

KATIHAL FİZİĞİ 2-FİZ 410

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi
Fizik Bölümü

SÜPERİLETKENLER

11. hafta

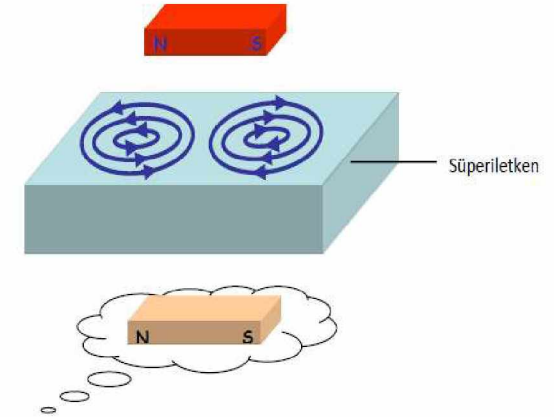
Süperiletkenlik

1. SIFIR DİRENÇ

- I. Termal titreşimler
- II. Yapı kusurları ve safsızlıklar

$$\rho = \rho_0 + \rho_i$$

2. MÜKEMMEL DİYAMANYETİZMA



Şekil 2.2 Mükemmel diamanyetizma.

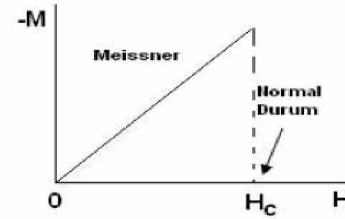
I. Tip ve II. Tip Süperiletkenler

i) I. tip süperiletkenler: Belirli bir H_c alanına kadar Meissner Etkisi gösterirken, kritik alan değerine geldiklerinde süperiletken durumdan normal duruma keskin bir geçiş yaparlar.

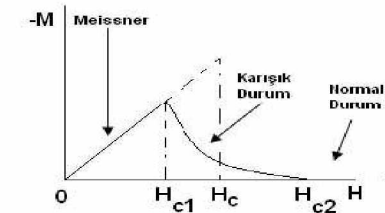
ii) II. tip süperiletkenler: Bu yeni tip süperiletkenlerin en önemli özelliği bunların iki tane kritik manyetik alana sahip olmalarıdır. II. tip süperiletkenler düşük kritik alan H_{c1} altında Meissner etkisi gösterirken $H_{c1} < H < H_{c2}$ arasındaki alanlarda, yeni bir durum olan karışık (mixed) durumda bulunurlar. Bu durumda manyetik akı yoğunluğu $B \neq 0$ olup Meissner etkisi tam oluşmamıştır.

I. Tip ve II. Tip Süperiletkenler

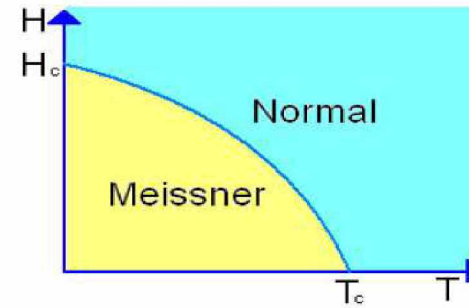
- Bu yeni tip süperiletkenlere $\mathbf{B}=\mu_0\mathbf{H}$ biçiminde bir manyetik alan uygulandığında H_{c1} alt kritik alan değerinden H_{c2} üst kritik alan değerine kadar sürekli artan bir oranda süperiletken numuneye akının nüfuz edeceğini göstermiştir.



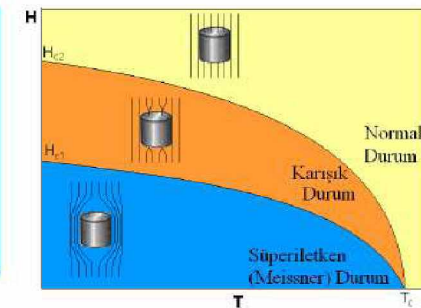
(a)



(b)



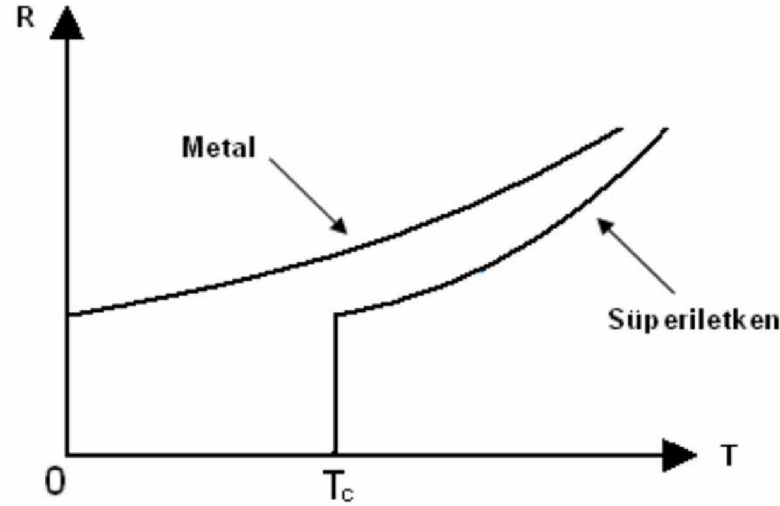
(c)



(d)

Süperiletkenlik Parametreleri

- Kritik sıcaklık:** Sıcaklığa bağlı elektriksel direnç ölçümü yaptığımız zaman sıcaklık değeri belirli bir sıcaklığa düştüğünde direnç aniden sıfıra düşer. Bu sıcaklığa kritik sıcaklık denir ve T_c ile ifade edilir.



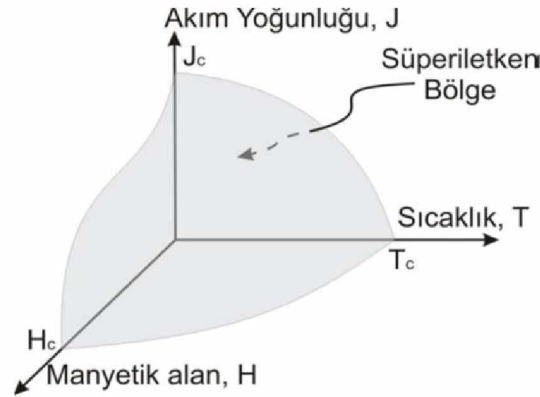
Süperiletkenlik Parametreleri

2. Kritik alan: Süperiletkenin sıcaklığı T_c 'nin altında bir sıcaklıktayken uygulanan manyetik alan arttırılırsa belirli bir değere ulaştığında süperiletken fazdan normal faza bir geçiş olur. Malzemeyi süperiletken durumdan normal duruma geçiren manyetik alan değerine kritik manyetik alan denir ve bu değer sıcaklığın bir fonksiyonudur (Orlando ve Delin 1991):

$$H_c(T) = H_{c0} \left(1 - \frac{T^2}{T_c^2} \right)$$

Süperiletkenlik Parametreleri

3. Kritik akım yoğunluğu: Bir süperiletken numuneden, süperiletkenliği bozmadan taşınabilecek akım miktarının bir üst limit vardır. Bu üst limit kritik akım yoğunluğu olarak adlandırılır(Rose-Innes ve Rhoderick 1994).



Süperiletkenlik Parametreleri

Sızma derinliği : I. tip süperiletkenlerde oluşan yüzey akımları, manyetik alanların süperiletkenin içinden dışarı atılması sonucunu doğurur. Dışarlanma sonucu oluşan yüzey akımları, gerçekte yalnızca numunenin yüzeyindeki çok ince tabakada oluşmazlar. Tersine bu akımlar yüzeyden maddeye nüfuz ederek, sonlu kalınlıkta bir et tabakası üzerine dağılırlar. H alanı, derinlikle

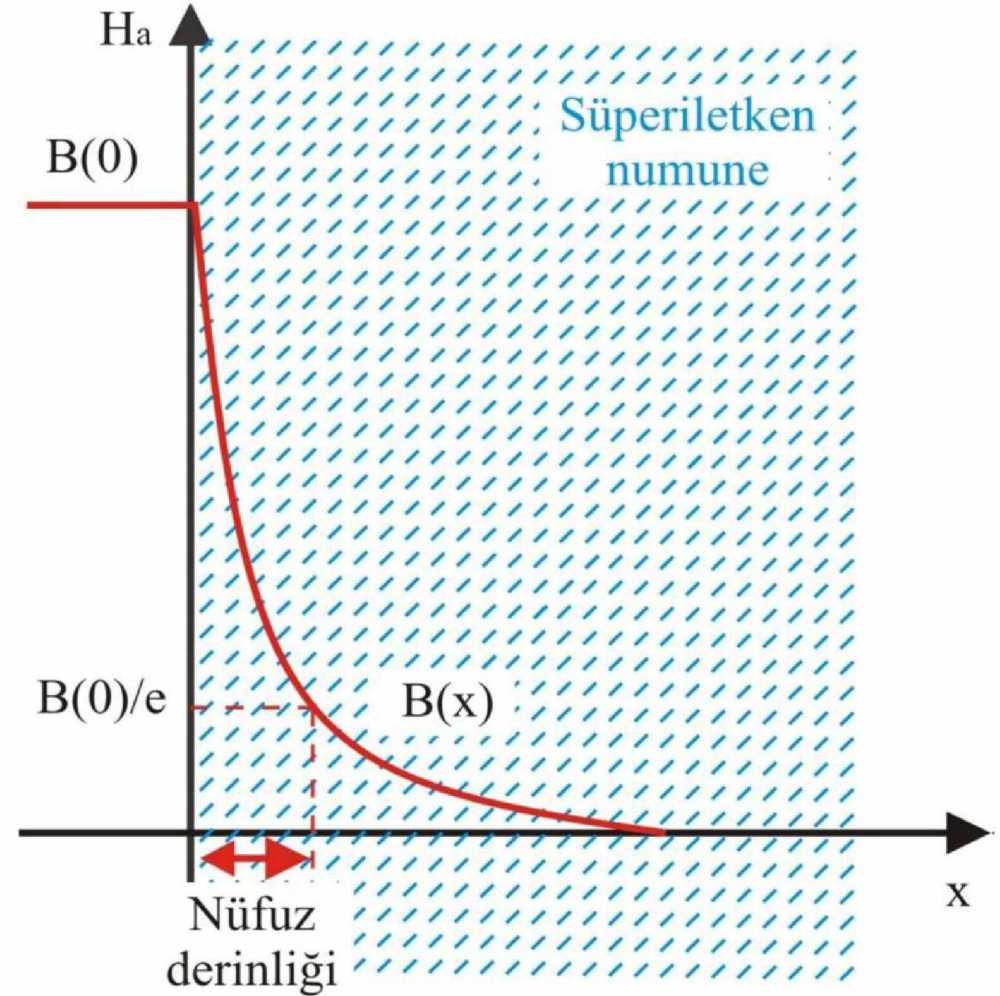
$$H(x) = H_0 \exp(-x/\lambda)$$

şeklinde değişir. Burada λ sızma derinliğidir. (London ve London 1935).

Süperiletkenlik Parametreleri

Sızma derinliği

$$\lambda(T) = \lambda_0 \left[1 - \left(\frac{T}{T_c} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$



Süperiletkenlik Parametreleri

Eşuyum uzunluğu: Bir süperiletken geçiş sıcaklığının altında bir sıcaklığa soğutulduğu zaman, iletim elektronlarına karşı ekstra bir düzen oluşur. Bu sıcaklıkta süperiletken içindeki elektronlar süperelektronlar ve normal elektronlar olmak üzere ikiye ayrılır. Normal bölgede elektronların hepsi normal elektron olarak davranırken, mutlak sıfırda elektronların hepsi süperelektron olarak davranır. Uyum uzunluğu varlığının bir sonucu, süperiletken ve normal bölgeler arasındaki sınırın keskin olamayacağıdır. Çünkü süperelektron yoğunluğu normal bölgede sıfırdan başlayarak süperiletken bölgedeki n_s değerine kademeli olarak uyum uzunluğu mesafesinde ulaşabilir (Rose-Innes ve Rhoderick 1994).

Süperiletkenlik Parametreleri

Eşuyum uzunluğu:

I.Tip ve II.Tip süperiletkenlerde numune sınırındaki uyum uzunluğu ve girme derinliği (Rose-Innes ve Rhoderick 1994).

