

# **KYM 345 Yeni Malzemeler**

**Süperiletken, Optik ve  
Manyetik Malzemeler**

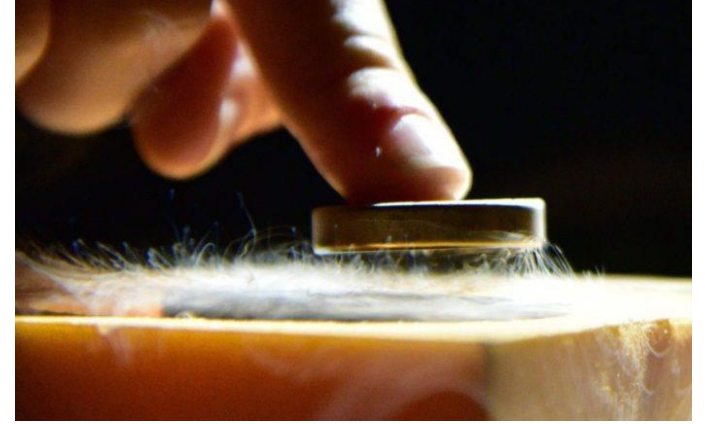
# Süperiletken Malzemeler

- Özel bir elektronik malzeme sınıfını temsil ederler.
  - **süperiletkenler**,
  - iletkenler,
  - yarı-iletkenler,
  - dielektrikler veya yalıtkanlar

## Süperiletkenlik özellik

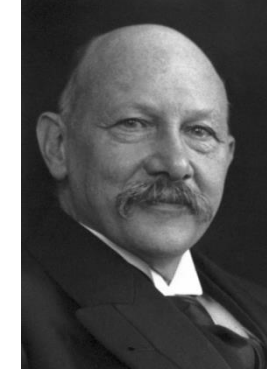
Belirli malzemelerin karakteristik kritik sıcaklıkları ( $T_c$ ) altına soğutulduklarında (genellikle 135 K (-138.15°C) ve altı) elektriksel dirençlerinin sıfır olması ve üzerine uygulanan manyetik alanı tamamen dışlaması olarak açıklanabilir.

Belirli koşullar altında sıfır elektriksel direnç gösteren malzemelere **süperiletken malzemeler** denir.



# Süperiletken Malzemeler

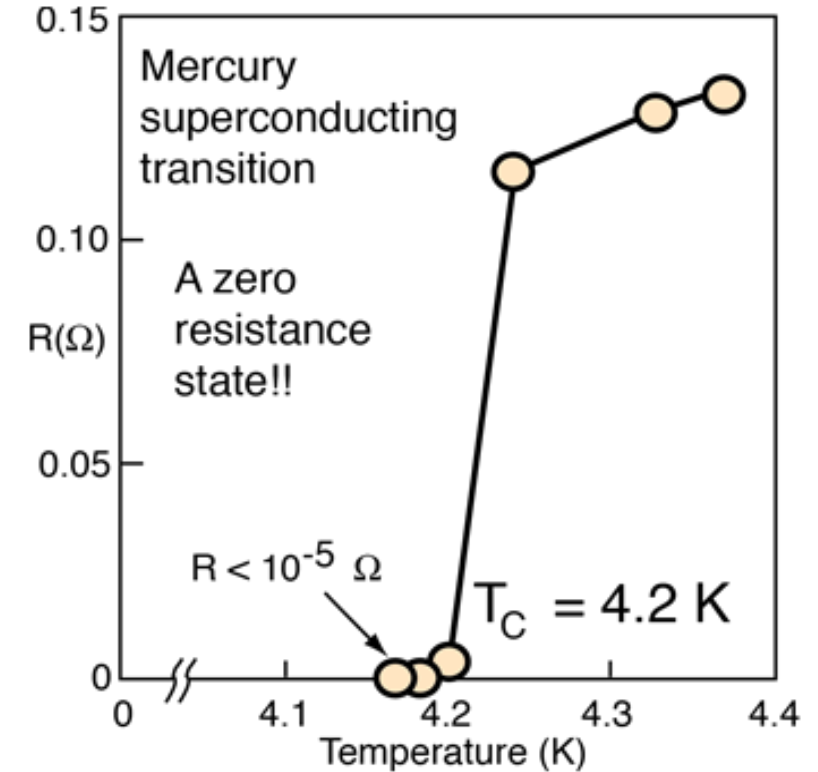
Süperiletken olduğu keşfedilen ilk malzeme 'Civa' elementidir. Hollandalı fizikçi Heike Kamerlingh Onnes ve çalışma grubu tarafından 8 Nisan 1911'de keşfedilmiştir. Civa, sıvı helyum kullanarak 4.2 K'e soğutulduğunda elektriksel direnci sıfıra ( $<10^{-5}\Omega.m$ ) yaklaşmaktadır.



## '1913 Nobel Fizik Ödülü'

Her süperiletken malzemenin kendisine ait;

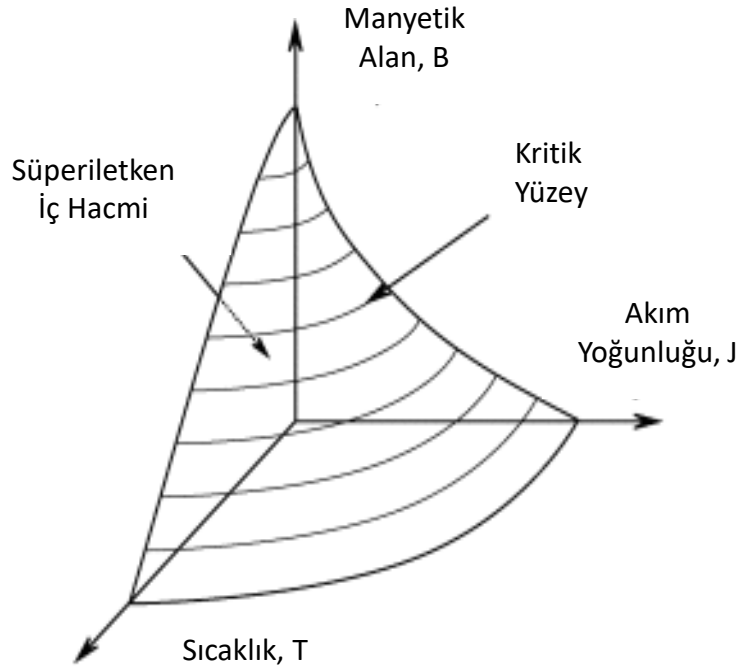
- kritik sıcaklığı ( $T_C$ ),
- kritik manyetik alanı ( $B_C$ ),
- kritik akım yoğunluğu ( $J_C$ ) vardır.



# Süperiletken Malzemeler

1911'den günümüze **30000'den fazla element, alaşım ve bileşiğin süperiletken davranış gösterdiği** tespit edilmiştir. Ancak süperiletken malzeme içeren cihaz, ürün sayısı oldukça azdır.

Süperiletkenlerden elektriksel ve termal olarak kararlı kabloların nasıl oluşturulacağına yönelik yeterli bilginin olmayışı önemli bir faktördür.



Bunun temel nedenleri,

- bu malzemelerin oda sıcaklığının çok altındaki sıcaklıklarda süper iletken duruma geçmesi
- sınırlı bir elektrik akımı yoğunluğu ve
- sınırlı manyetik alan aralığı

Bu parametrelerin maksimum değerleri birbirleri ile ilişkilidir.

# Süperiletken Malzemeler

Süperiletken malzemelerin önemli iki temel özelliği bulunmaktadır.

- Doğru akımda sıfır direnç özelliğine sahiptirler. Alternatif akımda ise kayıplar mevcuttur.
- Mükemmel diamanyetik özelliğe sahiptirler.

Malzemenin öz direnci sıcaklığın düşmesiyle azalmakta ve  $T_C$  değerinde sıfır olmaktadır. Bu durumda manyetik alınganlık değeri de -1 olmaktadır. Manyetik alınganlık değerinin -1 olması malzemenin mükemmel diamanyetik özellikte olduğunu göstermektedir. Malzeme üzerine uygulanan bütün manyetik alanı dışlamaktadır. Manyetik alanın dışlanması olayına Meissner etkisi denmektedir.

Manyetik alanın artmasıyla malzemenin verdiği tepkiye göre süperiletkenler iki kategoriye ayrılmaktadır.

Elektron dizilişi yazılan maddenin bütün elektronları eşleşmiş ise net bir manyetik alan oluşmayacağından bu tür maddeler manyetik alandan etkilenmezler ve diamanyetik olarak isimlendirilirler

# Süperiletken Malzemeler

**I. Tip Süperiletkenler:** Manyetik alanları küçüktür. Belirli bir manyetik alandan sonra Meissner etkisinden kurtulup normal duruma geçerek içerisine manyetik akının tamamen nüfuz etmesine izin vermektedir. Genellikle saf bir metallere yapılmıştır.

Hg, In, Pb vs.

**II. Tip Süperiletkenler:**  $B_{c1}$  olarak adlandırılan alt kritik manyetik alan değerine kadar I. Tip ile aynıdır. Manyetik akı malzemeye nüfuz etmez. Bu değerden  $B_{c2}$  değerine kadar ise kısmi akı geçişi söz konusudur. Ancak süperiletkenlik özelliği devam etmektedir.  $B_{c2}$  değerinden sonra ise malzeme normal faza geçiş yaparak süperiletkenliğini kaybetmektedir. Genellikle alaşımlardan ve kompleks seramik oksitlerdir.

Nb, V, Tc, Nb-Ti, Y-Ba-Cu-O vb.

# Süperiletkenlerin Uygulamaları

- Taşımacılık/Ulaşım Sektörü
  - Süperiletken (Manyetik) trenler
  - Gemi itme sistemleri
  - HTS Degaussing Bobinleri (Askeri gemilerde bakır bobinler yerine)
- Sağlık Sektörü
  - MRI sistemleri
  - Ultra-Düşük Alanlı Manyetik Rezonans Görüntüleme
  - Manyetik Kaynaklı Görüntüleme
  - Magnetokardiografi
- Enerji Sektörü
  - HTS kablolar
  - AC Güç İletim Kabloları
  - DC Güç Aktarım Kabloları
  - Enerji Depolama
  - Trafolar
  - Hatalı Akım ve Kaçak Akım Sınırlayıcılar
  - HTS Motorlu Rüzgar Gülleri ve Enerji üretimi

# Süperiletkenlerin Uygulamaları

- Yüksek Enerji Fiziğindeki Uygulamaları

- Madde ve Enerjinin Doğasının Keşfi
- Füzyon enerjisi

- Diğer Endüstriyel Uygulamalar

- NMR Uygulamaları
- Kaolin kil İşleme
- HTS Katı Atık Temizleme Sistemleri
- Tek Kristal Si İngot Üretimi
- Uzay Araştırmaları
- HTS İndüksiyon Isıtıcı Sistemleri



# Manyetik Malzemeler

**Manyetizma:** Manyetik nesnelere çekebilene veya itebilen bir kuvvettir. Farklı ortamlara nüfuz eden manyetik alanlar manyetizmaya aracılık eder. Belirli malzemelerin doğalarından kaynaklanan özellikleridir. Yine de bazı malzemeler, gereksinimlere bağılı olarak mıknatıslanabilir veya manyetikliğı giderilebilir.

## Nasıl olur?

Bir elektrik akımı gibi, manyetizmaya da temel seviyedeki elektronlar neden olur. Elektronlar dönme hareketi yaparlar, bu da küçük bir manyetik dipol oluşturur.

Dünyadaki tüm kalıcı mıknatıslar her biri çok farklı özelliklere sahip beş tür malzemedenden yapılmaktadır.

- Ferrit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )
- Neodyum (Nd-Fe-B)
- Alnico (Al-Ni-Co)
- Samaryum kobalt (Sm-Co)
- Manyetik kauçuk

# Manyetik Malzemelerin Sınıflandırılması

Malzemelerin manyetik davranışları beş ana sınıfa ayrılır:

## Diyamanyetizma:

Net manyetik momente sahip olmayan atomlardan oluşur (yörüngesel katmanlarının tümü doludur ve eşleşmemiş elektronları yoktur). Uygulanan alan olmadığında atomların net manyetik momenti yoktur. Uygulanan bir alanın etkisi altında dönen elektronlar hareket eder ve bir tür elektrik akımı olan bu hareket, uygulanan alanın tersi yönde negatif bir manyetizasyon üretir. Tüm malzemelerin bir diyamanyetik etkisi vardır, ancak, genellikle diyamanyetik etkinin daha büyük paramanyetik veya ferromanyetik terim tarafından maskelenmesi durumudur. Duyarlılığın değeri sıcaklıktan bağımsızdır. Su, kuartz ( $\text{SiO}_2$ ), kalsit ( $\text{CaCO}_3$ )

## Paramanyetizma:

Malzemedeki iyonlar veya atomların bazılarının kısmen dolu yörüngelerinde eşleşmemiş elektronlarından dolayı net bir manyetik momentin olduğu durumdur. Eşleşmemiş elektronlara sahip atomlardan biri demir atomudur. Manyetik etkileşimler ve uygulanan alan kaldırıldığında, manyetizasyonu diyamanyetik malzemelerinki gibi sıfır olur. Manyetik alanın varlığında, paramanyetik malzemelerin manyetik momentleri uygulanan alan ile aynı yönde kısmen yönelim gösterirler. Bu yönelim pozitif manyetizasyon ve pozitif duyunluğa yol açar. Pirit, montmorillonit, siderit, biotit

# Manyetik Malzemelerin Sınıflandırılması

## Ferromanyetizma:

Paramanyetik malzemelerin aksine ferromanyetik malzemelerin atomik momentleri çok güçlü bir etkileşim gösterirler. Bu etkileşimler elektronik değişim kuvvetleri tarafından üretilir ve atomik momentlerin paralel ya da antiparalel dizilimine yol açarlar. Değişim kuvvetleri çok büyüktür. Dünya'nın manyetik alanından yaklaşık olarak 100 milyon kez daha güçlüdür. Ferromanyetik malzemelerin manyetik momentleri paralel dizilim gösterirler ve manyetik alanın yokluğunda dahi büyük bir net manyetizasyona yol açarlar. Fe, Ni, Co ve alaşımları

## Antiferromanyetizma:

Antiferromanyetik malzemeler ferromanyetik malzemelere çok benzer, ancak komşu atomlar arasındaki değişim etkileşimi, atomik manyetik momentlerin anti-paralel hizalanmasına yol açar. Bu nedenle, manyetik alan birbirini götürür ve malzeme paramanyetik bir malzeme ile aynı şekilde davranır gibi görünür. Ferromanyetik malzemeler gibi, bir geçiş sıcaklığının (Néel sıcaklığı) üzerinde paramanyetik hale gelir. Periyodik tablodaki oda sıcaklığında antiferromanyetizma gösteren tek element kromdur.

## Ferrimanyetizma:

Manyetik yapı, oksijen tarafından ayrılmış iki tane manyetik alt örgüden (A ve B) oluşur. Oksijen anyonları değişim etkileşimlerine aracılık eder. En güçlü süper değişim etkileşimleri A ve B alt örgüleri arasındaki spinlerin antiparalel dizilmesine yol açar. Ferrimanyetlerde A ve B alt örgülerinin manyetik momentleri eşit değildir ve net bir manyetik momente oluştururlar. Ferromanyetik davranışların tüm özelliklerini gösterirler, ancak çok farklı manyetik düzene sahiptirler. Manyetit (mıknatıs) iyi bilinen bir ferrimanyetik malzemedir.

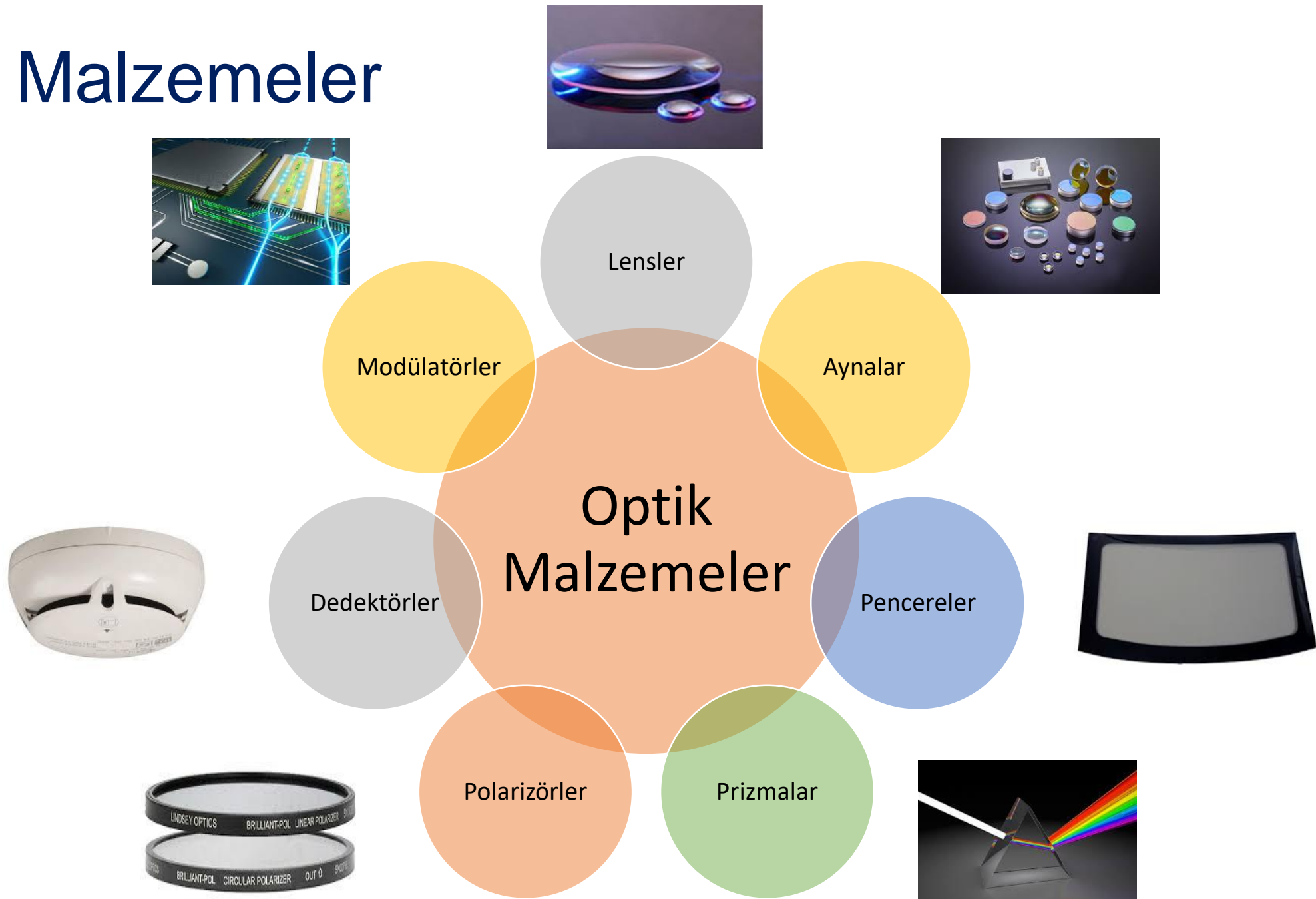
# Optik Malzemeler

**Optik:** Işıık hareketlerini, özelliklerini, ışığın diğer maddelerle etkileşimini inceleyen; fiziğin ışığın ölçümünü ve sınıflandırması ile uğraşan bir alt dalıdır.

Optik, genellikle gözle görülebilen ışık dalgalarının ve gözle görülemeyen morötesi ve kızılötesi ışık dalgalarının hareketini inceler. Çünkü ışık bir elektromanyetik dalgadır ve diğer elektromanyetik dalga türleri (X-ray, mikrodalga, radyo dalgaları gibi) ile benzer özellikler gösterir.

Optik malzemeler, en genel anlamda, işlevi morötesi (UV), görünür veya kızılötesi (IR) spektral bölgelerdeki elektromanyetik radyasyonu değiştirmek veya kontrol etmek olan malzemeler olarak tanımlanabilir.

# Optik Malzemeler



vb. gibi optik elemanlar halinde üretilebilir.

# Optik Malzemeler

**Kullanım amaçları:** ışığı kırmak, yansıtma, iletme, dağıtma, polarize etme, algılamak ve dönüştürme

Mikroskobik düzeyde, malzemedeki atomlar ve bunların elektronik konfigürasyonları, iletim ve kırılma gibi makroskopik optik özellikleri belirlemek için elektromanyetik radyasyon (fotonlar) ile etkileşime girer.

Bu optik özellikler;

- gelen ışığın dalga boyunun,
- malzemenin sıcaklığının,
- malzemeye uygulanan basıncın ve
- bazı durumlarda malzemeye uygulanan harici elektrik ve manyetik alanların fonksiyonudur.

# Optik Malzemeler

Optik malzemesi olarak kullanılabilen bir çok farklı malzeme bulunmaktadır.

Çoğu optik eleman **camdan**, **kristal malzemelerden**, **polimerlerden** veya **plastik malzemelerden** üretilmiştir.

Malzeme seçiminde;

- şeffaflık derecesi,
- kırılma indisi,
- malzemenin homojenliği,
- mukavemeti ve sertliği
- sıcaklık limitleri
- higroskopik doğası
- kimyasal direnci      dikkate alınmalıdır.