

DEVRELERDE YENİ BİR YÖN

Çiplerde yer alan transistörleri bir kenara bırakıp, yukarı ya da aşağı yönlü elektronları düşünmeye başlayın.

Elektronikğin hızla küçülen dünyasında, mikro şimdiden geride kalmış durumda. Bilgi işleme- nin temel bileşenleri olan bugünün en küçük transistörleri, insan saç telinin yaklaşık binde biri kalınlığındalar ve saniyede milyarlarca döngü hızında işlem yapabilmek anlamına gelen giga- hertz hızında işlem yapabilmeye kapasitesindedir. Bu hız, CD dinlemek ya da gelişmiş grafiklere sahip bir bilgisayar oyununu oynamak için fazla- sıyla yeterli. Ancak, bu hıza erişmek için kullanı- lan teknolojik altyapı yeni nesil aygıtlar için hem çok hantal hem de gereken hızın yakınında bile değil.

Elektrik yüklerinin çalışma hızını artırmanın en güvenilir yolu, katetmeleri gereken mesafeyi azaltmak. Ancak, günümüzde bu uzaklığın azaltıl- masında erişilen noktada, üretim aşamasının önünde ciddi teknolojik sorunlar belirlemekte. Bir çok uzman, günümüzde mikro devre yapmak için kullanılan, yüksek frekanslı ışığı delikli kalıplar üzerinden geçirerek yarı iletken bir çipin üzerine bağlantıları yamamak şeklinde uygulanan yönte- min, bugünün en küçük bileşenlerinin ancak beş- te biri küçüğünün üretilmesine kadar ileri gidebi- leceğini ve 2010 yılının sonunda da fiziksel sınırla- ra ulaşacağını öngörüyor.

Sözü edilen bu küçük boyutlarda, sorun yara- tan kuantum davranışları ortaya çıkmaya başlıyor. Elektrik yükleri, yalıtım maddelerinden sızmaya başlıyor ve komşu hatlara sızabiliyorlar. Isı büyük bir sorun haline geliyor. Bu sorunlar karşısında çoğu uzmanın, artık transistörlerden tümüyle vaz- geçmenin ve ileriye gitmenin zamanının geldiğini hissetmesi pek de şaşırtıcı değil.

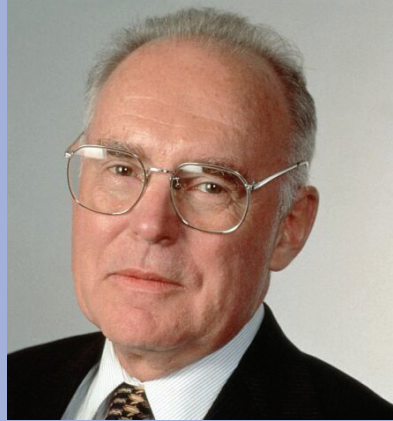
Transistörlerden vazgeçerek ileriye doğru git- mek söz konusu olduğunda, bu ilerlemenin gerçek- leşmesi için ne yönde gidilmesi gerektiği sorusu gündeme geliyor. Bu sorunun yanıtı olarak geliştiri- len pek çok yaklaşım var. Şimdilerde Hewlett-Pac-

Moore Kendi Kanunu Hakkında Konuşuyor

Gordon Moore 40 yıl önce "Electronics" dergisinde "Entegre Devrelerin Üzerine Daha Fazla Bileşen Doldurmak" isimli bir makale yazdı. Moore'un tek bir çip üzerindeki transistör sayısının her 18 ay- da bir iki katına çıkacağı şeklinde bu makalede ortaya attığı ve daha sonra bu süreyi iki yıl olarak düzelterek son hali- ne getirdiği öngörüsü o günden bu yana şaşılacak şekilde doğruluğunu kanıtladı. Çip devi Intel'in ortaklarından olmayı sürdüren Moore bugün 76 yaşında ve hala çalışmakta olan emekli bir başkan olarak masasında oturuyor.

Moore Yasası nasıl hâlâ geçerliliğini ko- ruyor?

Moore: Çünkü ilerlemek için hala belli yollar var. Bir teknolojinin üç nesilden daha uzun sür- düğünü görmeyi hiç beceremedim. Teknolojinin bir nesil ilerlemesi, çip bileşenlerinin boyutları- nın 0,7'nin bir çarpanı kadar küçülmesi anlamı- na geliyor. Bu süreç eskiden her üç yılda bir ger- çekleşiyordu. Şimdilerdeyse yaklaşık iki yıla indi. Yani evrenin genişlemesinde olduğu gibi, çip bile- şenlerinin evriminin hızı da gerçekten arttı. Bu- na göre varolan ilerleme hızında gerçekleşecek üç ya da dört nesil daha var. Bu da en azından bir on yıl ya da daha fazlası anlamına geliyor.



Ama boyutlar küçüldükçe geleneksel sil- ikon transistörler üretim sorunlarıyla karşı- laşmıyor mu?

Moore: Ben böyle düşünmüyorum. Yeni geli- ştirilmekte olan yöntemler arasında silikon temelli elektronik devrelerin yerini alabilecek hiç bir şey görmüyorum. Ben eğilimin farklı bir yön- de gittiğini söyleyebilirim. Entegre devrelerin çev- resinde geliştirilmekte olan silikon litografi tek- nolojisi şimdi mikroelektromekanik sistemler, mikroakışkan cihazlar, bir çipin üzerindeki kimya- sal laboratuvarlar gibi bir çok farklı alanda kabul görüyor. Litografinin sınırları var kuşkusuz ama bu sınırların devre dışı bırakılması konusundaki çalışmalar sürüyor. Şimdilerde bize 13 nanomet- re genişliğinde ışık kaynağı sağlayabilecek olan mor ötesi ışığı litografi ışını olarak kullanmak hakkında konuşuyoruz. Bu şimdi kullandığımızın 10 katından daha da küçük bir ışık kaynağı. Şu anda ilgilendiğimiz şeyin tümü iki ya da üç mole- küler tabakadan ibaret. Isı bir sorun ama onun üstesinden gelmenin yollarını da bulmaktayız.

Önümüzdeki on yıl içinde masaüstümüz- de ne olacak?

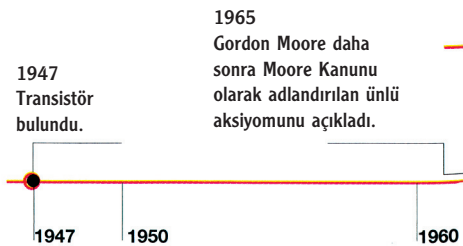
Moore: Kesinlikle bir çeşit bilgisayar. Ama bu bilgisayar çok ileri düzeyde bilgi işleme gü- cüne sahip olacak ve umarım üzerinde bunun avantajını kullanmayı sağlayacak bir yazılımı da bulunacak. On yıl sonra masaüstümüzde kullana- cağımız bilgisayarlarımızın hızı bir teraflop'a yak- laşırsa şaşırılmayacağım. Saniyede bir trilyon ma- tematik işlemi yapabilmek hızı anlamına gelen 1 teraflop, 2005 yılının en ileri güçteki bir kişisel bilgisayarından yaklaşık 1.000 kat daha hızlı olunması anlamına geliyor. Mikroelektronikğin elektronik maliyetine yaptığı şey cep telefonla- rı gibi cihazları olanaklı kıldı. Daha fazla gelişme yaratmak içinse bir dolu zamanımız var. Bu iler- lemelerin en büyük yararını görmek için gidece- ğiniz yer ev eğlence sistemleri. Bu sistemler git- tide çok daha entegre hale geliyorlar ve fiyatla- rında da büyük bir düşüş yaşanıyor.

Kablosuz teknoloji hakkında ne düşün- yorsunuz?

Moore: Günümüzde bu alan gerçekten baha- rını yaşamakta. Az gelişmiş ülkeler bu teknoloji- den çok büyük düzeyde yararlanacaktır. A.B.D'de ise bu teknolojiyle ilgili temel sorun spektrumun nasıl bölüşürüleceği.

Yüksek hızdaki İnternet bağlantısı sizin kişisel yaşamınızı değiştirdi mi?

Moore: Aslında pek değiştirdiğini söyleye- mem. Örneğin evimde yalnızca bir DSL hattım var, yani geniş banttan yararlanamıyorum.



kard şirketinden bir ekip çapı yalnızca birkaç düzine atomdan oluşan platinyum ve titanyum kablolarından yapılmış bir "sürgü mandalı" devre üzerinde çalışıyor. Bu devrede yer alan kablolar tıpkı bir tenis raketinin telleri gibi birbirlerinin üzerine gerilmiş durumda bulunuyor. Başka gruplara iki elektrot arasına asılmış tek bir organik moleküllü transistör olarak kullanma konusunda araştırmalar yapıyorlar. Ama geleceğin en önemli şeyi olarak gördükleri spintronik konusunda çalışan bu bilimadamları için tüm moleküller hala çok büyük.

Bir silikon kristali silikonun dört serbest elektronundan daha fazla ya da daha az serbest elektrona sahip bir başka elementin eklenmesi yoluyla zenginleştirilebiliyor. Dört elektrondan fazla elektrona sahip bir element eklendiğinde fazladan elektron açığa çıkar ve silikon negatif, yani n-tipi zenginleştirilmiş silikon haline gelir. Dört elektrondan daha az serbest elektrona sahip bir element eklendiğindeyse elektron eksikliği ortaya çıkar ve silikon pozitif, yani p-tipi zenginleştirilmiş silikon haline gelir. Geleneksel transistörlerin çalışma mantığı elektrik yüklerinin silikonun bu yolla farklı şekillerde zenginleştirilmiş bölgeleri arasında hareketini kontrol etme yöntemine dayanır. Yükler bir türün aracılık etmek amacıyla oluşturduğu bir geçitten geçerek diğer türün iki bölgesi arasında sürü halinde ilerletilir. Söz konusu geçit bir voltaj uygulamasıyla açılır ya da kapanır. Bu görkemli bir teknoloji olsa da aslında prensip olarak Edison'un ampulünden farklı değil. Çünkü bu teknoloji de yarattığı etkiye aynen ampulde olduğu gibi çevredeki büyük yük kalabalığını voltaj uygulayarak hareket ettirmek yoluyla ulaştırıyor.

Ama elektronun tek yeteneği sahip olduğu yük değil. Her bir elektron spin (dönme) olarak adlandırılan esrarengiz bir özelliğe sahip. Spin eksenini boyunca uzanan bir manyetik alanla dönen çok küçük bir küreymişcesine davranan elektron-

ların her biri "yukarı yönlü spin" ya da "aşağı yönlü spin" özelliğindedir ve bu özellikleri bir manyetik alan etkisiyle tersine çevrilebilir. Bu özellikteki ikili spin sistemi yalnızca 0-1 ya da kapalı-açık gibi iki durumu algılayabilen ikili sistemdeki hesaplamada kullanılabilir olanağı sunuyor. Bu olanak pek çok avantajı da beraberinde getiriyor. Bu avantajlardan en önemlisi, bir elektronun spinini değiştirmek için hiç enerji gerekmiyor olması. Üstelik bu değişim bir elektron kümesini belli bir hedefe doğru hareket ettirmek için harcanandan çok daha zamanda gerçekleşiyor.

Son yıllarda elektronik alanında çalışan araştırmacıların elektron spinini yönetme konusundaki yeteneklerinde gösterdikleri büyük ilerlemeler, bu yöntemin uygulanabilirliğine ilişkin kuşkuları bütünüyle giderdi. Santa Barbara'daki Kaliforniya Üniversitesi'nden David Awschalom ve ekibi elektrik alanlar kullanarak yarı iletkenlerdeki spinleri 100 GHz'e varan hızlarda üretmek, aktarmak ve yönetmek için yeni ve oldukça hızlı yöntemlerin sunumunu yaptılar. Bu tür ilerlemeler, silikon üzerine elektronik bağlantılar inşa etmek amacıyla milyarlarca dolar fabrika yatırımı yapmış olan çip üreticileri için bu teknolojiyi çok daha çekici hale getirebilir.

Bu alandaki daha da heyecan verici olan şeyse, spinleri bir elektrik akımı ya da bir manyetik alan olmaksızın değiştirebilmenin de olanaklı olması. 35 yıl önce öngörülen bir etki olan Spin Hall etkisinin bu alanda kullanılabilirliğini keşfeden ve şimdi çalışmalarıyla bu etkiyi kullanan Awschalom'un ekibi, bir yarı iletken-
z i t

spinli elektronları zıt yönlere hareket ettirmek ve böylece çipin kenarlarında dizilmeye yönlendirilmek konusunda çalışıyor.

Spintronik araştırmalarının hızla geliştiğini söyleyen Awschalom bu gelişmenin merak uyandıran yeni bir alan olan moleküler spintroniği de içerdiğini belirtiyor. Araştırmacıların hedefi, kontrol edilebilir özelliklere sahip molekülleri birçok uygulamada transistörlerin yerini alacak şekilde kullanmak. Oldukça dolgun bir moleküllerin bile bugünün en küçük transistöründen yüzlerce kez daha küçük olması, bunu çok çekici bir fikir haline getiriyor. Işık yoluyla moleküler bağların yönünü değiştirerek ve bu bağları kontrol ederek kimyasal bir yapı boyunca ilerlemekte olan elektronların spinleri üzerinde işlem yapılabileceğini düşünen Awschalom ve ekibi molekülleri, elektrik yükü kanalları olarak görev yapan metal kablolarla benzer şekilde, spin kanallarına dönüştürmenin yollarını arıyor.

Suplee, C., Chilli, F.; "The New Spin On Circuitry", Discover, Ekim 2005, sayfa 38-39.

Çeviri: Ayşenur T. Akman

DAHZA FAZLA MOORE

Gordon Moore'un 1965 yılında Moore Yasası'nı açıklamasından bu yana eleştirilenler sürekli olarak bu yasanın geçerliliğini kaybetmesine az kaldığı yolunda yorumlarda bulundular. Ama elektrik mühendisleri fiziksel sorunlarla başederek daha az yere daha çok devre sıkırtmayı ve bilginin sürekli daha hızlı akmasını sağlamayı sürdürdüler.

