

Elektronik Dünyası Çağlar Sunay

Yalnızca 50 yıllık bir geçmişi olan bilgisayarlar, belki de teknolojinin hiçbir alanında görülmeyen bir hızla gelişiyor. Her geçen gün bilgisayarların hem hızları, hem de becerileri artarken, boyutları da küçülüyor. Bu şarttıcı gelişmenin mimarı bilim adamları, bu gelişimin sürekliliğini sağlamak için çok farklı araştırmalar yürütüyorlar. Kimileri elektronik yongaların temel malzemesi olan silisyum yerine polimerlerin (plastik) kullanılması üzerine çalışırken, kimileri de transistörlerin boyutlarını molekül düzeyine indirmeye uğraşiyor. Bir kısım bilim adamı elektronik devrelerin yerine optik devreleri koymak için araştırmalar yaparken bir başka grup, bilgilerin kodlanmasında kullanılan ikili düzenin yerini alabilecek düzenler üzerine çalışıyor. ABD'deki bir grup araştırmacı bunların hepsinden daha ilginç bir konu üzerinde çalışıyor. Bu grubun yürüttüğü araştırmalar bilgisayar kavramını bile değiştiriyor nerdeyse. Çünkü bilgisayarı artık elektroniğin konusu almaktan çıkartıp moleküler biyolojinin konu alanı içine yerleştiriyor. Üzerinde çalıştıkları konuya "DNA'lı bilgisayar" ya da "DNA'yla hesaplama" deniyor. Bu bilim adamları, canlıların hücrelerinde bulunan ve o canlıya ait tüm bilgileri içeren DNA'ları bir bilgisayar gibi kullanıp matematik problemleri çözüyorlar.

DNA'lı bilgisayarın öyküsü 11 Kasım 1994'te başlıyor. Bu tarihte *Science* dergisinde moleküler hesaplama üzerine sıra dışı bir makale yayımlandı. Makalenin yazarı Los Angeles'daki Southern California Üniversitesi'nde çalışan Dr. Leonard Adleman'dı. Dr. Adleman aslında bir matematikçi ve şifreleme uzmanıydı. Ne var ki o sırada AIDS virüsünün akyuvarları nasıl öldürdüğü üzerine birtakım biyolojik araştırmalar yapıyordu.

Bir gün DNA'yı anlatan bir kitap okurken DNA'nın yapısından ve tepkimelerinden yararlanılarak hesaplama yapılabileceği düşüncesi aklına gelmişti Dr. Adleman'ın. Çünkü, her ne kadar

birbirlerinden çok farklı alanlar olsa da biyoloji ve matematik işlemleri arasında bazı bakımlardan benzerlikler görüyordu:

- Canlıların çok karmaşık yapıları, DNA dizilerindeki (genlerdeki) kodlanmış bilgiye uygulanan basit işlemlerin sonucudur.

- Tüm karmaşık matematik problemleri, toplama ve çıkartma gibi basit işlemlere indirgenebilir.

Dr. Adleman bu benzerliğe dayanan düşüncesini sınamak için hemen biyoloji laboratuvarına kapanır. Deney tüplerine DNA'ları koyar ve deneyine başlar. Amacı bellidir: DNA'ları kullanarak Hamilton Yol Problemi'ni çözmek. Bu problemin basit bir biçimi "seyyar satıcı problemi" olarak da bilinir. Bu problemde bir satıcının dolaşması gereken bir dizi kent vardır. Çözülmesi gereken, satıcının bu kentleri en kısa yoldan nasıl dolaşacağıdır. Kent sayısı az tutulduğunda kâğıt-kalemle bile kolayca çözülebilecek bu problem, sayının artmasıyla birlikte şarttıcı ölçüde zorlaşmaya başlar. Bu tür problemlerin çözümünde bilgisayarlardan yararlanılır. Ne var ki kent sayısı 100'e çıkarıldığında, saniyede bir trilyon işlem yapabilen süper bilgisayarlarla bile çözüm için gereken zamanın evrenin yaşından daha fazla olacağı hesaplanmıştır. Bu nedenle Dr. Adleman deneyinde şehir sayısını 7 ile sınırlamıştır. Birkaç gün sonra laboratuvara gidip deney tüplerinde doğru yanıtın yüzmekte olduğunu gören Dr. Adleman dünyanın ilk DNA bilgisayarı yapmıştır. *Science* dergisinde yayımlanan makalesinde de buluşunu ve problemi çözüştünü ayrıntularıyla açıklamıştır.

Dr. Adleman bilgisayarına TT-100 adını verir. Çünkü deney tüplerine yalnızca 100 mikrolitre -bir çay kaşığının alabileceği miktarın ellide biri- sıvı koymuştur. Tepkimeler bu sıvı içinde olmuştur.

Bu şarttıcı buluş, bilgisayar dünyasında hem şaşkınlık hem hayranlık yaratmış, büyük bir takdirle karşılanmıştır. O tarihten bu yana bilgisayar alanında araştırma yapan kimi bilim adamları,

moleküler biyolojiyle ilgilenmeye başladılar. Yalnızca bilgisayar alanında araştırma yapan bilim adamları değil, kimyacılar, fizikçiler ve moleküler biyologlar da konuyla yakından ilgileniyorlar.

Bütün hücrelerin çekirdeğinde bulunan DNA, bükülmüş bir merdivene benzer. Merdivenin basamakları dört çeşit nükleotidden oluşur; adenin (A), sitozin (C), guanin (G) ve timin (T). Bu nükleotidler karışık bir biçimde sıralanarak basamakları oluşturur. Bu nedenle DNA'yı yalnızca dört harften oluşan uzun bir mesaja benzetebiliriz. DNA'lı bilgisayar üzerinde çalışan Dr. Lipton, DNA'nın bu dört harfli kodlama sistemini ikili (0 ve 1'den oluşan) sisteme çeviren bir yöntem geliştirmiştir.

Deney tüplerindeki bir DNA'lı bilgisayar sistemi doğal olarak günümüz elektronik bilgisayarlarına hiç benzemiyor. Bu durum "bilgisayarın ne olduğu" sorusunu gündeme getiriyor. Dr. Adleman'a göre, yapısı ve işleyişiyle DNA, çevremizde henüz farkına varamadığımız birçok bilgisayardan yalnızca biri.

Elektronik bilgisayarlarda bilgiler 0'lar ve 1'lerle gösterilir (bunların fiziksel karşılığı, mantık kapılarındaki elektron akışıdır). Oysa DNA'lı bilgisayarlar daysa bilgiler, DNA'nın kimyasal birimleri (nükleotidler) gösteriliyor. Elektronik bir bilgisayarda işlemler, elektronların belli yollardan gitmesine yol açan programlarla yapılıyor, DNA'lı bilgisayarda belirli DNA dizilerinin sentezlenmesi ve bunların bir deney tüpünde tepkimeye sokulmasıyla gerçekleştiriliyor.

Elektronik bilgisayarlar, çözümünde seri (ardarda yapılan) işlemlerin kullanıldığı problemleri çözmeye çok hızlılar. Öte yandan bu bilgisayarların hızları, çözümünde paralel işlemlerin bulunduğu problemlerde düşüyor. Elektronik bilgisayarlarda paralel olarak çalışabilen en fazla birkaç yüz mikroişlemci bulunabilirken, küçük bir deney tübünde milyarlarca DNA vardır. Bu nedenle Hamilton Problemi'ne benzer

problemlerde DNA'lı bilgisayarlar, en hızlı süperbilgisayarlardan bile daha hızlıdır.

Şimdilik hiçbir bilgisayar kuramcısı DNA'lı bilgisayarların masaüstü ya da dizüstü bilgisayarların yerini alacağını düşünmüyor. Bilim adamları farklı yapıdaki iki bilgisayarın birbirini tamamlayan hibrit bir bilgisayar gibi çalışabileceği görüşünde. Örneğin çözümü çok uzun sürecek hesaplamalar DNA'lı bilgisayarda yapıp sonuç, normal bilgisayara aktarılabilir ya da belleğin büyük bir bölümü DNA'larda bulunabilir. Bir görüşe göre, 1 m³ sıvıya daldırılacak yarım kilogram DNA molekülleri, şu ana değin yapılmış tüm bilgisayarların toplam belleğinden daha büyük bir belleğe sahip olacak. Yalnız bu bilgiye ulaşmak 17 dakikayla 3 saat arasında bir zamanda oluyor.

DNA'lı bilgisayarların en büyük avantajı, elektronik bilgisayarlara göre bir milyar kez daha az enerjiye gereksinim duymaları. Bilgileri de elektronik bilgisayar belleklerinin kapladığı hacmin trilyonda biri kadar bir hacimde saklıyorlar.

Öte yandan bu tür bilgisayarların olumsuz bir yanı da var. Elektronik bilgisayarlarda güvenilirlik sorunu yok denecek kadar az olmasına karşın DNA'ların yapısı zamanla bozulabiliyor ve DNA'lı bilgisayarın güvenilirliği azalabiliyor.

Günümüzde bilim adamları DNA'lı bilgisayarlara daha zor problemler çözdürmeye uğraşıyorlar. Bir yandan da genel amaçlı bir DNA'lı bilgisayarın tasarımı üzerinde çalışıyorlar. Dr. Lipton "Böylesine hızlı bir ilerleme gösteren bir bilim dalı görmedim" diyor. Tüm bu çalışmalara karşın gerçekte biyolojik hesaplama daha çocukluk dönemini yaşayan bir dal. Bilgisayar kuramcıları, bugünlerde atılan sarsak adımları elektronik bilgisayarın ilk günlerindeki benzetiyorlar.

Kaynaklar:
A Via Of DNA May Become The Fast Computer Of The Future, Kolata, G., New York Times, 1995
<http://www.cs.princeton.edu/~dabo/bio-comp/molecular.html>
<http://www.clearlight.com/~morph/dna/dna.htm>
<http://www.cs.umn.edu/~hollan/cc-9html/sld001.htm>