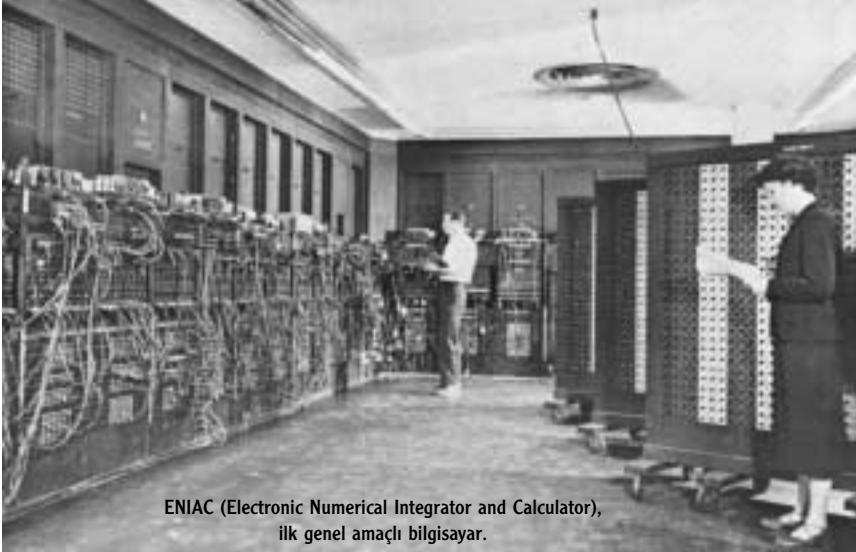


BİLGİSAYARIN GEÇMİŞİ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

Aritmetik işlemin tarihi MÖ 4000 yılına kadar uzanırsa da, bilgisayarın atası kabul edilebilecek ilk mekanik aletler, aritmetik işlemleri yapan abaküsler. Bilgisayarın gelişimindeki

asıl adımı, 1600'lü yıllarda mimar-mühendis Konrad Zeus'un ikili sistemi kullanmaya başlamasıyla, yani sayıları 0 ve 1 ile ifade etmesiyle atılmış oldu. Bu gelişme, daha sonra 1679'da

G.H. Leibniz'in röle anahtarını çalıştırmak için bulduğu yöntemle daha somut bir biçim aldı; bu yöntemde akımın gelmesi 1, akım bulunmaması 0 ile ifade ediliyordu.



ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator), ilk genel amaçlı bilgisayar.

Dünyanın ilk genel amaçlı bilgisayarı ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) 1945 yılında fizikçi John Presper Eckert ile John William Mauchly işbirliğiyle gerçekleştirildi. Bugünkü anlamda dev bir bilgisayardı bu. 17 468 vakum tüp, yarım milyon kabloyla birbirine bağlanmıştı. 30 ton ağırlığındaki bu bilgisayar, bir odayı bütünüyle dolduruyordu. Makine çalışırken 200 kilovat harcıyor; 10 000 kondansatör, 6000 kumanda düğmesi, 1500 mıknatıs, 50 000 direnç içeriyordu. Bütün bunlar çalışırken, soğutma için de bir havalandırma sistemine gerek duyuyordu. Sık arıza yapıyor ve ancak % 20 oranında doğrulukla sonuç veriyordu. Ancak, kendi zamanında eşi görülmemiş bir hızda işlem yeteneğine sahipti. Bir toplama-yı 200 mikrosaniyede, 10 rakamlı bir çarpmayı 2,8 milisaniyede sonuçlandırıyor. Yine aynı dönemde, Harvard Mark-I adlı otomatik işlem aleti yapılmıştı. Buna rağmen, bunlar gerçek anlamda bilgisayar değil, yalnızca hesap makineleriydiler.



Günümüzün kişisel bilgisayarlarından
Power Mac G4

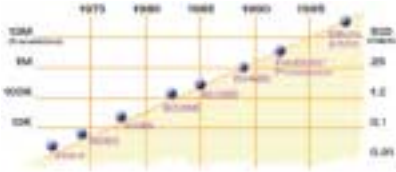
Gerçekte tarihin ilk bilgisayarı denebilecek aygıt olan SSEC (Selective Sequence Electronic Calculator), IBM firması tarafından üretilmiştir. Üretilikten sonra uzay teknolojisinde kullanılan bu bilgisayar, 14 rakamlı iki sayıyla 60 000 çarpmayı 20 dakikada yapıyor, 9 milyon temel işlem içeren bir fizik problemini 103 saatte çözüyordu. Yani, hızı ENIAC'tan daha dü-

şık saniyede 300 000 km yol alır. Bir başka deyimle bir saniye içinde dünyanın çevresini 7 kez dolabilir. 4 gigaflop hızı sahip G4 işlemcisi ise, ışık ekrandan gözünüze doğru bir karışık yol almadan bir işlemi sonuçlandırabiliyor. Bir diğer deyişle bir saniye içinde 700 milyondan fazla işlem gerçekleştirebiliyor.

şüktü. Ancak, daha az hata yapıyordu. Bugün bir Pentium III PC, 1600 ENI-AC'a eşdeğer; üstelik çok hızlı ve daha güvenilir şekilde çalışabiliyor.

Matematikçi ve mantıkçı Alan Turing, bilgisayar biliminin önünün açılması ve patlamasını sağlayan kişi olarak tanımlanabilir. 1936'da (bu sırada 24 yaşındaydı), bir makalesinde algoritma kavramını tam olarak tanımlamış ve daha sonra kendi adıyla anılacak olan "evrensel algoritmik otomat"ın (Turing makinesi) temel kavramlarını oluşturmuştu.

Ancak, elektronikteki ilerlemeler kuramsal düşünce kadar hızlı değildi. Transistörlerin gelişimi 1955'i buldu; daha sonra teknolojileri hızlı adımlarla gelişerek bugünkü bilgisayarlar ortaya çıktı. 1980'li yıllarda Windows işletim sistemi geliştirildi ve bir virüs gibi tüm dünyaya yayıldı. Bugünse artık kuantum şifreleme sistemleri ve bilgisayarlarından söz edilebiliyor.

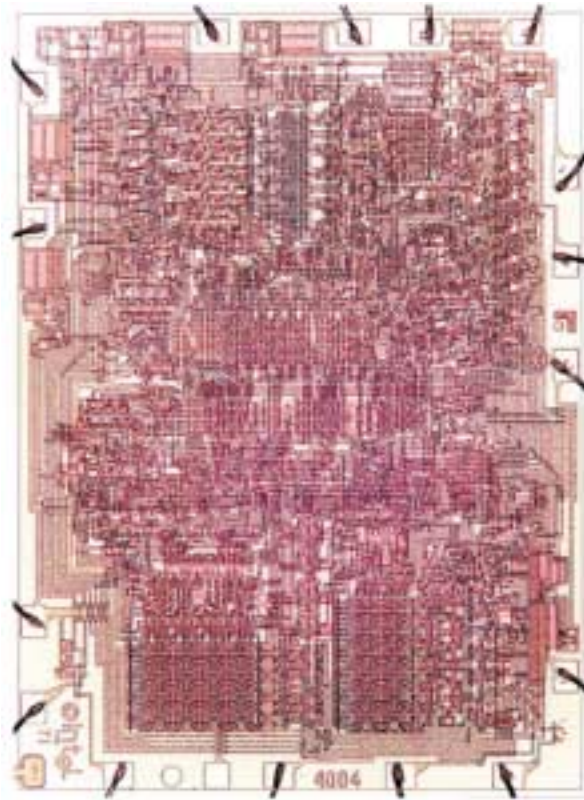


Günümüzde teknolojinin hızına yetişmek neredeyse olanaksız. Merkezi işlemcilerde (CPU) kullanılan transistörlerin sayısı her 18-24 ay arasında iki katına çıkıyor. İşlemci üreticilerinden olan Intel'in kurucularından Gordon Moore'un 1965'deki saptamasından dolayı buna "Moore yasası" deniyor. 1971 yılında Intel'in ürettiği 4004 işlemcisinde 2300 transistör varken, bu sayı 1997'de piyasaya sürülen Intel'in Pentium® II işlemcisinde 7,5 milyona ulaşmıştı. Başka bir ifadeyle, işlemcilerin işlem yapma kapasitesi 26 yılda 3200 kat artmıştı.

Bilgisayarların Ana Parçaları

Genel özelliklerine ve parçalarına bakacak olursak; bugün bir bilgisayarda ana kart üzerinde CPU, RAM, ROM, I/O, sabit disk ve kart üzerinde veri akışını sağlayan, "bus" denen yollar bulunur. Ek olarak birçok yan parçalar da bulunabilir (ses kartı, faks kartı, ethernet kartı, vb).

CPU (Merkezi İşlem Birimi - Central Processing Unit): Bilgisayarların beyni olarak kabul edilen ve sıklıkla insan beynine de benzetilen CPU, arit-



Intel'in 1971'de ürettiği 4004 adlı işlemcide 2300 transistör vardı (solda) bu rakam Pentium® II işlemcisinde 7,5 milyona ulaşmıştı. Pentium® 4 işlemcisinde ise 42 milyon transistör yer almaktadır (sağda).

metik ve mantık işlemlerinin yapılmasını sağlayan elektronik devre ya da devrelerden oluşur. Tek bir transistör içerebileceği gibi birden fazla silikon yonga = transistör serisinden de oluşabilir. CPU transistörü "mikroişlemci" (microprocessor) olarak da adlandırılır. Modern mikroişlemciler 64 bit bus genişliğiyle çalışırlar; yani aynı zamanda 64 bit veri transfer edebilirler. Bir kristal osilatör, işlemcinin tüm aktivitelerini koordine eden saat sinyali sağlar. Saat hızı yeni kişisel bilgisayarlarda bile 1000 MHz civarındadır. Bu, saniyede 800 milyon kez titreşim yapılarak, yine her saniyede milyarlarca işlemin yerine getirilmesi demektir. Mikroişlemcilerdeki birçok dolayım yolu, ince tabaka halinde silikon yüzey üzerinde yapılır. Dış silikon tabakası yaklaşık 10 mikron kalınlığındadır (0,01 mm; yani insan saçının onda biri kalınlığında).

Genellikle mikroişlemciler dört işlevsel bölümden oluşurlar. Aritmetik/mantıksal bölüm, kaydetme (register) bölümü, kontrol bölümü ve iç yapıyı birbirine bağlayan bus (yollar). Aritmetik/mantıksal bölüm, aritmetik ve mantıksal işlemleri yapar, kayıt bölümüyse işlemlerin sonuç verileri ve yerlerini geçici olarak depolar. Kontrol bölümünün üç görevi vardır: tüm bilgisayar sisteminin işlemlerini ve zamanlamasını ayarlamak; her işlemde CPU'nun ne kadarının kullanılacağını belirlemek ve okunan kalıpların girişini başlatmak.

Bus'lar ağ şeklinde olup iç yapıyı birbirine bağladıkları gibi, bilgisayar sistemindeki diğer parçalara da bağlantı verirler. Bu elektronik

Bus'lar ağ şeklinde olup iç yapıyı birbirine bağladıkları gibi, bilgisayar sistemindeki diğer parçalara da bağlantı verirler. Bu elektronik



CPU'nun yıllara göre gelişme süreci

Yıl	Bellek (Byte)	Komut/saniye	Transistör sayısı
1971	640	60.000	2300
1974	64.000	290.000	5000
1977	1.000.000	333.000	5500
1978	1.000.000	333.000	20.000
1982	16.000.000	2.000.000	134.000
1985	4.000.000.000	4.000.000	275.000
1986	4.000.000.000	15.000.000	1.200.000

ağlar üç farklı tipten oluşurlar: 1. Kontrol bus, girdi uyarılarını alır ve CPU'nun içinden kontrol uyarıları oluşturur. 2. Adres bus, bellek adreslerindeki verilerin yerlerini kontrol eden işlemciden tek yönlü hattı olan bir bölümdür. 3. Veri bus, hem bellekten veri okuyan, hem de belleğe yeni veri yazan iki yönlü ilet hattıdır. Hem bilgisayarın, hem de kendi girdilerini kontrol ettiği ve yönlendirdiği için CPU çok genel olarak insan beynine benzetilir.

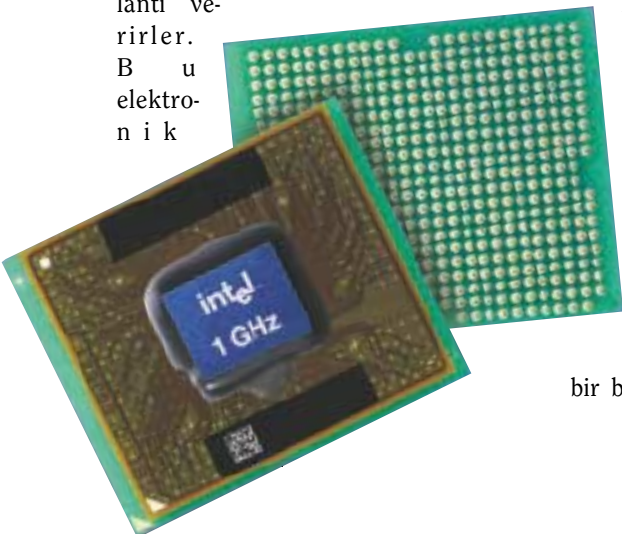
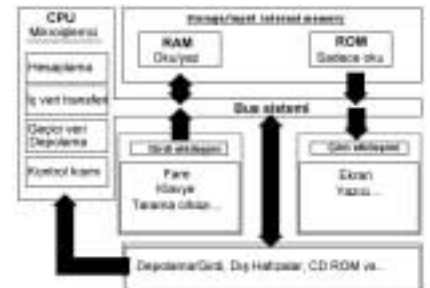
RAM (Rastlantsal Girişli Bellek - Random Access Memory): İşlemler sırasında kullanılan geçici bellektir. Rastlantsal girişli olarak adlandırılrsa da bilgi girişi çok düzenlidir. Hem bilgiyi kaydeder, hem de geri çağırarak gerektiğinde kullanır. Yani, kullanıcı RAM'a hem yazabilir hem de verisini okuyabilir. Hücre denilen temel mikroskobik elektronik elementlerden oluşur. Tek bir hücre, tek bir bit depolar. Kalıcı bellek değildir

ve elektrik desteği kesilince verileri kaybolduğundan, sürekli enerji desteğine gerek duyar. Statik ve dinamik özellikte olanları vardır. İnsan beynindeki kısa süreli belleğe benzer.

ROM (Salt Okunur Bellek - Read Only Memory): Üretici firma tarafından içine bilgilerin kaydedildiği ve kullanıcı tarafından değiştirilemeyen ve silinemeyen verilerdir; yalnızca çıktıları görülebilir. Elektrik kesintileriyle içindeki veri kaybolmaz.

Elektrik kesintileriyle içindeki veri kaybolmaz.

Anakart (Board): PC'nin tüm parçalarını üzerinde barındıran bir elektronik devredir. Ana kart üzerinde veri akışı CPU denetimi altında bus'lar aracılığıyla yapılır. Bunları sinir hücrelerinin temel uzantıları olan aksonlara benzetebiliriz. İki tür bus vardır: "system bus" ve girdiyle çıktıyı sağlayan "I/O (input/output) bus". System bus, işlemci yani CPU ve RAM arasındaki veri akışını sağlar. I/O bus, CPU ve çevre parçalara veri akışını sağlar ve CPU'ya ulaşmak için system bus'ı kullanır. I/O bus'lar PC'nin dış dünyayla ve kullanıcıyla iletişimini sağlayan giriş ve çıkış yollarıdır. Klavye, fare, modem gibi.



Rakam	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bit	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Bilginin Miktarı ve Ölçülmesi

Programlar, bilgisayarın çalışması ve belli komutları yerine getirmesi için insanlar tarafından oluşturulan mantık algoritmalarıdır. Programlardaki komut dizileri, ikili sayı sistemine göre kodlanırlar: 11 00 01 10 11 01 00 11 gibi. Bu ikili sistem mantık devrelerinde 0=yanlış, 1=doğru, ya da bir elektrik devresinde 0=elektrik akımı yok, 1=akım var anlamına gelebilir. Sinir sistemindeyse 0=aksiyon potansiyeli yok, 1=var anlamına gelebilir.

PC'de verilerin ölçülmesinde farklı terimler kullanılır. "Bit" en küçük veri elemanıdır. Temelde ikili sayı sistemindeki rakamları içerir, yalnızca 0 ve 1 değerini alır. "Byte" ise sayısal kodlamada kullanılan ve anlamlı bilgi içerebilen en küçük parçadır. Her bir byte 8 bit'ten oluşur. Örneğin, S harfi 0011 0111 ile temsil edilir. 1 kilobyte 1024 byte, 1 megabyte 1024x1024 byte ve 1 gigabyte 1024x1024x1024 byte'a karşılık gelir.

Bilginin ölçülmesini daha iyi anlamak için bir örnek ele alalım. a kadar işareti olan bir alfabe düşünelim (ikili sistemdeki 0, 1 veya 29 harfli Türk alfabesi gibi) ve içinde L kadar işaret bulunan bir M mesajını ele alalım. Burada $M = a^L$ formülüyle ifade edilen bir N mesajlar topluluğunun parçasını oluşturur. İkili sistemde oluşturulan mesajların uzunluğunu belirlemek için L yerine I kullanılır. Dolayısıyla $N = 2^I = a^L$ yazılabilir. Buradan da $I = L \cdot \log_2 a / \log_2 2$ sonucu çıkar. I, mesajın bilgi değerini bildiriyor; yani onun bir ölçüsü. Bu nedenle bir bilginin miktarını/değerini ikili sistemle karşılaştırarak ölçebiliriz. Örnek verecek olursak; sinir hücresi yalnızca bir uyarı aldığı anda elektriksel bir aksiyon potansiyeli oluşturabiliyor (1) ya da eşik geçmemesi durumunda oluşturamıyor (0). Burada $a=2$ (0 ve 1). $I = L \cdot \log_2 a / \log_2 2$ ve buradan da $I = L \cdot \log_2 a$ hesaplanıyor. Sonuçta, I (bilginin miktarı)=1 bit bulunuyor.

Bu ikili işareti (0 ve 1), iki kez tekrarlırsak $2^2=4$ rakam, iki işareti 3 kez

yan yana tekrarlırsak $2^3=8$ rakam elde edebiliriz. L kadar tekrarlırsak da 2^L kadar rakamı ifade edebiliriz. Bu ne demek? Beynimizde kabaca 10 milyar sinir hücresi olduğunu kabul eder ve her birinin ikili sitemle bilgi kaydettiği düşünecek olursak bilgi yeteneği, beynimiz için $2^{10.000.000.000}$ gibi korkunç bir rakam olur.

Bilginin Mantığı

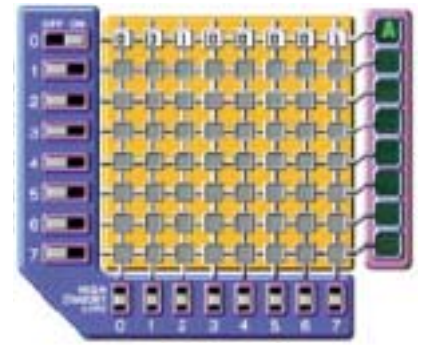
G. Boole (1815-1864) *Mathematical Analysis of Logic* (1847) adlı kitabında, mantığın metafizikten çok matematiğin bir dalı olduğunu öne sürerek, sembolik mantığı ortaya attı; insan düşünce mantığını belli işlem operatörleriyle göstererek, mantıksal düşünce işlemlerini sembolleştirdi.

Boole işlemlerinde, ikili sistem (yani binary sistem, 0 ve 1) ve üç işlem kullanılır: AND (ve), OR (veya), NOT (değil) kapıları. x AND y ; x ve y 'nin doğru ya da yanlış olabileceği bir öneri (yani 0 ya da 1) olabilir. Ancak x ve y 'nin her ikisi doğruysa (1), sonuç doğru (1)'dur. x OR y durumundaysa x ve y 'den herhangi biri doğruysa (1) sonuç doğrudur (1).

NOT (değil) kapısıysa, olanın tersini ifade eder. Örneğin; $x=0$ ise NOT $x=1$ ve $x=1$ ise NOT $x=0$ olur. NOT işlemcisinin iki kez uygulanması, başlangıca dönmeyi sağlar.

Paralel ve seri bağlı sistemlerde farklı işlemler yapılır. Paralelde OR, seride AND işlemi uygulanır. Bu işlemler, bilinç durumuna uygulandığında, beyin sapı ağı ve beyin kabuğunun birlikte bilinç durumunu oluşturduğu ve birinin eksikliğinde bilinç bozukluğu oluştuğuna göre, seri olarak AND işlemiyle görev yaptıkları düşünülebilir. Sinir hücrelerinin birbirleriyle kurdukları elektriksel bağlantılarda (sinaps) x ve y uyarıları, aynı anda hücreye verilip, eşik değerini geçebiliyor ve aksiyon potansiyeli oluşturabiliyor-

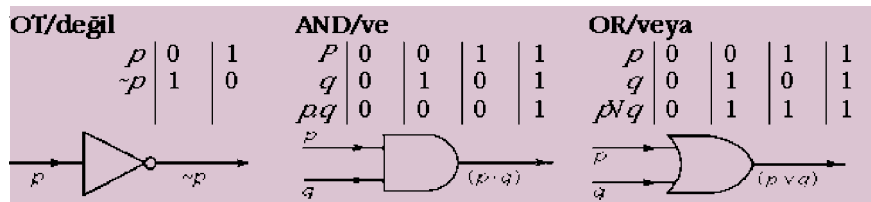
İkili Sayı Kodlarına Göre Harfler					
A	0010	0001	N	0010	1110
B	0010	0010	O	0010	1111
C	0010	0011	P	0011	0000
D	0010	0100	Q	0011	0001
E	0010	0101	R	0011	0010
F	0010	0110	S	0011	0011
G	0010	0111	T	0011	0100
H	0010	1000	U	0011	0101
I	0010	1001	V	0011	0110
J	0010	1010	W	0011	0111
K	0010	1011	X	0011	1000
L	0010	1100	Y	0011	1001
M	0010	1101	Z	0011	1010



larsa AND geçerlidir. Eğer sinapslardan yalnız birinden gelen uyarıyla aksiyon potansiyeli oluşuyorsa OR durumu söz konusudur.

Puslu Mantık (Fuzzy logic)

1920'li yıllarda felsefeci Jan Lukasiwicz, ikiden fazla değer içeren ifadelerin kullanılabilirdiği mantığın başlangıcını oluşturdu. Daha sonra 1965'te Lotfi Zadeh, Lukasiwicz'in mantığının doğruluk derecelerini tanımladı ve bunları "puslu mantık" olarak ortaya koydu. Puslu mantık özellikle belirsiz, üstü kapalı ifadeler için kullanışlıdır. Her durum "evet-hayır", "var-yok", "doğru-yanlış", "0, 1" gibi ikili sabit ve sınırlı sistemlerle tanımlanamaz. Böyle olması doğal olmayan bir sınırlama getirir. Bazı uzman sistemler puslu



mantığı kullanır. Bazı ifadeler "hemen hemen doğru", "kısmen yanlış", "en doğru" olabilir. Standart mantığa göre doğrunun ya da yanlışın dereceleri yoktur. Bir ifade ya doğrudur ya da yanlıştır. Örneğin; "ağır", "yüksek", "alçak", "düşük", "sıcak", "soğuk" gibi. Bunların mutlaka "ne kadar" şeklinde ifade edilebilecek dereceleri vardır. Bu tür ifadeleri standart mantıkla simgeleştirmek güçtür. Puslu mantık özellikle, yapay zeka ve sinirsel hesaplamalar için çok uygun bir yöntem haline gelmiştir. Aşağıda, puslu mantığa göre 0 ve 1 arasında olabilecek, evet-hayır yoğunlukları görülüyor.

Yeni Çağın Bilgisayarı: Kuantum Bilgisayar

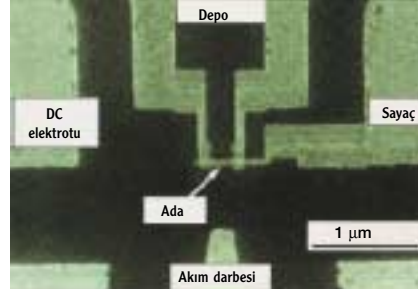
1935 yılında Einstein, Podolski ve Rosen paradoksuyla kuantum mekaniğinin gizemi simgeleştirildi. Uzun zaman sonra, 1982'de Richard Feynman kuantum sistemlerinin işleme/hesaplama kullanılabileceğini öne sürdü. 1985'te David Deutsch evrensel kuantum bilgisayarı tanımladı ve kuantum kuramının buna olanak verebileceğini ortaya koydu. Son yıllardaki hızlı gelişmelerle bir adım daha ileri gittik. Kuantum hesaplaması iyice anlaşılır hale geldi. Ancak, bugün temelde nasıl yapılacağı bilinmesine karşın kuantum bilgisayarı gözle görmek için henüz erken.

Kuantum bilgi sisteminin özellikleri:

Kuantum hesaplama, belli yönleriyle bilinen klasik hesaplamadan farklılıklar gösterir.

Bilgi birimi: Tüm bilgisayarlar bilgiyi işlerler. Kuantum bilgisine işlenen bit, kubit (Q-bit) olarak adlandırılır ve $|0\rangle$, $|1\rangle$ şeklinde gösterilir. Klasik bit (C-bit olarak kısaltılır) 0 ve 1 değerleri almasına karşın kuantum bilgisayar verisi olan Q-bit, iki klasik durumuna

0	1
Sıcak	Soğuk
Ağır	Hafif
Yüksek	Alçak



Japon araştırmacıların geliştirdiği nanometre ölçeğinde katı hal kuantum mantık kapısı

ek olarak farklı durumlar da olabilir; $|0\rangle$ ve $|1\rangle$ 'in farklı "üst üste binmesi" durumları da söz konusu olabilir.

Üst üste binme: Bit'ler sonuçta iki temel durumla gösterilirler: $|0\rangle$ ve $|1\rangle$. Klasik durumda, bu ikililerden yalnızca biri söz konusu olduğu halde, Q-bit'ler için olasılıklar sonsuz sayıdadır. Herhangi eş durumlu üst üste binmeyle oluşturulabilirler: $|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$. Burada $|a|^2 + |b|^2 = 1$ 'dir. a ve b karmaşık sayılardır. Bir Q-bit'in tüm durumları iki boyutlu Hilbert uzayı yapısını taşır. Eğer, sistemin $|0\rangle$ mı, yoksa $|1\rangle$ durumunda mı olduğunu ölçmeye kalkarsak, üst üste binme çöker. Durum $|a|^2$ ve $|b|^2$ olasılıklarıyla $|0\rangle$ ve $|1\rangle$ temel durumlarından birine indirgenir. Bundan dolayı $|\psi\rangle$ 'nin herhangi bir ölçümü, bir klasik bilginin temsil ettiğinden çok daha fazlasını temsil eder.

Kopyalanamazlık: Kuantum durumlarının diğer önemli bir özelliğidir. Kuantum durumlarının güvenilir kopyalarını oluşturmak, durum bilene kadar mümkün değildir. Ancak, durum bilindiğinde, silinerek kopyası çıkarılabilir.

Dolaşıklık: Q-bit'in diğer bir özelliği, dolaşıklığının (entanglement) olmasıdır. Dolaşıklık, geçmişte bir zaman etkileşime girmiş parçacıklar arasındaki bir tür hayali, bir bakıma telepatik bir bağ olarak tanımlanabilir. Q-bit'lerin biri üzerinde yapılan değerlendirme, diğer Q-bit'in ne olduğu konusunda bilgi verir. Dolaşıklık, kuantum mekaniğinin yerel olmamasıyla yakın ilişkilidir. İki parçacığın dolaşıklık durumu uzayı böler. Bunlardan biri üzerinde ölçüm yapıldığı zaman, her iki parçacığın bağlı durumunu etkileyen bir

sonuç ortaya çıkar. Dolaşıklık ikiden fazla kuantum sisteminde de mümkündür. Greenberger-Horne-Zeilinger (GHZ) durumları Q-bit'lerin dolaşık üçlülerine örnektir.

Q-bit'ler, dolaşıklık durumunda yalnızca kendi durumlarına sahip değildirler. Birinin durumu, diğerinin durumu üzerinde değişikliğe neden olabilir. Bütüncül olarak dolaşıktırlar. Dolaşık sistemli çalışacak bilgisayarlar, bilgiyi n Q-bit'in tanımlanması için 2^n sayısına gerek duyarlar. Klasik bilgisayarlardan eksponensiyel olarak daha hızlı çalışırlar. Bu Q-bit'lerde birkaç basit işlem, kuantum paralellığı ve girişimi yoluyla tüm 2^n sayılarını etkileyebilir. Klasik sistemde bir olayın aranması 2^n sayıda adıma gerek duyarken, kuantum sisteminde $2^{n/2}$ adımda aynı işlem sonlandırılabilir.

Kuantum paralellığı: Girdilerin uygulamasının üst üste binmesinden dolayı, çıktıda da üst üste binme oluşur. Tek bir çıktı fonksiyonu üzerinde hesaplama yapıldığı sürede hesaplamaların eksponensiyel zamanı kullanılır. Bu eksponensiyel durum ölçüldüğünde, rastlantısal girdi-çıkıtının tek bir durumunda çökme oluşur.

Kuantum üst üste binmesinden dolayı bir kerede 2^n farklı sayı kaydedilebilir. n uzunluğunun her olasılığı için üst üste binmeler elde edilir. Bu, üst üste binmenin her parçasının değişimi sırasında etki eder. Sonuç olarak kuantum bilgisayarın mekanik bir parçasında yoğun paralel işleme oluşur. Bu, bir kuantum bilgisayarın, n kadar Q-bit'in eş durumlu üst üste binmesinin 2^n farklı girdisinin üzerinde aynı matematiksel işlemin yalnızca bir kerede yapabileceği anlamına gelir. Aynı işlemi herhangi bir klasik bilgisayarla yapacak olursak 2^n kez işleme gerek duyar ya da paralel çalışıyorsa 2^n farklı çalışan işlemciye gerek duyardık. Diğer bir ifadeyle, bir kuantum bilgisayar zaman ve belleğin kullanımı açısından devasa özelliklere sahiptir Aynı problemi çözmek için klasik bir bilgisayar, bir kuantum bilgisayarın gerek duyduğu zaman ve bellekten eksponensiyel olarak daha fazlasına gerek duyar.

Lov K. Grover, 1997'de bir veri tabanında rastlantısal arama yapmak için bir kuantum algoritması tanımladı. Şu sonuca ulaştı; N sayıda isim bu



Kuantum Bilgisayarlarla Anında Çözüm

1. İş merkezinde odalardan birinde çantanızı unuttuğunuzu düşünün. Yapacağınız, odaları teker teker dolaşmak. Yani, hareketleriniz birbirini izleyecek. Tıpkı bir bilgisayarın yaptığı gibi...

2. İsterseniz aramayı hızlandırabilirsiniz: Her kat için bir arama ekibi oluşturulur; sonra da herkes toplanıp, sonuçlar karşılaştırılır. Sıradan bilgisayarlar, bunu da yapabilirler. Biraz daha pahalı olsa da...

3. Kuantum dünyasıdaysa, kendinizin oda sayısı kadar kopyasını yapabilirsiniz. Her kopyanız odalarda aynı anda çantanızı arayabilir ve anında bulabilir. Çantayı bulan kopyanız dışındaki tüm ötekiler yok olur...

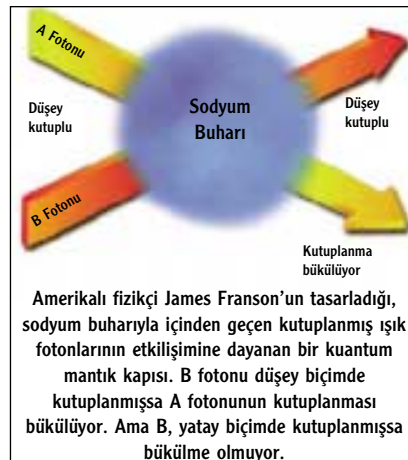
lunduran bir telefon rehberinde, ismini bilmediğiniz birisini arayacak olursanız klasik algoritmayla $N/2$ adıma gerek duyarsınız. Oysa kuantum algoritma \sqrt{N} adıma gerek duyarak aramayı çok daha hızlı sonlandırır.

Birimsellik: Q-bit'ler zamana göre birimseldirler (unitary). Birimsel değişim sonunda, Q-bit'ler bir sonuç olarak okunmaz, ölçüm yapılmasıyla bilgilerini ortaya koyarlar.

Süperyoğun kodlama: Q-bit'leri foton olarak alırsak, her foton hem yatay $|0\rangle$ hem de dikey $|1\rangle$ olabilir. Böylece ikili dört durumdan birisinde olabilir: İki de dikey, ikisi de yatay, birincisi yatay, ikincisi dikey kutuplanma gösterebilir. İkili sisteme göre, bu $|00\rangle$, $|11\rangle$, $|01\rangle$ ya da $|10\rangle$ 'a karşılık gelir. Fotonlardan birisi hakkında bir bilgiye sahipseniz, diğer üç durumun ne olduğunu bilebilirsiniz. Bir fotona müdahale, bilgi alma, ekleme, diğer fotonu da etkiler. Böylece, iki bit'lik bilgi tek fotonla taşınabilir ve buna "kuantum süperyoğun kodlama" denir.

Kuantum bilgisayarlar bir gün gerçek olacak mı? Atomik düzeyde bazı durumlarda kuantum hesaplama başarılmıştır. Yüklü atomlar (iyonlar) elektromanyetik bir tuzakta bırakıldığında, içsel elektronik düzeylerinin bir bölümünde her atom Q-bit'in bir parçasını depolar. Tek bir molekülün kuantum bilgisayar olarak kullanımı

için ideale yakın bir sistem, her atomun Q-bit'ini yansıtan çekirdek spinleridir. Bugün yaygın olarak tıpta kullanılan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile spinlerde değişiklik yapılabilir, spinlerle oynanabilir ve spinler ölçülebilir. Spinlerin kuantum davranışı, kuantum hesaplaması için güzel bir örnektir. MRG, sıvıların içindeki atomik çekirdeklerin kuantum partikülleri üzerinden uygulanır. Manyetik alanla spinler üzerine etki de bulunur. İki alternatif düzenleme (dıştaki alana göre paralel veya anti-paralel), farklı enerjili iki Q-bit'lik kuantum durumunu gösterir. Paralel olan 0; anti-paralel olan da 1 olarak değerlendirilebilir. Yine, yakın zamanda, kloroform molekülündeki (CHCl_3) karbon ve hidrojen çekirdeklerinin iki Q-bit'i temsil eder duruma



getirilmesi sağlanmıştır. Hatta, radiofrekans dalgasının hidrojen çekirdeğine yönelik olarak uygulanmasında, Q-bitlerin $|0\rangle$ durumundan üst üste binme durumuna $(|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$ çevrildiği gösterilmiştir.

Kuantal parçacıklar (foton gibi) bir düzlemde titreştirilecek biçimde filtre edilebilirler ve bu durumda kuantum bit'ini temsil edebilirler. Buna "kutuplaştırma" denir. Kutuplaşma düzlemi dik olursa $|0\rangle$, yatay olursa $|1\rangle$ 'e karşılık gelir. $|0\rangle$ ve $|1\rangle$ 'den farklı olarak, kuantum kuramının parçası olan üst üste gelmeden yararlanılarak, parçacığın aynı anda birden fazla durumda olması sağlanabilir. Süperpozisyon, bir sistemin içinde bulunabileceği durumları aritmetik işlem yapıyormuşçasına toplayıp çıkarabileceğimizi; sonuçta sistemin yeni durumlarını elde edebileceğimizi söyler. Bu, bir dergiyi okurken, bütün sayfalarının aynı anda açık olduğu ve bütün sayfalarının aynı anda okunabildiği bir duruma benzetelebilir. Yani aynı anda, foton hem $|0\rangle$ hem de $|1\rangle$ olabilir.

Kuantum bilgisayarları gelecekte sözünü sıklıkla edeceğimiz ve belki de çok kısa süre sonra kullanabileceğimiz sıradan ev tipi PC'ler haline gelecek. O zaman onları daha iyi anlayacak ve onlara daha yakın olacağız.

Dr. Sultan Tarlacı
Nöroloji Uzmanı