

SÜPERİLETKENLERİN GEÇMİŞİ VE GELECEĞİ

Mustafa KARAMAN *

Elektrikğin iletiminde kullanılan maddelerdeki elektrik enerjisi kaybı ve bu kayıpla gelen istenmeyen yan etkiler, iletkenler üzerindeki çalışmalar hızlandırmış ve bu çalışmalar, elektrik ve elektronik alanında önemli bir araştırma dalı haline gelmiştir. Bir iletken maddenin iletkenliği, elektrik akımına karşı gösterdiği dirençle ters orantılı olup, iletkenin kimyasal ve fiziksel özelliklerine ve sıcaklık gibi dış etkenlere bağlıdır. İletkenler üzerine yapılan çalışmaların amacı, kimyasal ve fiziksel özellikleri kullanarak iletkenin direncini sıfıra ve maliyetini de minimuma indirebilecektir. Süperiletken, iletkenliği sonsuz (direnç sıfır) olan iletken maddeye denmektedir. Bilinen iletkenlerin (bakır, demir, altın vb.) iletkenliği sonsuz olmadığı için, az da olsa elektrik akımına karşı bir direnç gösterirler. Bu sebeptir ki, iletkenler ile ilgili çalışmalar süperiletkenler üzerinde yoğunlaşmıştır. Süperiletkenlerin iletkenlerin yerini alması halinde teknolojiye büyük değişim ve gelişime neden olacak büyük bir kazanç sağlanacaktır.

Süperiletkenlerin Keşfi ve Tarihi Gelişmesi

Süperiletkenlik, Alman fizikçi H.Onnes tarafından 1911'de keşfedildi. Onnes, civa elementini mutlak sıfır denilen -273°C 'ye (0- K) çok yakın bir sıcaklığa kadar soğutup, bu sıcaklıkta civanın direncinin sıfır olduğunu buldu. Bu keşiften sonra süperiletkenler teorisi gelişti ve mutlak sıfıra yakın sıcaklıkta süperiletken olan birçok bileşik bulundu. Bu gelişmelerin pratik bakımından pek bir anlamı yoktu, çünkü bu kadar düşük bir sıcaklığın elde edilmesi ve korunması çok zordu; yani maliyeti çok yüksekti. Pratikte böyle düşük bir sıcaklık, iletkenin sıvılaştırılmış Helyum içinde saklanması ile mümkündür. Bilindiği gibi, Helyum gazı ancak -269°C ve daha aşağı derecede sıvı halde bulunabilir. Helyumun sıvılaştırılması ve sıvı olarak korunması ise çok pahalıdır. Bütün bunlar araştırmaları, süperiletkenlerin süperiletkenlik sıcaklığını arttırmak ve süperiletkenlik sıcaklığı yüksek (idealde, en az oda sıcaklığı olan 27°C derece) yeni bileşikler elde etmeye yöneltti.

1970'li yılların başlarında araştırmacılar, Niobiyum ve Germaniyumdan elde ettikleri bir alaşımın -250°C derecede süperiletken olduğunu buldular. Nisan 1986'da IBM Zürih Araştırma Laboratuvarında, -238°C derecede süperiletken olan ve baryum, lantanyum, bakır ve oksijenden oluşan özel bir bileşik elde ettiler. Daha sonraki araştırmalarla -196°C derecede süperiletken olan bir bileşik bulundu. Bu önemli bir aşamayı; çünkü maliyeti sıvı Helyumdan daha ucuz olan nitrojen, bu sıcaklıkta sıvı halde bulunabiliyordu.

Son olarak 1987 Şubat'ında, Huntsville'deki Alabama Üniversitesi fizikçileri tarafından -180°C süperiletken olan bir bileşik bulundu. Araştırmayı yapan fizikçilerden M.Wu, bu- luşları hakkında "Bu sonucu elde ettiğimizde o kadar heyecan-



Var olan güneş enerjisi santrallerinde bu gün için en önemli sorun; enerjinin depo edilememesi, yüksek sıcaklıklarda elde edilecek süperiletkenler sayesinde belki de çözümlenebilecek.

canlı o kadar sınırlıydık ki, ellerimiz titriyordu. Hatta önce sonucun bir hatadan kaynaklandığını düşündük." diyordu. Wu'nun grubuyla aynı zaman içinde, Houston Üniversitesi fizikçilerinden P.Chu, -175°C süperiletken olan bir bileşik buldu. Chu bu sonucu açıklarken, birkaç ay içinde bu sıcaklığı -153°C yükseltebileceklerini ve ileride bu sıcaklığın oda sıcaklığına çıkarılmasının imkânsız olmadığını belirtti. Chu, bileşiği ve elde edilmesini Physical Review Letters'de yayımlayacağını açıkladı. Bu arada süperiletkenler teorisi üzerindeki çalışmalarıyla 1972'de Nobel ödülü alan Illinois Üniversitesi fizikçilerinden J.Bardeen, oda sıcaklığında süperiletken olan bileşiklerin elde edilmesine teorik olarak hiçbir engelin bulunmadığını, ancak bunun, aldatıcı bir iş olduğunu belirtti.

Resmi olarak açıklanmayan bazı sonuçlarda oda sıcaklığına yakın sıcaklıklarda bazı bileşiklerin süperiletken olduğu gözlemlenmişse de deneylerin tekrarında bir daha aynı gözlemler yapılamamış ve bu sürpriz sonuçların bazı hatarlardan kaynaklandığı kabul edilmiştir.

Süperiletkenlerin Kullanım Alanları

Süperiletkenlerin belli başlı kullanım alanları şöyle sıralanabilir:

• **Elektrikğin, santrallerden tüketim alanlarına iletilmesinde:** Elektrik enerjisi kaybının çok olduğu, yüksek gerilim hatlarında kullanılan kabloların süperiletkenlerden yapılması halinde bu kayıplar önlenecek ve dünya genelinde milyonlarca dolarlık tasarruf sağlanacaktır.

• **Demiryolu taşımacılığında:** Raysız trenler veya uçan trenler olarak bilinen trenler, elektrikle üretilen manyetik alan vasıtasıyla hareket etmektedir. Bu manyetik alanın üretiminde kullanılan malzemenin süperiletkenlerden yapılması hem çok büyük olan enerji kaybını önleyecek hem de daha hızlı trenlerin yapımına imkân verecektir.

• **Görüntüleme cihazlarında:** Manyetik rezonans prensibiyle çalışan cihazlarda manyetik rezonansı oluşturan iletkenlerin süperiletkenlerden yapılması çok daha hassas cihazların yapımına imkân verecektir.

* Bilken Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Müh. Böl. Arş. Gör.

• **İvmelendiricilerde:** Bilimsel deneylerde kullanılan parça ivmelendiricilerde, ışık hızına yakın hızla hareket eden parçaların merkeze bağlı tutulabilmesi için çok güçlü mıknatıslar gerekmektedir. Bu mıknatısları süperiletkenlerden yapılmasıyla elde edilecek verim ve dolayısıyla tasarruf çok büyü olacaktır. Örneğin; Chicago yakınlarındaki Fermilab'de Tevatron adıyla bilinen ivmelendiricide binden fazla süperiletken mıknatıs olup bunlar sıvı helyumla soğutulmaktadır. Soğutmanın maliyeti yıllık 5 milyon \$ olmasına rağmen mıknatısların süperiletken olmasıyla elde edilen verimlilik, yıllık 185 milyon \$ tasarruf sağlamaktadır. Yine 52 millik bir dairesel çevresi olan, başkan Reagan tarafından 4-6 milyar \$'lık projesi geçen Şubat ayında onaylanan dev çarpıştırıcı ve ivmelendirici için, 10 bin süperiletken mıknatıs kullanılacak. 1990'lı yıllarda tamamlanmasından sonra süperiletken mıknatıs kullanımını sayesinde yıllık 600 milyon \$ tasarruf sağlayacaktır.

• **Elektronik devrelerde:** Elektronik devrelerde özellikle de tümleşik devrelerde ara bağlantılarda kullanılan iletkenlerin dirençlerinden dolayı meydana gelen olumsuz etkiler (sin-yallerin distorsiyonu, ısınma, zaman gecikmesi, vb) ve bu etkilerin azaltılması için yapılan maliyet artışı, bu iletkenlerin yerine süperiletkenlerin kullanılmasıyla ortadan tamamen kaldırılabilecektir.

• **Elektrik motorlarında ve jeneratörlerde:** Elektrik motorlarında ve jeneratörlerde, elektrik enerjisini hareket enerjisine, hareket enerjisini elektrik enerjisine çeviren temel kısımlardan biri olan bobinlerde kullanılan iletkenlerde enerji kaybı ve verim düşüşü, bobinlerin süperiletkenlerden yapılmasıyla önenebilecektir. Böylece elde edilecek verim ve tasarruf miktarının büyüklüğü, elektrik motorlarının ve jeneratörlerin kullanım alanının genişliği düşünülürse ancak anlaşılabilir.

Görüldüğü gibi süperiletkenlerin kullanım alanı hemen elektriğin kullanım alanı kadar büyüktür fakat herşeyden önce, oda sıcaklığında ve daha yüksek sıcaklıklarda süperiletken olan bileşikler bulunması veya bulunmuş olanların süperiletkenlik sıcaklıklarının bu düzeye çıkarılabilmesi gerekmektedir. Değilse, yukarıda sayılan kullanım alanlarının birçoğunda süperiletkenler, anlatılan verim ve tasarrufu sağ-



Bilimsel deneylerin yapılmasına olanak veren hızlandırıcılardaki dev mıknatıslarda kullanılan süperiletkenler çok pahalı olan sıvı helyum ile soğutulmaktadır. Yeni süperiletkenler çok daha ucuz elde edilebiliyor.

lamayacaktır. Gerçi mevcut süperiletkenler bugünkü maliyetleriyle, bazı alanlarda çok daha ekonomiktir ama bu alanlar oldukça sınırlıdır.

Araştırmacılar, çok yakın gelecekte süperiletkenlik sıcaklığının oda sıcaklığına ve daha da yukarıya çıkarılabileceğine kesin gözüyle bakmaktadırlar. Bu gerçekleştiği takdirde teknolojiye büyük bir değişim ve gelişim olacaktır. Öyleki, teknolojinin hemen hemen bütün dallarında mevcut üretim sistemlerinin yenilenmesi gerekecektir. Bu kısa vadeli bir değişim olmayacaktır ancak uzun vadede kaçınılmazdır. Bu değişim ve gelişim uluslararası pazarlardaki mevcut dengeleri ve dolayısıyla devletlerin sanayileşme, ekonomi ve dış politikalarını etkileyecektir ve belki de yeni oluşumlara ve dengelerin yeniden kurulmasına neden olacaktır.

*Bir saati olan adam zamanı bilir;
ama iki saatli bir adam bundan
o kadar emin değildir.*

ANONİM

