

# Mikroişlemci (1)

Kısa bir süre öncesine kadar işçiyi dendiğine akla tokluklar, çalışma masaları, telefon ve daktilo gibi nesnel geliyordu. Ancak hızla gelişen teknolojiyle beraber işyerlerinin çehresinde de önemli değişiklikler oldu. Günümüzde, bir işyerinde en önemli işleri yazıcısı, faksı hatta modemiyle bir bütün oluşturan bilgisayarlar üstlendi. Küçük boyutlarına rağmen bilgisayarlar bir anlamda işyerlerinin gözü kulağı oldu. Hatta bilgisayar ağları, insanların evlerinden istediği bilgiye ulaşmalarını sağladı. Hazırladığı bütün bu olanaklar nedeniyle bilgisayarlar olan talep hızla arttı. Ancak teknolojinin sağladığı kolaylıklar o kadar çabuk değişmeye başladı ki, satın alınan bir bilgisayar, en fazla altı ay içinde güncelini yitiriyordu. İşte bu baş döndürücü değişimle beraber 386, 486 ve son olarak 'pentium' olarak bilinen bilgisayarlar geliştirildi. Bilgisayarları sınıflamada kullanılan bu rakamlar ya da isimler gerçekte mikroişlemcileri tanımlamaktadır. Bir mikroişlemci, bir bilgisayarın beyni olarak tanımlanabilir. Bilgisayarın gerçekleştirdiği bütün işlemler, programlanabilen bir mikroişlemci tarafından yönetilir. Modeli ne olursa olsun mikroişlemcilerin çalışma prensibi aynıdır. Bu çalışma prensibini anlamak için mikroişlemciyi oluşturan ve birlikte çalıştığı bazı önemli parçaların yapısını bilmesi gerekir. Bu nedenle bu sayıda mikroişlemcilerde kullanılan temel mantığı, parçaların yapısını inceleyeceğiz. Gelecek sayıda, mikroişlemcinin çalışma prensiplerine değineceğiz.

## İkili Sayı Sistemi

Mikroişlemciler, gündelik hayatta kullandığımız ondalık sayı sistemi yerine, ikili sayı sistemi kullanmaktadır. İkili sayı sisteminde her hane, sıfır veya bir değerini almaktadır. Voltaj ve akım değerlerinin değişken olduğu elektronik dünyasında ikili sayı sistemi sıfır ve bir yerine ailek ve yüksek voltajla gösterilebilmektedir. Biraz açacak olursak 0, düşük voltaj değeriyle 1 ise yüksek voltaj değeriyle modellenmektedir. Ancak bu voltaj değerleri kullanılan devrenin getirdiği kısıtlamalara uymak zorundadır. Bu özelliğe biraz daha netleştirmek için bir sayının değimini alan devreyi ele alalım. Bu devre girişindeki 0, yani düşük voltaj değerine karşılık, çıkışında 1 değerini verir. Girişine yüksek voltaj uygulandığına

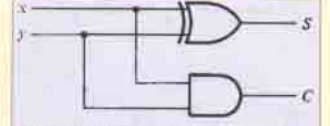
daysa, çıkışında düşük voltaj değeri gözlenir. Bu özellik devredeki bir veya birkaç transistörün durum değişiminden kaynaklanmaktadır. Dijital devrelerdeki transistörler genellikle ya kapalı konumdadır ya da döymüş durumdadır. Transistörlerin konumları, giriş voltajının belirli aralıklarına bağlı olarak değişmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken, giriş voltajının sabit bir değerinin 0 veya 1 olarak algılanamayacağı, voltajın belirli bir değerden düşük olmasının 0 veya başka bir değerden yüksek olmasının 1 değeri olarak algılanabileceğidir. Bu değerleri devrede kullanılan elemanların özellikleri belirlemektedir.

Mikroişlemcilerde ikilik sayı sisteminin kullanılmasının en önemli avantajı bu sistem sayesinde mantık işlemlerinin gerçekleştirilmesinin mümkün olmasıdır. Bilindiği gibi mantıkta çeşitli önermeler doğru veya yanlış olarak tanımlanmaktadır. Benzer şekilde ikilik sayı sisteminde 1 veya 0 değeri kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra mantıkta, doğruluğu ya da yanlışlığı bilinen önermelerin, VE, VEYA, gerektirme gibi mantık işlemleriyle birleştirilmesiyle oluşturulan önermelerin doğruluğu ya da yanlışlığı da belirlenebilmektedir. Bu ilişkiden yola çıkarak, çeşitli mantık işlemlerinin elektronik ortamda modellenmesiyle, bu işlemlerin bileşkesi olan daha karmaşık işlemler, yani fonksiyonların tanımlanabileceğini söyleyebiliriz. Geliştirilen elektronik devreler VE, VEYA,

VE'nin değili, VEYA'nın değili, gibi birçok mantık işleminin modellenmesini sağlamıştır.

Bu mantık işlemlerinden en yaygın olarak bilinenleri VE ve VEYA'dır. VE işleminin sonucu, her iki önerme de doğru olmadığı sürece yanlıştır. Bu işlemde yanlış 0, doğruyu 1 ile eşleştirecek olursak, VE işleminin 1 sonucunu vermesi için işleme giren iki değişkenin de 1 olması gerektiğini görürüz. 0'nin düşük voltaj değeriyle, 1'in ise yüksek voltaj değeriyle gösterildiği pozitif mantığı kullanırsak, bir devrenin VE işlevini görmesi için sadece iki girişine yüksek voltaj uygulandığında, çıkışında yüksek voltaj oluşacağı sonucuna varırız. Bir veya birkaç transistör yardımıyla bu tip bir devre kolayca oluşturabilmekteyiz. Ancak VE, VEYA gibi işlemler mantığın temel işlemlerinin olmaması rağmen, VE'nin değili ve VEYA'nın değili elektronik elemanlarla daha kolay oluşturulabilmektedir. Bu nedenle bu iki temel işlem yerine elektronikte bu işlemlerin değillerinin kullanılması tercih edilmektedir.

İkili sayı sisteminde toplama çıkartma gibi herhangi bir aritmetik işlem gerçekleştirildiğinde, elde edilen sonuç yine belirli sayıda sıfır veya bir değerine sahip hanelerden oluşan bir rakamdır. Yani gerçekleştirilen işlem ne olursa olsun, sonuçta her hane ya sıfır ya da bir değerini almaktadır. Aynı durum bütün mantık işlemleri için de geçerlidir. Sonuç ya doğrudur ya da yanlıştır, yani ya 0'dır ya da 1'dir. Bu nedenle çeşitli aritmetik işlemler, birkaç mantık işleminin peş peşe yada aynı anda uygulanmasıyla hesaplanabilir. Bu da, çeşitli elektronik devrelerin, matematiksel işlem yapmada kullanılabilmesinin göstergesidir. İstenilen işlemi gerçekleştiren devrenin oluşturulması için belirli yollar izlenmektedir. Herşeyden önce fonksiyona hangi değerlerin girileceği ve hangi çıktıların alınacağını gösteren bir doğruluk tablosu yapılır. Daha sonra girdilerle çıktılar arasındaki ilişki çeşitli mantık işlemleri yardımıyla modellenir. Çeşitli analiz yöntemleriyle mantık işlemlerinin hangi sırayla yapılacağı belirlendikten sonra elektronik devreler gerçekleştirilecek mantık işlemlerinin sırasına göre paralel ya da seri olarak bağlanır. Bu noktada, mikroişlemcilerin hesaplama yapmak için ne gi-



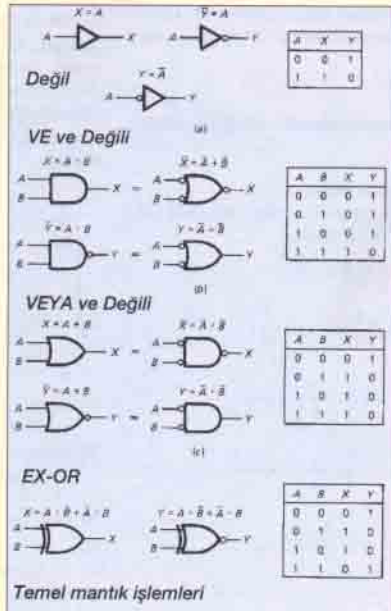
Şekildeki devre ikilik sayı sisteminde toplama işlemini gerçekleştirmektedir. S çıkışı toplamı, C çıkışı da elde tutulmasını göstermektedir. x=0, y=0 ise toplam ve elde olan sıfırdır. x=0, y=1 ken veya x=1, y=0 ken toplam 1 elde olan birdir. x=1, y=1 ise toplam ikiye eşit olur. Ancak ikilik sayı sisteminde bir basamak ya 0 ya da 1 değerini alabilir. Bu nedenle toplama sonucunda toplam sıfır ve elde var 1. Bu işlem tablolandığında C'nin VE, S'in de EX-OR devreleriyle hesaplanacağı görülür.

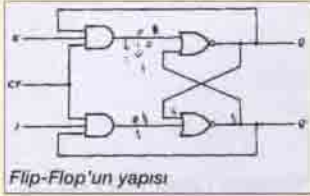
bi bir donanıma ihtiyaçları olduğu Mikroişlemcilerin diğer bir önemli fonksiyonu olan bilgi saklama işleminde de ikilik sayı sisteminin mantığı kullanılmaktadır.

## Flip-Flop ve Akümülatör

Flip-Flop (iki durumlu), çeşitli mantık devrelerinin birleştirilmesiyle veri saklamak için kullanılan birimlere verilen isimdir. Her bir flip-flop 0 veya 1 değerini tutabilmektedir. Bir başka deyişle her biri, ikilik sayı sisteminde bir haneyle akıllarında tutarlar. Ya da bilgisayar alanında sık sık duyduğumuz bir deyimle bir bitlik veriyi saklayabilirler. Flip-flop'ları veriyi barındırmalarını yanı sıra belirli giriş değerlerine karşılık veri üzerinde belirli işlemler gerçekleştirebilmektedir. Örneğin bir JK flip-flop'un, J bacağına 0, K bacağına 1 girildiğinde, çıkışında 0 değeri görülür. İki bacağına da 1 girildiğindeyse tuttuğu değeri değimini alır. Yani bir önceki veri 0'sa yenisi 1, 1 ise yenisi 0 olur. Burada bir önceki veri kelimesi flip-flop'ların çok önemli bir özelliğini göstermektedir. Flip-floplarda veri üzerinde hangi işlemi gerçekleştireceklerini belirleyen girişlerin yanı sıra, veri üzerinde işlemin ne zaman gerçekleşmesi gerektiğini belirleyen bir başka giriş bulunmaktadır. Saat girişi adı verilen bu bacağı, kare dalga uygulanmaktadır. Kare dalganın minimum değerden maksimum değere geçtiği anda ya da maksimum değerden minimum değere geçtiği anda flip-flop'un barındırdığı veri üzerinde işlem yapılabilmektedir. Yani flip-flop, cinsine göre kare dalganın ya pozitif kenarında ya da negatif kenarında tetiklenmektedir. Böylece veri üzerinde sadece belirli zamanlarda işlem gerçekleştirilebilmektedir.

Birden fazla flip-flop yan yana getirilerek akümülatörler oluşturulur. Bu elemanlara 'register' ya da kütük de denmektedir. Akümülatör birden fazla flip-flop'dan





oluşturduğundan, bir bitten daha uzun bir veriye bir kerede ulaşılmasını mümkün kılmaktadır. Bir akümülatörü oluşturan flip-flopların hepsinin saat girişi birbirine bağlanmıştır. Böylece akümülatör tetiklendiğinde bütün flip-floplar aynı anda işlem yapma yeteneği kazanır. Bu, bütün flip-flopların eş zamanlı çalışmasını sağlamaktadır. Akümülatör, bir mikroişlemcinin en önemli parçalarından biridir. Mikroişlemci, hafızadaki bilgileri kendi akümülatörlerine alır. Daha sonra bu kütükteki bilgileri kullanır. Bir mikroişlemcede çeşitli amaçlar için kullanılan birden fazla akümülatör bulunur.

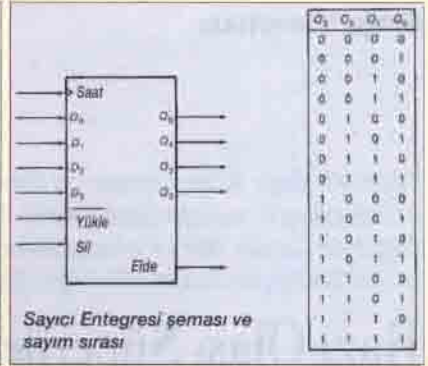
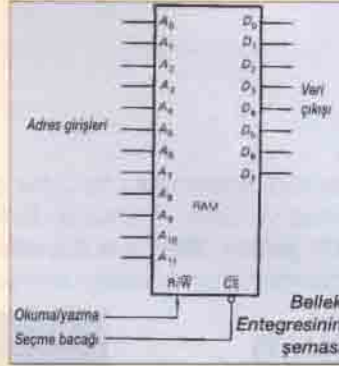
Flip-floplar'da dolayısıyla akümülatörlerde giriş ve çıkış bacaklarının yanı sıra temizleme (reset) ve kurma (set) bacakları bulunmaktadır. Temizleme bacağı flip-flop'u 0'la, kurma bacağı ise 1 ile yüklemek için kullanılmaktadır. Akümülatörleri oluşturan flip-flopların bu bacakları birbirlerine bağlandığında, temizleme bacağına sinyal uygulandığında bilgi silinir. Kurma bacağı ise akümülatöre 1 değerini yükler. Bu bacaklara uygulanan sinyaller, giriş ve saat sinyallerine göre önceliğe sahiptir. Örneğin giriş uygulanan sinyallerin bir işlem gerçekleştirilebilmesi için flip-flopların tetiklenmesi gerekir. Ancak temizleme veya kurma bacağına uygulanan voltaj değeri

tetikleme beklemeden yani bu sinyalin değeri ne olursa olsun işlemi gerçekleştirir.

## Bellek

Mikroişlemcilerin çalışmaları sırasında en çok kullandığı elemanlardan biri bellektir. RAM ve ROM olmak üzere iki tip bellek vardır. RAM bellek, üzerinde bilgi yazılabilen ve üzerindeki bilgi okunabilen bir bellek türüdür. Ancak devreye bağlı güç kesildiğinde bu bellek üzerindeki bilgi kaybedilmiş olur. ROM tipi bellek üzerine ise mikroşlemci tarafından hiçbir veri yazılmaz. Bu tip bellek sadece üzerindeki bilgiyi okumak için kullanılır. Fakat güç kaynağı kesilse bile bu bellek üzerinde bilgi kaybı olmaz.

Tipi ne olursa bir bellek her biri 1 byte, yani 8 bit içeren hafıza biriminin bir araya getirilmesiyle oluşturulur. Bir anlamda, 1 byte'lık birimlerin oluşturduğu bir vektördür. Hiç kuşkusuz bir vektörün elemanlarının birbirinden ayrıtılması için bir indeks tutulmaktadır. Bellekteki her bir 1 byte'lık bilgiye de ulaşılabilmesi için de benzer bir yöntem kullanılmaktadır. Bu amaçla, bir bellek üzerinde belleğin büyüklüğüne göre belirli sayıda adres bacağı bulunmaktadır. Bu bacaklara 0 ve 1 sayılarından oluşan belirli bir kombinasyonun her uygulamasından bellekteki belirli bir veriye ulaşılır. Adres bacaklarına sadece 0 ve 1 sinyalleri uygulanabildiğinden, bir belleğin sahip olduğu 1 byte'lık bilgilerin uzunluğu ikinin ka-



tı olmak zorundadır. Örneğin 32 kilobyte bilgi içeren bir bellek, esasında tam olarak 32768 byte bilgi içermektedir. Bu bellek üzerindeki bütün bilgilerin ulaşılabilmesi için belleğin adreslemeye kullandığı 15 (2<sup>15</sup>=32768) bacak bulunur. Bu bacakları A14'ten A0'a kadar numaralarsak birincisi bir byte'lık bilgiye ulaşmak için bütün bacaklara sıfır girilir. İkinci byte'a ulaşmak içinse A14'ten A1'e kadar bütün bacaklara 0, A0 bacağınaysa 1 değeri girilmelidir. Ancak bu işlem istenilen veriye ulaşılması için yeterli olmaz. Bellekler entegre devre halinde üretilirler. Entegre üzerindeki belirli bir bacak entegre seçiminde kullanılır. Entegre üzerinde bir işlem yapılabilmesi için bu bacağına sıfır sinyali uygulanmalıdır. Özetleyecek olursak bellek üzerinde bilgiye ulaşmak için entegrenin çalışması için seçme bacağına sıfır sinyali uygulanır ve ulaşılacak istenen byte'ın numarası adres bacaklarına kodlanır. Bu işlem gerçekleştirildiğinde istenilen bilgi belleğin 8 bitlik (1 byte = 8 bit) çıkışı üzerinde yer alır. RAM'ler üzerinde bunlara ek olarak okumanın mı yoksa yazmanın mı yapılacağını belirleyen ayrı bir bacak bulunmaktadır.

Bilgisayar dünyasında statik ve dinamik olmak üzere iki çeşit RAM bulunmaktadır. Statik RAM flip-floplardan oluşmuş bir matristen başka bir şey değildir. Hafızaya alınacak bilginin flip-flopların ortak girişine verilip, sadece adres bacaklarına verilen rakama göre belirlenen flip-flopların tetiklenmesi bilginin yazılması için yeterlidir. RAM'lerin diğer bir tipiyse dinamik bellektir. Bu tip RAM'lerde bilgi küçük kondansatörler üzerinde tutulmaktadır. Ancak kondansatörler üzerinde yük zamanla boşaldığı için bilgi kayıpları olabilmektedir. Bu nedenle yaklaşık her iki milisaniyede bir yenilenmesi gerekmektedir. ROM belleklerin yapısı RAM'lerden daha farklıdır. ROM'ların üzerlerindeki bilgi donanımlarından kaynaklanmaktadır. Örneğin programlanabilir ROM'larda (PROM), her bit, besleme gerilimine bağlantısı koparılacak sıfır yapılabilir. Ya da bu bağlantının korumasıyla bitin 1 değerini alması sağlanır. Diğer çeşit ROM'larsa EPROM ve EEPROM'dur.

Bu bellek türlerini her ikisi de elektrikli olarak programlanabilmektedir. EPROM'lar kızılötesi, EEPROM'larsa elektrik sinyalleri kullanılarak silinebilmektedir.

Günümüzde bir mikroşlemcinin kullandığı bellek miktarı megabyte'larla ölçülmektedir. Hiç kuşkusuz bu ihtiyaç birden fazla belleğin yani entegre devrenin kullanılmasını gerektirmektedir. Örneğin 4MB'lık bir bellek iki tane 2MB'lık bellek kullanılarak oluşturulur. Bu noktada entegre haldeki belleklerin hangisinin ne zaman aktif olacağı önem kazanmaktadır. Mikroşlemci, adres bacaklarına, 2MB'ın altında yer alan herhangi bir veriye ulaşmak için gerekli kombinasyonu bastığında, VE'nin değili işlemini gerçekleştiren bir kapı ya da başka bir dijital eleman istenilen belleğin seçme bacağına uygun değeri basar. Böylece istenilen bellek çalışmış olur.

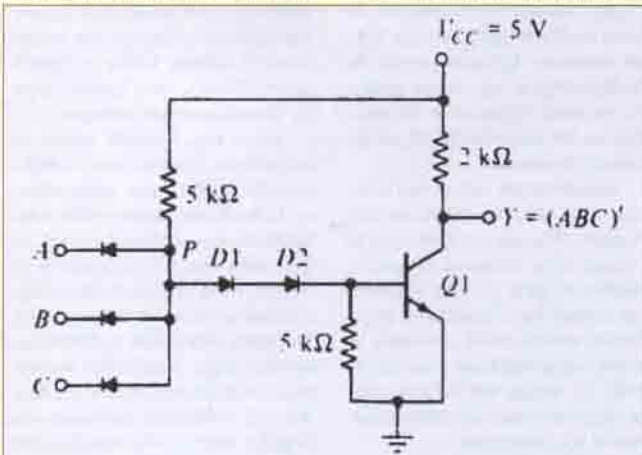
## Diğer Elemanlar

Mikroşlemcilerin yapısında kullanılan önemli bir diğer parça da 'MUX'dur. MUX bir çıkışı, 2n tane girişi ve n tane kontrolü olan bir elemandır. Basit anlamda bir MUX, 2n tane girişinden herhangi birini çıkışına bağlanmaktadır. Hangi girişin çıkışa verileceğini kontrol bacaklarına girilen değer belirlemektedir. MUX'lar çeşitli mantık devrelerinin, birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Herhangi bir girişin seçilmesine olanak sağladıklarından birden fazla fonksiyonun modellenmesinde kullanılabilirler.

Mikroşlemcilerin yapısında yer alan önemli bir diğer eleman da sayıcıdır. Flip-floplardan oluşan bu devre, mikroşlemcinin saat devresine üretilen pulsları sayar. Bu eleman bir mikroşlemcinin kontrol devresinde kullanılır. Sayıcının değeri mikroşlemcinin yapması gereken işlerin sıralanmasını belirler.

Bu yazıda mikroşlemcileri oluşturan parçaların yapılarına değindik. Bir sonraki yazıda mikroşlemcilerin bu yapıları nasıl kullandığına ve bir programı nasıl çalıştırdığına değineceğiz.

Kaynaklar  
Murat M.M. Digital Design, Practice Halli, Halli Douglas V., Microprocessors and Interfacing, 1986



## VE'nin DEĞİLİ

Şekildeki devre VE'nin değili işlemini gerçekleştirmektedir. Girişlerden herhangi birine 0,2 volttan daha düşük bir sinyal girildiğinde, sinyalin girişteki uçtaki diyot akım geçirmeye başlar. Böylece P noktasındaki voltaj giriş voltajıyla diyodun üzerindeki 0,7 voltun toplamına yani 0,9 volta eşit olur. Ancak bu değer D1, D2 diyotlarının akım geçirmesi ve Q1 transistörünün çalışması için gerekli olan

yaklaşık 2,1 V'tan küçüktür. Bu nedenle Q1 transistörü kapalıdır ve devrenin çıkışında 5V görülmektedir. Yani çıkışta yüksek voltaj görülmektedir.

Girişlerin hepsine yüksek voltaj uygulandığıdaysa girişteki diyotlar kapalıdır. Ancak D1 ve D2 diyotları akım geçirmektedir ve Q1 transistörü de doymuş durumdadır. Bu durumda çıkış voltajı yaklaşık 0,2V değerindedir yani çıkışta düşük voltaj değeri görülmektedir.