

Mikrodenetleyiciler

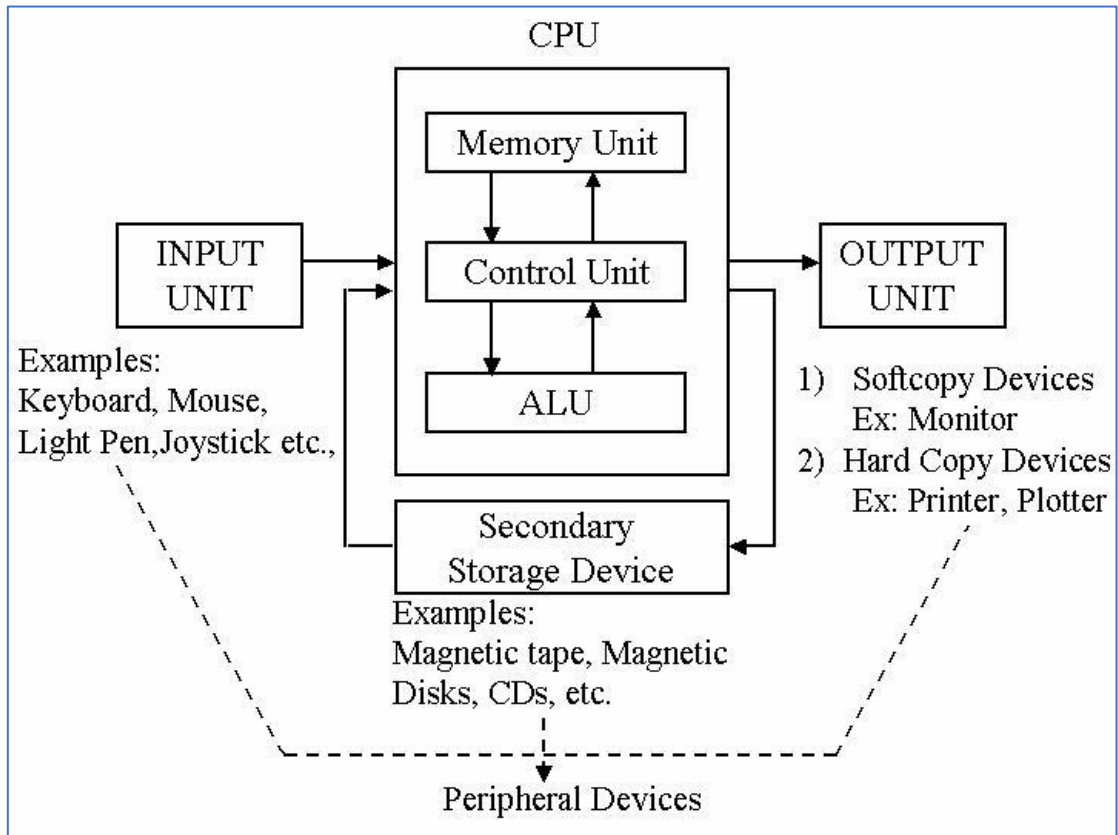
Mikroişlemci nedir?

İnsan beyni, örneğin elini kaldırarak ve bir fincanı tutmak için kasların, omuz, bilek ve parmakların hareketini yöneten ya da bir buz küpüne dokunulduğunda buz küpünün sıcaklık bilgisinin sinirler yoluyla beyne iletilmesinden sonra bu bilginin yorumlanması ile buz küpünün soğuk olduğu kararını veren, sadece bununla kalmayıp aritmetik işlemlerin yapıldığı, bir şiiirin ezberlenmesi, bir konu hakkında fikir yürütülmesi gibi işlemleri kısaca insan bedenini ve düşüncelerini yöneten organdır.

Bir bilgisayar sisteminde, insan beyninin yaptığı işlemi, **Merkezi İşlem Birimi** olarak Türkçe'ye çevrilebilecek olan **CPU (Central Processing Unit)** gerçekleştirir. CPU, bilgisayarlarda, mikrodenetleyicilerde, mobil cihazlarda ve gömülü sistemlerde ana işlem birimidir. Bilgiyi işler ve işlenen bilgi ile programlandığı fonksiyonu yerine getirir.

Mikroişlemciler, elektrik sinyallerini kullanarak matematiksel, mantıksal ve kontrol işlemleri gerçekleştirirler. Mikroişlemcilerin hızı, saniyede yaptıkları işlem sayısı ile ölçülür. Bu sayıya hertz (Hz) denir. Bir mikroişlemcinin hızı 1 GHz ise, bu saniyede 1 milyar işlem yapabildiği anlamına gelir.

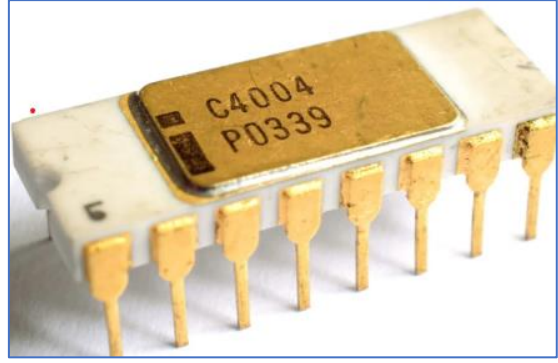
Mikroişlemcilerin çeşitleri, bit sayısı, mimarisi, işlemci ailesi, üretici firma, transistör sayısı, frekansı, güç tüketimi, soğutma sistemi, paket tipi, soket tipi, önbellek (cache) boyutu, veri yolu (bus) genişliği, komut seti, çekirdek (core) sayısı, iş parçacığı (thread) sayısı gibi özelliklere göre değişir.



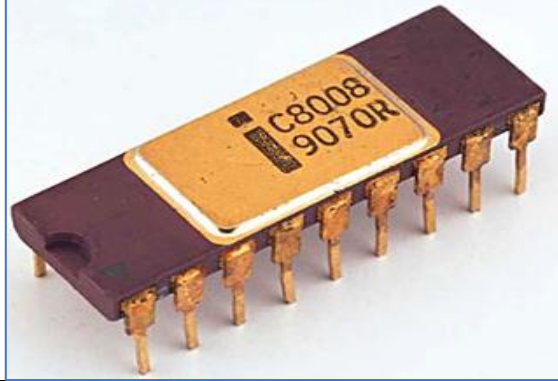
Şekil 1.1. Mikroişlemci blok diyagramı

Mikroişlemcilerin tarihçesi

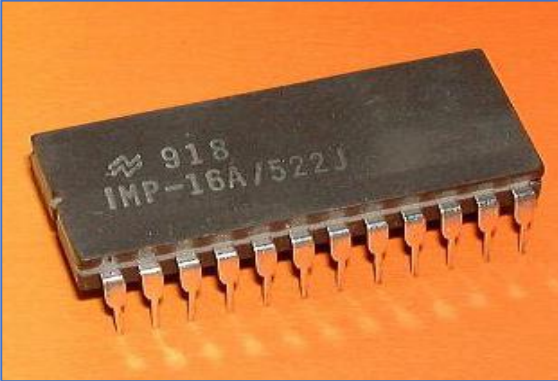
İlk mikroişlemci, **1971** yılında Intel tarafından üretilen 4 bitlik Intel 4004'tür. Bu çip, Federico Faggin tarafından tasarlanmış ve Busicom adlı bir Japon hesap makinesi firması için geliştirilmiştir. Intel 4004, 2300 transistör içeren ve 108 kHz frekansta çalışan bir çiptir.



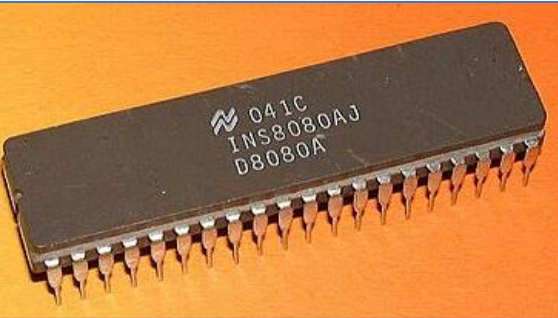
1972 yılında Intel, 8008 adlı 8 bitlik bir mikroişlemci çıkardı. Bu çip, **3500** transistör içererek 500 kHz frekansı ile çalışmaktadır.



1973 yılında National Semiconductor, 16 bitlik ilk multichip mikroişlemci olan IMP-16'yı piyasaya sürdü.



1974 yılında Intel, 8 bitlik 8080 mikroişlemcisini tanıttı. Bu çip, **6000** transistör içererek 2 MHz frekansı ile çalışmaktadır. 8080, ilk kişisel bilgisayar olan Altair 8800'de kullanıldı.



1978 yılında Intel, 16 bitlik 8086 mikroişlemcisini piyasaya sürdü. Bu çip, **29000** transistör içermektedir ve 5 MHz frekansı ile çalışmaktadır. 8086, x86 mimarisinin ilk temsilcisidir ve IBM PC gibi popüler bilgisayarlarda kullanılmıştır. x86 mimarisi 286, 386, 486 gibi gelişmiş işlemcilerin dayandığı bir mimaridir ve x86 olarak adlandırılır.



1981 yılında Motorola, 32 bitlik 68000 mikroişlemcisini tanıttı. Bu çip, **68000** transistör içermektedir ve 8 MHz frekansı ile çalışmaktadır. 68000, Apple Macintosh, Commodore Amiga ve Atari ST gibi bilgisayarlarda kullanılmıştır.



1985 yılında Intel, 32 bitlik 80386 mikroişlemcisini piyasaya sürdü. Bu çip, **275000** transistör içermektedir ve 33 MHz frekansı ile çalışmaktadır. 80386, ilk 32 bitlik x86 mikroişlemciydi ve Windows 3.1 gibi grafiksel işletim sistemlerini desteklemiştir.



1993 yılında Intel, 64 bitlik Pentium mikroişlemcisini tanıttı. Bu çip, **3.1 milyon** transistör içermektedir ve 66 MHz frekansı ile çalışmaktadır. **Pentium**, ilk süper ölçekli mikroişlemci olmuştur ve çoklu iş parçacığı (multithreading) ve çoklu işlemci (multiprocessing) özelliklerine sahipti.



2001 yılında AMD, 64 bitlik Athlon-64 mikroişlemcisini piyasaya sürdü. Bu çip, **105.9 milyon** transistör içermektedir ve 2.2 GHz frekansı ile çalışmaktadır. Athlon-64, ilk 64 bitlik x86 mikroişlemciydi ve 32 bitlik uygulamalarla geriye dönük uyumluydu. 64 bitlik işlemciler “**x86-64**” ya da “**x64**” olarak tanımlanabilir. Athlon-64 işlemcisi geriye dönük uyumluluğu yani 32 biti destekler bu yüzden hem 64 bit uygulamaları hem de 32 bitlik uygulamaları çalıştırabilmektedir.



2011 yılında Intel, 22 nm teknolojisiyle üretilen ilk mikroşlemci olan Ivy Bridge’i tanıttı. Bu çip, **1.4 milyar** transistör içermektedir ve 3.5 GHz frekansı ile çalışmaktadır. Ivy Bridge, 3D transistörler ve entegre grafik işlemcileri gibi yenilikleri içeriyordu.



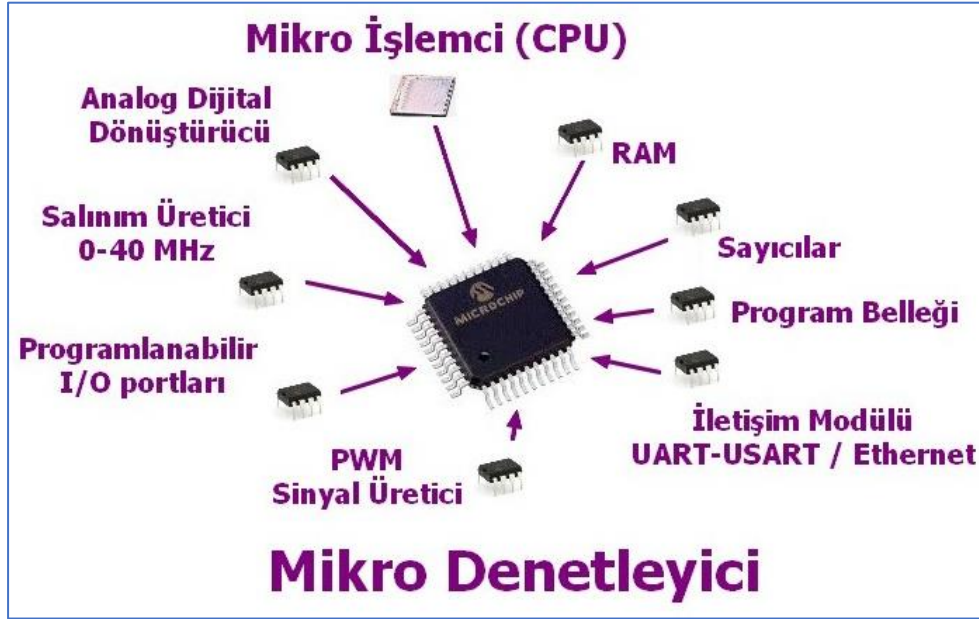
2019 yılında AMD, 7 nm teknolojisiyle üretilen ilk x86 mikroşlemci olan Ryzen 9 3950X’i piyasaya sürdü. Bu çip, **9.89 milyar** transistör içermektedir ve 4.7 GHz frekansı ile çalışmaktadır. Ryzen 9 3950X, 16 çekirdek ve 32 iş parçacığı ile yüksek performans sundu.



Mikrodenetleyici Nedir?

Günümüzde bir bilgisayar sistemi, bir CPU, anakart (*Motherboard*), geçici hafıza (*RAM - Random Access Memory – Rastgele Erişimli Bellek*), kalıcı hafıza (*Hard Disk*), ekran kartı (*GPU – Graphics Processing Unit – Grafik İşleme Birimi*), ses kartı, USB 2.0, USB 3.0, USB Type-C, Wi-Fi, Bluetooth gibi elemanlardan oluşan karmaşık bir sistemdir. Sistemin kararlı çalışması için her bir donanım elemanının birbiri ile uyumlu olması gerekir. Örneğin anakart 1333 MHZ hızında veri hızına sahipse çok daha yüksek frekanslarda çalışabilecek işlemci ya da RAM takılsa dahi bu elemanlar anakartın desteklediği hızları aşamazlar.

Bir mikrodenetleyici, bir bilgisayar gibi çok fazla iş yapması gerekmeyen ancak bir bilgisayardaki gibi, bir CPU yani bir beyin içererek bu beyine Input sağlayan CPU'nun vereceği kararlar ile Output elemanları olan küçük bir bilgisayardır. Bu küçük bilgisayar örneğin bir monitör içermez ama bir LCD ekrana yazı yazdırabilir, ya da bir LED zinciri ile belirli sıralarla LED yakıp söndürebilir, bu küçük bilgisayar bir şarkı çalamaz ancak buzzer gibi elemanlarla belirli durumlarda belirli notalar ile ses çaldırabilir. Kısaca bir mikrodenetleyici, CPU yani bir mikroişlemci içeren küçük bir bilgisayardır.



Şekil 1.2. Mikrodenetleyici

Mikrodenetleyici, bir veya daha fazla işlemci çekirdeği, bellek ve giriş/çıkış birimleri gibi temel bileşenleri tek bir entegre devrede birleştiren programlanabilir bir elektronik cihazdır. Gömülü sistemler için tasarlanmıştır ve çeşitli cihazlarda ve uygulamalarda kullanılırlar. Örneğin, akıllı telefonlar, oyun konsolları, televizyonlar, robotlar, tıbbi cihazlar, endüstriyel makineler, akıllı ev uygulamaları, Nesnelerin interneti uygulamaları gibi pek çok alanda mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır.

Mikrodenetleyicilerin çeşitleri, bit sayısı, mimarisi, işlemci ailesi, üretici firma, transistör sayısı, frekansı, güç tüketimi, soğutma sistemi, paket tipi, soket tipi, önbellek boyutu, veri yolu genişliği, komut seti, çekirdek sayısı, iş parçacığı sayısı gibi özelliklere göre değişir. Bazı yaygın mikrodenetleyici türleri şunlardır: 6800, 8051, PSoC, PIC, AVR4.

Mikrodenetleyicilerin tarihçesi

Mikrodenetleyicilerin tarihçesi, mikroişlemcilerin gelişimiyle yakından ilgilidir. Mikroişlemci, merkezi işlem birimi (CPU) fonksiyonlarını tek bir entegre devrede (*IC – Integrated Circuit*) birleştiren bir elektronik bileşendir. Mikrodenetleyici ise, mikroişlemcinin yanı sıra bellek, giriş/çıkış birimleri ve diğer bileşenleri de aynı çip üzerinde barındıran programlanabilir bir cihazdır. Mikrodenetleyiciler, gömülü sistemler için tasarlanmıştır ve çeşitli cihazlarda ve uygulamalarda kullanılırlar.

Mikrodenetleyicilerin tarihçesi, 1970’lerde başlar. İlk mikroişlemci olan Intel 4004, 1971 yılında piyasaya sürüldü. Bu çip, 4 bitlik bir mimariye sahiptir ve 2300 transistör içermektedir. Aynı yıl, Texas Instruments, TMS1000 adlı ilk mikrodenetleyiciyi üretmiştir. Bu çip, 8 bitlik bir mimariye sahiptir ve 3500 transistör içermektedir. ***Bu iki çip, mikrodenetleyicilerin atası sayılmaktadır.***

1970’lerin sonunda ve 1980’lerin başında, mikrodenetleyicilerin performansı ve popülaritesi artmıştır. İlerleyen yıllarda Intel, 8 bitlik 8051 ve 16 bitlik 8086 mikrodenetleyicilerini tanıtmıştır. Motorola, 8 bitlik 6800 ve 16 bitlik 68000 mikrodenetleyicilerini piyasaya sürmüştür. Zilog, 8 bitlik Z80 ve 16 bitlik Z8000 mikrodenetleyicilerini geliştirmiştir. Bu mikrodenetleyiciler, kişisel bilgisayarlar, oyun konsolları, endüstriyel makineler, tıbbi cihazlar gibi pek çok alanda kullanılmıştır.

1980’lerin sonlarında, mikrodenetleyicilerin mimarisi ve teknolojisi gelişmiştir. Intel, 32 bitlik 80386 mikrodenetleyiciyi, Motorola, 32 bitlik 68020 ve 68030 mikrodenetleyicilerini piyasaya sürmüştür. ARM, düşük güç tüketimi ve yüksek performansı ile dikkat çeken 32 bitlik RISC mimarisini geliştirmiştir. Mikrodenetleyiciler, grafiksel işletim sistemleri, multimedya uygulamaları, kablosuz iletişim gibi yeni alanlarda kullanılmaya başlanmıştır.

1990’ların sonlarında, mikrodenetleyicilerin hızı ve kapasitesi artmıştır. Intel, 64 bitlik Pentium mikroişlemciyi tanıtmış ve AMD, 64 bitlik Athlon-64 mikroişlemciyi piyasaya sürmüştür. ARM, 64 bitlik ARMv8 mimarisini geliştirmiştir.

Bu gelişmelerle mikrodenetleyiciler, süper ölçekli, çoklu çekirdekli, çoklu iş parçacıklı, entegre grafik işlemcili gibi özelliklere sahip olmaya başlamıştır. Böylece Mikrodenetleyiciler, akıllı telefonlar, tabletler, televizyonlar, kameralar, saatler, arabalar, uçaklar, robotlar, akıllı evler, gibi pek çok cihaz ve sistemde kullanılmaya başlanmıştır.

2000’lerin başında ve sonunda, mikrodenetleyicilerin üretim teknolojisi gelişmiştir. Intel, 22 nm teknolojisiyle üretilen ilk mikroişlemci olan Ivy Bridge’i tanıttı. AMD, 7 nm teknolojisiyle üretilen ilk x86 mikrodenetleyici olan Ryzen 9 3950X’i piyasaya sürdü.

8051 Mikrodenetleyicisi

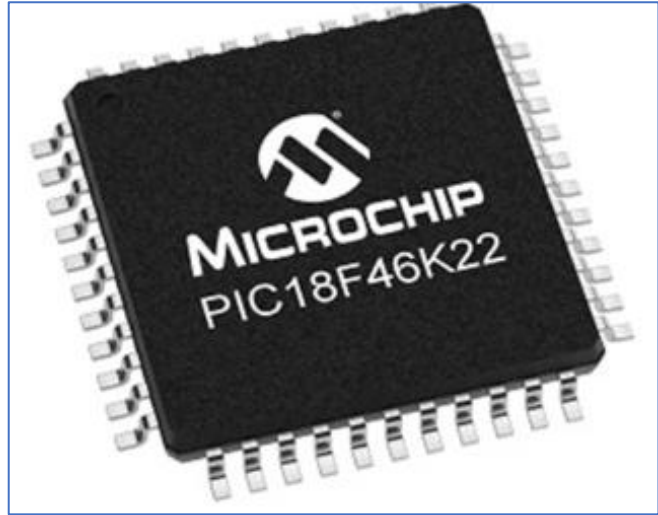
8051 mikrodenetleyicisi, Intel tarafından 1980 yılında üretilen 8 bitlik bir programlanabilir elektronik cihazdır. 8051, gömülü sistemler için tasarlanmıştır ve çeşitli cihazlarda ve uygulamalarda kullanılmaktadır.

8051, *Harvard bilgisayar mimarisine* sahiptir ve 4 KB ROM, 128 byte RAM, 32 adet giriş/çıkış kanalı, 2 adet 16 bitlik zamanlayıcı/sayıcı, programlanabilir full-duplex seri port bağlantısı, 5 adet kesme kaynağı gibi özelliklere sahiptir. 8051, zamanla üzerindeki geliştirme çalışmalarının sonucu tek bir mikrodenetleyici olmaktan çıkıp bir 8051 ailesi olarak anılan bir mikrodenetleyici ailesi haline gelmiştir. Bu aileye 8031, 8032, 8052, 80151, 80251, ve XA serileri dahildir. 8051 mikrodenetleyicisi, C programlama diliyle programlanabilir.



PIC Mikrodenetleyicisi

PIC mikrodenetleyicisi, Microchip firmasının ürettiği, giriş-çıkış işlemlerini çok hızlı gerçekleştirebilen, programlanabilir bir elektronik cihazdır. PIC mikrodenetleyiciler, *RISC mimarisi* kullanarak komut sayısını azaltır ve hızı artırır. PIC mikrodenetleyiciler, gömülü sistemler için tasarlanmıştır ve çeşitli cihazlarda ve uygulamalarda kullanılırlar. PIC mikrodenetleyiciler, bit sayısı, mimarisi, bellek tipi, paket tipi, hızı, güç tüketimi, çekirdek sayısı gibi özelliklere göre farklı ailelere ayrılırlar. PIC mikrodenetleyiciler, C programlama diliyle programlanabilmektedir.



PIC Mikrodenetleyicilerin Sahip Oldukları Bellek Çeşitleri

EPROM (*Erasable Programmable Memory*): EPROM belleğe elektrik sinyali ile kayıt yaptırılır. Yüklenmiş programı silip değiştirmek için EPROM silici cihazlar ile mor ötesi ışığa maruz bırakılır.

EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Memory*): Microchip firmasının FLASH bellek olarak da adlandırdığı bu bellek tipinin EPROM bellekten farklı olan tarafı elektrik sinyali ile hızlı bir şekilde silme işlemi yapabmesidir.

ROM (*Read Only Memory*): Bu bellek sadece bir kere fabrikasyon sırasında yazılabilirler. Maliyeti çok düşük olmasına karşın bu chip 'lerin kötü tarafı üretim sonrasında programda tespit edilecek olan tek bir hatanın tüm çiplerin atılmasına neden olabilmesidir.

Mikroişlemci ve Mikrodenetleyiciler arasındaki Farklar

Mikroişlemci	Mikrodenetleyici
<ul style="list-style-type: none"> Sadece CPU içerir. RAM, ROM, I/O birimleri ayrıca bağlanır. 	<ul style="list-style-type: none"> CPU, RAM, ROM, I/O, Zamanlayıcı gibi birimler tek bir çipte gömülüdür.
<ul style="list-style-type: none"> Tasarımcı RAM, ROM, I/O portlarının büyüklüklerini kendisi belirler ve tasarımı buna göre yapar. 	<ul style="list-style-type: none"> Dahili RAM, ROM, I/O portları mevcuttur ayrıca bir tasarım gerektirmez
<ul style="list-style-type: none"> Pahalıdır. 	<ul style="list-style-type: none"> Ucuzdur
<ul style="list-style-type: none"> Genel amaçlıdır 	<ul style="list-style-type: none"> Tek amaçlıdır
<ul style="list-style-type: none"> Hızlıdır (GHz mertebesinde) 	<ul style="list-style-type: none"> Yavaştır (MHz mertebesinde)
<ul style="list-style-type: none"> Bilgisayar, tablet, akıllı telefonlarda kullanılır. 	<ul style="list-style-type: none"> Alarmlı saatlerde, mikrodalga fırınlarda bulaşık makinelerinde, buzdolapları gibi elektronik kontrol gerektiren cihazlarda kullanılmaktadır.

Mikrodenetleyici Mimarileri

Mikroişlemci kapasitesi, bellek yapısı, tasarım felsefesi gibi özellikler mikrodenetleyicinin mimarisini belirler.

Mikroişlemci kapasitesi: Mikroişlemcide bulunan birimlerin özellikleri, kaydedici sayısı, kaydedicilerin büyüklüğü, hat sayısı, karar noktalı hesaplama birimi gibi eklentilerle belirlenir.

Mikroişlemci bellek yapısı: Bellek bölgelerinin sayısı, her bir bellek bölgesinde saklanabilecek bit sayısı, adreslenebilecek toplam bellek bölgesi sayısı ve bellek bölgesine erişim yöntemi gibi parametreler tarafından belirlenir.

Mikroişlemci tasarım felsefesi: Mikroişlemci tarafından kullanılan komut yapısı ve sayısı bakımından iki tür mimari bulunmaktadır. Bunlar CISC (Complex Instruction Set Computers – Kompleks komut kümeli bilgisayar) ve RISC (Reduced Instruction Set Computers – İndirgenmiş komut kümeli bilgisayar) olmak üzere ikiye ayrılır.

Mikroişlemciler, bellek yapısı ve belleğin kullanım şekline göre de von Neumann Mimarisi (Princeton mimarisi olarak ta bilinir), tümleşik tek bellek ve Harvard mimarisi yaıtılmış çift bellek olarak ikiye ayrılır.

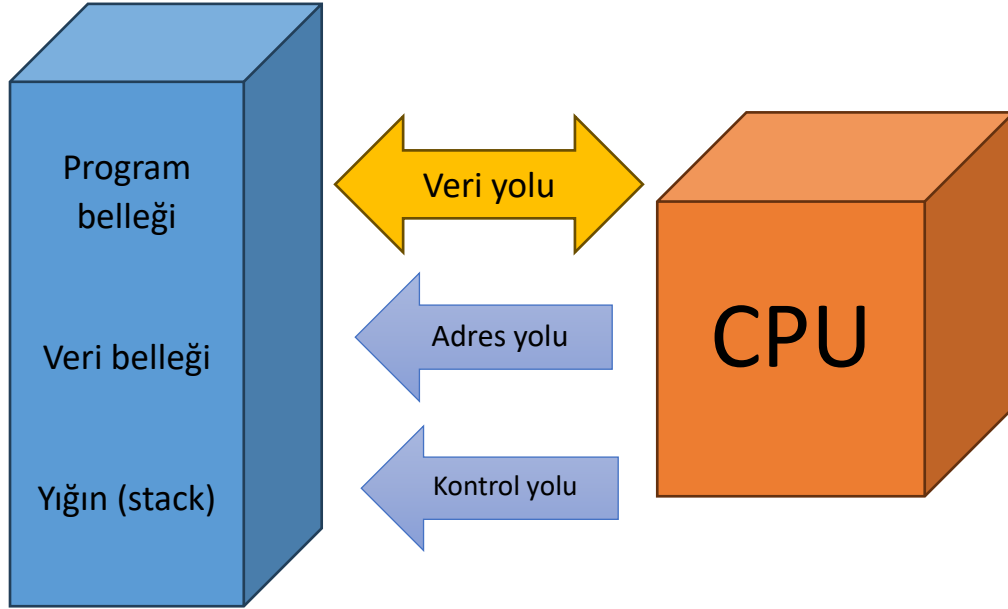
Von Neuman (Princeton mimarisi)

Bilgisayarlarda ilk kullanılan hafıza organizasyonu yapısıdır. İsmi bu mimariye yön veren John von Neumann'dan almaktadır ve bazı kaynaklarda Princeton mimarisi olarak ta görülebilir. (*Princeton Üniversitesi, Amerika'nın en seçkin üniversitelerinden biridir.*)

Von Neumann mimarisinde, program komutları ve veri aynı bellekte bulunur. Bu nedenle veri ve komutlara gereksinim duyulduğunda ikisi de aynı veri yolunu kullanır. Komutların ve verilerin aynı yol üzerinden iletilir. Komutlar ve veriler CPU' da yorumlanır ve üzerinde işlem yapılır.

Bu durum bazı dezavantajlar oluşturur: komutlar ve veriler aynı veri yolu üzerinden iletildiğinden hız problemleri oluşur ve veri akışı mikroişlemcinin hızına yetişemeyerek bir darboğaz (bottleneck) oluşturur. Bu sorunu aşabilmek amacıyla önbellek (cache memory)

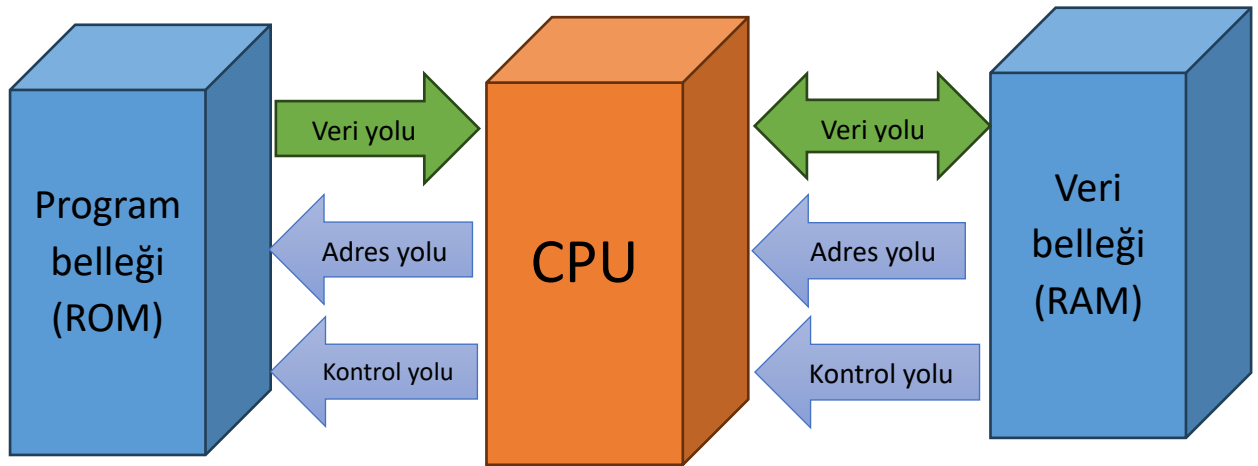
geliştirilmiştir. Önbellek, işlenecek komutların ve verilerin ana bellekten getirilerek işlem birimine yakın bir bellekte tutulmasını sağlar. Sistemde sadece tek bir bellek-RAM bulunur. Tüm komutlar ve veriler aynı ortamda saklanır. Mikroişlemcili sistemlerin büyük çoğunluğu von Neumann mimarisi ile çalıştırılır.



Şekil 2.1. Von Neumann mimarisi

Harvard mimarisi

Harvard mimarili bilgisayar sistemlerinde von Neumann mimarisinden farklı olarak veri, RAM bellekte ve komutlar ROM bellekte tutulur. Dolayısıyla veri ve komut aktarımında iletişim yolları farklıdır.



Şekil 2.2. Harvard mimarisi

Von Neumann ve Harvard mimarilerinin karşılaştırılması

	Von Neumann Mimarisi:	Harvard Mimarisi:
Bellek yapısı	1. Tek bir bellek alanı kullanır. Bu bellek hem veri hem de program talimatlarını depolar.	1. Ayrı bellek alanları kullanır. Veri ve program talimatları için farklı bellekler bulunur.
	2. Program ve veri arasında bellek çatışması meydana gelebilir çünkü aynı bellek yolu kullanılır.	2. Veri ve talimatların paralel olarak okunup yazılmasına olanak tanır, bu da potansiyel olarak daha yüksek hız sağlar.
Bellek yolu	1. Hem veri hem de talimatlar için tek bir "bus" (veri yolu) kullanılır.	1. Veri ve talimatlar için ayrı veri yolları bulunur.
	2. Program ve veri işlemleri arasında bir "bottle-neck" (darboğaz) oluşabilir çünkü her ikisi de aynı veri yolunu kullanır.	2. Veri yolu tıkanıklığı sorunu daha azdır çünkü veri ve talimatlar paralel olarak işlenebilir.
Performans	Daha basit ve ekonomik bir yapı sağlar, ancak veri ve talimatların aynı bellek yolunu kullanması nedeniyle performans sınırlamaları olabilir.	Ayrı veri yolları sayesinde daha yüksek performans sunabilir, özellikle işlemci hızları yüksek olduğunda.
Kullanım alanları	Genellikle genel amaçlı bilgisayarlar ve çoğu modern işlemcilerde kullanılır.	Daha çok sinyal işleme, mikrodenetleyiciler ve gömülü sistemler gibi belirli amaçlı sistemlerde kullanılır.
Geliştirme ve Tasarım	Tek bellek ve veri yolu tasarımı daha kolaydır, ancak potansiyel tıkanıklık problemleri dikkate alınmalıdır.	Daha karmaşık bir tasarıma sahiptir, çünkü iki ayrı bellek ve veri yolu yönetimi gerekir, ancak daha iyi performans sağlar.

Özetle, von Neumann mimarisi daha yaygın ve basit bir tasarım sunarken, Harvard mimarisi yüksek performans gerektiren belirli uygulamalarda avantajlıdır. Hangi mimarinin kullanılacağı, sistemin gereksinimlerine bağlıdır.