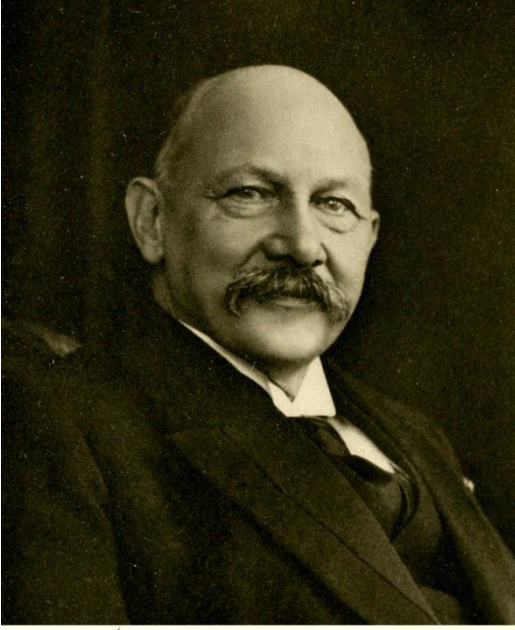


SÜPERİLETKENLER TEKNOLOJİDE DEVRİM YARATTI

Süperiletkenlerin elektriksel dirençleri belirli bir sıcaklığın altında sıfırdır. MRI cihazları ve Maglev denilen manyetik raylı hızlı trenlerde süperiletken kullanılır.

Süperiletkenlik Hollanda'da Leiden Üniversitesi'nde Keşfedildi

Hollandalı fizikçi H. K. Onnes, 1908'de helyum gazını sıvılaştıran ilk bilim adamı oldu. H. K. Onnes'in bu keşfi, daha sonra çok önemli buluşların gerçekleşmesini sağladı. Helyum gazı -269 santigrat derecede (4,2 K (Kelvin)) sıvılaşır. Ulaşılabilecek en düşük sıcaklık -273,15 santigrat derecenin biraz üzerindedir, ama -273,15 dereceye ulaşmak mümkün değildir. Bu sıcaklık, 0,0 (sıfır) Kelvin veya mutlak sıfır derece olarak tanımlanır. Hollandalı Onnes'in mutlak sıfır derecesine yaklaşarak helyum gazını sıvılaştırması, o dönem için çok büyük bir başarıydı. Onnes, Hollanda'da Leiden Üniversitesi'nde sıvı helyumla çeşitli deneyler yaptı ve bu deneylerden birinde, cıvanın elektriksel iletkenliğinin nasıl değiştiğini inceledi. Oda sıcaklığında sıvı halde bulunan cıvayı sıvı helyum ile -269 dereceye kadar soğuttu. Katı hale geçen cıvanın elektriksel direncinin ölçülemeyecek kadar küçüldüğünü 1911'de buldu ve daha sonra, bu sıcaklıkta cıvanın direncinin sıfıra düştüğü belirlendi. Onnes'in süperiletkenliği nasıl keşfettiği yaklaşık 100 yıl sonra bulunan laboratuvar defteri incelenince anlaşıldı. Defterinde yazılı olan koşullarda deney tekrarlandı ve aynı sonuçlara ulaşıldı. Onnes, 8 Nisan 1911 günü saat 16.00'da laboratuvar defterine "Kwik nagenoeg nul" yani "cıva (direnci) neredeyse sıfır" yazmıştı. Onnes, halka şekline getirdiği bir süperiletkene pil bağlayarak elektriğin geçmesini sağladı ve ardından pili çıkardı. Devrede pil olmadığı halde elektrik akımı geçmeye devam etti ve akımın şiddeti azalmadı. Süperiletkenlere bir kez elektrik verildiğinde, pil veya güç kaynağı devreden çıksa bile elektrik akımının geçmeye devam ettiğini kanıtladı. Bu teknik günümüzde de MRI cihazlarında kullanılmaktadır.



Heike Kamerlingh Onnes

Süperiletkenliği 1911'de keşfeden Hollandalı Heike K. Onnes

Diğer Süperiletken Maddelerin Keşfi

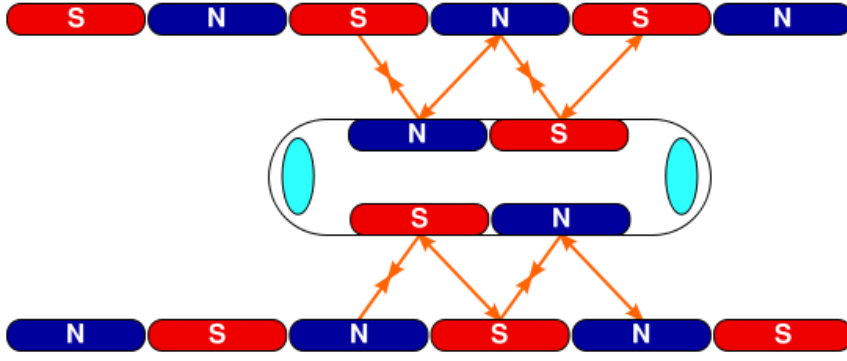
Cıvanın çok düşük sıcaklıkta süperiletken oluşu, diğer metallerin bazılarının da süperiletken olabileceği düşüncesini doğurdu. Kurşun metalinin sıcaklığı 7 K değerine düşürülünce süperiletken olduğu 1913'te bulundu. Niyobyum nitrür adlı maddenin sıcaklığı 16 K değerine düşürülünce maddenin süperiletken özelliği kazandığı 1941'de anlaşıldı. Daha sonra, vanadyum-silisyum alaşımı soğutuldu ve sıcaklık 17,5 K'e düşürülünce alaşımın süperiletken olduğu belirlendi. İlk sanayi ürünü olan süperiletken tel, 1962'de ABD'de Westinghouse firmasının araştırma laboratuvarında niyobyum-titanyum alaşımı soğutularak elde edildi. Parçacık hızlandırıcılarda kullanmak amacıyla ilk süperiletken elektromıknatıslar, bakır-niyobyum-titanyum alaşımından üretildi. Bu tür mıknatıslar daha sonra ABD'de Fermilab hızlandırıcısında kullanıldı.



Shanghai-Çin’de Maglev treni 2005

Metal Oksit Süperiletkenler

Bazı metal ve metal alaşımlarının çok düşük sıcaklıklarda süperiletken oluşu, süperiletkenlerin sanayide yaygın olarak kullanımını zorlaştırmaktadır. Sıcaklığın -269 dereceye düşürülmesi, sıvı helyum kullanmayı gerektirdiği için daha yüksek sıcaklıklarda süperiletken olabilecek maddeler araştırıldı. Metal oksitlerin -260 derecede (17 K) süperiletken olduğu 1970’lerin sonunda ortaya çıktı. İsviçre’de IBM Araştırma Laboratuvarı’nda 1986’da, hazırlanan metal oksit karışımı olan bir seramiğin, -238,2 derecede (35 K) süperiletken olduğu bulundu. Bu seramik, o tarihe kadar bulunan tüm süperiletkenlerden çok daha yüksek sıcaklıkta süperiletken olmuştu. Ardından 1993’te, özel koşullarda hazırlanan cıva-baryum-kalsiyum-bakır oksit karışımının -243 derecede (133 K) süperiletken olduğu Nature Dergisi’nde yayınlanan bir makale ile duyuruldu. Dünyanın çeşitli laboratuvarlarında bu deney tekrarlandı ve aynı sonuç elde edildi. Daha sonra farklı metal oksit karışımları incelendi ve çok sayıda benzer maddenin süperiletken olduğu görüldü. Süperiletken olabilen bu tür metal oksit karışımlarının hazırlanması çok zor değildir. Cıva-baryum-bakır oksit veya başka oksitlerden süperiletken yapmak için bu elementlerin oksit veya karbonat bileşikleri birlikte öğütülür. Karışım, 800-950 derecede birkaç saat fırında tutulur. Karışım soğutulup tekrar öğütülerek aynı sıcaklıkta yeniden fırınlanır. Bu işlemler birkaç kez tekrarlanarak karışımın homojen hale gelmesi sağlanır. Ardından, karışım preslenerek küçük diskler elde edilir, bu diskler uygun sıcaklıkta sinterlenir ve kontrollü olarak soğutulularak iletkenliği test edilir.



Maglev treninde, elektromıknatısların kutupları (N ve S) sürekli değiştirilerek tren hareket ettirilir

Süperiletkenler, Maglev Trenini Havada Asılıyken Hareket Ettirir

Maglev levitasyon treni tekerleksizdir ve süperiletken mıknatıslar sayesinde havada asılı durur. Bu trende motor yoktur ve sadece elektromıknatıslar yardımıyla hareket eder. Maglev kelimesi İngilizce “magnetic levitation” yani manyetik yükseltme ifadesinin kısaltmasından türetilmiştir. Maglev treninin, içinde hareket ettiği kanalın yan taraflarında ve trenin tabanında yan yana dizili elektromıknatıslar vardır. Trendeki mıknatısın N kutbu kanaldaki mıknatısın N kutbunu iterken S kutbu da kanaldaki mıknatısın S kutbunu iterek treni havada asılı tutar. Tren ve kanaldaki hareket mıknatısları ise sürekli kutup değiştirerek trenin öne doğru gitmesini sağlar. Kanaldaki hareket mıknatısının N kutbu, trendeki hareket mıknatısının S kutbunu çekince tren ilerler ve tren ilerlediği anda o mıknatıs, kutup değiştirerek treni iter. Böylece tren hareket ettikçe mıknatısların kutup değiştirme hızı artar ve tren de hızlanır.

Japonların Maglev treni 2003’te saatte 581 kilometre hız yaparak dünya rekoru kırdı. Almanların geliştirdiği Maglev, Shanghai-Çin’de 2004’te devreye alındı.

Prof. Dr. Ural Akbulut
ODTÜ Kimya Bölümü

Tarihte bugün

21 Kasım 1905: Albert Einstein’in kütle-enerji ilişkisini veren $E = mc^2$ denklemiyle ilgili makalesi basıldı