

Görünür bölgedeki kırmızı ışıktan daha fazla ısı veren kızılötesi ışığın ısıtıcı termometre, görünür spektrumun dışına konmuştur.

# Elektromanyetik Spektrum

1799 ve 1800 yıllarında William Herschel, ışık ile ısı arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere bir dizi deney yapmaktayken bu deneylerin birisinde, gün ışığını prizmadan geçirerek renklerine ayırdı ve bu renklerden her birini tek tek termometre üzerine düşürüp termometrenin gösterdiği sıcaklık artışlarını kaydetti. Herschel, bu deneyler sonucunda, gün ışığını oluşturan bütün renkler arasında, mor ışığın en düşük sıcaklık artışına neden olduğunu belirledi. Spektrumun diğer ucundaki kırmızı ışık ise daha büyük bir sıcaklık artışına neden oluyordu. Ancak daha da büyük bir sıcaklık artışı, termometre kırmızı ışığın ötesine, gözle görünür bir ışığın olmadığı bir yere konduğunda gözlenmekteydi. Böylece Herschel, gözle görünmeyen ancak termometrede sıcaklık artışı vermesiyle varlığı kanıtlanan bir dalga enerjisi olarak "kızılötesi-infrared" ışığı keşfetmiş oldu. Herschel ilk anda, kızılötesi ışığın görünür ışıktan farklı bir tür dalga enerjisi olduğunu düşündü. Ancak daha sonraları, içlerinde Thomas Young gibi ünlü fizikçilerin de bulunduğu diğer bilim adamları her iki ışığın da benzer olduğunu ortaya koydular. Bugün ise görünür ışık ve kızılötesi ışınımın, "elektromanyetik spektrum" adı verilen geniş bir dalga enerjisi spektrumunun birer parçası olduğu biliniyor. İnsan gözü, belli bir dalgaboyu aralığına duyarlı özel sinir uçlarına sahip olduğu için ancak spektrumun o aralığındaki ışığı görebilir; spektrumun diğer dalgaboylarını içeren kısmı ise insan gözü için görünmezdir.

## Isı ve Elektromanyetik Spektrum

Herschel, şekildedeki deneyinde, spektrumda yer alan her bir ışığın ısıtma gücünü ölçtü. Bir prizma ile ışığı renklerine ayıran Herschel, elde ettiği renk spektrumunu ince bir yanğı olan bir ekran üzerine düşürdü. İnce yarıktan geçen tek renge ait ışık, bir termometre üzerine düşmekteydi. Herschel, deneylerinde ayrıca, görünmez ışığın da (kızılötesi) kırmızıma uğrayabileceğini bulmuştu.



## William Herschel (1738-1822)

Asıl olarak müzisyen olan Herschel, daha sonraları Astronomi tarihinde önemli bir kişi haline geldi. Aynalı teleskopun geliştirilmesinde çok önemli bir rol oynayan Herschel, 1871 yılında da Uranüs gezegenini keşfetti.



## Görünür Işık Ötesi

William Herschel, basit bir problemi çözmek için ısı ve ışık arasındaki bağlantıyı inceledi. Teleskopuyla Güneş lekelerine bakmak istemiş ancak renkli filtreleri olduğu halde Güneş'in ısısının iyi bir görüş için çok fazla olduğunu farketmişti. Herschel, hangi renklerin daha çok ısıya neden olma eğiliminde olduğunu bulabilirse bunları bir şeyle ayırabileceğini düşündü ve bu deneyleri, ışığın bir kısmını geçirmeyen yeşil mercekleri bulmasını sağladı.

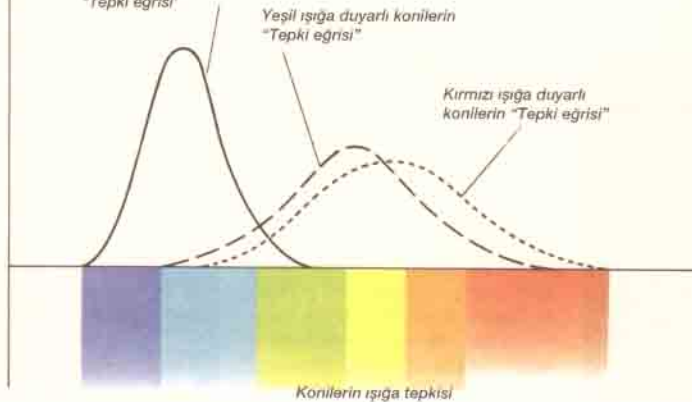
## Üç-rengli Görüntü

Isaac Newton, Güneş ışığının farklı renklerden oluştuğunu göstermişti. Her renk, farklı renk tonu oluşturacak şekilde, komşu renklerle karışmaktadır. Spektrumda yaklaşık 5 ana renk görülebilir, ancak renk tonları neredeyse sonsuz sayıdadır. Peki, insan gözü bu renkleri nasıl ayırır? 1801 yılında Thomas Young, gözün üç tür renk reseptörü olduğunu ve bu reseptörlerin, üretilen karışık sinyallerin ne tür ışık olduğunu ayırdedebildiği fikrini öne sürdü. Young'ın düşüncesi doğru idi; gözlerimizin renkli ışığı algılamak için "koni" adı verilen üç tür sinir ucu vardır. Her koni, farklı aralıktaki renklere duyarlıdır. Eğer mor ışık gözleniyorsa, yalnızca tek tip koni, beynin mor olarak algıladığı sinyali üretir. Eşit miktarda kırmızı, yeşil ve mavi ışık karışımı olursa, sinyaller üç tip koninin hepsinde birden üretilir ve beyin bunu beyaz olarak algılar.

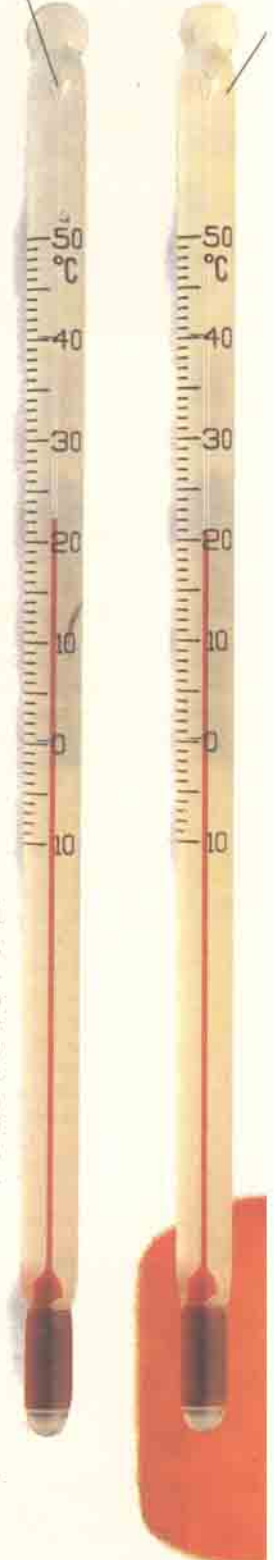
Mavi ışığa duyarlı konilerin "Tepki eğrisi"

Yeşil ışığa duyarlı konilerin "Tepki eğrisi"

Kırmızı ışığa duyarlı konilerin "Tepki eğrisi"



Görünür bölgedeki kırmızı ışık tarafında, ısıtıcı termometre

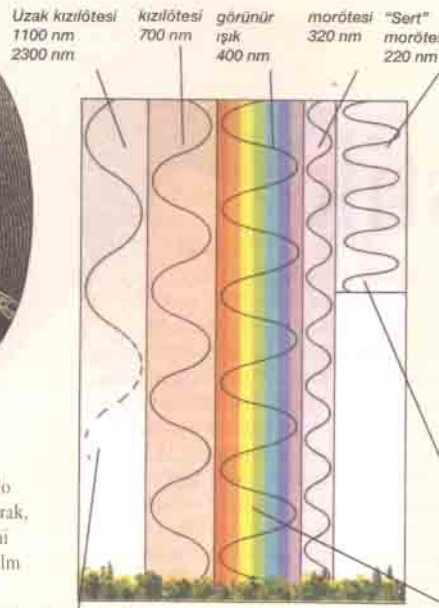


Görünür spektrum



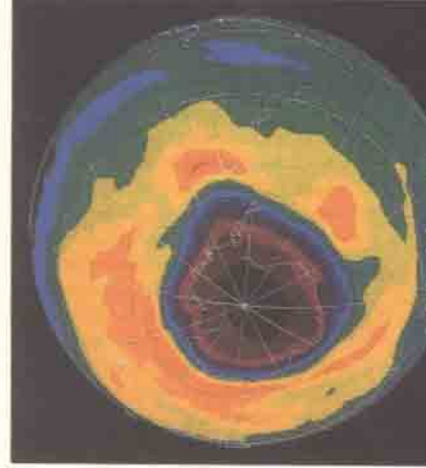
### Bir Işık Testi

1614 yılında, İtalyan kimyacı Angelo Sala, gümüş nitrat kristallerini karartarak, ışığın bu kristalleri nasıl çökerttiğini açıkladı. Bundan 200 yıl sonra Wilhelm Ritter, bu kimyasal dönüşümü spektrumun mavi ucundaki görünmez ışığı araştırmak için kullandı.



### Işık ve Atmosfer

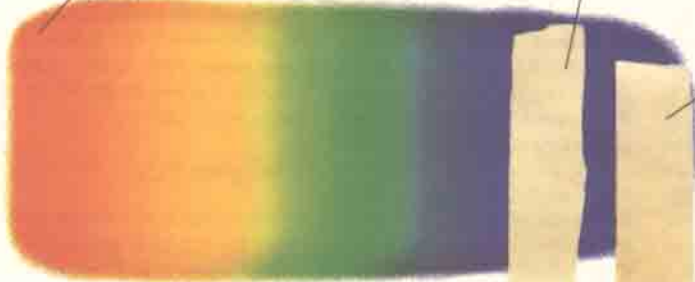
Güneş ışığı neredeyse sürekli bir dalga spektrumundan oluşur. Enerjinin büyük kısmı 220 ile 3200 nm'lik dalgaboyu aralığındaki bölgededir. Ancak bu farklı dalgaboylu ışınların hepsi yeryüzüne ulaşmaz. Uzak kızılötesi gibi ışınlar, atmosferde karbondioksit, su buharı ve ozon ile soğurulur ve oksijen atomlarıyla zehirli bir gaz oluştururlar. Sert morötesi ışınlar da atmosferdeki ozon tabakasında soğurulurlar. Atmosferin filtre etkisi, dalgaboyları 320 nm ile 2000 nm arasındaki dalgalarda yeryüzüne ulaşması için dalgalarda spektrumunu daraltır. 400 nm ile 700 nm arasındaki görünür ışık dalgaları bu bandın üçte birini oluşturur.



### Yok Olan Tabaka

Şekildeki bilgisayarlı uydu haritası, Antarktika üzerinde, atmosferin en üst tabakası olan ozon tabakasındaki deliği (pembe, mor ve siyah bölgeler) gösteriyor. Ozon tabakası, canlılara zarar veren kısa dalgaboylu "sert morötesi" ışınları engellediği için dünya üzerindeki yaşam için çok önemlidir. Ozon tabakasındaki bu delik, büyük olasılıkla, atmosfere yayılan insan yapımı gazlar nedeniyle oluşmuştur.

Görünür spektrum



### Morötesi Işığın Keşfi

1801 yılında Wilhelm Ritter (1776-1810), spektrumun değişik renklerinde ışık enerjisini araştırmaktaydı. Bu amaçla gümüş nitrat eriyiğine batırılmış kağıt parçaları kullanıyordu. Işık gümüş nitrat üzerine düşüncü başlayan bir reaksiyon, kağıt üzerinde minik gümüş zerreçikleri oluşturuyor; böylece oluşan zerreçikler siyah renkli olduklarından gümüş nitrate batırılmış kağıt parçasının ışık görülünce karardığı gözleniyordu. Aslında Ritter'den önce İsveçli Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) değişik renkte ışığın, fotoğraf kağıdını değişik hızlarda kararttığını fark etmişti. Mavi ışık, kırmızı ışığa göre daha hızlı bir reaksiyon vermekteydi. Herschel'in deneylerini öğrenen Ritter, 1 yıl sonra, spektrumun mor ucu ötesinde, gözle görünür bir ışığın olmadığı bölgede, kendi deneylerini tekrarladı; burada reaksiyonun çok daha hızlı ilerlediğini gözledi. Böylece keşfedilen görünmez ışığa "morötesi-uzvioleto" ışık adı verildi.

"Sert" morötesi ışınlar soğurulur

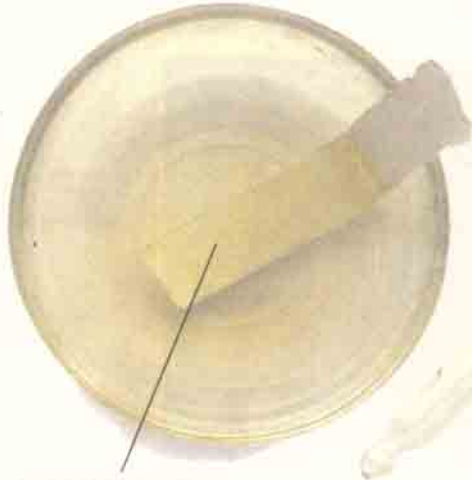
Kızılötesi, görünür ışık ve morötesi ışınlar yeryüzüne ulaşır

Morötesi ışığa tutulmuş kağıt



Kristalleri çözmek için su

Gümüş nitrat kristalleri, ışığa tutulana ve suda çözünene dek rensizdir.



Gümüş nitrate batırılmış kağıt, ışığa tutulduğunda rengi kahverengi olacaktır.

Pipet