

# MİKROCHIP'TEKİ LABORATUVAR

• Yeni bir bilim dalı transistörleri 100 kat küçültmeyi planlıyor.

**Michael D. LEMONICK**

**G**eçtiğimiz bir iki yıl içinde, çok küçük transistörler üzerinde yapılan araştırmaların beklenmeyen bir sonucu olarak katı-hal fiziği'nin yeni bir branşı ortaya çıktı.

Bazılarının Mezoskopik Fizik dediği bu fizik dalı, MIT, AT&T, IBM ve diğer laboratuvarlarda yapılan teorik çalışmalar sonucu doğdu. Çok küçük elektrik akımlarının yine çok küçük devreler üzerindeki hareketleri, bu fizik dalının ilgi alanını oluşturuyor. Bu alanda şimdiye kadar bu tür akımların içinde akan elektronların önceden tahmin edilemeyen biçimlerde davrandıkları ortaya çıkarıldı. Bu elektronlar rastgele zıplayıp devrelerin kenarlarına yerleşiyor ve yakınlarından geçen elektronların hareketlerini etkiliyorlar.

MIT'de (massachusetts Institute of Technology) profesör olan Marc Kastner, izlenimlerini şöyle ifade ediyor: "Yıllardan beri katı-hal fiziğinde rastladığımız en heyecanlı olaylardan birini yaşıyoruz. Çok küçük skalalarda elektronların bizim beklediğimizden daha farklı hareket ettiklerini bulduk."

Vanian sonuçlar sadece akademik çevreleri ilgilendirmiyor. Mühendisler, silikon mikrochiplere, bilgisayarların beyni ve sinir sistemleri sayılan transistörlerden her gün daha fazla sıkıştırdıkça, mikrochip başına düşen transistör yoğunluğu, 25 yıldır her iki üç yılda bir iki katına çıkıyor. Transistör yoğunlunun yüksek olması ucuz üretim ve hızlı işlem anlamına geliyor, bundan dolayı daha yoğun bir mikrochip üretebilen bir firma piyasada belirgin bir avantaja sahip olacaktır.

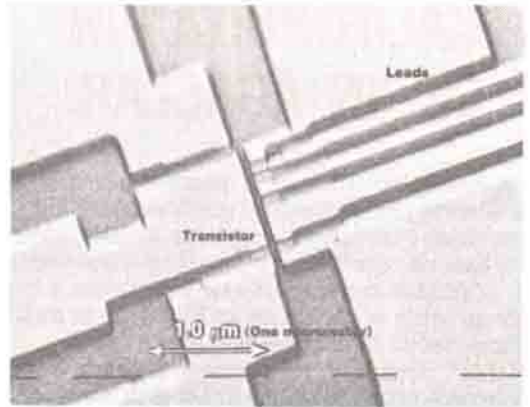
AT&T fizikçileri, elektrik akımının çok küçük bir transistörde nasıl hareket ettiğini saptamak için, bir mikrochip üzerinde bir fizik laboratuvarı oluşturmuşlardır.

Bu deney mikrochipinin yaratıcılarından biri olan William Skocpol, deney transistörünü şöyle açıklıyor, "Aslında bu transistör, bugün kullanılanlardan 100 kat daha küçük ve bugünkü normal gelişiminin devam edeceğini varsayarsak ancak 2010 yıllarında kullanıma girebilecek olan bir transistördür. O kadar küçük ki, bir tanesi bugün piyasadaki standart mikrochiplerin üzerindeki en küçük boşluğa sığdırılabilir."

Bu mikrochip üzerindeki laboratuvar, akımının sadece bir yönde akması için bir metal oksit tabakası ile yalıtılmış, normalden biraz uzun (bir mikrometre, veya metrenin milyonda biri) ve dar (metrenin on milyonda birinin yansı) bir yarıgeçirgen silikon şeridinden oluşuyor. Skocpol, "transistör aslında tek boyutlu ve o kadar dar ki, aynı zamanda içinden sadece bir elektron geçebilir" diyor.

Ne ölçüyorlar? Skocpol teorisyenlerin, elektronun silikon transistörlerdeki maksimum hızının saniyede on milyon santimetre olduğu yolundaki iddialarını doğruladıklarını belirtti.

Diğer bir bulgu tamamen sürpriz olarak ortaya çıktı: "Voltajı değiştirdiğinizde aletini direncindeki değişimi ölçtük. İki de-



*Merkezde yer alan transistör o kadar küçüktür ki, elektronlar tek sıra halinde hareket edebilmektedirler.*

ğişik direnç durumu arasında tesadüfi değişimler olduğunu bulduk ve bunların arasında başka durumlar yoktu."

Dirençte meydana gelen bu ani değişim, fizikçilerin daha büyük devrelerde gözledikleri düzenli değişimlerden tamamen farklı. Skocpol, bu değişimi şöyle açıklıyor, "Dirençte meydana gelen değişim yaklaşık yüzde bir oranında ve transistörde aynı zamanda yaklaşık 100 elektron olduğunu biliyoruz. Dolayısıyla bu değişiklik tek bir elektronun davranışından meydana gelen değişime eşit demektir."

Açıkça görülüyor ki, bu tek elektron kuantum-mekaniksel tutumunu olması gerektiği yerde farklı bir yerde gösteriyor. Bu durumda elektron oksit yalıtıkandaki atomik boyuttaki bir kapana giriyor, oraya yapışıyor ve bu elektronun sahip olduğu elektrik alanı diğer tüm elektronlar için bir engel teşkil ediyor. Dolayısıyla direnç artıyor. "Fizikçilerin istatistiksel olarak ancak topluca ele alabildikleri taneçiklerin hareketlerini biz teker teker inceliyoruz. Bu, tüm bir dinleyici kitlesinin alkış tutmasından ziyade, tek bir kişinin alkışlamasını incelemeye benziyor. Diğerlerinden öğrenemediklerinizi bir tekenden öğrenebilirsiniz."

IBM'in Thomas J. Watson Araştırma Merkezi'ndeki küçük transistörlerle benzer şekilde çalışan fizikçiler de aynı derecede şaşırtıcı etkiler buldular. Kendisini bir düşük sıcaklık fizikçisi olarak tanımlayan Richard Webb, "Tek boyutlu transistörümüzü, mutlak sıfırın üç yüzde birine kadar soğuttuk. Tamamen beklenmeyen bir sonuçla karşılaştık. İletkenlik bin kat sarmalar göstermeye başladı ve bunu açıklamak için hiçbir teori yok," diyor. İletkenlik, bir maddenin elektrik akımına izin verme eğilimidir, yani direncin tersidir.

MIT'den Patrick Lee de dahil olmak üzere bazı teorik fizikçiler, bu mezoskopik fizik olayını detaylı olarak açıklayacak modeller üzerinde çalışıyorlar. Ortaya çıkan sonuçlar iletkenliğin bir kuantum etkisi olduğunu düşündürüyor. Bu olay sadece farklı ünitelerde, aradurumlar olmadan meydana gelebilir ve o kadar küçüktür ki, normal ortamlarda görülemezler, ancak mikroskopik düzeylerde çok önemlidirler.

Webb, bunun fizik çevrelerini şaşırttığını ve birçok araştırmacının bu olayı izlemek için deneylerine yeni donanımlar eklediklerini söylüyor.

**Science Digest'dan çev.: Kozan ESENER**