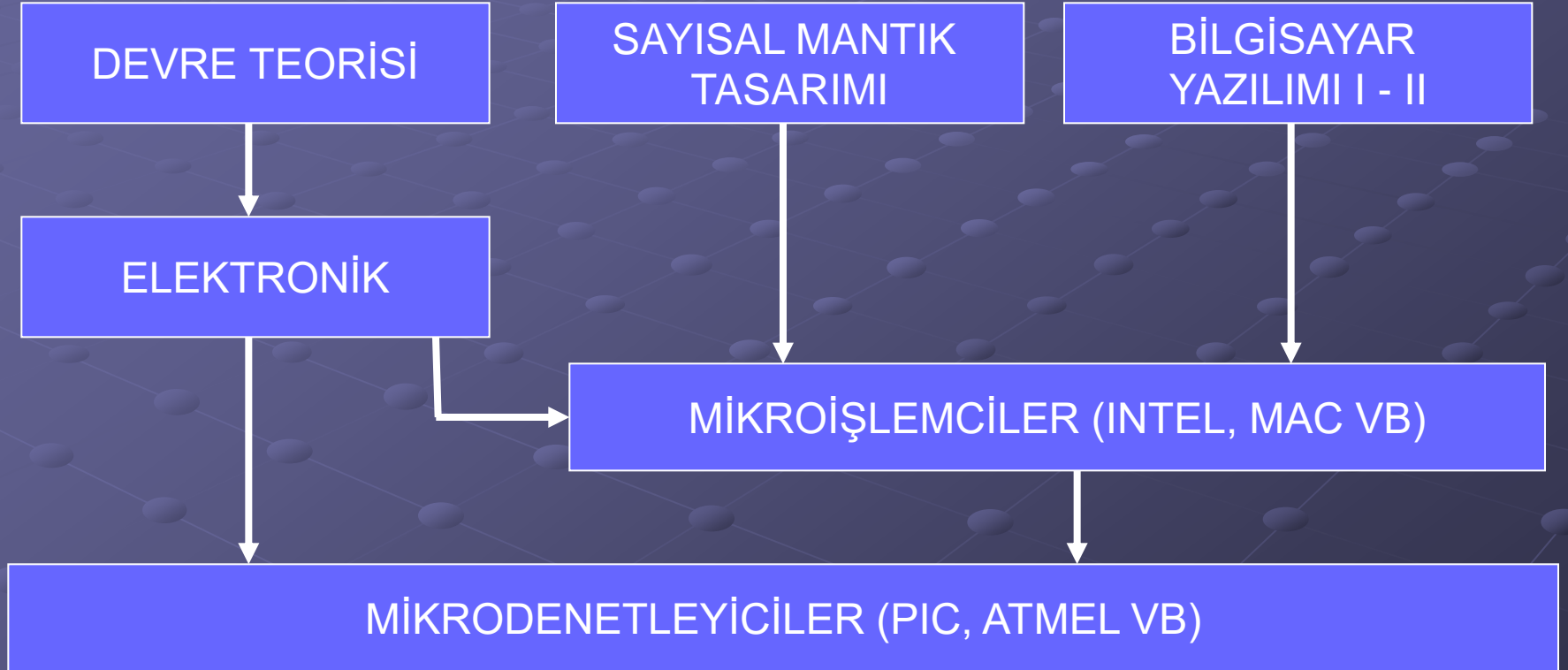
- Mikroişlemciler
- Mikroişlemcilerin Yapısı
- Mikrodenetleyiciler
- PIC mikrodenetleyiciler

KULLANILACAK PROGRAMLAR

- MPLab
- Micro Code Studio
- PROTEUS ISIS 8
- PIC BASIC PRO EDITOR

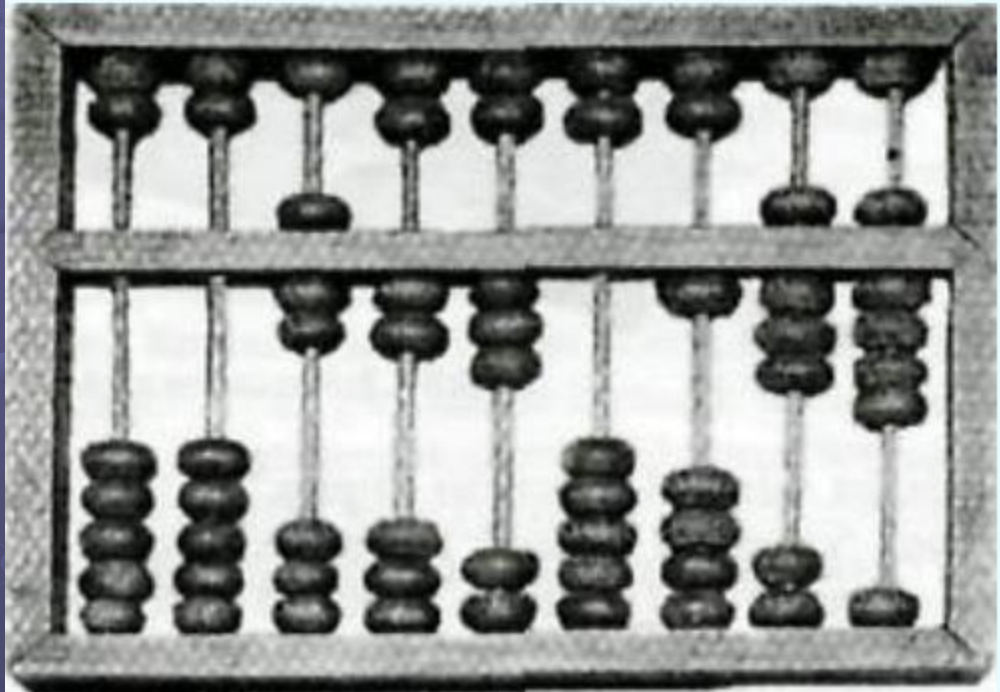
MİKROİŞLEMCİLER/MİKRODENETLEYİCİLER

DERSİ İLE İLGİLİ DERSLER



Bilgisayarların Çok Kısa Tarihi

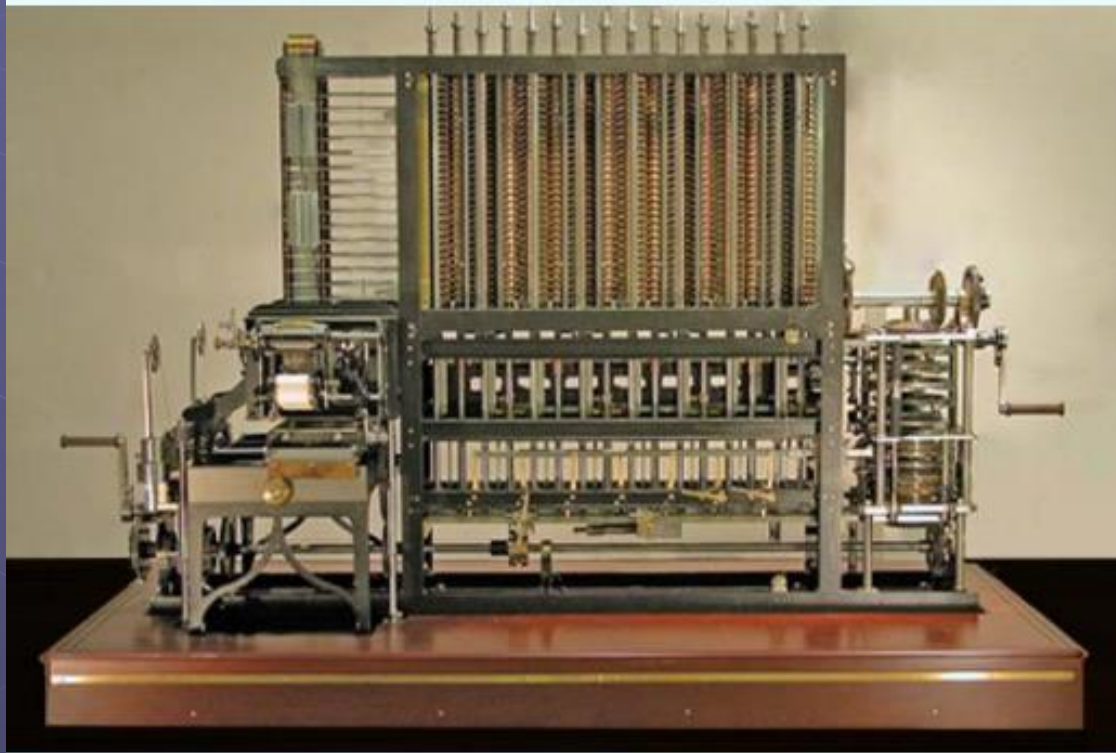
İlk bilgisayarın; Bundan yaklaşık olarak MÖ 2400 yılında Asya'da ortaya çıkan bugün de hala ilkokul sınıflarında da olsa kullanılan abaküs olduğu düşünülebilir. Fakat daha sonra kağıt ve kalemin yaygınlaşması ile abaküs önemini kaybetmeye başladı.



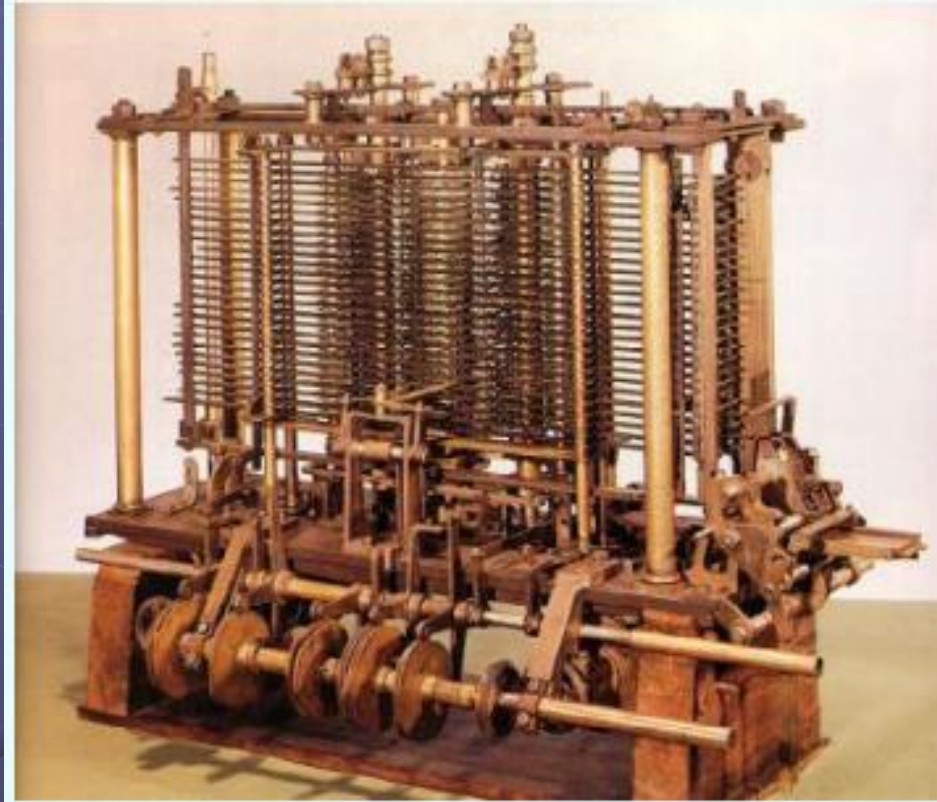
1642 yıllarında , Fransız bir vergi tahsildarının oğlu olan 18 yaşındaki Blaise Pascal (1623-1662), babasına işine yarayacak Pascalın adında bir tip hesap makinesi geliştirdi. Bu araç 10 tabanına göre işlemlerde başarı ile kullanıldı. Pascalın'ın dezavantajı toplama işlemi ile sınırlı olmasıydı. 1694 yılında alman matematikçisi ve filozofu olan Gottfried Wilhem von Leibniz (1646-1716), arpma işlemlerinde de kullanılabilecek pascalini yapmayı başardı. Daha sonra bir Fransız olan Charles Xavier Thomas de Colmar dört temel matematiksel işlemi (toplama, çıkartma, çarpma ve bölme) yapan cihazı yapmayı başardı.



Bilgisayara benzer makinayı İngiliz matematikçi Charles Babbage isimli kâşif gerçekleştirmiştir. Hesaplamalarda doğru sonuçlar almaya yatkın ve adına Difference Machine denilen aleti icat etmiştir.



Daha sonra bu aleti geliştirerek, aritmetik problemlerin özölmesi için tasarlanan ve adına Analytical Engine denilen tek-görevli genel amaçlı bilgisayarını ortaya çıkarmıştır.



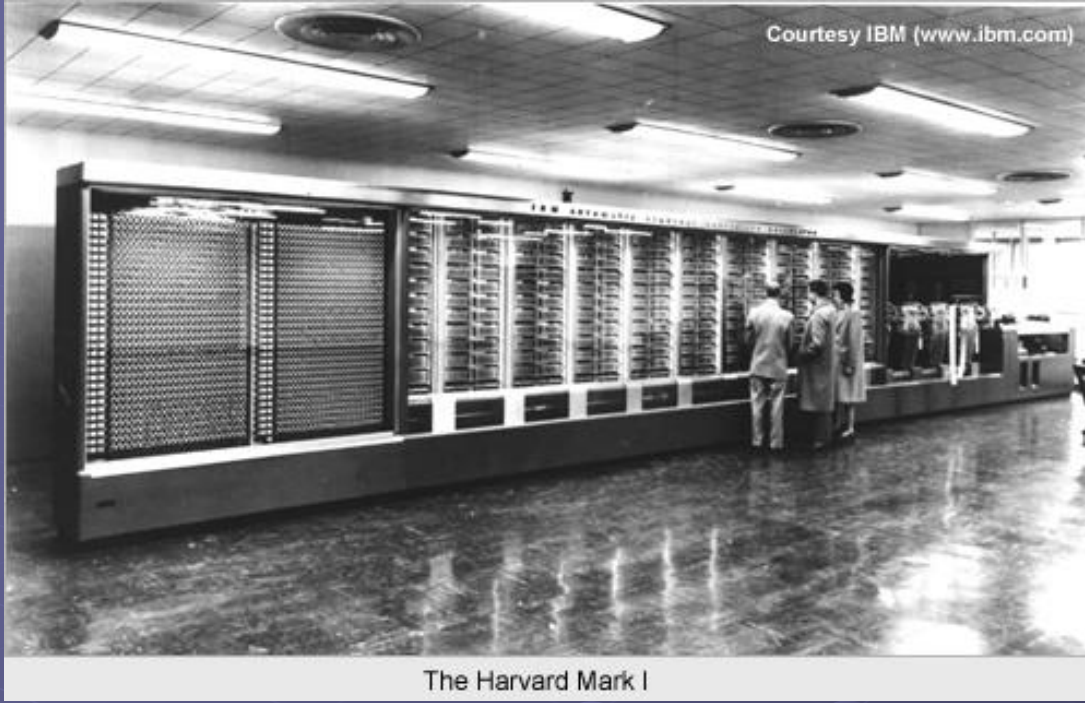
Bu cihazın temeli aslında günümüz sayısal bilgisayarlarının da özünü oluşturan, verinin belli kurallar dâhilinde işlenmesinin gerçekleştirildiği işlemci birimi ve bu kuralların tutulduğu yer (bellek) depo veya giriş birimi ve hesap sonuçlarının yerleştirildiği çıkış birimidir (yazıcı). O zamanki delikli kartlara bazı kuralların (programın) yerleştirilmesi ve makinanın bu kurallara göre hesaplama yapması ve sonucu yazıcıya dökmesi gibi.

Babbage'in analitik makinası, çok karmaşıktı ve hepsi birbiri ile bağlantılı (ilişkili) binlerce dişli, manivela ve kayış gerektirmekteydi. 1840 yılında Lady Ada Lovelance adlı matematikçi Babbage'in yarım kalan makinasını program yönünden geliştirmiş ve ilk program tasarımcısı (programcı) unvanını almıştır. Bu bayan, günümüz programcılığının ana unsurları sayılan döngü ve altyordam gibi yapıları daha o zaman geliştirmiştir.

19. yüzyılda, daha ileri mekanik hesaplayıcı ortaya çıkarmıştır. 1890 yılında Herman Hollerith adlı makine mühendisi ve istatistikçi nüfus sayımında ortaya çıkan bilgilerin elle mekanik makinalara girilmesinin uzun zaman alması gibi sorunlarını ortadan kaldırmak için nüfus bilgilerinin delikli kartlarla makinaya girilmesi fikrini geliştirmiştir. Daha sonra delikli kartlarda bilginin giriş-çıkış formatını daha düzgün hale getirerek verinin hızlı bir şekilde işlenmesini sağlamıştır.

Bu makinayı geliştirdiği firma şu anda dñnyadaki en bñyñk bilgisayar şirketlerinden birisi olan IBM'in temellerini oluşturmuştur. Aynı zamanda alman Konrad Zuse adlı ilim adamı, ilk role-tabanlı bilgisayarı tasarlamış ve gerçekleştirmiştir. Bu tasarım mekanik hesaplayıcılardan elektronik hesaplayıcılara geçişin bir gñstergesi olarak anılmıştır. Sonraları rñlelerin yerine geçecek ve binlerce defa daha hızlı çalışacak vakum tñplerini (lamba) devreye sokmaya çalışsa da bu fikrini maddi zorluklardan dolayı hayata geçirememiştir.

İkinci dünya savaşı sırasında çeşitli özel amaçlı lamba-tabanlı makinalar devreye sokulsa da savaşın etkilerinden dolayı pek fazla gözle görülür şekilde gelişim yaşanmamıştır. 1937 yılında Howard H. Aiken elektrik ve mekaniksel teknolojiyi delikli kartlara giriş yöntemine uygulayarak Mark-1 adlı makinayı geliştirmiştir. 14m uzunlukta ve 2,4m yüksekliğindeki bu makine, 23 haneli iki sayıyı 4,5 saniyede çarpabiliyordu.



Mark-1 tamamı elektronik elemanlardan oluşmayan genel amaçlı bir makinaydı ve Babbage'in analytical engine'inden esinlenerek tasarlanmıştı. Daha sonra 1943'de yapımına başlanan ve 1946'da bitirilen tamamı elektronik aksamardan meydana gelen kısaca adına ENIAC denilen bir bilgisayar geliştirilmiştir. Bilgisayarda bulunan 19 bin lamba 160 KW güç tüketmekteydi. İlk askeri amaçlı kullanılmak üzere tasarlanan makine bomba izlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

ENIAC, 1947



ENIAC

*Elektrikle çalışan ve elektronik veri işleme kapasitesine sahip ilk bilgisayar.

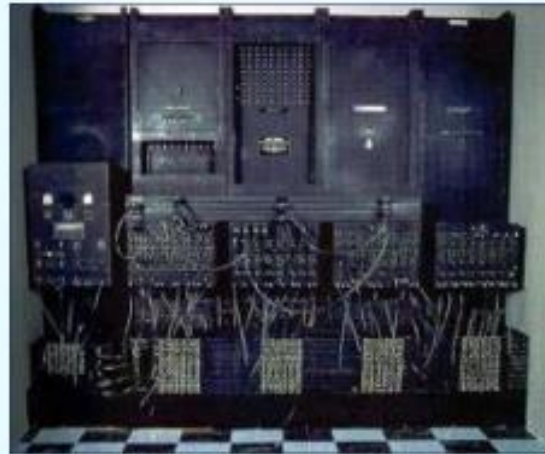
*30 ana bölümden meydana geliyor.

*Ağırlığı: 30 ton

*Büyüklüğü: 167 m²

*Maliyeti: 500.000 dolar

İlk deneme 1945, tam manada icadı ise 1947 yılını buldu. II.Dünya savaşının bu dönemde sona ermesinden dolayı böyle bir araca ihtiyaç kalmadı ve basına tanıtıldı (1947). Daha sonraları ENIAC 8 yıl boyunca (1947-1955) hava tahmini gibi birçok bilimsel alanda kullanıldı. Kendisinden sonra geliştirilen bilgisayarların (EDVAC ve ORDVAC) daha tasarruflu olmasından dolayı 2 Ekim 1955'te ENIAC'ın fişi çekildi . Şu an ise ENIAC'ın parçaları Washington'da ki Amerikan Ulusal Müzesi'nde sergilenmektedir.



ENIAC'ın başlatma paneli

ENIAC bilgisayarda hesaplamalar, anahtar kümesinin, fişlerin ve soket bağlantılarının değiştirilmesi esasına göre çalıştığından, ilk genel amaçlı sayısal bilgisayarlardır. Bu bilgisayar sadece 10 hanelik 20 sayıyı depolayabildiğinden günümüz bilgisayarları açısından teknolojinin ne kadar hızlı gittiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. ENIAC bilgisayarında yetersiz miktardaki bilginin tutulabilmesi, verilerinin sürekli değiştirilerek tekrar tekrar makinaya girilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Daha sonraları Macar matematikçi John von Neuman bu soruna bir çare olarak verinin makinanın içerisinde saklanmasını göstermiştir. Bu yol, komutların sayısal değerler olarak makinanın içerisinde depolanmasıdır. Makinanın çalışma komutları, işlenecek verilerle birlikte aynı bellekte ikilik düzende depolanması esastır. Bu yaklaşım daha sonra geliştirilen bilgisayarlarda temel mimarisi konusu olmuştur.

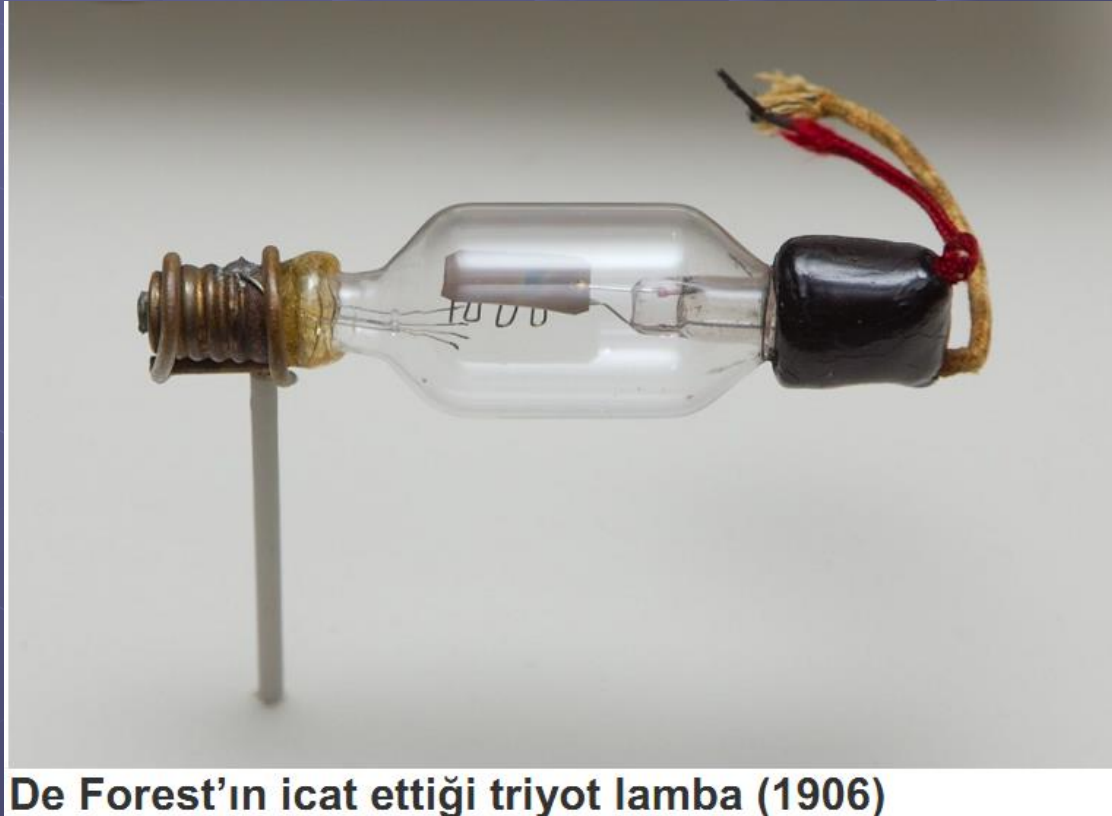
İlk program depolamalı bilgisayar 1949'da EDSAC adıyla Cambridge Üniversitesinde geliştirilmiştir. Daha sonra bu gelişmeyi ACE adlı bilgisayar takip etmiştir. 1951 yılında, Amerika'da UNIVAC-1 adlı makine geliştirilmiştir. Elektronik bir yapıya dayalı olarak tasarlanan bu makine ile ticari işlemlerin yapılabilmesi geniş kabul görmüş ve bilimsel amaçlı araştırmalarda da kullanılmıştır.



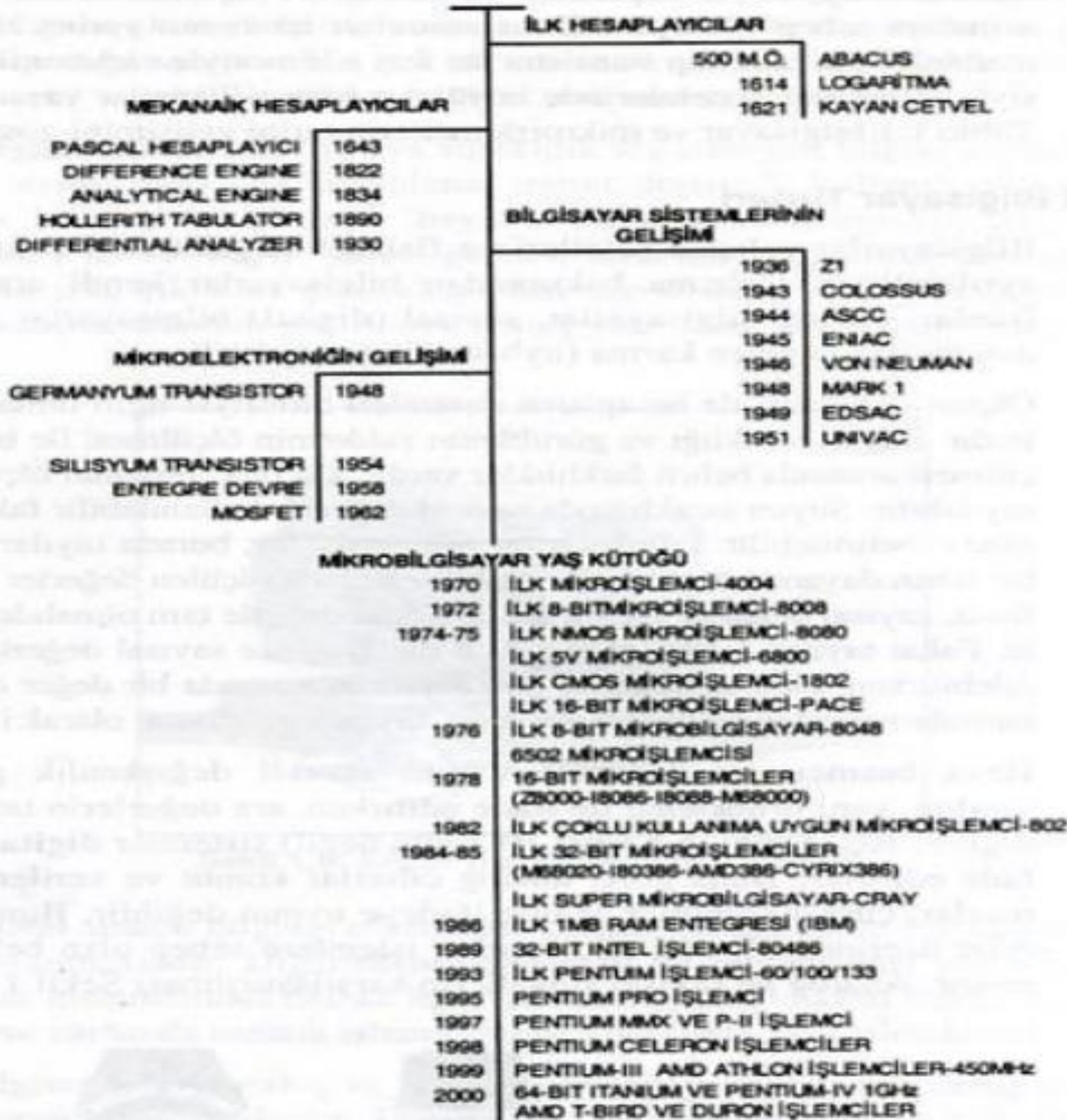
Univac bilgisayar sistemi

Elektriğin bulunması ve mekanik parçaların yerine geçecek parçaların tasarlanması yeni fikirler ortaya çıkarmış (Elektronik devri başlamış) ve bunun sonucunda lambalar icat edilmiştir. Bilgisayarlarda (hesaplayıcılarda) lambaların kullanılması kısa zamanda pek çok hesaplamanın yapılmasını sağlamış fakat, bilginin (komut ve veri grubu) nerede saklanacağı ve hangi yöntemle makinaya verileceği sorun olmaya devam etmiştir. Yeni makinalar yeni icatların veya keşiflerin doğmasına sebep olmuş, her bir sorunun üstesinden farklı yaklaşımlarla gelinmiştir.

Lambanın makinada büyük yer kaplaması ve yüksek ısı yayması sistemi kilitlemiş ve çeşitli aksamalara sebep olmuştur. Daha sonraları lambanın yerine silisyum ve germanyum maddelerinin bulunup transistor'ün icat edilmesiyle elektronik dünyasında ve dolayısıyla bilgisayar sistemlerinde büyük ve hızlı gelişmeler yaşanmış ve yaşanmaktadır.



De Forest'in icat ettiği triyot lamba (1906)



Bilgisayarların
tarihi gelişimi

Modern Bilgisayarlar

Birinci Kuşak (Vakum Tüplü) Bilgisayarlar (1946-1959)

İlk programlama dili makine dilinde yazılmaya başlandı ve bilgiler bellekte saklanıyordu. Bu kuşağın temel özellikleri şunlardır:

1. İşlemci olarak çok büyük vakum tüpleri kullanılırdı
2. Fazla enerji harcarlardı
3. Çevreye fazla ısı yayarlardı
4. Veri programlarını ana belleklerinde tutarlardı
5. Saklama aracı olarak manyetik teyp kullanılırdı
6. Programlar fazla detay gerektiren makine dilinde yazılırdı.

Örneğin, 1. kuşak bilgisayarlardan ENIAC, 160 kilowatt elektrik gücü tüketimiyle Philadelphia'daki ışıkların sönmeye başlamesine neden oluyordu. Bu kuşağa diğer örnekler: UNIVAC-1, EDSAC, ACE

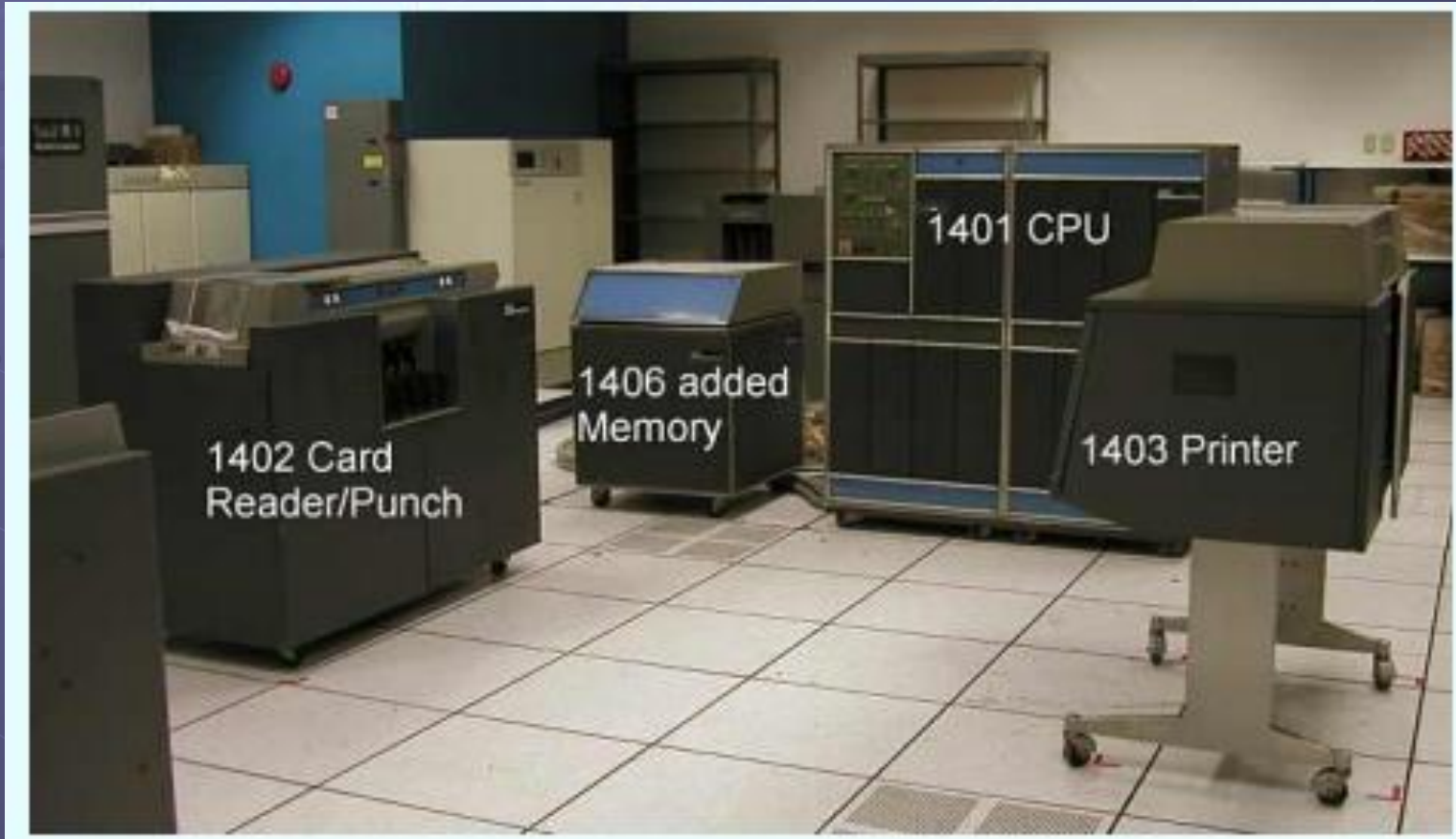
İkinci Kuşak (Transistörlü) Bilgisayarlar (1959-1964)

İlk dönemde kullanılan Vakum Tüplerinin yerine transistörler kullanılmaya başlandı. Bununla beraber daha hızlı ve daha az elektrik harcamaktaydı. ASSEMBLY makine dili kullanılmaktaydı. Bu kuşağın temel özellikleri şunlardır:

1. İşlemci olarak vakum tüpleri kullanılırdı
2. Ortalama 10.000 transistör ile çalışırlardı
3. Az enerji kullanırlardı
4. Daha az ısı yayarlardı
5. Transistörler tablolar üzerine el ile monte edilirdi

İkinci nesil bilgisayarlarda makine dilinin yerini assembly dili aldı ve böylece uzun ve zor ikili kodların yerini kısa programlama kodları aldı. İkinci nesil bilgisayarların ortaya çıkışı ile birlikte yeni meslek tipleri (programcı, analizleyiciler, bilgisayar sistem uzmanları) ve software endüstrisi doğmuştur.

1960 ların başlarında işyerleride, üniversitelerde, ikinci nesil bilgisayarlar kullanılmaya başlandı. İkinci nesil bilgisayarlara yazıcılar, tape birimleri, disk birimleri, hafıza, işletim sistemi ve programlar ilave edildi. IBM 1401 ikinci nesil bilgisayarlar için önemli bir örnektir.



Üçüncü Kuşak (Entegre Devreli) Bilgisayarlar (1964-1970)

Transistörler bir araya getirilerek Entegre Devreler yapıldı. İlk Merkezi İşlem birimi CPU yapıldı. Bu kuşağın temel özellikleri şunlardır:

1. İşlemci olarak entegre devreler kullanılırdı
2. Düşük maliyet ile yüksek güvenilirlik sağlanmaya başlandı
3. Manyetik diskler kullanılmaya başlandı
4. Program ve veriler ihtiyaç duyulduğu sürece saklanabiliyordu





Transistörler vakum tüplerine göre avantajlı olsalarda büyük miktarda ısı yayarlar ve bilgisayarın duyarlı iç parçalarının bozulmasına neden olabilirler. Kuarz bu problemi çözdü. 1958 yılında Texas Instruments deki mühendislerden Jack Kilby Tümüleşik devreyi (Integrated Circuit (IC)) geliştirdi. Tümüleşik devre (IC), kuartzdan yapılmış küçük bir silikon disk üzerinde 3 elektronik bileşenden meydana gelir. Bilim adamları daha sonra yarıiletken olarak adlandırılan küçük bir yonga (chip) üzerine pek çok parçayı yerleştirerek yönetmeyi başardılar. Sonuçta bilgisayarlar küçük bir yonga üzerine daha fazla bileşenin katılmasıyla küçülmüş oldular. Üçüncü nesil bilgisayarlarda işletim sistemi etrafında pekçok programın çalışması mümkün oldu ve bilgisayar hafızası bu programlar tarafından ortak olarak kullanılmaya başlandı.

Dördüncü Kuşak (Mikroişlemcili) Bilgisayarlar (1970-?)

İşlem ve kontrol birimlerinin tümünün bir arada bulunduğu chipler geliştirildi. Bu kuşağın temel özellikleri şunlardır:

1. Mikroişlemcilerle daha hızlı işlemler yapılmaktadır
2. Daha fazla bilgi ve program saklanabilen disk ve CD'ler kullanılabilir hale gelmiştir
3. Yapay zekâ kavramı hayata geçirilmiştir
4. Ağ sistemleri oluşturulup bilgisayarlar arasında iletişim sağlanabildi
5. Bilgisayarlar fiziksel olarak küçülerek kullanışlı ve taşınabilir hale geldi



Tümleşik devrelerden sonra, boyutlar azalmaya devam etti. Bir yonga üzerine yüzlerce bileşen monte edildi (Large scale Integration (LSI)). 1980 de bir yonga üzerine binlerce bileşenin yüzlercesi sıkıştırıldı (Very Large scale Integration (VLSI)). Sayı milyonlar mertebesine çıktığında (Ultra-Large scale Integration (ULSI)) söz konusu oldu. Bilgisayarların boyut ve fiyatları azaldı ve azalmaya devam ediyor. Bunun yanında güçleri verimlilikleri güvenilirlikleri artmaya devam ediyor. 1971 yılında Intel 4004 yongasını ürettiğinde çok küçük bir yonga üzerinde bilgisayarın tüm bileşenleri (merkezi işlem birimi (Central Processing Unit (CPU)), hafıza, girdi ve çıktı yönetimi) toplanmıştı.



IBM 5150, IBM'in 12 Ağustos 1981 tarihinde New York'da bir basın toplantısı ile tanıttığı ilk PC

1981 de 2 milyon olan PC sayısı 1982 de 5.5 milyona ulaştı. On yıl sonra 65 milyon PC kullanılmaya başlandı. Giderek bilgisayarların boyutları küçülmeye devam ederek laptop bilgisayarlar (bir çantaya sığacak büyüklükte), palmtop (gömlek cebine girebilecek büyüklükte) bilgisayarlar dizayn edildiler. 1984 yılına gelindiğinde ilk kez IBM PC ve Apple Machintosh yarışı başladı. Machintoshlar user-friendly dizayn ile ortaya çıktı. Machintosh'un sunduğu işletim sistemi; kullanıcılara, yazılı komutlar yerine bilgisayar ekranında simüle edilen bir simge ile diğer simgeleri (icon) taşıma kolaylığı sağladı. Yakın bilgisayarların daha etkili kullanılabilmesi için birbirlerine bağlanmaya başladılar ve bilgisayar ağları kurulmaya başlandı. Ağ üzerindeki herbir bilgisayar diğer bilgisayarların hafızalarını, programlarını bilgilerini paylaşmaya başladı. Bu tür birbirlerine bağlı bilgisayarların oluşturduğu ağlar (Local Area Network (LAN)) diğer bilgisayar ağlarına bağlandılar. Böylece tüm dünyadaki bilgisayarlar birbirlerine bağlanarak ağların ağı olan İnterneti oluşturdular.

Beşinci Kuşak (Yapay Zekâlı) Bilgisayarlar (1990-?)

Yapay zeka yapma yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Bilgisayar teknolojisinde yeni bir araştırma konusu olan yapay zekâ "**kendi kendini denetleyebilen, daha akıllı ve insanlarla tam bir uyum içerisinde olabilen zeki makineler yapmak**" şeklinde tarif edilebilir. Bu alanda yapılan çalışmalar henüz istenilen düzeyde değildir. Bu kuşaktaki bilgisayarlardan beklenen hedefler şunlardır:

1. Üretkenliğin düşük olduğu alanlarda, üretkenliği arttırmak amacıyla pratik metotlar geliştirmek
2. Kalkınmada ve gelişmede, uluslar arası dayanışmaya katkıda bulunmak
3. Enerji ve kaynak tasarrufunda bulunmak
4. Toplumun sorunlarına pratik çareler bularak, toplumsal huzur ve güvenin sağlanmasında katkıda bulunmak

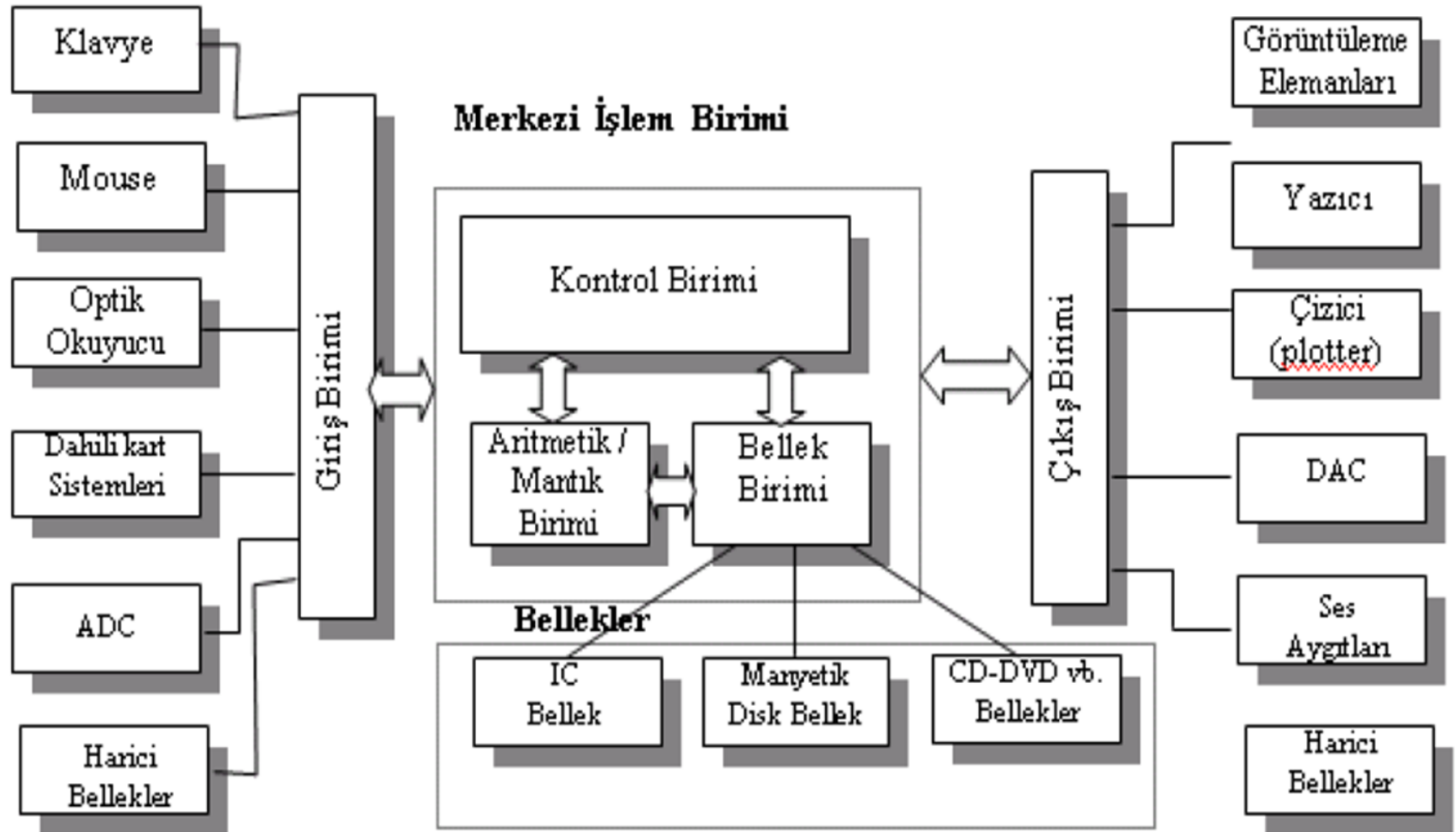


Mikroişlemciler



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. Mikroişlemciler bilgisayar programlarının yapmak istediği tüm işlemleri yerine getirdiği için, çoğu zaman merkezi işlem ünitesi (CPU-Central Processing Unit) olarak adlandırılır. PC adı verdiğimiz kişisel bilgisayarlarda kullanıldığı gibi, bilgisayarla kontrol edilen sanayi tezgahlarında ve ev aygıtlarında kullanılabilir. Bir mikroişlemcinin işlevini yerine getirebilmesi için aşağıda ki yardımcı elemanlara ihtiyaç duyar;

- Input (giriş) ünitesi
- Output (çıkış) ünitesi
- Memory (bellek) ünite



CPU'nun giriş çıkış birimleri

Mikroişlemci Kullanan Bazı Aletler

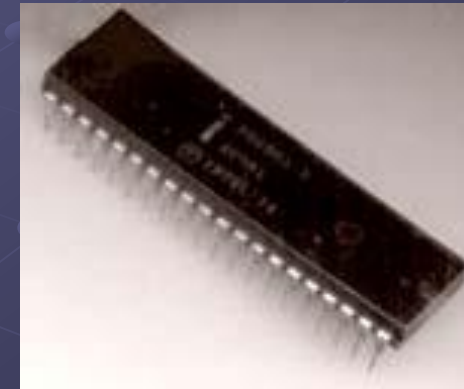
1. Hesap Makinaları
 2. Sayısal Saatler
 3. Cep Telefonları
 4. CD, VCD, DVD oynatıcılar
 5. Oyun Konsolları
 6. Bilgisayarlar
-

Mikroişlemcilerin Evrimi

Name	Date	Transistors	Microns	Clock speed	Data width	MIPS
8080	1974	6,000	6	2 MHz	8 bits	0.64
8088	1979	29,000	3	5 MHz	16 bits 8-bit bus	0.33
80286	1982	134,000	1.5	6 MHz	16 bits	1
80386	1985	275,000	1.5	16 MHz	32 bits	5
80486	1989	1,200,000	1	25 MHz	32 bits	20
Pentium	1993	3,100,000	0.8	60 MHz	32 bits 64-bit bus	100
Pentium II	1997	7,500,000	0.35	233 MHz	32 bits 64-bit bus	~300
Pentium III	1999	9,500,000	0.25	450 MHz	32 bits 64-bit bus	~510
Pentium 4	2000	42,000,000	0.18	1.5 GHz	32 bits 64-bit bus	~1,700
Pentium 4 "Prescott"	2004	125,000,000	0.09	3.6 GHz	32 bits 64-bit bus	~7,000

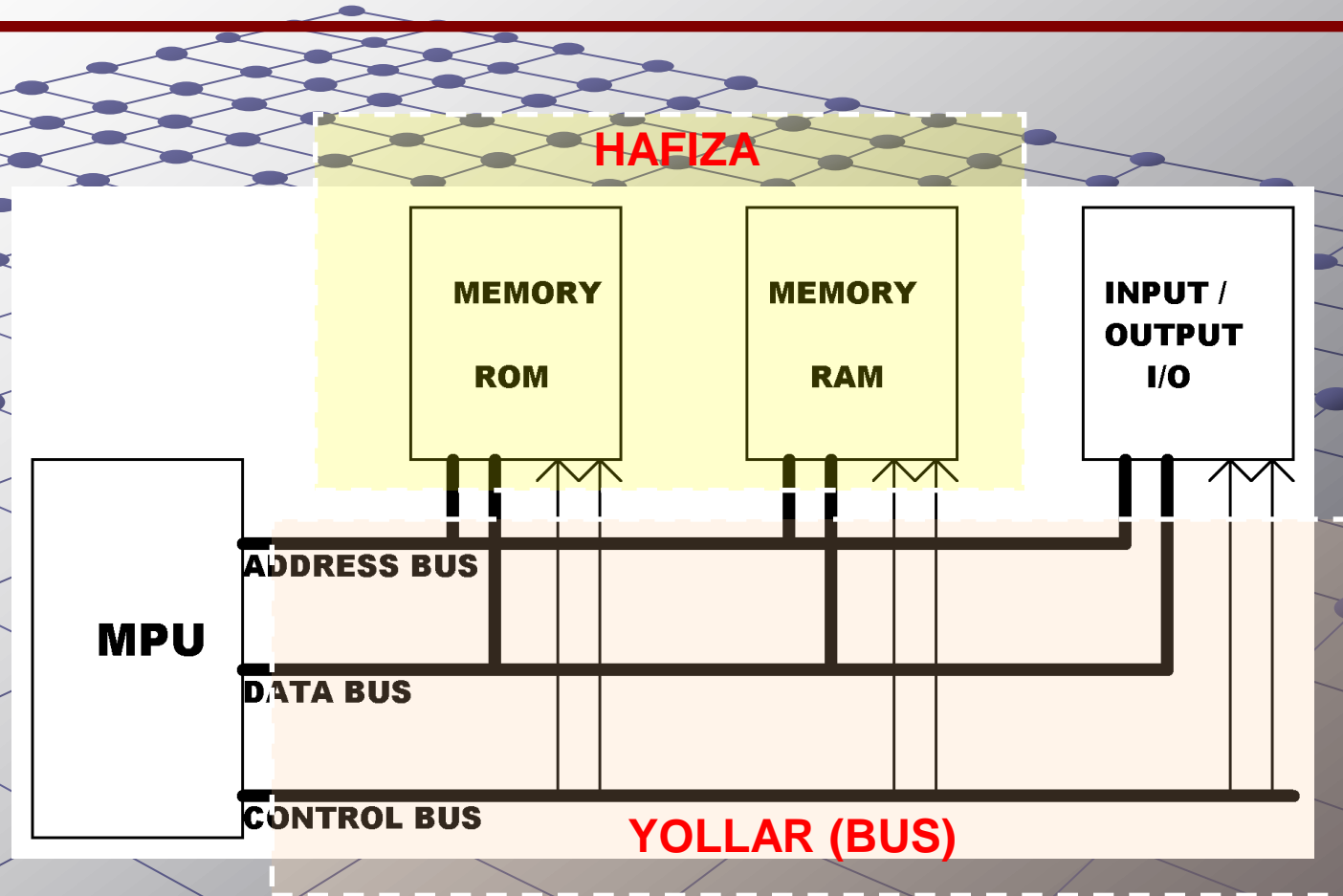


Intel 4004



Intel 8080

Mikroişlemci Tabanlı Bir Sistemin Blok Diyagramı



Giriş Çıkış (I/O) Sistemleri

Giriş Çıkış (I/O) Sistemleri

Giriş Çıkış sistemleri Mikroişlemci ile dış dünya ile bağlantısıdır.
(Giriş/Çıkış Kapısı (I/O ports) olarak ta kullanılabilir.)

Giriş Kapısı (Input Port)

Giriş Kapısı Harici aygıtların Mikroişlemciye sinyal/veri gönderebildiği bir devredir.

Çıkış Kapısı (Output Port)

Çıkış Kapısı Harici aygıtlara Mikroişlemcinin sinyal/veri gönderebilmesini gerçekleştirir.

Hafıza

Hafızanın Görevleri

1. Program kodunu ve verileri saklar.
2. Mikroişlemciye veri gönderir.
3. Mikroişlemciden gelen veriyi kabul eder.

Ana Hafıza Tipleri

ROM: (Read Only Memory)

İçinde bir program kodu bulundurur, değişmeyen hafıza diye adlandırılabilir, elektrik kesilse bile veri kaybolmaz, mikroişlemci ROM'dan sadece veri okur.

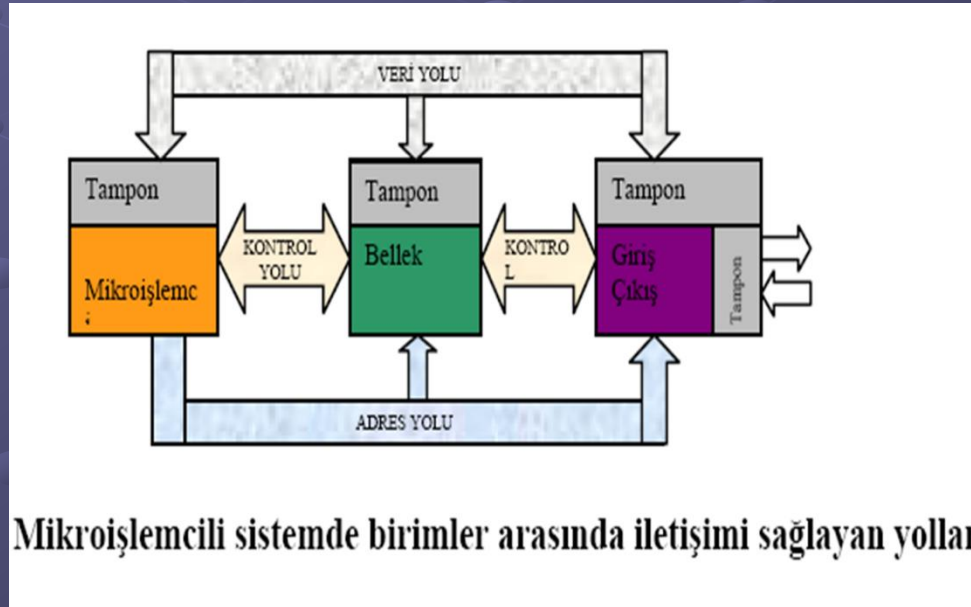
RAM: (Random Access Memory)

İçinde program kodu ve veri bulundurur, bu hafızaya veri yazılabilir ve okunabilir, elektrik kesilince içeriği kaybolur.

YOL (BUS) Sistemleri

Mikroişlemci tabanlı bir sistemi oluşturan elemanların birbirleriyle bağlantısını sağlayan, bu elemanların arasındaki veri alışverişini gerçekleştiren devrelere YOL(BUS) Sistemleri denir.

YOL (BUS) kelimesi baskı devre üzerine döşenmiş bir grup kabloya verilen isimdir. YOL Sistemleri bu kablolar ve gerekli devre elemanlarından oluşan sisteme denir.



ADRES YOLU

Adres veri transferinde kullanılan Hafızada veya Giriş Çıkış birimlerinde belli bir yeri gösteren ikili sistemde tanımlı sayıdır.

Adres Yolları adres verisinin transferinde kullanılan Yollardır.

Adres Yolu tek yönlüdür ve Mikroişlemciden hafızaya yada Giriş Çıkış birimlerine doğrudur.

VERİ YOLU

Veri bilgisinin taşındığı Yollardır, iki yönlüdür.

Veri transferi örnekleri:

1. Program kodlarının hafızadan mikroişlemciye doğru
 2. Mikroişlemciden Giriş Çıkış birimlerine doğru
 3. Giriş Çıkış birimlerinden mikroişlemciye doğru
 4. Hafızadan mikroişlemciye doğru aktarılması.
-

KONTROL YOLU

Kontrol sinyalleri Mikroişlemci ile diğer elemanların arasındaki senkronizasyonu sağlamak için kullanılır.

Kontrol sinyallerini taşıyan Yol grubuna Kontrol Yolları denir.

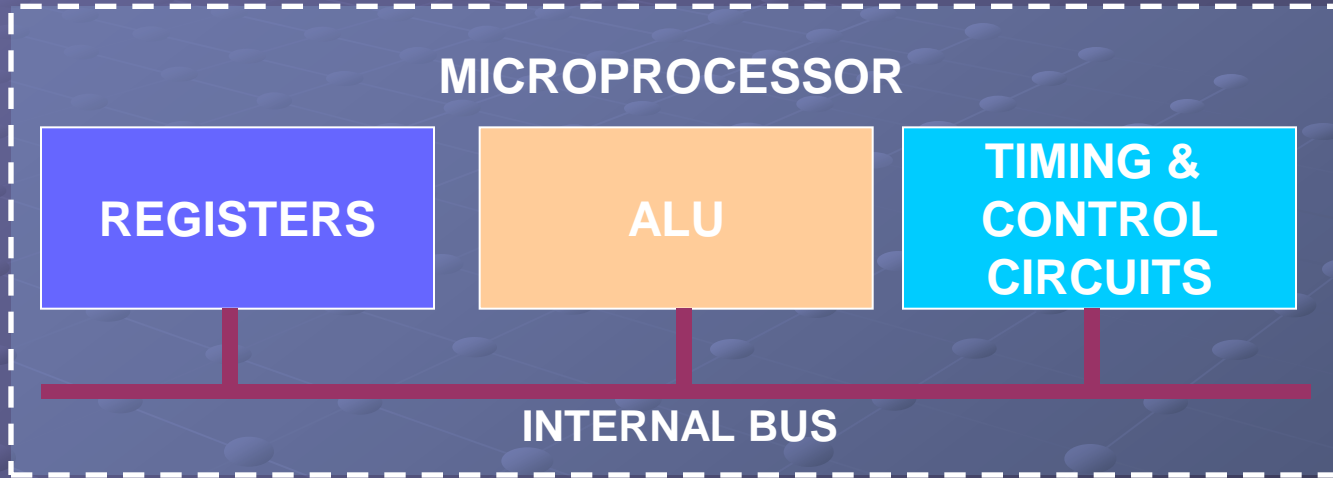
Kontrol sinyalleri tek yönlüdür, Mikroişlemciden diğer aygıtlara doğrudur.

Kontrol sinyalleri örneği:

RD Mikroişlemciye veri okumakta kullanılan sinyal

WR Mikroişlemciye veri yazmakta kullanılan sinyal

MİKROİŞLEMCİNİN İÇ YAPISI



REGISTERS (YAZMAÇ): Mikroişlemcinin içindeki ikili tabandaki sayıları tutmaya yarayan geçici hafızadır, bu sayılar program kodu yada veri olabilir.

ARITHMETIC LOGIC UNIT (ALU, Aritmetik ve Mantık Birimi): Bu kısım aritmetik ve mantık işlemlerini yapan hesaplama birimidir.

TIMING & CONTROL CIRCUITS (Zamanlama ve Kontrol Devreleri) : Mikroişlemci tabanlı bir sistemin tüm elemanlarının senkronizasyon içinde çalışmasını sağlayan devrelerdir.

Mikroişlemcinin Çalışma Şekli

Makine Dili (Machine Language): Mikroişlemcilerin direkt olarak anlayabildiği kod sistemine Makine Dili denir. Makine kodları sadece 1 ler ve 0 lardan oluşur. Her mikroişlemcinin kendi Makine kodu vardır.

Çevirme Dili(Assembly Dili): Mikroişlemcilerin makine dillerinin insanların anlayabildiği haline çevirme dili denir. Hem 0 ve 1'lerden hemde bazı kelimelerden oluşur.

Mikroişlemcinin Çalışma Şekli

Örneğin, Bir Intel Mikroişlemcili bilgisayar Bu kodu anlar,
Intel Mimarisinde yazılmış Makine Kodu:

1011 0000 0110 0001

Bu kodun kullanıcıların anlaya bileceği daha basit gösterimi ise
Çevirme dilinde yazılmış Çevirme Kodu:

MOV AX, 61H

MİKRODENETLEYİCİLER



MİKRODENETLEYİCİ

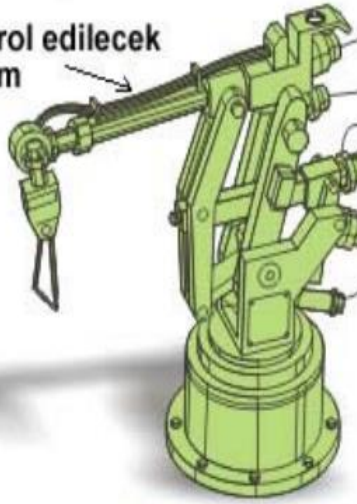
Mikro denetleyici (*Microcontroller, MCU veya μC*), işlemci (CPU), hafıza (RAM/ROM) ve giriş-çıkış (I/O ports) birimlerinin tek bir entegre paketi içerisine yerleştirilmesi ile gerçekleştirilmiş özel amaçlı bir bilgisayardır. Günümüzde üretilen birçok mikro denetleyici, özellik ve türlerine göre PWM, ADC, USB, USART, CAN, SPI, I²C gibi ara birim ve özel amaçlı kaydedicilere de sahiptir.

Günümüzde entegre üretimi yapan birçok firma (Intel, Atmel, Microchip, National Semiconductor, Texas Instruments, vb.) mikro denetleyici üretmektedir. Mikro denetleyiciler birbirlerinden sahip oldukları üniteler(ADC, PWM, Zamanlayıcı, SPI, vb), giriş/çıkış bacak sayıları, çalışma hızları, veri ve program yolu genişliği, bellek kullanım şekilleri açısından farklılıklar arz etmektedirler.

Mikro denetleyici temel bileşenleri



Kontrol edilecek sistem



Giriş/Çıkış (I/O) Portları

Veri Belleği
(RAM)

CPU

Program Belleği
(ROM)

Osilatör, Zamanlayıcı, A/D
Çevirici, Sayıcı,

MCU

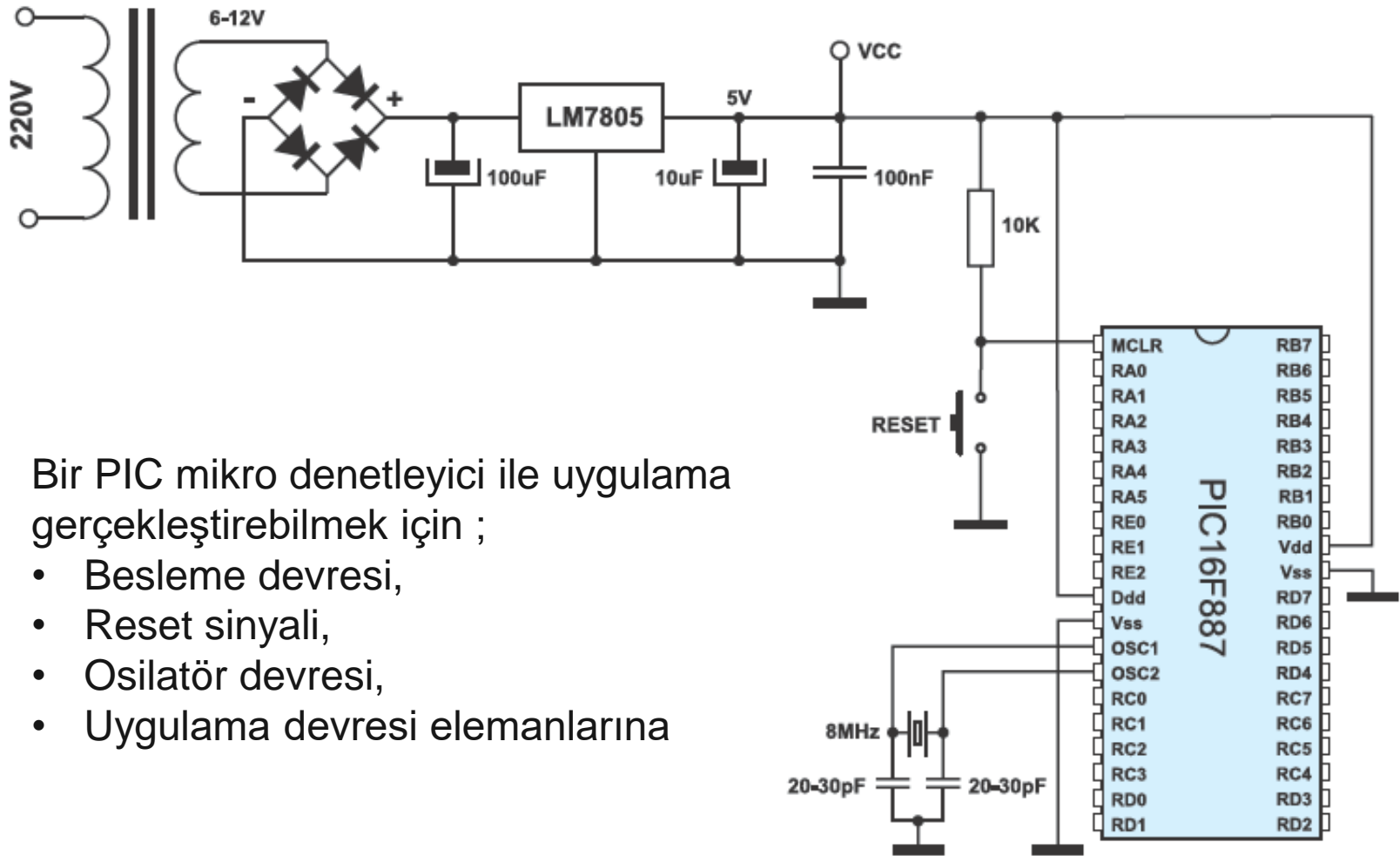


Şekil:
Mikro denetleyicili bir sistem

Mikrodenetleyicinin Mikroişlemciye Olan Üstünlükleri

- Mikroişlemcinin kullanımı ve mikroişlemcili sistemin tasarımı mikrodenetleyicili sisteme göre hem daha masraflı hem de daha karmaşıktır.
 - Mikrodenetleyicili bir sistemin çalışması için elemanın kendisi ve bir osilasyon kaynağının olması yeterlidir.
 - Mikrodenetleyicinin ihtiyaç duyduğu önbellek ve giriş çıkış birimi bir yonga içerisinde bulunmaktadır. Ancak mikroişlemcili bir sistemde önbellek harici olarak bulunur.
 - Mikrodenetleyiciler mikroişlemcilere göre hızlı çalışırlar
-

Mikro denetleyicili Uygulama devresi bileşenleri



Bir PIC mikro denetleyici ile uygulama gerçekleştirebilmek için ;

- Besleme devresi,
- Reset sinyali,
- Osilatör devresi,
- Uygulama devresi elemanlarına

Mikro denetleyici seçimi

- Başlangıçta 'Intel' ve 'Texas Instruments' firmaları tarafından üretilen mikrodenetleyiciler günümüzde, birçok firma { Motorola, Microchip, Hitachi, Siemens, AMD, Intel, Atmel, Dallas Semiconductor, vb.} tarafından üretilmektedir. Entegre üretimi yapan birçok firma aynı zamanda mikro denetleyici de üretmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan mikro denetleyiciler ve üretici firmaları şunlardır;
 - Motorola tarafından geliştirilen **68HC** serisi.
 - Atmel tarafından geliştirilen **AVR** serisi.
 - Intel tarafından geliştirilen **8051 veya MSC-51** ailesi.
 - Microchip firması tarafından geliştirilen **PIC** mikro denetleyici ailesi.
 - Texas Instruments firması tarafından geliştirilen **MSP430 ve ARM** ailesi
- Her mikro denetleyici üreticisi, ürün yelpazesinde birçok farklı mikro denetleyici bulundurmaktadır. Bu kadar çok çeşit içinden hangisinin seçileceğine karar vermek için mikro denetleyicilerin genel özelliklerini bilmek gerekir.

PIC MCU Tercih Nedenleri

Piyasada birçok mikro denetleyici üreten firma olduğundan bahsetmiştik. Bunlar içinde neden Microchip firmasının ürettiği PIC'lerin seçildiği sorusu akla gelebilir. Bunun en temel sebebi Microchip firmasının web sayfaları üzerinden sağladığı teknik destektir. Tüm mikrodenetleyicilere ilişkin ayrıntılı bilgiler ve farklı mikrodenetleyiciler ile yapılmış, farklı uygulama örnekleri firma tarafından ücretsiz olarak dağıtılmaktadır. Hepsinden önemlisi, firma devamlı geliştirmekte olduğu MPLAB adlı simülasyon programını da ücretsiz olarak dağıtmaktadır. Böylece PIC programlamak isteyen bir kişi, assembly editor, derleyici, simülatör ve programlayıcı ihtiyaçlarının hepsini tek bir program ile ve ücretsiz olarak gidermiş olmaktadır. Sadece Assembly değil Basic (Pic Basic Pro) ve C (Hitech PicC, CCS C) ve Pascal dilleri ile de derlenebilirler.

Firmanın sağladığı bu desteğe bağlı olarak gelişen bir başka avantaj ise, bu konu ile ilgili kaynağın çok olmasıdır.,

Ayrıca PIC'ler az sayıda komut içeren komut kümelerine sahiptirler ve kolayca programlanabilirler.

PIC'ler karmaşık olmayan osilatör, reset, besleme devreleri ile sağlıklı olarak çalışabilirler. Elbette en büyük avantajlarından birisi de ekonomik olarak oldukça uygun fiyatlara edinilebilmeleridir.

PIC Mikrodenetleyicilerinin Tercih Sebepleri

- a-) Fiyatının ucuz olması;
 - b-) Mantıksal işlemlerde performansının yüksek olması;
 - c-) Verilere ve belleğe hızlı bir şekilde erişimin sağlanması;
 - d-) 8, 16 ve 32 bitlik çeşitlerinin olması ;
 - e-) Veri ve bellek için ara yolların (bus'ların) ayrılmış olması;
 - f-) Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği;
 - g-) Uyku modunda (Sleep mode) $1\mu\text{A}$ gibi küçük bir akım çekmesi;
 - h-)Yalnızca 2 kondansatör ve bir direnç ile çalışabilme özelliği;
 - i-) Farklı bir çok dille (Basic, C, Pascal, Assembly) programlanıp, derlenebilmesi
 - j-) Harvard ve RISC mimarisine sahip olması;
 - k-) Üretici firmanın başta simülatör programı MPLAB olmak üzere birçok kaynağı ücretsiz yayınlaması
 - l-) 6 pinden 80 pine kadar bir çok ürün çeşidinin olması
-

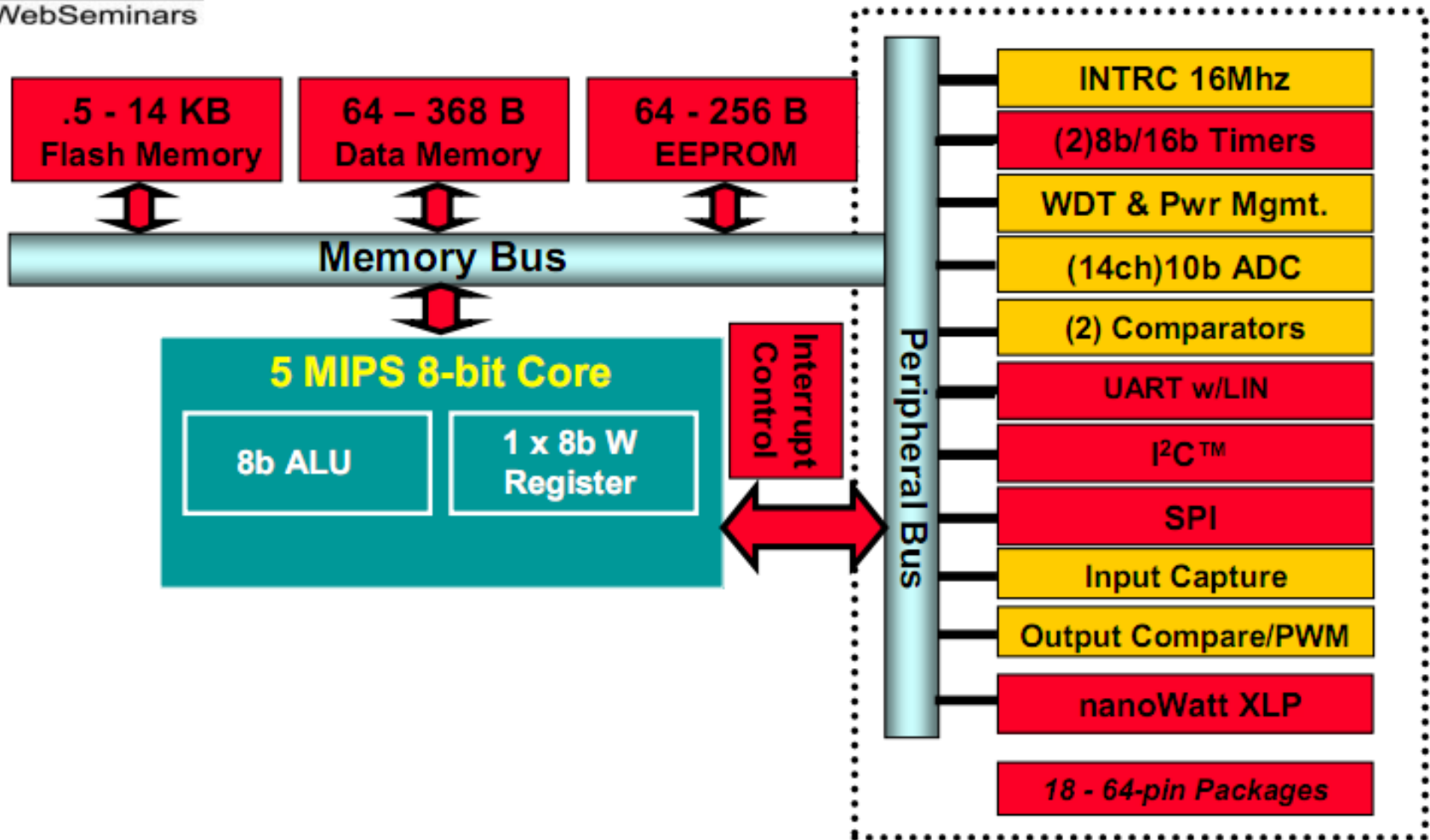
PIC MİKRODENETLEYİCİ AİLESİNE GENEL BAKIŞ

PIC, Microchip firması tarafından üretilen, Harvard mimarisine ve RISC işlemcisine sahip bir mikro denetleyicidir.

PIC kelimesi, “Peripheral Interface Controller- Çevresel Arabirim Denetleyicisi” den türetilmiş olsada farklı kaynaklarda “Programmable Interface Controller -Programlanabilir Arabirim Denetleyicisi” veya “Programmable Intelligent Computer -Programlanabilir Akıllı Bilgisayar” olarak adlandırılmıştır. PIC Mikro denetleyicilerinin birçok çeşidi vardır, veri yolu genişliği baz alınarak PIC mikro denetleyicileri; 8-bit(PIC10,PIC12,PIC16,PIC18), 16-bit(PIC24) ve 32-bit(PIC32) olarak sınıflandırabiliriz.

PIC serisi tüm denetleyiciler herhangi bir ek bellek veya giriş/çıkış elemanı gerektirmeden sadece 2 adet kondansatör, bir kristal ile çalıştırılabilmektedir. Tek bacadan 40 mA akım çekilebilme ve entegre toplamı olarak 150 mA akım akıtma kapasitesine sahiptir. Entegrenin 4 Mhz osilator frekansında çektiği akım; çalışırken 2 mA, stand-by durumunda ise 20uA kadardır.

PIC16F Family



Bütün PIC MCU lar aşağıdaki özelliklere sahiptir.

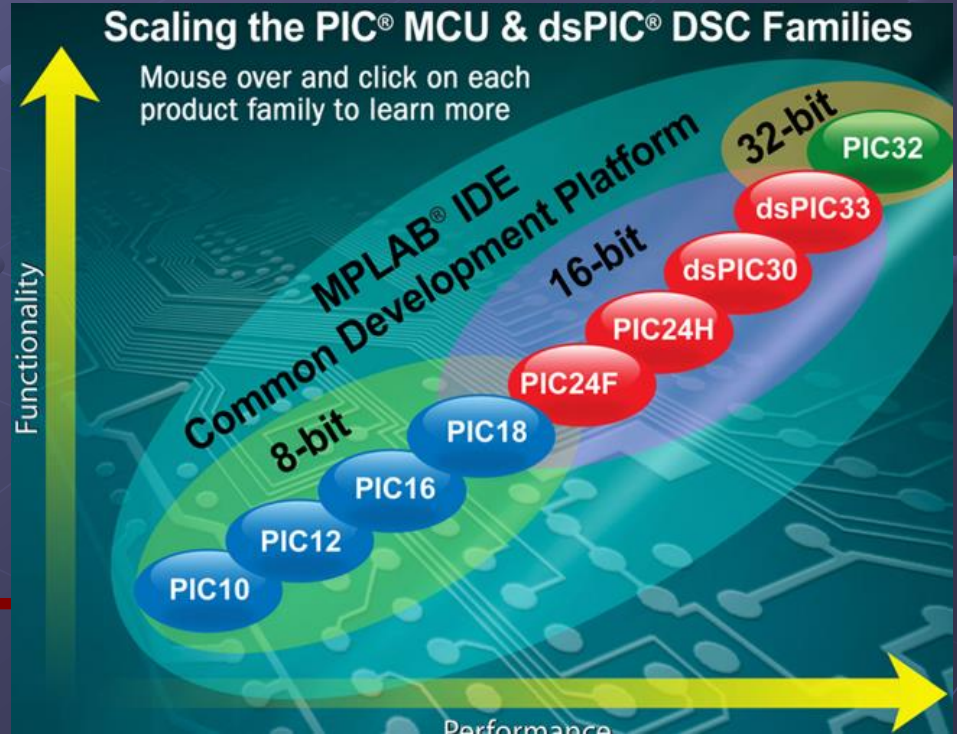
- RISC mimari ve aynı komut setine sahiptir.
- Digital I/O portları
- On-chip timer with 8-bit prescaler
- Power-on reset
- Watchdog timer
- Power-saving SLEEP mode (Uyku modu)
- Yüksek source ve sink akımı
- Direct, indirect, ve relative adresleme modu
- Harici saat arabirimi
- RAM veri belleği
- EPROM veya Flash program belleği

Yüzlerce PIC modelinden hangisini seçeceksiniz?

- Giriş/Çıkış port sayısı
- Çevresel arabirim desteği (USART, USB, vb)
- Minimum program belleği kapasitesi
- Minimum RAM kapasitesi
- Çalışma hızı
- Fiziksel boyutu
- Maliyeti
- ...

PIC Çeşitleri

- PIC ailelerine isim verilirken kelime boyu (word length) göz önüne alınmıştır. **Bir kerede iletilebilecek bit sayısını belirleyen veri yolunda bulunan hat sayısı, 'kelime uzunluğu / kelime boyu' (word length)** olarak isimlendirilir. Bir CPU veya MCU'nun dahili veri yolu uzunluğuna da *kelime boyu* denir
- Mikroişemciler (CPU) veya mikrodenetleyiciler (MCU) kendi içlerindeki dahili veri saklama alanları olan kaydedicileri arasındaki veri alışverişini farklı sayıdaki bitlerle yaparlar. Örneğin 8088 mikroişlemcisi çip içerisindeki veri alışverişini 16 bit ile yaparken, pentium işlemcileri 32 bitlik verilerle iletişim kurarlar.
- PIC'ler farklı kelime boylarında üretilmelerine rağmen harici veri yolları 8-16 ve 32 bit olarak sınıflandırılmıştır.
- Bacak sayıları 6-80 pin arasındadır
- Program bellekleri, 384 byte ile 128 kbyte arasındadır.

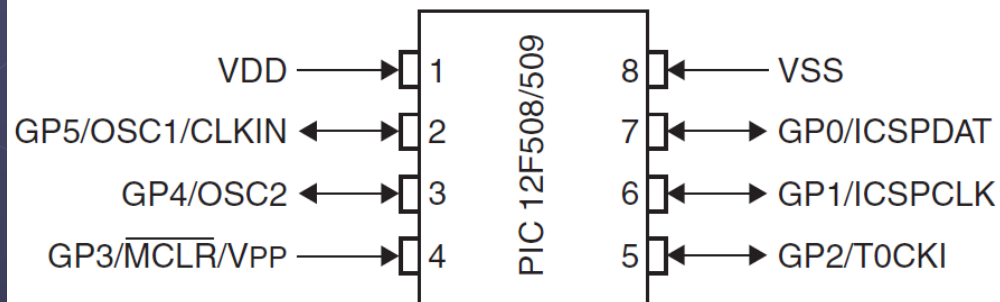


8 bitlik PIC MCU Sınıflandırması

- 12-bit kelime boyuna sahip PIC ler(12C5XX, 16C5X, vb) (12 Serisi ve 16C5X Serisi)
- 14-bit kelime boyuna sahip PIC ler(16F8X, 16F87X, vb) (16 serisi)
- 16-bit kelime boyuna sahip PIC ler(17C7XX, 18C2XX, vb) (17 Serisi ve 18 Serisi).

12-bit kelime boyuna sahip PIC ler

Microcontroller	Program Memory	Data RAM	Max Speed (MHz)	I/O Ports	A/D Converter
12C508	512 × 12	25	4	6	-
16C54	384 × 12	25	20	12	-
16C57	2048 × 12	72	20	20	-
16C505	1024 × 12	41	4	12	-
16C58A	2048 × 12	73	20	12	-



14-bit kelime boyuna sahip PIC ler

Microcontroller	Program Memory	Data RAM	Max Speed (MHz)	I/O Ports	A/D Converter
16C554	512 × 14	80	20	13	-
16C64	2048 × 14	128	20	33	-
16F84	1024 × 14	36	10	13	-
16F627	1024 × 14	224	20	16	-
16F628	2048 × 14	224	20	16	-
16F676	1024 × 14	64	20	12	8
16F73	4096 × 14	192	20	22	5
16F876	8192 × 14	368	20	22	5
16F877	8192 × 14	368	20	33	8

16-bit kelime boyuna sahip PIC ler

Microcontroller	Program Memory	Data RAM	Max Speed (MHz)	I/O Ports	A/D Converter
17C43	4096 × 16	454	33	33	-
17C752	8192 × 16	678	33	50	12
18C242	8192 × 16	512	40	23	5
18C252	16384 × 16	1536	40	23	5
18F4520	32768 × 16	1536	40	36	13

PIC 16F84A/877A serilerin karşılaştırılması

Device number	No. of Pins*	Clock Speed	Memory (K = Kbytes, i.e. 1024 bytes)	Peripherals/Special Features
16F84A	18	DC to 20 MHz	1K program memory, 68 bytes RAM, 64 bytes EEPROM	1 8-bit timer 1 5-bit parallel port 1 8-bit parallel port
16LF84A	As above	As above	As above	As above, with extended supply voltage range
16F84A-04	As above	DC to 4 MHz	As above	As above
16F877A	40	DC to 20 MHz	8K program memory 368 bytes RAM, 256 bytes EEPROM	5 parallel ports, 3 counter/timers, 2 capture/compare/PWM modules, 2 serial communication modules, 8 10-bit ADC channels, 2 analog comparators

* For DIP package only.

ADC, analog-to-digital converter; PWM, pulse width modulation.

8 bit PIC mikro denetleyiciler ve özellikleri

Grup	ROM [Kbyte]	RAM [byte]	Bacak Sayısı	Çalışma Frekansı [MHz]	A/D Girişleri	A/D Çevirici Çözünürlüğü	Karşılaştırmacı sayısı	8/16 – bit Zamanlayıcılar (Timers)	Seri İletişim	PWM Çıkışları	Diğer
8 - bit temel özellikli , 12-bit kelime uzunluğuna sahip mikro denetleyiciler											
PIC10FXXX	0.375 - 0.75	16 - 24	6 - 8	4 - 8	0 - 2	8	0 - 1	1 x 8	-	-	-
PIC12FXXX	0.75 - 1.5	25 - 38	8	4 - 8	0 - 3	8	0 - 1	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16FXXX	0.75 - 3	25 - 134	14 - 44	20	0 - 3	8	0 - 2	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16HVXXX	1.5	25	18 - 20	20	-	-	-	1 x 8	-	-	Vdd = 15V
8 – bit orta performanslı, 14-bit kelime uzunluğuna sahip mikro denetleyiciler											
PIC12FXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	EEPROM
PIC12HVXXX	1.75	64	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	-
PIC16FXXX	1.75 - 14	64 - 368	14 - 64	20	0 - 13	8 veya 10	0 - 2	1 - 2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	0 - 3	-
PIC16HVXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	14 - 20	20	0 - 12	10	2	2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	-	-
8 - bit yüksek performanslı, 16-bit kelime uzunluğuna sahip mikro denetleyiciler											
PIC18FXXX	4 - 128	256 - 3936	18 - 80	32 - 48	4 - 16	10 veya 12	0 - 3	0 - 2 x 8 2 - 3x16	USB2.0 CAN2.0 USART I2C SPI	0 - 5	-
PIC18FXXJXX	8 - 128	1024 - 3936	28 - 100	40 - 48	10 - 16	10	2	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 USART Ethernet I2C SPI	2 - 5	-
PIC18FXXJXX	8 - 64	768 - 3936	28 - 44	64	10 - 13	10	2	1 x 8 3 x 16	USART I2C SPI	2	-

PIC Mikro denetleyicilerde İsimlendirme Sistemi

- Bir PIC'in kaç bitlik kelime boyuna sahip olduğu isminden anlaşılabilir. Yine bir PIC'in kullandığı hafıza tipi de isminden anlaşılır. Örneğin 16F877 numaralı PIC 14 bitlik kelime boyuna ve flash belleğe sahiptir. PIC ismi içinde C harfi varsa, bu CMOS belleğe sahip olduğunu, F harfi varsa, Flash belleğe sahip olduğunu gösterir. 16Cxxx ve 16Fxxx aileleri ise 14 bitlik kelime boyuna sahiptir. Aslen C ve F ile belirlenen PIC'ler arasında bir fark yoktur. Çünkü hem C ile belirlenenler, hem de F ile belirlenenler CMOS teknolojisi ile üretilmiş Flash belleğe sahiptirler.
- Bir tasarım yaparken komutların kelime uzunluğundan ziyade, kullanacağımız PIC'in fiziksel özelliklerini ve sahip olduğu donanım özelliklerini bilmemiz gerekir. Bir PIC'e ait tüm özellikler çok detaylı olarak Microchip firması tarafından yazılan datasheet dosyalarında mevcuttur. Farklı bir PIC kullanılacağı zaman firmanın web sitesinden bu dosyalar indirilerek incelenebilir. Örneğin PIC 16F877 için firmanın hazırladığı datasheet dosyasını <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30292c.pdf> linkinden PIC 16F84 için firmanın hazırladığı datasheet dosyasını ise <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/35007b.pdf> linkinden indirebilirsiniz.

PIC mikro denetleyicilerde kullanılan isimlendirme sisteminde belirli bir standart olduğu belirtilmese de, aşağıdaki çıkarımlar isimlendirmelerin anlamını açıklamak amacıyla kullanılabilir (genellikle geçerlidir):

- Mikro denetleyici ismindeki 'CR' kısaltması; mikro denetleyicinin ROM belleğe sahip olduğunu ve bir kere programlanabileceğini (OTP) belirtir.
- Mikro denetleyici ismindeki 'C' harfi; *OTP (One Time Programmable) yani tek bir kez programlanabileceğini belirtir.* mikro denetleyici yongasında EPROM bulunduğunu ve EPROM' un CMOS yapısında olduğunu gösterir (Yalnızca 16C84'de EEPROM bulunur).
- Mikro denetleyicilerde bulunan 'F' harfi; 'flash' bellekleri / yongaları gösterir.

- Mikro denetleyici ismindeki 'JW' soneki; pencereless EPROM yongalarında kullanılır.
- Mikro denetleyici isimlerinde son olarak bulunan 'A' harfi; mikro denetleyicinin yeni modellerini göstermek için kullanılır.
- Genelde 'A' harfi bulunan ile bulunmayan aynı ayak bağlantısına ve aynı programlama algoritması özelliklerine sahiptir (16F84 mikro denetleyicisi 10 MHz'e kadar çalışırken, 16F84A mikro denetleyicisi 20 MHz'e kadar çalışabilir).
- PIC mikro denetleyici serilerini tanımlayan harf ve rakamlardan sonra yazılan '10/p', '04/p' kodlamaları, 'saat' girişine uygulanacak en yüksek frekansı belirtir.
- 4 MHz'e kadar çalışma frekansında 'PIC 16F84-04/p' kodu kullanılırken, 10 MHz'e kadar 'saat' sinyali uygulanması durumunda 'PIC 16F84-10/p' kodu kullanılır

- Dört farklı aile şeklinde üretilen PIC mikro denetleyicilerde 33 ile 77 adet arasında farklı sayıda ve farklı uzunlukta komutlar kullanılmaktadır. Programcı farklı uzunluklara sahip komutları kullanırken, komutun uzunluğu ile ilgilenmez. Farklı uzunluklara sahip komutlar farklı çevrim sürelerine işlenirler: Dallonma komutları iki çevrim süresince işlenirken, diğer komutlar tek çevrim süresinde işlenmektedir.
- Yukarıda bahsedildiği üzere program kodlarını yazarken PIC'in ailesi ve kelime uzunluğu önemli bir etken değilken; kullanılacak PIC'in bellek miktarı, G/Ç portu sayısı, sahip olunan kesme (interrupt) fonksiyonları, kullanılan bellek tipi (Flash, EPROM, EEPROM, vb.), ADC ve DAC birimlerinin durumu, vb. bilgilerin bilinmesi ve göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Mikro denetleyicilerin sahip oldukları özellikler ve mikro denetleyici kapasiteleri referans alınarak PIC mikro denetleyiciler üç gruba ayrılabilir: Temel özellikli mikro denetleyiciler, orta performanslı mikro denetleyiciler ve yüksek performanslı mikro denetleyiciler .

Bir PIC'in İşlem Yapabilmesi İçin Gerekli Bileşenler

- **Yazılım:** Mikrodenetleyicinin çalışmasını ve işletilmesini sağlayan bilgidir. Başarılı bir uygulama için yazılım hatasız olmalıdır. Yazılım C, Pascal, Basic veya Assembler gibi çeşitli dillerde veya ikilik(binary) olarak yazılabilir
 - **Donanım:** Mikrodenetleyiciyi, bellek, arabirim bileşenleri, güç kaynakları, sinyal düzenleyici devreler ve bunları çalıştırmak ve arabirim görevini üstlenmek için bu cihazlara bağlanan tüm bileşenlerdir
 - **Simülatör:**PC üzerinde çalışan ve mikrodenetleyicinin içindeki işlemleri simüle eden MPSIM gibi bir yazılım paketidir. Hangi olayların ne zaman meydana geldiği biliniyorsa bir simülatör kullanmak tasarımları test etmek için kolay bir yol olacaktır. Öte yandan simülatör, programları tümüyle veya adım adım izleyerek hatalardan arındırma fırsatı sunar. Şu anda en gelişmiş simülatör programı Microchip firmasının geliştirdiği MPLAB programıdır.
-

Bir PIC'in İşlem Yapabilmesi İçin Gerekli Bileşenler

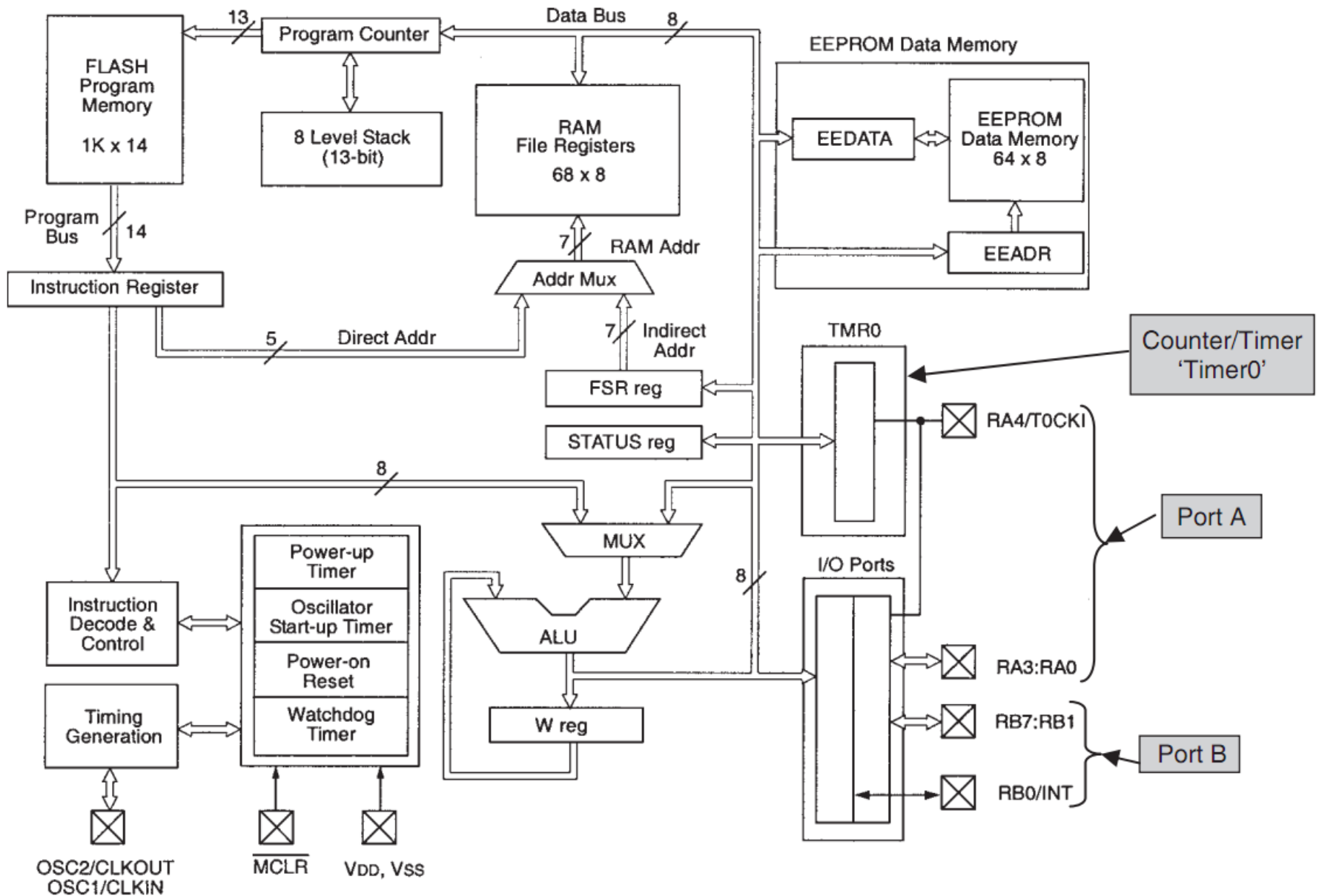
- **Programlayıcı** : Yazılımın mikrodenetleyicinin belleğinde programlamasını ve böylece ICE' nin yardımı olmadan çalışmasını sağlayan bir birimdir. Çoğunlukla seri port 'a (örneğin ICSTART, PROMASTER, ICprog) bağlanan bu birimler çok çeşitli biçim, ebat ve fiyatlara sahiptir.
- **Kaynak Dosyası** : Hem assembler' in hem de tasarımcının anlayabileceği dilde yazılmış bir programdır. Kaynak dosya mikrodenetleyicinin anlayabilmesi için önceden assemble edilmiş olmalıdır.



Bir PIC'in İşlem Yapabilmesi İçin Gerekli Bileşenler

- **Assembler** : Kaynak dosyayı bir nesne dosyaya dönüştüren yazılım paketidir. Hata araştırma bu paketin yerleşik bir özelliğidir. Bu özellik assemble edilme sürecinde hatalar çıktıkça programı hatalardan arındırırken kullanılır. MPASM, tüm PIC ailesini elinde tutan Microchip' in son assemble edicisidir.
 - **Nesne dosyası (object file)** : Assembler tarafından üretilen bu dosya; programcı, similatör veya ICE' nin anlayabilecekleri ve böylelikle dosyanın işlevlerinin çalışmasını sağlayabilecekleri bir dosyadır. Dosya uzantısı assemble edicinin emirlerine bağlı olarak, .OBJ veya .HEX olur.
-

PIC16F84 ÜN DONANIMSAL YAPISI



PIC Mikrodenetleyici içerisindeki kaydediciler

- Özel Amaçlı kaydediciler (FSR Register) içerisinde;

- Durum kaydedicisi (Status register)
- OPTION register
- I/O kaydedici. (PORTA,...TRISA,..)
- Timer registers (TMR0,...)
- INTCON register (
- A/D dönüştürücü kayd.
- Program Sayıcı (PCL, PCLATH,..)
- .
- ...

Addr.	Name
00h	INDF
01h	TMR0
02h	PCL
03h	STATUS
04h	FSR
05h	PORTA
06h	PORTB
07h	PORTC
08h	PORTD
09h	PORTE
0Ah	PCLATH
0Bh	INTCON
0Ch	PIR1
0Dh	PIR2
0Eh	TMR1L
0Fh	TMR1H
10h	T1CON
11h	TMR2
12h	T2CON
13h	SSPBUF
14h	SSPCON
15h	CCPR1L
16h	CCPR1H
17h	CCP1CON
18h	RCSTA
19h	TXREG
1Ah	RCREG
1Bh	CCPR2L
1Ch	CCPR2H
1Dh	CCP2CON
1Eh	ADRESH
1Fh	ADCON0
20h	
	General Purpose Registers
7Fh	96 bytes

Bank 0

Addr.	Name
80h	INDF
81h	OPTION_REG
82h	PCL
83h	STATUS
84h	FSR
85h	TRISA
86h	TRISB
87h	TRISC
88h	TRISD
89h	TRISE
8Ah	PCLATH
8Bh	INTCON
8Ch	PIE1
8Dh	PIE2
8Eh	PCON
8Fh	OSCCON
90h	OSCTUNE
91h	SSPCON2
92h	PR2
93h	SSPADD
94h	SSPSTAT
95h	WPUB
96h	IOCB
97h	VRCON
98h	TXSTA
99h	SPBRG
9Ah	SPBRGH
9Bh	PWM1CON
9Ch	ECCPAS
9Dh	PSTRCON
9Eh	ADRESL
9Fh	ADCON1
A0h	
	General Purpose Registers
FFh	80 bytes

Bank 1

Addr.	Name
100h	INDF
101h	TMR0
102h	PCL
103h	STATUS
104h	FSR
105h	WDTCON
106h	PORTB
107h	CM1CON0
108h	CM2CON0
109h	CM2CON1
10Ah	PCLATH
10Bh	INTCON
10Ch	EEDAT
10Dh	EEADR
10Eh	EEDATH
10Fh	EEADRH
110h	
	General Purpose Registers
	96 bytes
17Fh	

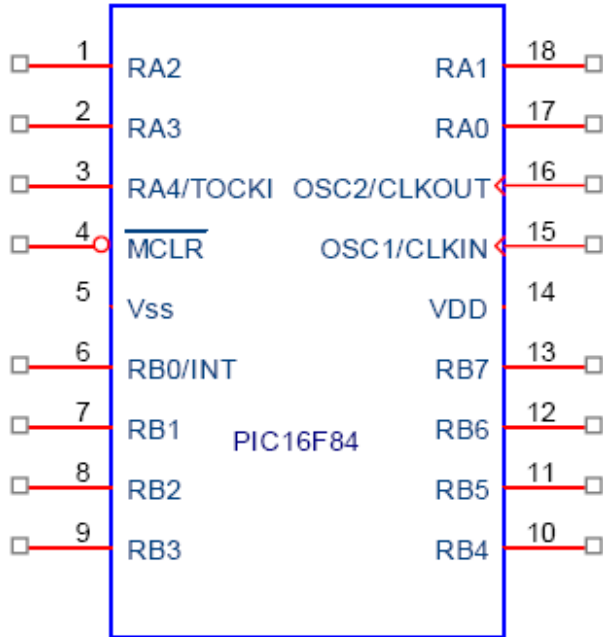
Bank 2

Addr.	Name
180h	INDF
181h	OPTION_REG
182h	PCL
183h	STATUS
184h	FSR
185h	SRCON
186h	TRISB
187h	BAUDCTL
188h	ANSEL
189h	ANSELH
18Ah	PCLATH
18Bh	INTCON
18Ch	EECON1
18Dh	EECON2
18Eh	Not Used
18Fh	Not Used
190h	
	General Purpose Registers
	96 bytes
1EFh	

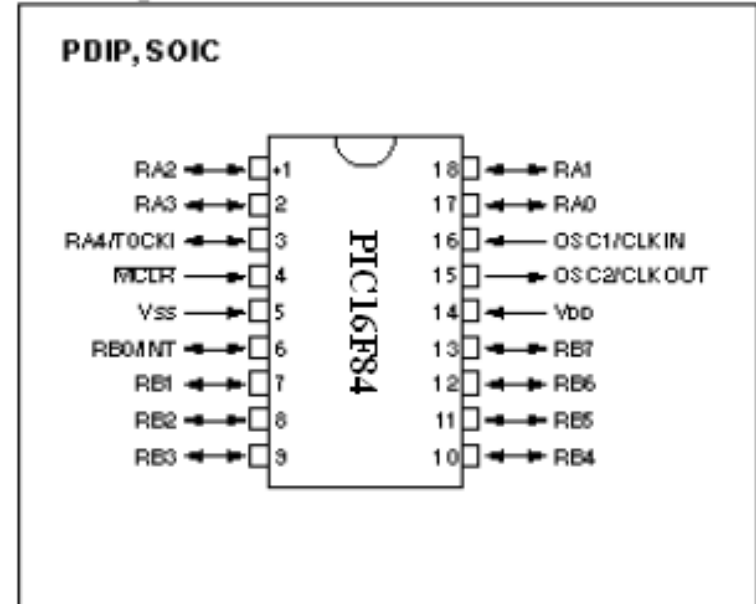
Bank 3

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

- CMOS teknolojisi ile üretilmiş olan PIC16F84 çok az enerji harcar. Flash belleğe sahip olması nedeniyle clock girişine uygulanan sinyal kesildiğinde register'ları içerisindeki veri aynen kalır. Clock sinyali tekrar geldiğinde PIC içerisindeki program kaldığı yerden çalışmaya başlar.



Pin Diagram



PIC 16F84 Pin Görünüşü (16F84=16C84)

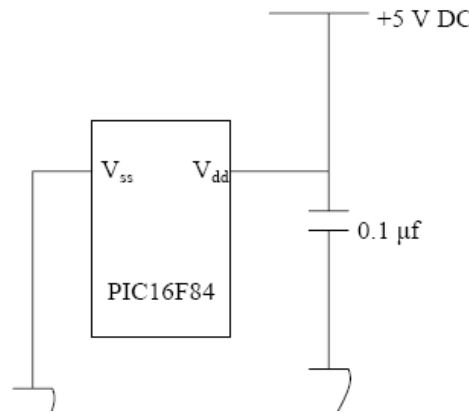
Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

- PIC16C84 ve PIC16F84 özellikleri aynı olan PIC'lerdir. Her ikisi de EEPROM belleğe sahip olmalarına rağmen Microchip ilk ürettiği EEPROM bellekli PIC'leri 'C' harfi (C harfi CMOS'tan gelmektedir) ile tanımlarken son zamanlarda ürettiği EEPROM bellekli PIC'leri 'F' harfi (FLASH) ile tanımlamaktadır.
 - Ayrıca PIC16F84A ile PIC16F84 arasında da herhangi bir fark yoktur. PIC'i tanımlayan bu harf ve rakamlardan sonra yazılan 10/p, 04P clock girişine uygulanacak maksimum frekansı belirtir. Örneğin 10 MHz'e kadar frekanslarda PIC16F84-10P kullanılırken, 4 MHz'e kadar frekanslarda PIC16F84-04P kullanılabilir.
-

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Besleme Gerilimi:

● PIC'in besleme gerilimi 5 ve 14 numaralı pinlerden uygulanır. 5 numaralı V_{dd} ucu +5 V'a 14 numaralı V_{ss} ucu da toprağa bağlanır. PIC'e ilk defa enerji verildiği anda meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları nedeniyle istenmeyen arızaları önlemek amacıyla V_{dd} ile V_{ss} arasına 0.1 μf lık bir dekuplaj kondansatörü bağlamak gerekir. PIC'ler CMOS teknolojisi ile üretildiklerinden çok geniş besleme gerilimi aralığında (2~6 V) çalışmalarına rağmen 5 V luk gerilim deneyler için ideal bir değerdedir.



Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Clock Uçları ve Osilatör Çeşitleri:

• PIC belleğinde bulunan program komutlarının çalıştırılması için bir kare dalga sinyale ihtiyaç vardır. Bu sinyale clock sinyali denir. PIC16F84'ün clock sinyal girişi için kullanılan 2 ucu vardır. Bunlar OSC1 (16. pin) ve OSC2 (15. pin) uçlarıdır. Bu uçlara farklı tipte osilatörlerden elde edilen clock sinyalleri uygulanabilir. Seçilecek osilatör tipi Pic'in kontrol ettiği devrenin hız gereksinimine bağlı olarak seçilir. Clock osilatör tipleri şunlardır:

- RC: Direnç/Kondansatör
 - XT: Kristal veya seramik resonetör
 - HS: Yüksek hızlı kristal veya seramik resonetör
 - LP: Düşük frekanslı kristal
-

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Clock Uçları ve Osilatör Çeşitleri:

Pic'e bağlanan clock osilatörünün tipi programlama esnasında Pic içerisinde bulunan konfigürasyon bitlerine yazılmalıdır.

Osilatör tipi	Frekans sınırı
RC	0~4 MHz
LP	5~200 KHz
XT	100 KHz~4 MHz
HS(-04)	4 MHz
HS(-10)	4~10 MHz
HS(-20)	4~20 MHz

Osilatör Tipi-Frekans Sınırı İlişkisi

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Kristal Kontrollü Clock Osilatörleri:

- Bu tip osilatörler zamanlamanın çok hassas olması gerektiğinde kullanılır. Bu tip clock osilatörleri metal bir kutu görünümündedir. Bu tip osilatörlere kondansatör bağlantısı gerekmez. PIC assembly programlama dili ile yazılan zaman geciktirme (time delay) döngülerinde yapılacak hesaplamaları kolaylaştırmak için genellikle 4MHz'lik kristal clock osilatörleri kullanılır. Bu durumda harici clock frekansı (OSC1) 4'e bölüldüğünde, dahili clock frekansı 1 MHz olur (OSC2). Çoğu PIC assembly komutu bir komut saykılı süresinde (dahili clock) çalıştığından, bir komutun işlevini gerçekleştirme süresi 1µs olur. Bu süre ise deneysel çalışmalar için oldukça uygundur.
-

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Kristal Kontrollü Clock Osilatörleri:

Kristal ve kondansatör kullanılarak yapılan osilatörler zamanlamanın önemli olduğu yerlerde kullanılır. Kristal osilatörün kullanıldığı devrelerde kristale bağlanacak kondansatörün seçimine özen gösterilmelidir. Aşağıda tabloda hangi frekansta kaç μf 'lık kondansatör kullanılacağını göstermektedir.

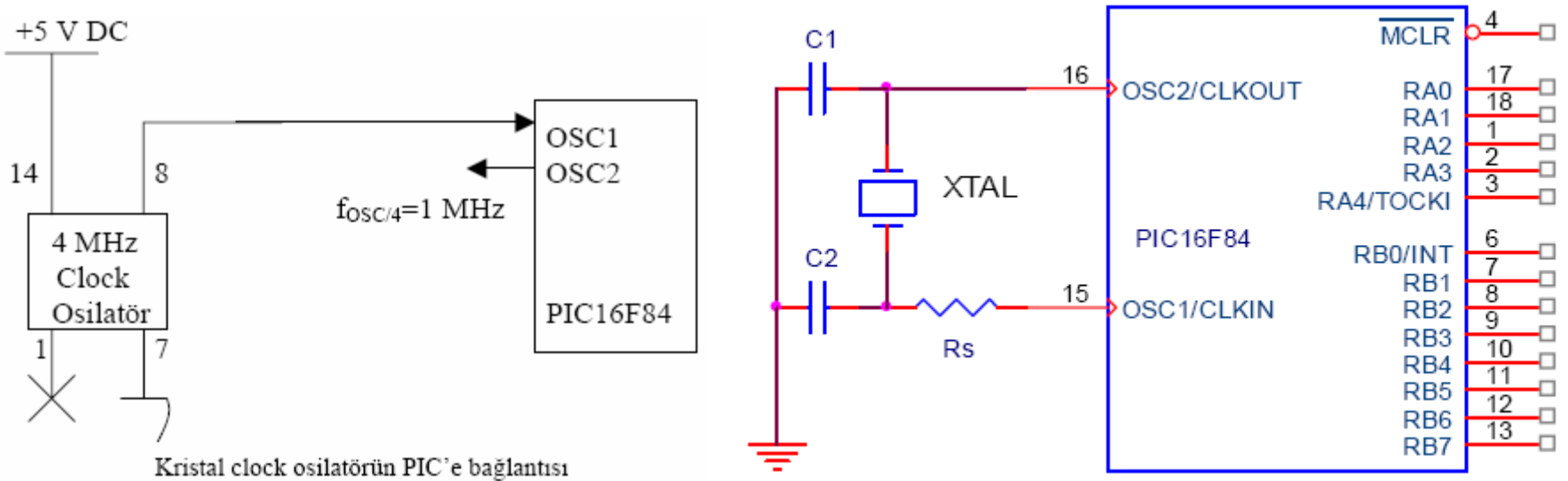
OSİLATÖR TİPİ	FREKANS	KONDANSATÖR
LP	32KHz	33-68 pF
	200 KHz	15-47 pF
	100 KHz	47-100 pF
XT	500 KHz	20-68 pF
	1 MHz	15-68 pF
	2 MHz	15-47 pF
	4 MHz	15-33 pF
HS	8 MHz	15-47 pF
	20 MHz	15-47 pF

Frekans – Kapasitör İlişkisi

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Kristal Kontrollü Clock Osilatörleri:

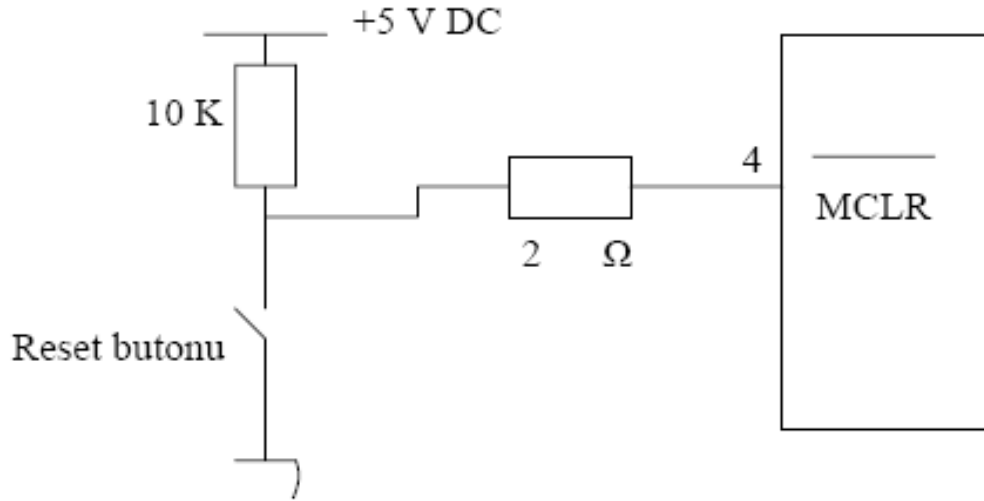
Seçilen kondansatör değerlerinin gerekli değerlerden yüksek olması, elde edilen kare dalganın bozuk olmasına ve Pic'in çalışmamasına neden olur. C1 ve C2 kondansatörünün birbirine eşit olması gerekir.



Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Reset Uçları ve Reset Devresi:

- PIC16F84'ün besleme uçlarına gerilim uygulandığı anda bellekteki programın başlangıç adresinden itibaren çalışmasını sağlayan bir reset devresi vardır. Bu reset devresi PIC içerisinde ve 'Power-on-reset' denir.
- MCLR ucu ise kullanıcının programı kesip, kasti olarak başlangıca döndürebilmesi için kullanılır. PIC'in 4 numaralı MCLR ucuna uygulanan gerilim 0 V olunca programın çalışması başlangıç adresine döner. Programın ilk adresten itibaren tekrar çalışabilmesi için reset ucuna uygulanan gerilimin +5 V olması gerekir. Bir buton aracılığı ile reset işlemini yapan devre şekilde görülmektedir.



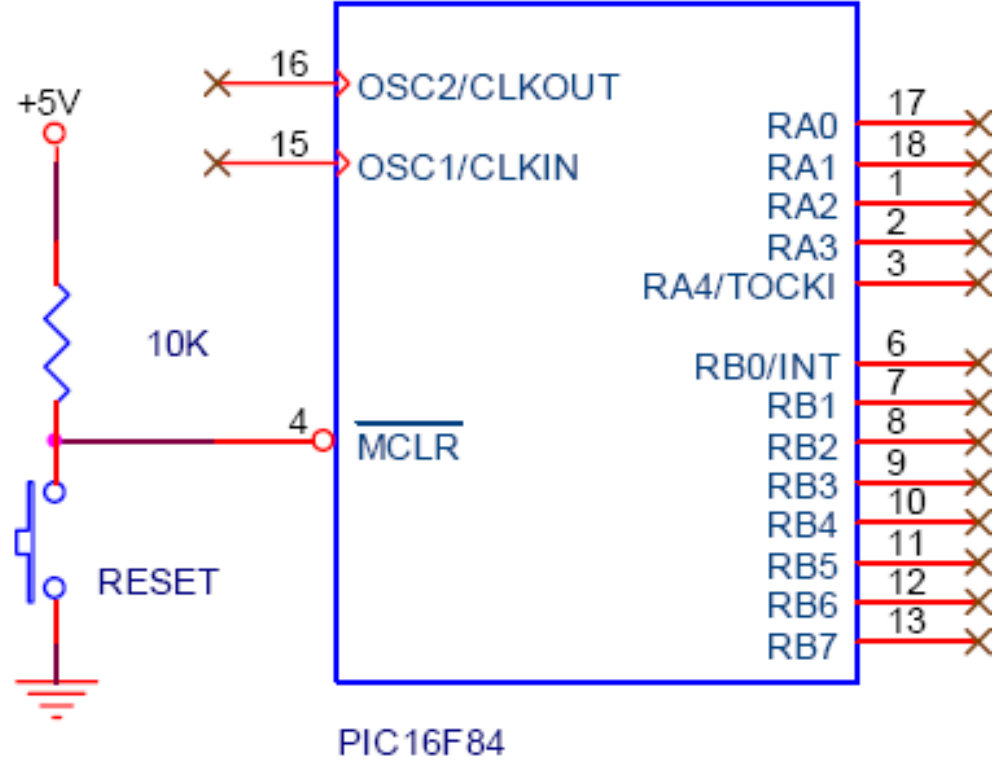
PIC16F84'ün reset devresi

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

Reset Uçları ve Reset Devresi:

PIC microcontrollers aşağıdaki durumlarda RESET oluşur:

- PIC e ilk güç verildiğinde (POR – Power On Reset)
- MCLR girişi mantıksal 0 yapıldığında
- Watchdog zamanlayıcısında taşma olduğunda.



Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

I/O Portları:

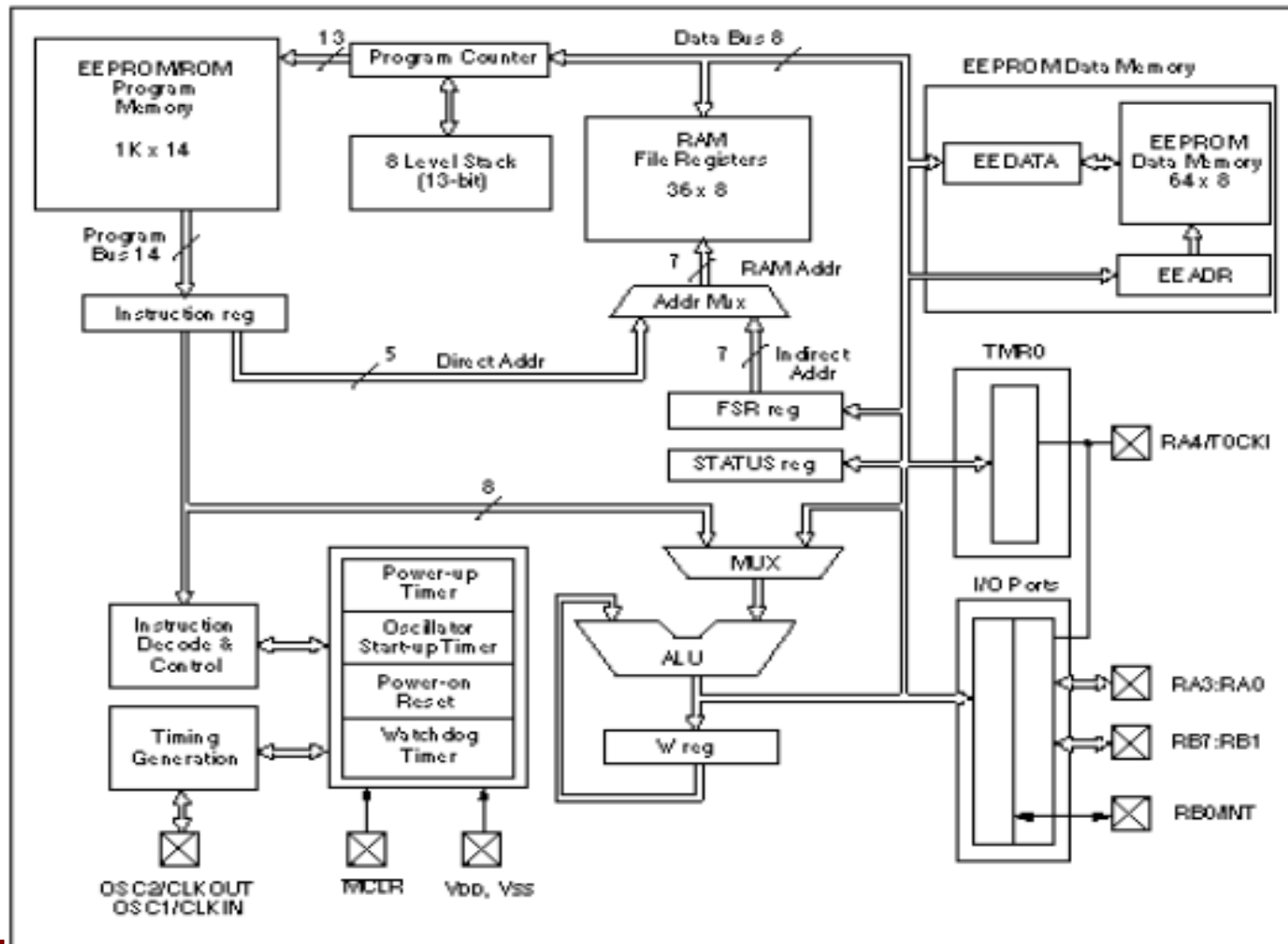
• PIC16F84'ün 13 adet giriş/çıkış portu vardır. Bunlardan 5 tanesine A portu (RA0~RA4), 8 tanesine de B portu (RB0~RB7) denir. 13 portun her biri giriş ya da çıkış olarak kullanılabilir. PIC içerisinde adına TRIS denilen özel bir data yönlendirme registeri vardır. I/O portlarından geçebilecek 25 mA lik bir sink akımı veya 20 mA lik source akımı LED'leri doğrudan sürebilir. Bu akımlar aynı zamanda LCD, lojik entegre ve hatta 220 V luk şehir şebekesine bağlı bir lambayı kontrol eden triyakı bile tetiklemeye yeterlidir. Çıkış akımı yetmediği durumda yükselteç devreleri kullanarak daha yüksek akımlara kumanda etmek mümkün olabilir.

Pic16F84'ün YAPISI ve ÇALIŞMASI

I/O Portları:

- Portun ilgili pininin çıkış olması için, çıkıştaki tristate bufferın aktif edilmesi, yani tris latch üzerine önceden 0 bilgisinin verilmiş olması gerekir. Eğer tris latch üzerine önceden 1 yüklenmiş ise, çıkıştaki buffer açık devre olacağı için bilgi çıkışı mümkün değildir. Bu durumda ancak oku komutu verilerek (Read Port) pin üzerindeki bilginin data busa aktarılması, yani okunması (giriş yapılması) sağlanmış olacaktır. Write port ya da write tris ise adres hattına bağlı olan seçme hatları gibi çalışırlar.
 - Tris ve Port registerinin adreslerinden biri bank0 diğeri bank 1'dedir. Bu sebeple port ayarı programı yazmak için öncelikle bank1'e geçip (bu işlem için fsr registeri kullanılacaktır) tris üzerine istenilen bilgi yazılır. Burada portun pinleri birbirinden bağımsız olduğu için istenilen port ucu giriş, istenilen port ucu çıkış olarak ayarlanabilir. Bunun için tris registerinin ilgili ucuna 1 ya da 0 verilmesi (giriş için 1, çıkış için 0) yeterli olacaktır.
-

Pic16F84'ün Mimari Yapısı



PIC16F84'ün mimari yapısı

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

REGİSTER'LER:

- Her işlemci, bazıları özel ve bazıları genel amaçlı olmak üzere içerisinde register bulundurmaktadır.

Akümülatör (Working register) : Genel amaçlı bir registerdir. Tüm işlemcilerde bulunan bu register Acc ya da A ismiyle anılır. Pic serisi işlemcilerde ise W adıyla anılmaktadır. Bu register işlemlerin çoğunda kullanılan bir registerdir. 2 operandla yapılan işlemlerde, operandlar işleme girerken, operandlardan bir tanesi burada tutulur; aritmetik ya da lojik işlemlerde işlem sonuçlarını tutar, ayrıca çok özellikli bir register olduğu için bit işlemleri, kaydırma, döndürme, eksiltme, artırma, tersini alma gibi işlemler de burada yapılabilir.

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

REGİSTER'LER:

Program Sayıcı (PC:Program Counter):

- Bu register ise program akışını kontrol eden bir registerdir. Çalışmakta olan programların adresleri burada tutulur ve sayılır. Program icra edilirken halen işletilecek olan komutun adresi PC'de bulunur ve bu komut okunduğunda adres otomatik olarak 1 artar. Eğer komutun bir operandı varsa komut algılandıktan sonra bu operand okunur ve bu okunma tamamlanınca PC yine 1 artar. Bu şekilde PC sistemin işleyişini kontrol etmiş olur. Ayrıca program içerisindeki atlama komutlarında atlanacak adres, PC'ye yüklenerek programın bir yerden bir başka yere atlaması sağlanır.
-

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

REGİSTER'LER:

Program Sayacı (PC:Program Counter):

- Alt program çağırma işlemlerinde, programın bir noktadan diğer bir noktaya atlarken geri dönüş adresinin belirlenmesi açısından, programın o anda çalıştırdığı adresin de bir yerlerde tutulması gerekir. Bu bölüme ise STACK adı verilir. Stacklar FILO (First In Last Out) mantığına göre çalışırlar. Bir işlemcinin stack kapasitesi, o işlemcinin çalıştırabileceği alt program adedini belirler.

- Intel firmasının sanayi tipi işlemcilerinde stack için bir segment (Ör:8085) ayrılırken, daha basit tipteki işlemcilerde (Ör: 6502) 1 K'lık alan ayrılmaktadır. Pic serisinde bu alan daha azdır. Mesela PIC16C8X ailesinde 8 byte'dır. Pic serisinde direkt kullanımı olmamasına rağmen, diğer işlemcilerde stacka direk müdahale için stack adresini tutan Stack Pointer registeri ile ilgili komutlar vardır.

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

REGİSTER'LER:

İşlemci Durum Kaydedici (Processor Status Register):

- PS ya da Status adıyla anılan bu register bayrak işaretlerini tutan registerdir. Diğer registerlerden farklı olarak bu register, blok olarak değil tek tek bit olarak ele alınır. Bu registerin bitlerine bakılarak işlemin ve işlemcinin durumu hakkında bilgi elde etmek mümkündür. Status Registerin Bitleri:

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C

Bit 7: IRP : Bank seçme biti (16f84'te kullanılmaz)

0=Bank 0,1

1=Bank 2,3

Bit 6,5: RP1,RP0: Bank seçme biti.

00: Bank 0 (h'00'-h'FF')

01: Bank 1 (h'80'-h'FF')

10: Bank 2 (h'100'-h'17F')

11: Bank 3 (h'180'-h'1FF')

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

REGİSTER'LER:

Bit 4: TO: Time Out biti.

0= WDT zamanlayıcısında zaman dolduğunda

1=Pic'e enerji verildiğinde,CLRWDT ve SLEEP komutları çalıştırıldığında

Bit 3: PD: Power down biti.

0= SLEEP komutu çalışınca

1=Pic'e enerji verildiğinde ve CLRWDT komutu çalıştırıldığında

Bit 2: Z: Zero bayrağı.

1= Bir önceki işlem sonucu 0 olduğunda

0= Bir önceki işlem sonucu 0'dan farklı olduğunda

Bit 1: DC: Digit Carry (Taşma) biti. ADDLW ve ADDWF komutları kullanıldığında alt nibble'dan üst nibbl'a taşma olursa kullanılır.

1= alt nibble'dan üst nibbl'a taşma olursa

0= alt nibble'dan üst nibbl'a taşma olmazsa

Bit 0: C: Carry (elde/borç)biti. ADDLW ve ADDWF komutları kullanıldığında 7. bitten taşma veya ödünç alma olursa kullanılır. Ayrıca RLF ve RRF komutlarında en sağ ya da en soldaki bit bu bayrağa yüklenir.

1= 7.bitten taşma olursa

0= 7. bitten taşma olmazsa

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

Bellek Yapısı:

BANK 0		BANK 1	
0x00	INDF	0x80	INDF
0x01	TMR0	0x81	OPTION
0x02	PCL	0x82	PCL
0x03	STATUS	0x83	STATUS
0x04	FSR	0x84	FSR
0x05	PORTA	0x85	TRISA
0x06	PORTB	0x86	TRISB
0x07		0x87	EEPROM Hafıza Alanı
0x08		0x88	Program yazma anında kullanılan
0x09		0x89	Registerlerin bulunduğu alan
0x0A	PCLATCH	0x8A	PCLATCH
0x0B	INTCON	0x8B	INTCON
0x0C		0x8C	Program veri alanı olarak
0x4F		0xCF	kullanılan alan

Pic16f84 memory map

Pic16F84'ün Bellek Yapısı

Hafıza (Bellek) Yapısı:

Mikroişlemcilerde dış ünite olarak kullandığımız hafıza elemanları mikrokontrollörlerde iç ünite durumundadır. Bunları yapısına göre iki ayrı grupta toplamak mümkündür:

a) RAM (Random Access Memory)

b) ROM (Read Only Memory)

RAM: RAM genelde program içerisindeki geçici bilgileri (ki biz onlara değişken diyeceğiz)tutmak için kullanılacaktır. Bazı işlemcilerde ramın program hafızası olarak kullanıldığını görmek mümkündür, ancak bu işlemciler ya bir dış kalıcı hafıza tarafından desteklenmekte ya da içerisinde şarj olabilen bir pil içermektedirler.

ROM: Rom hafıza ise program hafızası olarak kullanılan bir hafıza çeşididir. Sadece okunabilme özelliğine sahip olduğu için, bir kez programlandığında programın silinmesi diye bir şey söz konusu olmamaktadır.

Memory Function	Technology	Size	Volatile/Non-Volatile	Special Characteristics*
Program	Flash	1K × 14 bits	Non-volatile	10 000 erase/write cycles, typically
Data memory (file registers)	SRAM	68 bytes	Volatile	Retains data down to supply voltage of 1.5V
Data memory (EEPROM)	EEPROM	64 bytes	Non-volatile	10 000 000 erase/write cycles, typically
Stack	SRAM	8 × 13 bits	Volatile	

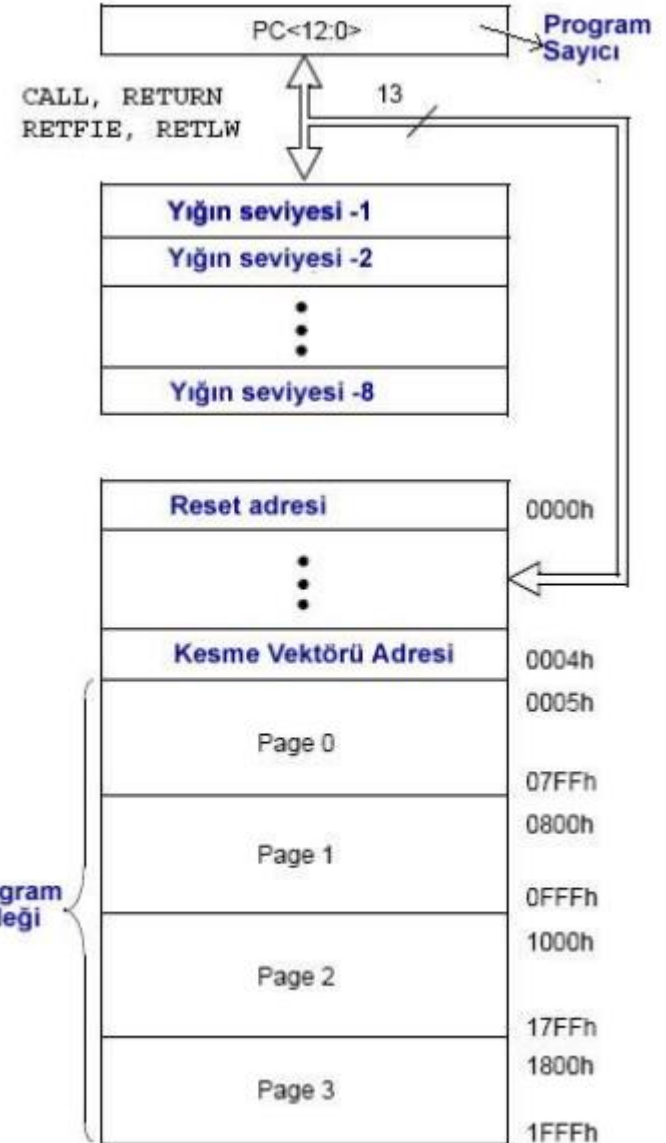
* Information obtained from full 16F84A data sheet [Ref. 2.1].

Pic16F84'ün Mimari Yapısı

Hafıza (Bellek) Yapısı: Program Belleği

Bellek haritasında bellek bölgelerini temsil eden adresler gösterilirken 'onaltılı-heksadesimal' notasyon kullanılmaktadır. PIC programlama esnasında da kullanılan '0Xxx' heksadesimal notasyonunda '0X' veya 'XXh' değerleri sayıların heksadesimal olduğunu belirtir. Örneğin; '0X0F' veya '0Fh' değeri (0F)15 sayısını gösterir.

Program ile ilgili bilgilerin (komutların) yazılması amacıyla kullanılan bellek bölgesinde bulunan 64 Bayt'lık EEPROM belleğin en önemli özelliği, enerji kesilmesi durumunda verilerin kaybolmamasıdır. Programın çalışması sırasında program belleğindeki bilgilerin silinmesi veya değiştirilmesi mümkün değildir. Program belleğindeki bilgiler ancak programlama modunda değiştirilebilirler.



Pic16F84'ün Mimari Yapısı

Hafıza (Bellek) Yapısı: Program Belleği:

1KBayt'lık program belleğine sahip olan PIC16F84 mikro denetleyicisinde her bir bellek hücresine 14 bit uzunluğuna sahip program komutları saklanabilir. Bunun anlamı; PIC16F84 mikro denetleyicisinin (000)0 ile (3FF)1023 arasındaki adresler ile temsil edilen program belleğine 14 bit uzunluğunda toplam 1024 tane komut yazılabilmektedir.

16F877 nin program belleği ise 13 bit ile adreslenir ve dolayısıyla $2^{13} = 8192$ bellek hücresi vardır. Yani 16F877'nin program belleği 8KBayt olarak tasarlanmıştır. PIC16F877 ninde kelime uzunluğunun 14 bit olduğu daha önce belirtilmişti. Bu durumda bu elemanın program hafızasına 8192 adet 14 bitlik komut yazmak mümkündür.

Program belleği elektriksel olarak yazılıp silinebilen **'flash' bellek yapısında olmasına rağmen, programın çalışması sırasında sadece okunabilir.**

PIC mikro denetleyici program belleğine sadece Assembly komutları saklanabilmesine karşılık, **'RETLW'** komutu ile birlikte sınırlı miktarda veri de yüklenebilir. Bellek haritasında bellek bölgelerini temsil eden adresler gösterilirken 'onaltılı-heksadesimal' notasyon kullanılmaktadır.
