T.C.

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

IŞINIM İLE ISI TRANSFERİ

DENEY FÖYÜ

© Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı, BURSA

1. DENEYİN AMACI

Isıl ışınımla gerçekleşen ısı transferinin gözlenmesi, Ters Kare Kanunu ile radyasyon yoğunluğunun uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu ısı kaynağını kullanarak kanıtlamak ve Stefan-Boltzmann Kanunu ile radyasyonun kaynak sıcaklığının dördüncü kuvvetiyle orantılı olduğunu göstermek.

2. DENEYİN ÖĞRENME ÇIKTILARI

- ✓ Deneysel olarak ısıl ışınımla oluşan ısı transferinin gözlenmesi
- ✓ Deney verilerinin kullanımı ile ters kare ve Stefan-Boltzmann kanunlarının ispatlanması
- ✓ Deneysel verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması
- ✓ Deneysel sonuçların bir rapor halinde sunulması

3. TEORİK BİLGİLER VE TANIMLAR

3.1. Giriş

Isı bir sistemden diğerine sıcaklık farkından dolayı transfer edilen enerjinin bir formudur. Böyle bir enerji transferinin hızıyla ilgilenen bilim dalı ısı transferidir. Isı transfer hızı, biri zamanda aktarılan ısı transfer miktarını belirtmektedir. Birimi J/s veya W (watt) olmaktadır.

Isı transferi, çoğunlukla bir termostaki sıcak kahvenin belirli bir sıcaklığa kadar soğumasının ne kadar zaman alacağı ile ilgilenir ki bu termodinamik (J) çözümlemeyle belirlenmez. Isı transfer hızı ısı transfer katsayısı, sıcaklık farkı ve kesit/yüzey alanına bağlı değişebilmektedir. İletim, taşınım, ışınım olmak üzere üç çeşit ısı transfer mekanizması vardır. Bunlardan iletim, katı veya durgun akış içerisinde gerçekleşir. Taşınım, bir yüzey ile hareket halindeki akışkan arasında gerçekleşir. Işınım ise kısaca farklı sıcaklıklardaki iki yüzey arasındaki ısı transfer türüdür.

İletim (Conduction)	Taşınım (Convection)	Işınım (Radiation)
$\dot{Q} = -kA_c \frac{\Delta T}{\Delta x}$	$\dot{Q} = hA_s(T_s - T_\infty)$	$\dot{Q} = \varepsilon\sigma A_s\left(T_s^4 - T_ç^4\right)$
(Fourier ısı iletim kanunu)	(Newton soğuma yasası)	(Stefan-Boltzmann yasası)

3.2. Genel Bilgiler

Elektromanyetik dalgalar şeklinde veya fotonlar vasıtasıyla gerçekleşen ısı transferi şekline ışınımla (radyasyonla) ısı transferi denir. Bazı ışınım olayları dalga teorisi ile bazı ışınım olayları ise kuantum teorisi ile açıklanabilmektedir.

Maddeler arası ısı transferi iletim, taşınım ve ışınım olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleşir. İçi boşaltılmış (vakumlanmış), duvarlarıyla aynı sıcaklığa sahip bir odada asılı sıcak bir cisim olduğu düşünülsün. Zamanla cisim ısı kaybeder ve cismin sıcaklığı çevre sıcaklığı ile eşit olana kadar azalır. Ortam vakumlu olduğu için oda ile cisim arasındaki ısı transferi taşınım veya iletimle gerçekleşmez. Bu ortamda ısı transferi ışınım ile olmuştur. Çoğu uygulamada taşınım, iletim ve ışınımla ısı transferi belli oranlarda gözlenirken vakumlanmış bir ortamda sadece ışınımla ısı transferi olabilir. Işınımla ısı transferinin olabilmesi için cisimler arasında madde olmasına gerek yoktur, cisimlerin birbirini görmesi yeterlidir.

İletim ve taşınım ile ısı transferi yüksek sıcaklıktaki bir ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama doğru gerçekleşir. Bununla birlikte ışınımla ısı transferi aralarında daha soğuk bir ortam bulunan iki cisim arasında gerçekleşebilir. Örnek olarak güneş ışınlarının soğuk hava tabakalarını geçtikten sonra yeryüzüne ulaşması gösterilebilir.

Işınımla ısı transferi ve ısıl ışınım, elektromanyetik dalgalar veya fotonlar vasıtasıyla gerçekleşir.

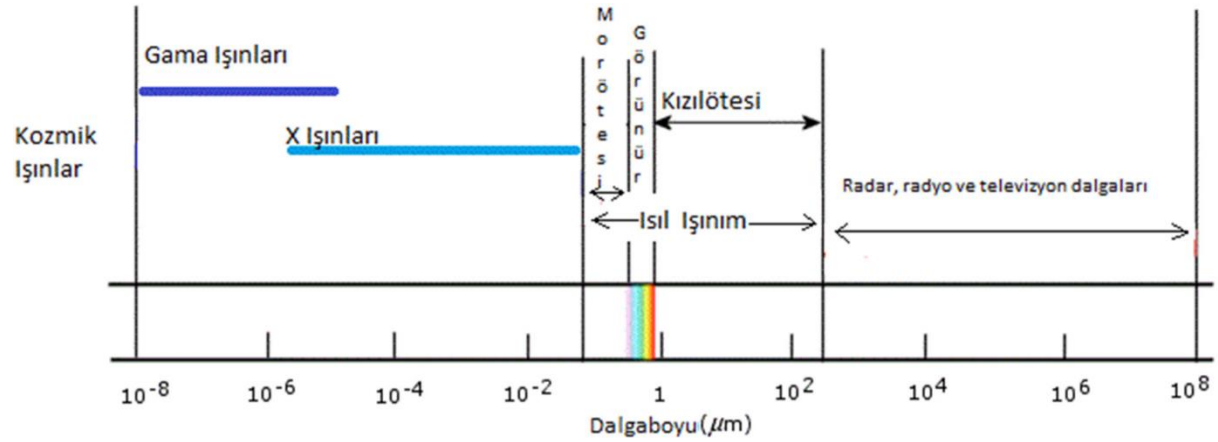
3.3. Isıl Işınım

Isıl ışınım, maddelerden sıcaklık sebebiyle yayılan enerjiyle ilişkilidir. Isıl ışınım, sıcaklığı mutlak sıfırdan büyük olan bütün maddelerde sürekli olarak yayınır. Yani çevrede bulunan duvar, mobilya, ağaç, insan vs. sürekli olarak ışınım yayar veya soğururlar. Maddedeki molekül, atom ve elektronların enerji değişimlerinin bir sonucu olarak ısıl ışınım yayınımı oluşur ve sıcaklık bu aktivitelerin şiddetinin ölçüsüdür. Sıcaklığın artması ile ısıl ışınım yayınımı artar.

Işınım olaylarını anlatmak için dalga ve kuantum teorileri öne sürülmüştür. Dalga teorisinde enerji transferi elektromanyetik dalgaların yayılması ile açıklanırken, kuantum teorisinde enerji transferi foton veya kuantum adı verilen parçacık demetlerinin yayılması ile açıklanmaktadır. Her iki teoride ışınım, frekans (ν) ve dalga boyu (λ) ile tanımlanır. Bu iki özellik arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir:

$$\lambda = \frac{C}{\nu}$$

Burada c dalganın o ortamdaki yayınma hızıdır. C_0= 2,998x108 m/s (Boşlukta yayınma hızı). Dalga boyunun birimi genelde µm olup 1 µm= 10^{-6} m'dir.



Şekil 1. Elektromanyetik dalga spektrumu

Şekil 1'de elektromanyetik dalga boylarına göre oluşan ışınımlar gösterilmiştir. Uzun dalga boylu mikrodalgalar ve radyo dalgaları elektrik mühendislerinin ilgi alanıdır. Kısa dalga boylu gama ışınları ise nükleer enerji mühendislerinin çalışma konularını kapsar. Elektromanyetik spektrumun 0,1 ile 100 µm aralığında kalan kısım ısıl ışınım olarak bilinir ve cisimlerin sıcaklıkları sebebiyle yaptıkları ışınım bu dalga boyu aralığındadır. Bir yüzeyden ışınımla olan net ısı transferi, yüzeyin yapmış olduğu ışınım ile yüzeye çevreden olan ışınımın farkıdır:

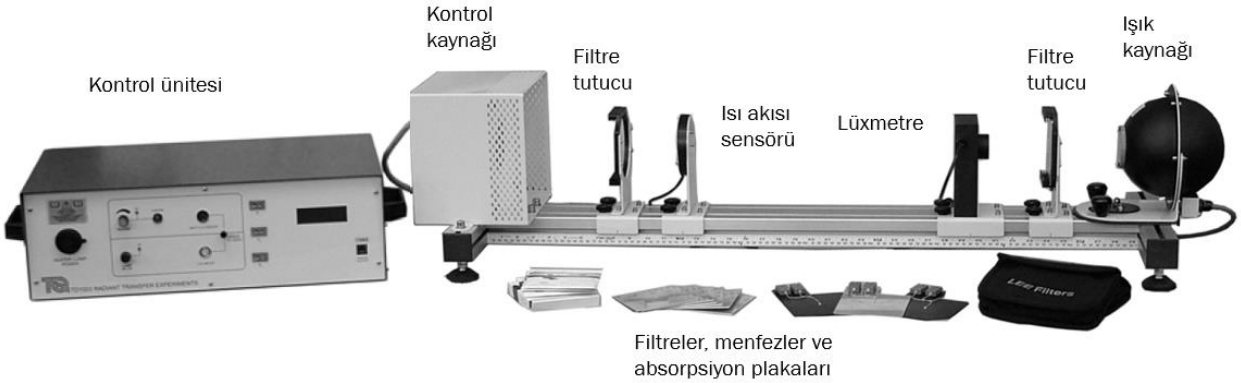
$$\dot{Q} = \varepsilon\sigma A_s\left(T_s^4 - T_ç^4\right)\ W/m^2$$

ε: Isı kaynağının yayma oranı (Birimsiz) σ =5.67×10^{-8} $W/_{m^2K^4}$ (Stefan–Boltzmann sabiti)

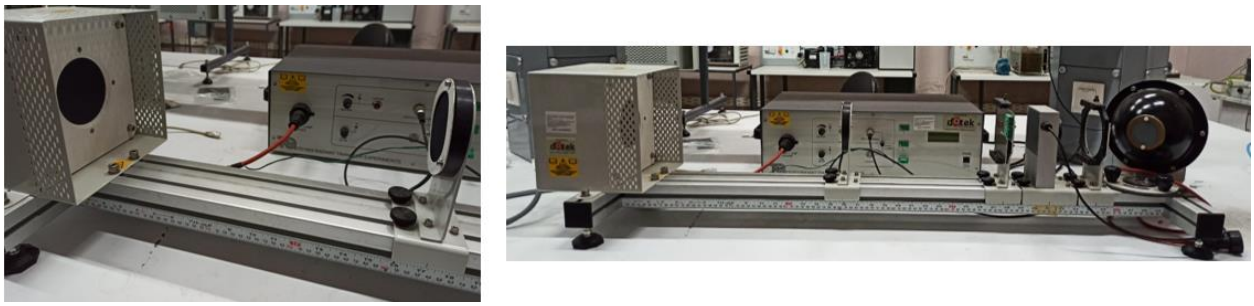
T_S: Isı kaynağının sıcaklığı [K] T_A: Çevre sıcaklığı [K]

4. DENEYİN YAPILIŞI

4.1. Deney Düzeneği



Şekil 2. Deney düzeneği



Şekil 3. Deney görseli

4.2. Deneyler

4.2.1. Deney 1: Stefan -Boltzmann Kanunu

Amaç: Işınım şiddetinin kaynak sıcaklığının dördüncü kuvvetiyle orantılı olduğunun gösterilmesi.

1. Isı akısı sensörü ısı kaynağından olabildiğince uzağa yerleştirilir.
2. Sistem çalıştırılır kontrol kutusunda okunan sıcaklık değeri sıfırlanır ve ısı kaynağı sıcaklığının 40 °C'ye ulaşması beklenir.
3. Sıcaklık 40 °C olduğunda sensör ile ısı kaynağı arası 100 mm olacak şekilde ayarlanır ve kontrol kutusundaki irradyans değeri okunur.

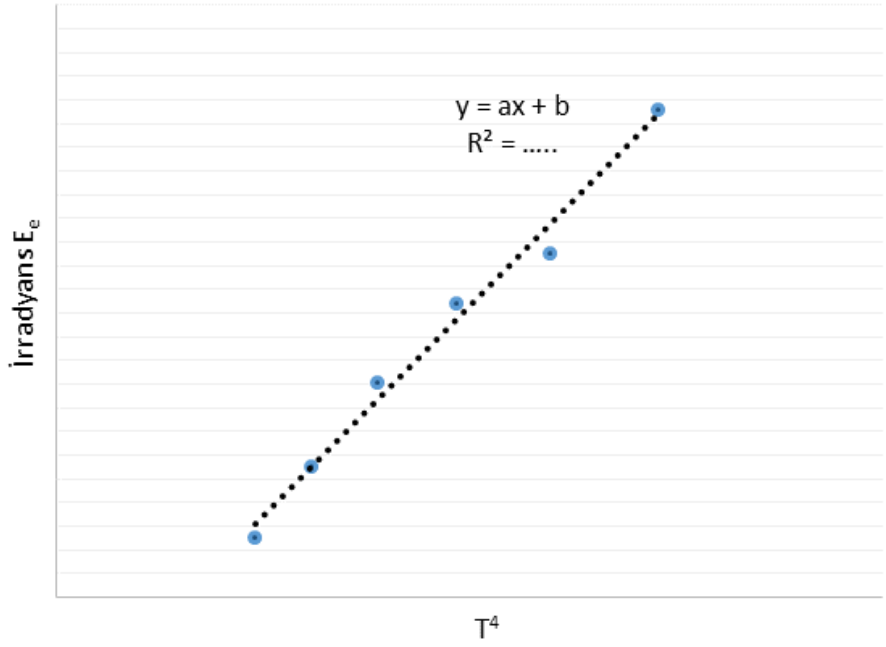
4. Sıcaklık değerleri 60, 80, 100, 120 ve 140 °C için aynı prosedür uygulanır ve irradyans değerleri okunur.

5. Tüm değerler istenilen birim cinsinden Tablo 1'e not edilir.

6. Elde edilen veriler ile Şekil 4 oluşturulur.

Tablo 1. Stefan-Boltzmann Kanunu Deneyi tablosusu

Sıcaklık T (°C)	**Sıcaklık T (K)**	**T^4**	**İrradyans E_e (W/m^2)**



Şekil 4. T_4 ile E_e grafiği örneği

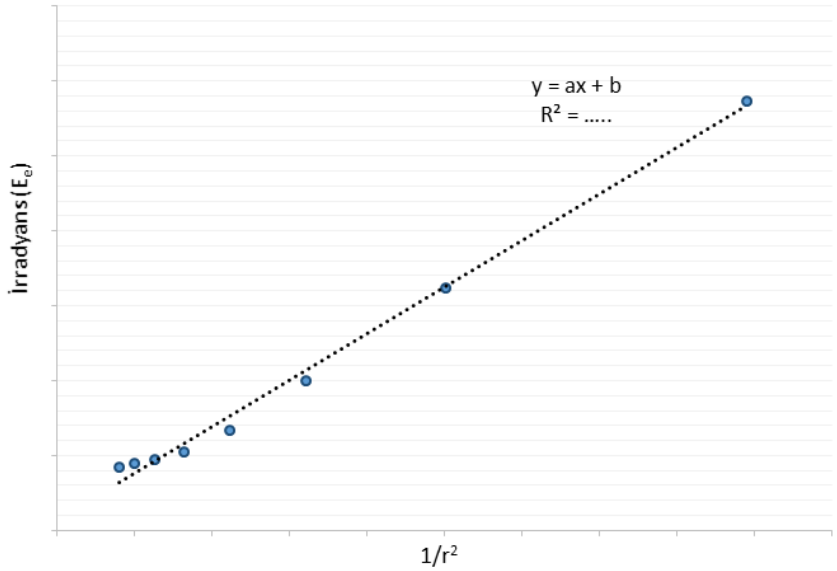
4.2.2. Deney 2: Ters Kare Kanunu

Amaç: Bir ısı kaynağı kullanılarak ışınım (ısı) şiddetinin uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunun gösterilmesi

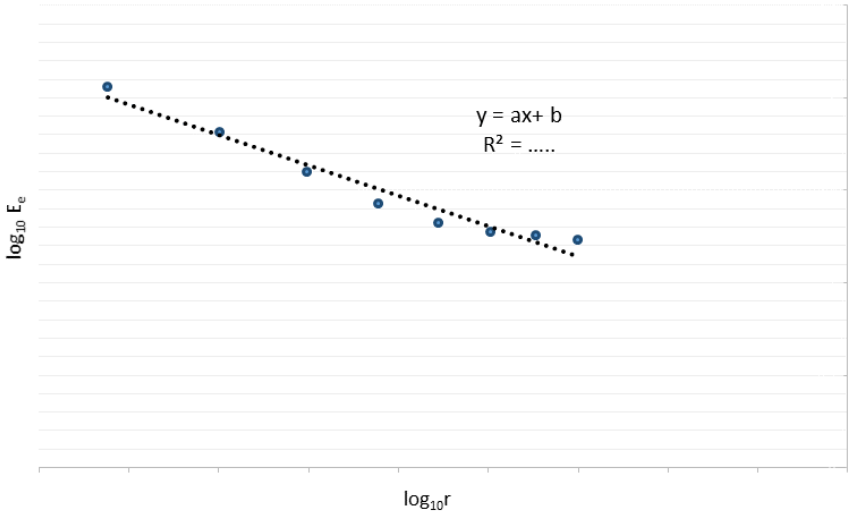
1. Isı akısı sensörü ısı kaynağından olabildiğince uzağa yerleştirilir.
2. Sistem çalıştırılır kontrol kutusunda okunan sıcaklık değeri sıfırlanır ve sıcaklığın 140 °C'ye ulaşması beklenir.
3. Sıcaklık 140˚C olduğunda sensör ile ısı kaynağı arası 150 mm olacak şekilde ayarlanır ve kontrol kutusundaki irradyans değeri okunur.
4. İşlemler ısı kaynağı ile sensör arasında 200, 250, 300, 400, 500 mm uzaklık olacak şekilde tekrar edilir ve bir miktar süre beklenerek irradyans değerleri okunur.
5. Tüm değerler istenilen birim cinsinden Tablo 2'ye not edilir.
6. Elde edilen veriler ile Şekil 5 ve 6 oluşturulur.

Tablo 2. Ters Kare Kanunu Deneyi tablosu

Uzaklık r (m)	**r2 (m^2)**	**$1/r^2$ (m^{-2})**	**$Log_{10}r$**	**İrradyans E_e (W/m^2)**	**$log_{10}E_e$**



Şekil 5. $1/r^2$ ile E_e grafiği örneği



Şekil 6. logr ve logE_e grafiği örneği

5. RAPOR İÇİN İSTENENLER

Rapor için istediğiniz hususları bu bölümde açıklayabilirsiniz. Yeni dönem itibari ile rapor için de bir şablon ve puanlama sistemi oluşturulacak. Her deneyde aynı hususlara ayrı ayrı puanlar verilecektir.

1. Isı transfer türlerini açıklayınız ve ışınımla ısı transferi hakkında daha fazla bilgi veriniz.

1. Isı transfer türlerini açıklayınız ve ışınımla ısı transferi hakkında daha fazla bilgi veriniz.
2. Siyah cisim ışıması (Blackbody Radiation) nedir? Siyah cisim gibi davranan maddelere örnek veriniz.
3. Tablo 1'deki verileri kullanarak Şekil 4 yani $x=T_4$ ile $y=E_e$ grafiğini oluşturunuz ve değişimi yorumlayınız.
4. Tablo 2'deki verileri kullanarak Şekil 5 yani $x=1/r^2$ ile $y=E_e$ grafiğini oluşturunuz ve değişimi yorumlayınız.
5. Tablo 2'deki verileri kullanarak Şekil 6 yani logr ve $y=\log E_e$ grafiğini oluşturunuz. Denklemin eğiminin yaklaşık -2 çıktığını doğrulayın ve değişimi yorumlayınız.

NOT-1: Oluşturulacak tüm grafikler x-y (dağılım) grafiği şeklinde oluşturulmalı ve grafiklerin üzerlerine Eğilim çizgisi ve R^2 değerleri eklenmelidir.

NOT-2: Teorik bilgi kısmında kullanılan bilgiler rapor sonunda kaynakça kısmı oluşturarak verilecektir.

NOT-3: Kaynakçada bilimsel kitap, makale, bildiri veya başka üniversitenin deney föyü kullanılabilir. İnternet sitesi kabul edilmeyecektir. Tez yazım formatına uygun numaralandırılmış formatta olmalı ve metin içerisinde atıflar gösterilmelidir.

6. KAYNAKLAR

[1] Çengel, Y. A., (2011). *Isı ve Kütle Transferi: Pratik Bir Yaklaşım*. Üçüncü Baskı, İzmir, İzmir Güven Kitapevi.

[2] Erzurum Teknik Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Makine Laboratuvarı Isıl Işınımla Isı Transferi Deney Föyü

[3] Tec Equipment, TD 1003 Radiant Transfer Experiments User Guide