

## SÜPERİLETKENLİK NEDİR; BU KONUDAKİ ARAŞTIRMALAR NE AŞAMADADIR?

Öncelikle insanoğlunun süperiletkenlik konusuna neden bu kadar önemle sarıldığını ve ondan ne beklediklerini açıklamakta yarar vardır. Çağımızda ve gelecekte insanoğlunu en fazla meşgul edecek ve bilim adamlarının araştırmalarının yöneleceği konu, enerji darboğazı olacaktır. Dünyamızın nüfus artışı hızı mevcut enerji kaynaklarının sorumsuzca tüketimi ve israfı enerji açığı her geçen yılda daha da arttırmaktadır. Bütün bu olumsuz gelişmeler yanında insanoğlu ileride karşılaşacağı tehlikeyi farketmiş durumdadır ve şimdiden önlemler alma ve enerji açığı probleminde çareler arama çabası içindedir. Bu maksatla yapılan çalışmaların başında mevcut enerji kaynaklarını ekonomik kullanma eğilimi ile birlikte, yeni enerji kaynakları bulma ya da boşta giden enerjileri ziyan olmaktan kurtarma yolunda tedbirler alınmakta ve araştırmalar yapılmaktadır.

Süperiletken bir maddenin her türlü elektrik devre ve kablolarında kullanımı, Joule ısısı şeklinde ziyan olan elektrik enerjisini ziyan olmaktan kurtaracaktır. Örneğin, barajlarda biriken suyun potansiyel enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülerek yüksek voltaj hatlarıyla yerleşim merkezlerine iletilirken, elektrik enerjisi, kullanım noktasına varıncaya kadar kablo ve elektrik aletlerinde her saniyede  $R I^2$  kadar enerji ziyan olmaktadır. Burada  $R$  iletim kablosunun direnci,  $I$  de devredeki akımdır. Devredeki direnç  $R = 0$  olsaydı bu enerji kaybı önenebilirdi. O halde direnci sıfır olan bir iletken (yani süperiletken) bulmak, keşfetmek insanoğlu için çok yararlı olacaktır denebilir. Süperiletkenlik maddenin öz direncinin yaklaşık olarak sıfır olduğu bir durumdur. Bu durum, maddenin kristal yapısında oksijenle birlikte "perovskite" denen bir faz oluşturduktan sonra, o maddeyi  $1000^{\circ}\text{C}$  civarında ısıtarak içinden oksijen alınması sonunda, soğuturken belirli bir sıcaklıktan aşağıda öz direncinin hemen hemen sıfır olması ( $10^{-17}\Omega/\text{cm}$ ) şeklinde gözlenir. Bu olayda maddenin nasıl olup da süperiletken hale geldiği teorik olarak henüz tam açıklanamamıştır. Bu konuda deneysel gözlemlerin çok önünde gitmektedir. Olayı açıklamak üzere yapılmakta olan teoriler vardır ve bunlar ampirik olarak deneye dayanmaktadır. Bu konuda yapılan ilk teori Bardeen, Cooper ve Schrieffer tarafından 1950'lerin son yıllarında yapılmıştır. Bu bilim adamlarının teorisi isimlerinin baş harfleri ile "BCS-

teorisi" olarak bilinir. Bu teoriye göre maddenin kristal örgüsü öyle bir ortam oluşturmaktadır ki, iki elektron o ortamda birbirini çekmektedir. Hatta o iki elektron çiftine "Cooper-çifti" denir. BCS teorisi de süperiletkenliği tam olarak açıklayamamakta ve konu üzerindeki çalışmalar büyük hızla devam etmektedir.

Süperiletkenlik konusundaki ilk çalışmalar asrımızın ilk yıllarında başlamıştır. Alman fizikçisi Heike Kamerlingh Onnes 1911 yılında cıvanın  $4^{\circ}\text{K}$  sıcaklığa inildiğinde öz direncinin ölçülemeyecek derecede küçüldüğünü gördü. Bundan 22 yıl sonra, 1933 de Meissner ve Ochsenfeld, süperiletken maddelerin magnetik alanı geçirmediğini (Meissner olayını) keşfettiler. Böylece süperiletken halde maddenin direncinin olmadığı ve mükemmel diyamagnetik olduğu günümüzden 60 sene öncelerinden beri bilinmektedir. Bu süre içerisinde bilim adamları sıvı helyum sıcaklığında ( $4,2^{\circ}\text{K}$ ) ve sıvı azot sıcaklığında ( $77^{\circ}\text{K}$ ) pek çok iletkenlik ve suseptibilite (magnetik geçirgenlik) ölçme çalışmaları yaptılar. Mutlak sıfır sıcaklık ( $-273^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{K}$ ) civarında pek çok metal bileşiklerinin süperiletken hale geçtiği o yıllardan beri bilinmektedir. Fakat arzu edilen, süperiletkenliğin, insanoğlunun çevre sıcaklığı ( $20^{\circ}\text{C} = 293^{\circ}\text{K}$ ) içinde de gerçekleştirilebilmesidir.

İnsanoğlunun yaşadığı normal çevre sıcaklığında süperiletken olan bir madde yapmak çok büyük bir keşif olacaktır. Zira insanlığın içinde bulunduğu enerji-krizine bir oranda çözüm bulunmuş demektir. İşte bu sebeple son yirmi yıl içinde dünya üzerinde pek çok üniversite ve araştırma kuruluşları bu konuya çok büyük yatırımlar yaptı ve araştırmalar başlattı. İlk olumlu bir sonuç 1973 yılında neobiyum-germanyum alaşımında,  $23^{\circ}\text{K}$ 'de gözlemlendi. Daha sonra 1986 yılında Zürih/İsviçre'de IBM Araştırma Merkezinde yoğun madde fiziği konusunda araştırmalar yapan Prof. Dr. K.Alexander Müller ve Dr. J.George Bednorz, Baryum-Lantanyum-Bakır-Oksijen alaşımının "perovskite" fazda,  $30^{\circ}\text{K}$  sıcaklıkta süperiletken hale geldiğini keşfettiler ve buluşlarını yayımladılar. Olay bilim dünyasında çok büyük bir yankı uyandırdı. O kadar büyük bir yankı uyandırdı ki; Müller ve Bednorz 1987 yılında Fizik dalında Nobel Bilim Ödülü ile ödüllendirildiler.

Nobel ödülünden sonra konu üzerindeki çalışmalar daha yoğun bir durum almıştır. Literatürde  $273^{\circ}\text{K}$  sıcaklıkta ya da oda sıcaklığında ( $20^{\circ}\text{C}$ ) süperiletken olan seramik maddeler yapıldığını ileri süren yayınlar çıkmaktadır. Hatta çok daha yukarı sıcaklıkta ( $500^{\circ}\text{K}$ ) süperiletken madde yapıldığı yayınlanmakta ise de bunlar henüz spekülatif (tartışmalı) bulunmaktadır. "Bilimsel olarak doğruluğu herkes tarafından kabul edilen çalışmalar henüz  $125^{\circ}\text{K}$ 'e kadar gelebilmiştir.

Son üç yıl içerisinde konu üzerindeki bilimsel çalışmalar çok daha yoğun bir duruma girmiştir. Az sayıda ümitsiz yorumlar yapılmakla birlikte bilim adamları ve araştırma kuruluşları bu konudaki çalışmalarını azimle sürdürmekte ve sonuca ümitle bakmaktadır. □