

# Üstün-İletkenler Yaşamımıza Giriyor Seramik Üstün-Kablo

**Y**ÜKSEK-SICAKLIK üstün-iletken seramikleri, 1986 yılında bulduklarından beri, kullanılabilir hale getirilmeleri konusundaki zorluklara karşın, malzeme bilimcileri etkilemeye devam ediyor. Ancak, Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar, yeni malzemeler arasında en umut verici olanlarından birini zora sokan önemli bir sorunu aşmışlar gibi görünüyor.

Bilim adamları, ilk olarak Japonya'da, bir yüksek teknoloji topluluğu olan Fujikara'da geliştirilmiş, "iyon demeti kullanımlı biriktirme" adı verilen bir teknik kullanarak, yüksek sıcaklıkta ve güçlü manyetik alan içinde çalışabilen bir üstün-iletken bant ürettiler. Yeterince ucuza mal edilebilirse, pratik uygulamalarda herkesin özlemine çektiği küçük ve güçlü motorlar, jeneratörler, daha kullanışlı elektrik kontrol elemanları, devre limitörleri, manyetik yansıma temelli makineleri yaratmak için gerekli olan kabloların yapımında bu bantlar kullanılabilir. Houston Üniversitesi'nden Paul C. W. Chu, bunların ticari anlamda çok önemli bir gelişme olduğu; fakat üzerinde çok çalışılması gerektiği yönünde görüş bildiriyor.

Üstün-iletken seramikler, diğer üstün-iletkenlere oranla çok daha yüksek sıcaklıklarda, direnç göstermeksizin akış sağlayabilmeleri nedeniyle başlangıçta çok büyük ses getirdi. Söz konusu sıcaklıklar, 90 °K'e kadar ulaşabiliyordu. Bu sıcaklık değeri sıvı nitrojenden daha sıcak ve eldesi de çok daha ucuzdu. Daha önce kullanılan üstün-iletkenleri, mutlak sıfır derecesine yakın sıcaklıklara kadar soğutmak gerekiyordu ve bu da oldukça pahalı bir işlemdi.

Öte yandan üzerinde en çok durulan yüksek-sıcaklık üstün-iletkenlerinden biri olan itriyum baryum bakır oksit'in çok önemli bir dezavantajı var. Kristal parçacıkları arasında yeterli bağ olmaması nedeniyle, bu madde kablo yapımında kolayca kullanılamıyor, çünkü bağlantının yetersizliği, akım geçişinde kesiklikler yaratıyor.

Birkaç yıl önce, Fujikara'dan Yasuhiro Iijima, bu bileşikler daha sağlam hale getirilmesi gerektiğini belirtti. Bunun için, temel materyalden dü-

zenlenmiş bir kristal tabakası üzerine bir üstün-iletken tabakası yayarak, üstün-iletken zerrelerini bir sıraya dizme düşüncesini geliştirdi.

Bir sonraki adım, yönlü kristal tabakayı oluşturmak. Bu da nikel madde üzerine, iki argon iyonu demeti kullanarak, kararlı zirkonyum oksit molekülleri püskürtülmesiyle başlanılabildi. İlk demet, zirkonyum oksiti nikelin üzerinde eriterek sabitlemek amacıyla kullanılır.

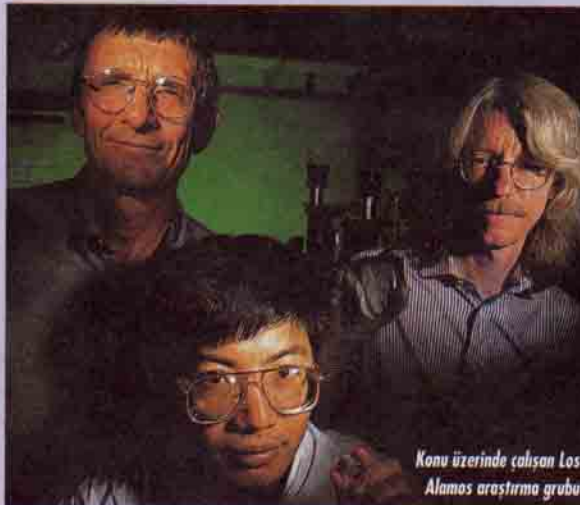
İkincisi ise, nikel üzerine belirli bir açıyla düşerek, zirkonyum kristallerinin tek bir sırada durmalarını sağlar. Bunu bozan atomlar ise argon iyonları tarafından yok edilir.

Los Alamos grubu, bu işlem üzerinde iki yıldır çalışıyor ve performansları sürekli artıyor. Geçen Nisan ayında, Steven R. Foltyn bu grubun, santimetre karesinden 1 milyon amperden fazla akım geçirebilen itriyum baryum bakır oksit örnekleri ürettiğini, Malzeme Araştırma Topluluğu üyelerine açıkladı. Bu, diğer üstün-iletkenlerden 100 kat daha fazla ve Japonlar'ın bu tekniği kullanarak başardıklarından % 59 daha yüksek bir performans demek oluyor. Bu örnekler, kablo içinde kullanılabilir bant formuna getirilebilmiş durumda. Itriyum baryum bakır oksit, güçlü manyetik alanlara dayanma özelliğine sahip olduğundan uzun süreli yüksek-güç uygulamalarında artık herhangi bir fiziksel sorunla karşılaşma olasılığı da kalmıyor.

Bununla birlikte dikkate alınması gereken ekonomik sorunlar hâlâ var. Üretilen örnekler oldukça küçük (1 cm x 5 cm) ve üretimi 2 saat alıyor. MIT'de (Massachusetts Institute of Technology) bir araştırmacı ve American Su-

perconductor'un kurucusu John Vander Sande, bu işlemin büyük ölçekli üretime uygun ve ekonomik olabilmesi için, daha çok yol katetmeleri gerektiğini belirtiyor. American Superconductor Firması, üstün-iletken tel yapımında, başka bir üstün-iletken seramik olan bizmut stronsiyum kalsiyum bakır oksidi, değişik bir teknik uygulayarak kullanmakta.

Bizmut alaşım, itriyum temelli maddeden daha kolay işlenebilir, fakat sıvı nitrojen sıcaklığında, güçlü manyetik alanlar içinde akım iletememe gibi bir yetersizliği var. American Superconductor firmasının başkanı Gregory J. Yurek, tabakanın kalınlığı ve zirkonyum dikkate alındığında, Los Alamos'un ürettiği örneklerin akım yoğunluğunun, kendi ürettikleri kilometrelere uzunluktaki üstün-iletken tellerden hiç de fazla olmadığını belirtiyor. (Bununla beraber, American Superconductor'un stokları, Los Alamos grubunun açıklamasından sonra % 10 kadar düştü.) Foltyn, "iyon demeti kullanımlı biriktirme" tekniğinin daha verimli hale getirilmesi konusunda umutlu. Foltyn, argon yerine diğer gazlar kullanılarak, işlemin daha hızlı hale getirebileceğini belirtiyor. Daha ince zirkonyum kullanmak ise bir diğer seçenek. Los Alamos grubu, 0,5 mikron kalınlığında tabaka kullanıyor. Wisconsin Üniversitesi'nden David C. Larbalestier, Fujikara çalışanlarının 0,1 mikron kadar ince bir tabaka kullanarak sonuç elde ettiğini belirtiyor. Los Alamos'un eski kurucularından Paul M. Grant, Japon grubun çok iyi çalıştığını, ancak elde ettikleri bazı güzel sonuçları bildirmediklerini söylüyor. Japonlar patent almak için çoktan başvurmuş bile olabilir. Elektrik Gücü Araştırmaları Enstitüsü, "iyon demeti kullanımlı biriktirme" yönteminin endüstriyel bir işlem haline getirilmesi için neler yapılması gerektiği konusunda detaylı bir araştırmayı yönetti. Sonuçlar, hiçbir pürüz bulunmadığı konusunda güvene veriyor. Öyleyse ticari ölçekte kablo üretimi için bu yöntemin kullanımını düşünmek, hiç de zor olmasa gerek. Ancak katedilmesi gereken daha kilometrelere kablo var!..



Konu üzerinde çalışan Los Alamos araştırma grubu

Tim Beardsley  
Scientific American, Temmuz 1995  
Çeviri: Kerem Özdoğan