

KMB 310 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI II

DENEY ADI: DOĞRUSAL ISI TRANSFERİ

Deneyin Amacı: Deneyin amacı kararlı hal ısı iletimi ve ısı akışındaki değişimin etkisini belirlemek için sıcaklık dağılımının ölçülmesidir. Tek boyutta kararlı ısı akışı için katı madde boyunca ısı akış hızının belirlenmesinde Fourier hız eşitliğinin kullanımının anlaşılması ve iletkenin ısı iletkenliğinin belirlenmesidir.

Teorik Bilgi: Farklı sıcaklıklardaki iki madde birbiriyle temas ettiklerinde, daha sıcak olandan daha soğuk olana ısı akar. Net ısı akışı daima sıcaklık düşmesi yönündedir. Isı akışı üç mekanizma üzerinden olabilir:

- a. Kondüksiyonla (temasla),
- b. Konveksiyonla (hareket yoluyla),
- c. Radyasyonla (ışın yoluyla).

a. Kondüksiyonla Isı Transferi

Sürekli bir maddede sıcaklık farklılıkları varsa, herhangi bir hareket gözlenmeden ısı akışı meydana gelir. Bu tür ısı akışına moleküler iletim denir. İletim moleküler boyuttadır ve mekanizması, her bir molekülün momentumunun sıcaklık farklılığı boyunca taşınmasına dayanır. Örneğin, bir tüpün metal duvarının veya bir fırının tuğla duvarının ısınması bu tür bir mekanizmayla gerçekleşir. Bu sistemde ısı transfer hesabı için Fourier Kanunu kullanılır.

$$Q = k \times A \times dT/dx \quad (1)$$

b. Konveksiyonla Isı Transferi

Bir akışkan özel bir yüzeyden geçtiğinde, beraberinde bir miktar entalpi taşır. Taşınan bu entalpi akımına, ısının konveksiyonla akışı denir. Konveksiyon makroskopik bir olaydır ve sadece akışkana bazı kuvvetlerin etki etmesi ve akışkanın bu sürtünme kuvvetlerine karşı hareketini hala devam ettirmesi durumunda gerçekleşebilir. Konveksiyon, akışkan mekanikleri ile yakın ilişki içindedir. Konveksiyon ile ısı iletimine örnek olarak, türbülent akışta oluşan karışmayla entalpi transferi ve bir radyatörden sağlanan sıcak hava akışı gösterilebilir. Akışkanlarda konveksiyon yaratan kuvvetler iki tiptir. Akma olayı, yoğunluk farklılığından doğan yüzdürme kuvvetleri sonunda oluşabilir; yoğunluğun farklılaşması, akışkan içinde sıcaklık dalgalanmalarına yol açar ve "doğal konveksiyon" denilen etki meydana gelir. Doğal konveksiyona örnek, ısıtılan bir radyatörün önünden sıcak havanın akmasıdır. Akımın hareketi, bir pompa veya bir karıştırıcı gibi mekanik yöntemlerle kontrol edildiğinde akışkan yoğunluk dalgalanmalarından etkilenmez; bu durumda "zorlamalı konveksiyon" olayı vardır. Isıtılan bir borudan akan akışkana ısı aktarılması bu tür bir konveksiyondur. Aynı akışkan içinde iki tip kuvvet

peş peşe etkili olabileceğinden, doğal ve zorlamalı konveksiyon bir arada bulunabilir. Bu sistemde ısı transferinin bulunması için Newton'un Soğuma Kanunu kullanılır.

$$Q = h \times A \times (T_s - T_\infty) \quad (2)$$

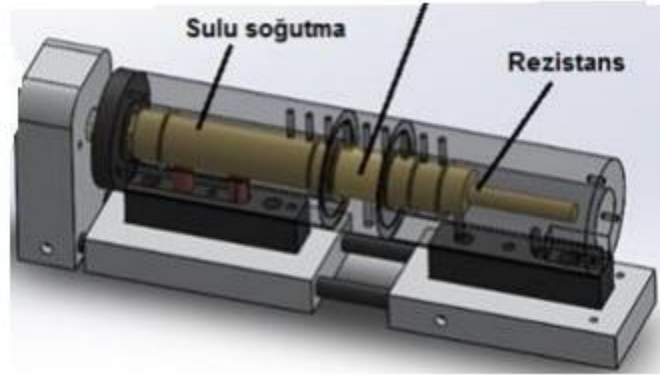
c. Radyasyonla Isı Transferi

Radyasyon, elektromagnetik dalgalarla uzaydan transfer edilen enerjiye verilen isimdir. Radyasyon, uzayda boşluktan geçerse ısıya veya başka bir enerji şekline dönüşmez ve yolunu değiştirmez; oysa yolu üzerinde bazı maddeler bulunduğunda bir kısmı bu maddelerden geçer, bir kısmı ise absorblanır veya yansır. Isı şeklinde açığa çıkan sadece absorblanan enerjidir ve dönüşüm kantitatifdir. Örneğin, ergimiş kuvartza çarpan radyasyonun tamamı geçer; parlatılmış opak bir yüzey veya bir ayna, gelen radyasyonun hemen hepsini yansıtır; siyah veya mat bir yüzey ise radyasyonun çoğunu absorblayarak kantitatif olarak ısıya çevirir. Bu sistemde ısı transferi hesabı için Stefan-Boltzmann Kanunu kullanılır.

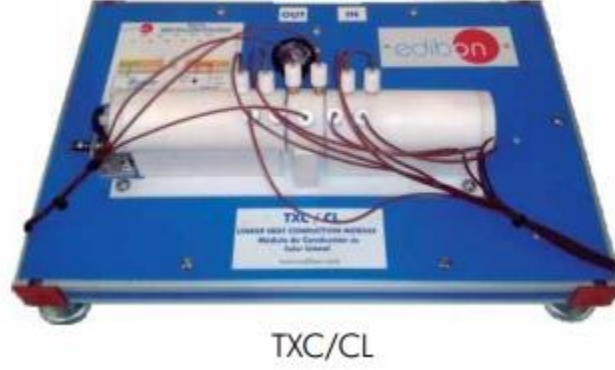
$$Q = \sigma \times A \times \Delta T^4 \quad (3)$$

Deney Düzeneği: Deney cihazı doğrusal ısı iletimi ölçüm sisteminden oluşmaktadır. Ölçüm sisteminde ısıtıcı ve soğutucu bölümler bulunmaktadır. Şekil.1'de ve Şekil.2'de sistem fotoğrafları verilmiştir. Soğutma soğutucu tarafta su ile yapılmaktadır. Sıcaklıklar ısı çifti (thermocouple) ile ölçülmektedir. Deney cihazı aşağıdaki parçalardan oluşan komple bir deney seti kullanılmıştır.

- Isı giriş bölümü
- Elektrik ısıtıcısı
- 9 adet sıcaklık sensörü
- Soğutucu bölümü
- Hortumlar (Soğutma için)
- Isı iletimi ölçülecek olan malzeme



Şekil 1. Sistemin iç görüntüsü



Şekil 2. Sistemin dış görüntüsü

Deneyin Yapılışı:

1. Malzemesi bilinmeyen silindir düzeneğe yerleştirilir.
2. Güç kaynağı istenilen watt değerine ayarlanır.
3. Belirli zaman aralığında sıcaklık değerleri tek tek okunur ve kaydedilir.

Veriler ve Hesaplamalar:

Çizelge 1. Sıcaklık-zaman değerleri

t (dk)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
T1den mesafe (m)											

1. Birinci termokupl yardımıyla her güç ayarı için elde edilen sonuçlardan çubuk boyunca mesafeye karşılık sıcaklığın grafiğini çiziniz.
2. Çubuğun ve aradaki malzemenin ısı iletkenliğini bulunuz. Bilinmeyen malzemenin ne olduğunu tartışınız.

Kaynaklar:

- [1] Incropera, F.P., DeWitt, D.P., "Fundamentals of Heat and Mass Transfer," 5th ed., Wiley, New York.
- [2] Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N., "Transport Phenomena," 2nd ed., Wiley, New York.