



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**MAKİNE VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

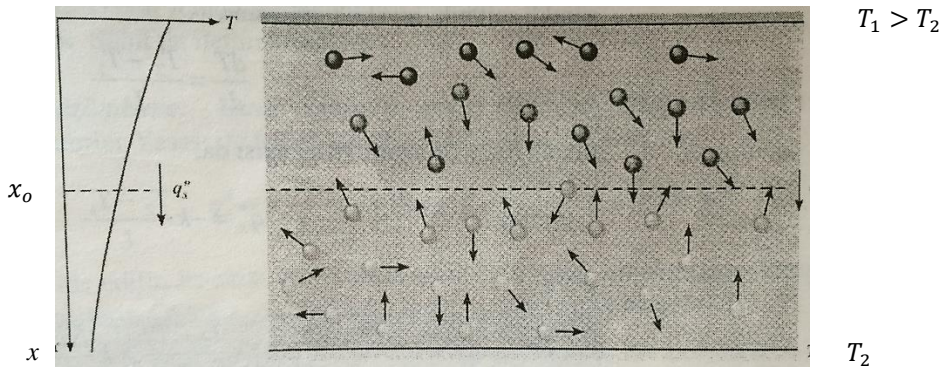
**MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METOTLAR II**  
**DOĞRUSAL ISI İLETİMİ DENEYİ**

**1. Deneyin Adı:** Doğrusal ısı iletimi deneyi.

**2. Deneyin Amacı:** Metal bir numune için ısı iletkenliğin belirlenmesi.

**3. Teori:** İletim, bir maddenin daha yüksek enerjili parçacıklardan daha düşük enerjili parçacıklarına, bu parçacıklar arasındaki etkileşimler sonucunda enerjinin aktarılması olarak düşünülebilir.

İçinde sıcaklık farkı bulunan bir gaz göz önüne alınsın ve hiçbir kitlesel hareket olmadığı kabul edilsin. Şekil 1’de görüldüğü gibi bu gaz, farklı sıcaklıklarda tutulan iki yüzey arasındaki hacmi kaplıyor olabilir. Herhangi bir noktadaki sıcaklık, o noktanın yakın çevresinde bulunan gaz moleküllerinin enerjisi ile ilişkilidir. Bu enerji, moleküllerin dönme ve titreşim hareketleriyle olduğu kadar, rastgele ötelenme hareketleri ile de ilişkilidir.

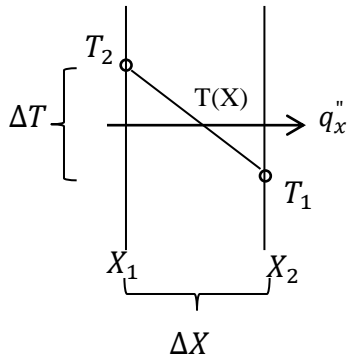


Şekil 1. İletimle ısı geçişinin, moleküler faaliyete bağlı olan enerji yayılımıyla ilişkisi.

Daha yüksek enerjili moleküller, daha yüksek sıcaklıktadır ve komşu moleküller sürekli olarak çarpışırken, daha çok enerjili moleküllerden daha az enerjili moleküllere bir enerji aktarımı mutlaka gerçekleşir. Öyleyse, bir sıcaklık farkı olması durumunda, sıcaklığın azaldığı yönde iletim ile enerji aktarımı gerçekleşmelidir. Bu aktarım Şekil 1’de açıkça görülmektedir.  $X_0$  konumundaki hayali yüzey, sürekli bir biçimde, rastgele hareketlere bağlı olarak alttan ve üstten gelen moleküller tarafından geçilmektedir. Fakat üstten gelen moleküller, alttan gelen moleküllerden daha yüksek sıcaklığa sahiptirler ve bu durumda artan  $x$  yönünde net bir enerji aktarımı gerçekleşmelidir. Rastgele moleküler hareket ile net enerji aktarımı, enerjinin yayılımı olarak ifade edilebilir (Incorpera, F. P.).

Moleküller arasında daha az aralık olmasına ve moleküller arası etkileşimler daha kuvvetli ve daha sık olmasına rağmen, sıvılar içinde durum hemen hemen aynıdır. Benzer olarak, bir katı içindeki iletimde kafes titreşimleri şeklindeki atomik faaliyetlere bağlanabilir. Çağdaş anlayış, enerji aktarımını atomik hareketlerin tahrik ettiği kafes dalgalarına yormaktadır. Bir elektrik yalıtkanında enerji aktarımı, tamamen bu kafes dalgaları yolu ile gerçekleşir. Bir iletkende ise, serbest elektronların ötelenme hareketine de bağlıdır. Isı geçişi işlemlerini, uygun an denklemleri ile incelemek mümkündür. Bu denklemler birim zamanda aktarılan enerji miktarını hesaplamak için kullanılabilir. Isı iletimi için an denklemi, Fourier Yasası olarak bilinir. Şekil 2’de görülen ve  $T(x)$  sıcaklık dağılımına sahip, bir boyutlu düz duvar için an denklemi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$q_x'' = -k \frac{dT}{dX}$$



Şekil 2. Bir boyutlu ısı geçişi

Isı akısı  $q_x''$  ( $W/m^2$ ) ısı geçişi doğrultusuna dik birim yüzeyden birim zamanda,  $X$  doğrultusunda geçen ısıdır ve bu doğrultudaki sıcaklık gradyanı  $dT/dX$  ile doğru orantılıdır. Orantı katsayısı  $k$ , ısı iletim katsayısı olarak adlandırılan bir aktarım özelliğidir ve duvar malzemesi ile ilişkilidir. Eksi işareti ısı geçişinin sıcaklığın azaldığı yönde gerçekleşmesinin bir sonucudur. Şekil 1'de gösterildiği gibi, sıcaklık dağılımının doğrusal olduğu sürekli rejimde sıcaklık gradyanı,

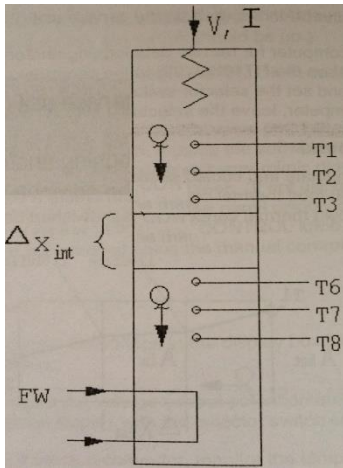
$$\frac{dT}{dX} = \frac{T_2 - T_1}{X_2 - X_1}$$

olarak ifade edilebilir ve ısı akısı da,

$$q_x'' = -k \frac{T_2 - T_1}{\Delta X}$$

olarak yazılır.

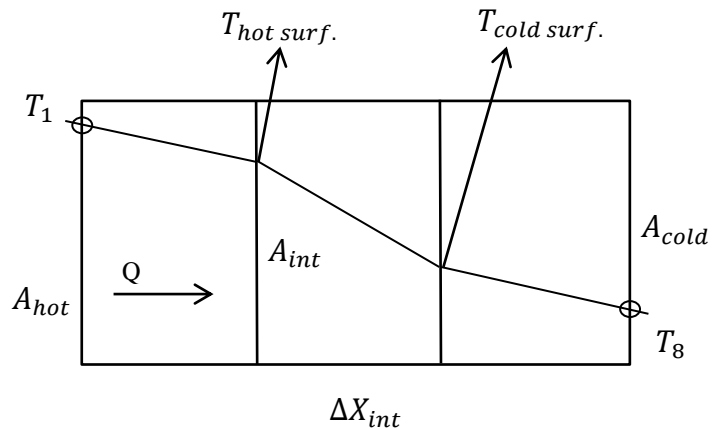
**4. Metot:** Deney düzeneği, üste üste monte edilen bir soğutma bölümü ile bir ısıtma bölümünden oluşmaktadır. Ayrıca ısıl iletkenlik katsayısı ölçülecek numunelerden imal edilmiş değiştirilebilir ara bölüm, soğutma ve ısıtma bölümleri arasında monte edilebilmektedir. Soğutma ve ısıtma bölümleri 25 m çapında ve malzemesi pirinçtir. Tek boyutlu ısı iletimini incelemek için soğutma, ısıtma ve değiştirilebilir ara bölmenin çevreye açık kısımları yalıtılmıştır. Soğutma bölümü, değiştirilebilir ara bölüm ve ısıtma bölümü üst üste monte edilerek kompozit silindirik bir duvar elde edilir (Şekil 3).



Şekil 3. Deney düzeneği

Isıtma, soğutma bölümleri ve değiştirilebilir ara bölmenin sıkıca birbirine kenetlenmesi ara yüzeylerde iyi bir ısı iletimi sağlar. Böylece iki pirinç bölmenin arasına ısıl

Kompozit duvar bir ucundan ısıtılıp diğer ucundan soğutulurken duvar boyunca doğrusal ısı iletimini sağlayacak sıcaklık farkı yaratılır.



iletkenliği bilinmeyen Alüminyum bölme sıkıştırılarak kompozit bir silindir oluşturulmuştur

Fourier yasası:

$$Q = k_{int} A_{int} \frac{\Delta T_{int}}{\Delta x_{int}}$$

$$\Delta T_{int} = T_{hot surf.} - T_{cold surf.}$$

$$\Delta x_{int} = \text{değiştirilebilir numunenin uzunluğu} = 0,03 \text{ m}$$

$$k_{int} = \frac{Q \Delta x_{int}}{A_{int} (T_{hot surf.} - T_{cold surf.})}$$

T3 ve T6 termo elemanları ara yüzeylerden 7,5 mm uzaklıktadırlar. Bu mesafe 15 mm olan bitişik termo elemanla karşılaştırılarak ara yüzeylerin sıcaklığı bulunacaktır.

Isıtma bölümünün ara yüzeyinde sıcaklık T3 termo elemanından daha düşük olacaktır ve aşığıdaki hesaplama yapılmalıdır.

$$T_{sıcak yüzey} = T3 - \frac{T2 - T3}{2}$$

Soğutma bölümünün ara yüzeyinde sıcaklık T6 termo elemanından daha yüksek olacaktır ve aşığıdaki hesaplama yapılmalıdır.

$$T_{soğuk yüzey} = T6 + \frac{T6 - T7}{2}$$

## 6. Deney Verileri

| Isıtıcı voltajı V(Volt) | Isıtıcı akımı I(Amps) | T1 | T2 | T3 | T6 | T7 | T8 | Soğ. Suyu debisi Fw(lt/dk) |
|-------------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----------------------------|
| 9 Volt                  |                       |    |    |    |    |    |    |                            |
| 12 Volt                 |                       |    |    |    |    |    |    |                            |

Bu deney için sabit değerler:

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Alüminyum numunenin uzunluğu | $x_{int} = 0,030 \text{ (m)}$ |
| Çubuğun çapı D               | $D=0,025 \text{ m}$           |

## 7. Hesaplamalar:

Her bir termo eleman arasındaki mesafe 0,015 m' dir.

T3 ve T6 termo elemanlarının ara yüzeylere olan uzaklığı 0,0075m dir.

Pirinç bölmenin ısı iletkenliği yaklaşık olarak 121 W/m°C

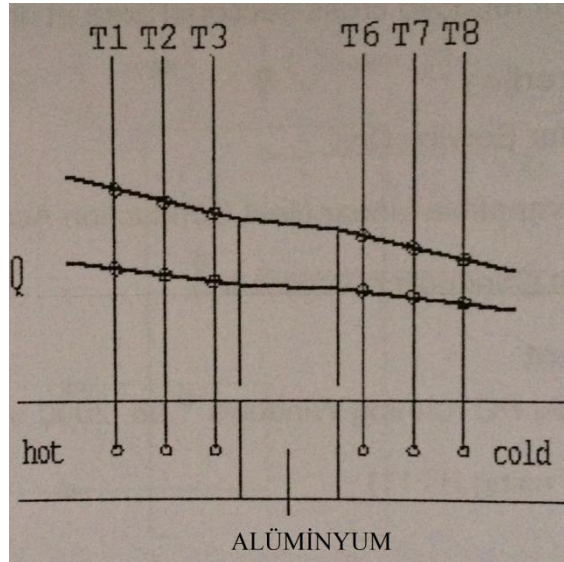
Her bir veri seti için aşağıdaki ifadeleri hesaplayınız.

|   |   | V=9 Volt | V=12 Volt |
|---|---|----------|-----------|
| Isı akısı Q (Watt)                              | $Q=V.I$   |          |           |
| Kesit Alanı A (m <sup>2</sup> )                 | $A = \frac{\pi D_{int}^2}{4}$   |          |           |
| Numunenin sıcak yüzeyinin sıcaklığı (°C)        | $T_{sıcak yüzey} = T3 - \frac{T2 - T3}{2}$                                  |          |           |
| Numunenin soğuk yüzeyinin sıcaklığı (°C)        | $T_{soğuk yüzey} = T6 + \frac{T6 - T7}{2}$                                  |          |           |
| Numunenin uçları arasındaki sıcaklık farkı (°C) | $\Delta T_{int} = T_{hot surf.} - T_{cold surf.}$                           |          |           |
| Numunenin ısı iletkenliği (W/m°C)               | $k_{int} = \frac{Q\Delta x_{int}}{A_{int}(T_{hot surf.} - T_{cold surf.})}$ |          |           |

Deneysel hataların, hesaplanan değer Q,  $\Delta T_{int}$ ,  $T_{sıcak yüzey}$ ,  $k_{int}$  ve ölçülen değerler D,  $\Delta x_{int}$  üzerindeki kümülatif etkisini hesaplayın.

Farklı ısı akıları için elde edilen ısı iletkenliği  $k_{int}$  karşılaştırınız.

Çubuk boyunca farklı ısı akıları için sıcaklığın mesafeye bağlı değişimini gösteren T-X grafiği oluşturun. Oluşturulan grafik aşağıdaki grafiğe benzemelidir.



Ölçüm hassasiyetinin ve düzenekteki ısı kayıplarının sonuçlara ne gibi etkisi olduğunu yorumlayınız.

## 8. Kaynaklar

INCORPERA, F. P., DEWITT D. P., Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri, Literatür Yayıncılık, 2000.