

**Laboratuvar Yeri:** E1 Blok – Termodinamik Laboratuvarı

**Laboratuvar Adı:** Radyasyon (Işınım) Isı Transferi

**Konu:** Radyasyonla ısı transferinde plakaların yayıcılıklarının belirlenmesi

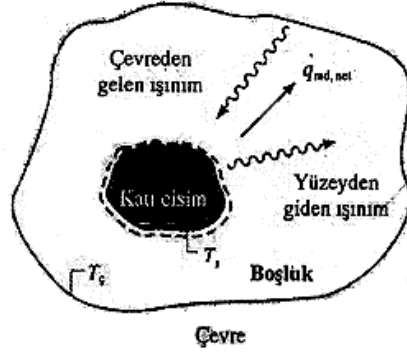
**Kullanılan Cihaz Donatım ve Malzemeler:**

- Radyasyon ısı transferi deney düzeneği
- Yayıcılığı belirlenecek siyah, gri ve ayna yüzey plakalar
- Radyometre
- Termokupllar (Isılçiftler)

**Teorik Bilgi:**

Işınım (radyasyon) ısı transferi ve ısı ışınım terimleri, elektromanyetik dalgalar ya da fotonlar ( kütlesi olmayan fakat enerjiye sahip parçacıklar ) vasıtasıyla gerçekleşen ısı transferini tanımlamak için kullanılırlar. Bütün maddeler sürekli olarak sahip oldukları moleküler enerji seviyelerini düşürerek ya da yükselterek elektromanyetik dalga yayar ya da absorblarlar. Işımanın şiddeti ve dalga boyu ışınım yapan malzemenin sıcaklığına bağlıdır. Işımanın fiziksel mekanizmasını açıklamada elektromanyetik dalga teorisi ve kuantum mekaniğinden birlikte yararlanır.

İletim ve taşınım ısı geçişi bir madde içindeki sıcaklık gradyanından kaynaklanırken, ısı ışınım ısı geçişi için arada bir madde bulunmasına gerek yoktur; yüzeylerin birbirini görmesi yeterlidir. Örneğin yüksek sıcaklığa bağlı bir katı cismin daha düşük sıcaklıkta yüzeye sahip bir hacimde vakum içinde muhafaza edildiğini düşünelim. Vakumun varlığı hacim içinde katı cisimden iletim ve taşınım olacak ısı transferini engelleyecektir, çünkü bu ısı transferi mekanizmalarının gerçekleşmesi için bir ortam mevcut değildir. Ancak katı cisim belli bir zaman sonunda soğuyarak kendisini çevreleyen yüzeyler ile ısı dengesine gelecektir. Diğer bir deyişle katı cisim çevresiyle ısı transferinde bulunacak ve sonuçta ısı dengesine ulaşacaktır.



Şekil 1. Sıcak bir kıvı eısimin ışınım ile soğuması

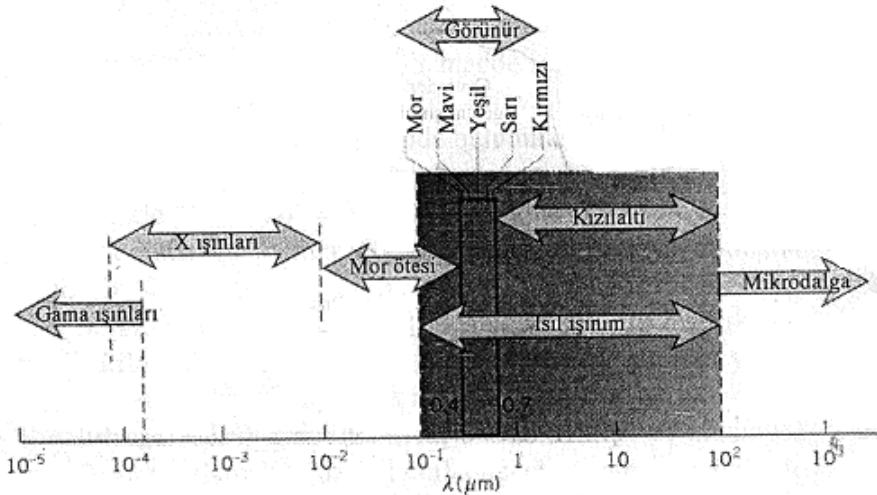
Isıl ışınım, sıcaklığı nedeniyle maddeden yayılan enerji ile ilişkilidir. Őu anda sizi çevreleyen tüm maddelerden ışıl ışınım yayılmaktadır. Eğer ierdeyseniz , duvarlardan ve mobilyalardan, dışarıdaysanız ağaçlar, evler, atmosfer ve güneşten size ışıl ışınım gelmektedir. Yayılma mekanizması maddenin yapısında bulunan elektronların salınım ve yörünge değiştirmeleri sonucunda açığa çıkan enerji ile ilişkilidir. Bu salınımlar da maddenin iç enerjisi ve bunun göstergesi olan sıcaklığından kaynaklanmaktadır. Böylece ışıl ışınımın yayılmasını maddenin iç yapısındaki değişmesine bağlayabiliriz.

ışınımın maddeden yayılma olarak gerçekleştiğini ve enerjinin bu yolla aktarımının herhangi bir aracı ortama gerek göstermediğini açıklamıştık. Bu enerji aktarımı bir teoriye göre foton veya kuantum adı verilen parçacık demetlerinin yayılmasıken, diğer bir teoriye göre elektromanyetik dalgaların yayılması biçiminde algılanabilir. Her iki durumda da, ışınım standart dalga özelikleri olan frekans  $\gamma$  ve dalga uzunluğu  $\lambda$  ile tanımlanır. Herhangi bir oryamda yayılan ışınım için, bu iki özelik arasındaki ilişki aşağıdaki ile verilir:

$$\lambda = c / \gamma$$

c: ışığın o ortamdaki hızı, ( Boşlukta yayılma için  $c_0 = 2,998 \cdot 10^8$  m/s'dir.

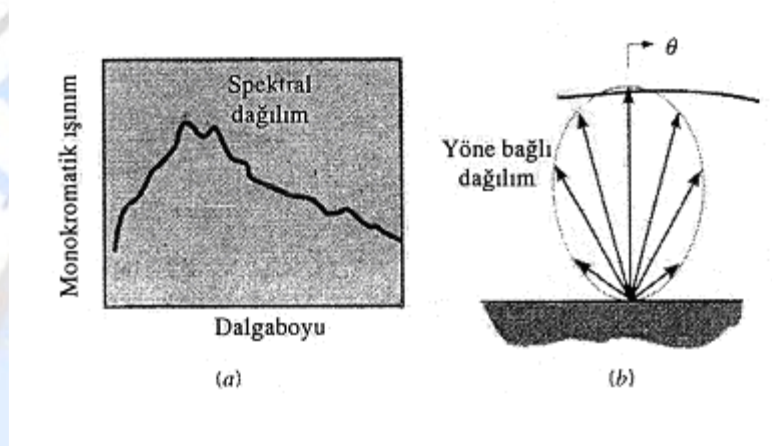
Dalga boyunun birimi genellikle (  $\mu\text{m}$  ) olup,  $1 \mu\text{m} = 10^{-6}$  m'dir.



Şekil 2. Elektromanyetik ışınımın dalga boylarına dağılımı

Tüm elektromanyetik dalgaboylarına göre dağılım yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Kısa dalgaboylarında bulunan gama ışınları, X ışınları ve morötesi ışınım daha çok yüksek enerji fizikçileri ve nükleer mühendislerin ilgi alanındadır. Uzun dalgaboylarında bulunan mikrodalgalar ve radyo dalgaları ise elektrik mühendislerin ilgi alanındadır. 0,1 ile 102  $\mu\text{m}$  arasında bulunan spektrumun orta bölgesi, morötesi ışınımın bir bölümü ile görünür ve kızılötesi ışınımın tümünü içerir ve “ısı ışınım” diye bilinir. Isı geçişi ile doğrudan ilgili olan bölge de budur.

Isıl ışınımın dalgaboyuna göre değişimi, hesaplanmasını zorlaştıran etkenlerden biridir. Bir başka etken de yöne bağımlılıktır. Bir yüzey belirli yönlerde daha çok ışınım yayabilir.



Şekil 3. Bir yüzeyin yaydığı ışınım. (a) Dalgaboyuna göre dağılım (b) Yöne göre dağılım

**Isıl Işınım :** Isıl ışınım, onun alt gruplarından biri olan, görünen ışığın optik özelliklerinin büyük oranda aynısını sergilediği bilinmektedir.

Şekilde görüldüğü gibi bir yüzeye bütün dalga boylarında gelen toplam ışınım,  $G$ , yüzeyin özelliklerine bağlı olarak yutulabilecek, yansıtılabilecek ya da madde içinden geçirilebilecektir.

Eğer yüzeye gelen toplam ışınım  $G$ ' nin yutulan, yansıtılan ve geçirilen ışınım miktarlarına oranları sırasıyla ışınım yutma oranı  $\alpha$  , ışınım yansıtma oranı  $\rho$  ve ışınım geçirme oranı  $\tau$  olarak tanımlanırsa :

$$\rho + \alpha + \tau = 1$$

bağıntısı elde edilir.

Çoğu katı maddelerin ışınım geçirme oranı  $\tau$  sıfırdır, bu tür yüzeyler ısı ışınım için donuk ( opak ) olarak adlandırılırlar. Opak bir yüzey için  $\rho + \alpha = 1$  olacaktır.

Cisimleri üzerlerinden yansıyan ışınlar vasıtasıyla görürüz, eğer cisimden herhangi bir ışın yansımaması olmaz ise bu cisim siyah cisim olarak görünür. Isıl ışınımında da üzerine gelen bütün dalga boylarındaki toplam ışınımı absorblayan ideal bir yüzey siyah cisim olarak

adlandırılırlar. Siyah cisim üzerine gelen ışınımı ne yansıtır ne de geçirir. Dolayısıyla bir siyah cisim için  $\rho=0$ ,  $\tau=0$  ve  $\alpha=1$ 'dir.

Genel olarak siyah cisim aşağıdaki özelliklere sahip ideal bir yüzeydir.

1. Siyah cisim üzerine düşen ışınım bütünü (dalga boyu ve doğrultusundan bağımsız olarak) absorberler.
2. Aynı sıcaklık ve dalga boyunda hiçbir yüzey siyah cisimden daha fazla enerji yayamaz ya da ışına yapamaz.
3. Siyah cisim tarafından yapılan ışınım sıcaklık ve dalga boyunun fonksiyonu olmasına karşın doğrultudan bağımsızdır. Diğer bir deyişle siyah cisim, bütün doğrultularda yayılı ışınım yapar.

### Yayıcılık ( $\epsilon$ )

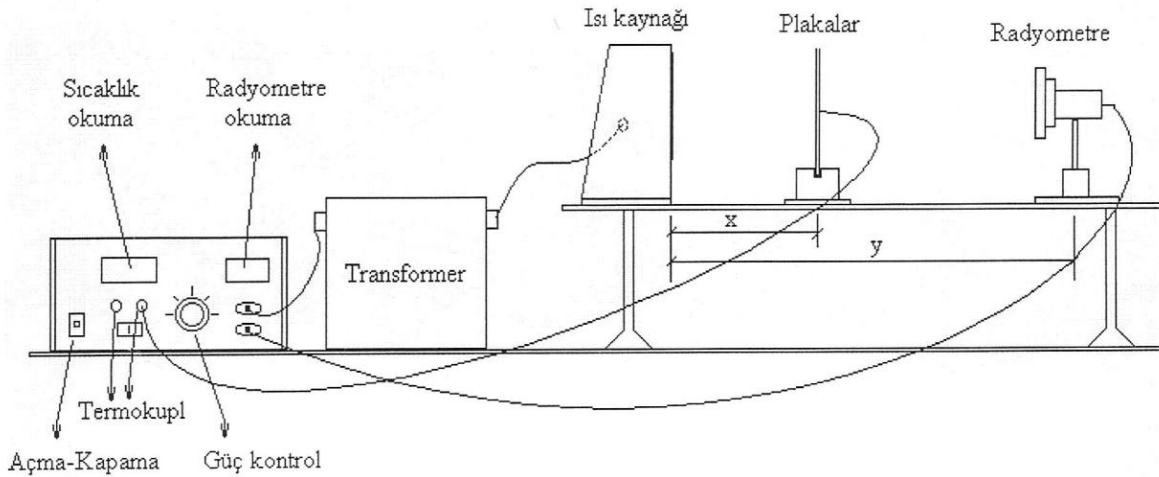
Gerçek bir cismin yaymış olduğu radyasyonun aynı sıcaklıktaki siyah cismin yaymış olduğu radyasyon oranıdır. Tüm dalga boyları ve yönler üzerinde ortalama bir değeri gösteren toplam yarıküresel yayma oranı şöyle tanımlanmıştır;

$$\epsilon(T) = E(T) / E_b(T)$$

Değişik malzemelerin yayıcılık değerleri bu konuyla ilgili yayınlarda mevcuttur.

Genellikle, yayıcılık ısı transferi hesaplarında sabit bir çarpan bulunur.

### Deneyin Yapılışı:



Şekil 4. Radyasyon (Işınım) ısı transferi deney düzeneği

Isıtıcı kaynağının gücü, güç kontrol ünitesi vasıtasıyla maksimum değere ayarlanır. Isıtıcı kaynağının önüne  $x=50$  mm olacak şekilde plaka yerleştirilir. Bu plaka üzerindeki termokupl ile kontrol paneli üzerinden değişen plaka sıcaklıkları ve karşılık gelen radyometre değerleri okunur. İşlemler hem siyah plaka hem de gri plaka için yapılacaktır. Neticede her bir plakanın

